

مجلة جامعة البعث

سلسلة العلوم الهندسية الميكانيكية
والكهربائية والمعلوماتية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 43 . العدد 33

1442 هـ - 2021 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

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

مديرة مكتب مجلة جامعة البعث

بشرى مصطفى

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

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

الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة البعث

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

. هاتف / فاكس : 963 31 2138071 ++

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

. البريد الإلكتروني : [magazine@ albaath-univ.edu.sy](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
28-11	د. محمود الأسعد د. ماهر ابراهيم سليمان يوسف	تأثير بارامترات عملية ترسيب المعدن على سطح البلاستيك في معدل الترسيب
76-29	أ. د. محمد حسن د. عبد اللطيف علي علاء الشيخ احمد	تحليل صيديات الأسماك الليسبسيانية في شاطئ منطقة طرطوس_ سوريا
146-77	م. كلودا ابراهيم م. أحمد اسكندر م. داني ابراه	العاكس الجسري التسلسلي ثلاثي الطور متعدد المستويات لتحسين كفاءة تحويل الطاقة من مستمر إلى متناوب

تأثير بارامترات عملية ترسيب المعدن على سطح البلاستيك في معدل الترسيب

طالب الدكتوراه: سليمان يوسف كلية الهك - جامعة البعث

اشراف الدكتور: محمود الأسعد + د. ماهر ابراهيم

ملخص البحث:

يستخدم الترسيب اللا كهربائي (الكيميائي) على نطاق واسع في الصناعة لأنه يتميز بتوحد الطبقة المترسبة على السطح، يعتمد معدل الترسيب وخصائص الطبقة المترسبة بشكل كبير على عامل الاختزال وعامل معقد ودرجة حموضة الحوض ودرجة الحرارة بالإضافة إلى إضافات حوض الترسيب.

في هذا البحث تمت عملية ترسيب طبقة من المعدن (النحاس) على منتجات الطباعة ثلاثية الأبعاد بتقنية نمذجة المترسب المنصهر * (FDM)، بهدف تحسين خواص الأسطح، ودراسة تأثير كلا من درجة حرارة الترسيب، درجة الحموضة، زمن الترسيب في معدل الترسيب.

أظهرت النتائج بأن أعلى معدل ترسيب كان $9.26 \mu\text{m/h}$ عند الشروط: زمن ترسيب 10 دقيقة، درجة الحرارة 30 درجة مئوية، ودرجة حموضة 13.

كلمات مفتاحية: الطباعة ثلاثية الأبعاد، نمذجة ترسيب المنصهر، ABS، تلبس السطح، معدل الترسيب.

*FDM: Fused Deposition Modeling

Effects of parameters of the metal deposition process on the plastic surface on the deposition rate

Abstract:

Electroless deposition is widely used in industry because it is characterized by the uniformity of the layer deposited on the surface. The deposition rate and deposited film properties critically depend on the reducing agent, complexing agent, and bath pH and temperature as well as bath additives.

In this research an operation was carried out to precipitate a layer of metal (copper) on 3D printing products with Fused Deposition Modeling (FDM) technology, with the aim of improving surface properties, and studying the effect of sedimentation temperature, pH, and sedimentation time on the deposition rate.

The results showed that the highest deposition rate was $9.26 \mu\text{m} / \text{h}$ under the conditions: deposition time 10 minutes, temperature 30°C , and pH 13.

Keywords: 3D Printing, Fused Deposition Modeling FDM, ABS, coating, deposition rate.

1- مقدمة:

تعتمد معظم نُظم النمذجة السريعة على تصنيع المنتجات بأسلوب اضافة جزيئات المادة وذلك بالبناء باستخدام طبقات رقيقة جدا Adding Material Particles وتراكمها من المادة الخام التي تكون سائلة او صلبة او حتى في شكل مسحوق ذي حبيبات دقيقة، وإحدى تقنيات النمذجة السريعة هي الطباعة ثلاثية الأبعاد^[1].

وتعتبر تقنية Fused Deposition Modeling (FDM) إحدى أنواع الطباعة وفي هذه التكنولوجيا يتم تزويد الطابعة بمادة الطباعة على شكل أسلاك أو خيوط، تتصل برأس مدبب دقيق فيه فوهة، يسخن هذا الرأس ليذيب مادة الطباعة، وعند حركته أفقياً ورأسياً يخرج المادة حسب الشكل المطلوب، وحال خروج المادة من الرأس تبرد في درجة حرارة الغرفة وتتصلب^[2].

ونتيجة للتقدم العلمي جعل الأنظار تتجه إلى إمكانية استخدام المواد البلاستيكية كبديل لبعض القطع المعدنية التي يمكن الاستغناء عنها بشكل جزئي أو بشكل كلي وخاصة بعد التقدم في التلبيس المعدني الكهربائي وخاصة في حقل اللدائن^[3].

يهدف تلبيس المواد البلاستيكية بالمعادن إلى:

- الاهتمام بالناحية الجمالية التزيينية.
- توفير بالوزن باستعمال اللدائن وشمل هذا توفير كلفة التغليف والشحن.
- تحسين بعض الخواص الميكانيكية ومقاومة التآكل.

ومما ساعد على انتشار هذه التقنية إظهار القطع الجديدة من اللدائن المطلية بالمعدن مقاومة ضد الاحتكاك مع احتفاظها بمظهر معدني جذاب لا يفرقها عن القطع المعدنية

الحقيقية، وزاد من اعتبارها كلدائن ومن خصائصها الميكانيكية مثل زيادة معامل مقاومتها للانحناء مثلاً^[4].

ولا ننسى أن مقولبات اللدائن المنتهية المصنعة في قوالب مصقولة ومطلية ذات مظهر هو في غاية الإتقان وخاصة سطحها الخارجي الظاهر مما لا يحتاج معه إلى أي تعامل ميكانيكي قبل الطلي الكهربائي لتحسينه كما هو الحال في المعادن، بالتالي فإن تلبس اللدائن بالمعادن يعطيها مظهراً معدنياً لامعاً أيضاً^[3].

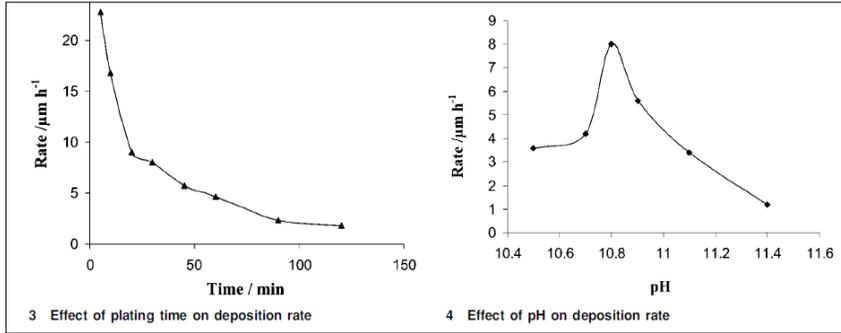
✓ أهمية البحث:

تعاني منتجات الطباعة ثلاثية الأبعاد بتقنية FDM من ارتفاع خشونة السطح الناتج وانخفاض المتانة مقارنة بالمنتجات المصنعة بالطرق التقليدية (بثق، حقن)، مما يحد من استخدامها في كثير من التطبيقات، وللتغلب على هذه الظاهرة تم اجراء عمليات لاحقة لمنتجات الطباعة ثلاثية الأبعاد مثل معالجة السطح بالمذيبات وتلبس السطح بطبقة من المعدن، لتحسين بعض الخواص الميكانيكية والحرارية بحيث يصبح المنتج أكثر منافسة في السوق ويزيد من إمكانية استخدامه في الكثير من المجالات.

✓ وسنلخص فيمايلي بعض الدراسات المرجعية المتعلقة بموضوع البحث:

- قام الباحث Dt.T.A.Al-saffar بدراسة تأثير ملح روشيل (طرطرات البوتاسيوم والصوديوم) على معدل ترسيب النحاس على ABS، واستخدم نترات الفضة لتنشيط وأظهرت النتائج ان أعلى معدل ترسيب $3 \text{ ml g/cm}^2 \cdot \text{h}$ كان عند اضافة كمية 94 غرام/لتر من ملح روشيل^[5].
- قام الباحث M. Selvam، 2010، بدراسة ترسيب الفضة على بلاستيك ABS، تم استخدام الامونيا ونترات الفضة لتنشيط السطح، وتم استخدام كلوريد الكوبالت في حوض الترسيب^[6].

درس الباحث تأثير حموضة الحوض وزمن الترسيب ودرجة الحرارة على معدل الترسيب:



يوضح الشكل (1) تأثير كلا من درجة الحموضة وزمن الترسيب في معدل الترسيب

- قام الباحث A. Abdel Aal, 2007، دراسة تحسين ظروف الطلاء غير الكهربائي درس الباحث تأثير تطعيم سطح البولي إيثيلين بمادة إيثر الفينيل أحادي إيثانوليامين على معدل ترسيب النحاس ودرس تأثير كلاً من (إضافات الحوض، ودرجة الحموضة ودرجة الحرارة). تظهر النتائج أن درجة الحموضة 13 لحوض الترسيب ودرجة حرارة حوض الطلاء 40 درجة مئوية هي الظروف المثلى لعملية الطلاء^[7].
- قام الباحث S. Karthikeyan بدراسة لتطوير عملية ترسيب النحاس غير الكهربائي خالية من الفورمالديهايد، تم استخدام حمض الجليوكسيليك كعامل اختزال في حوض الترسيب. تمت دراسة متغيرات الترسيب مثل درجة الحرارة وتركيز عوامل الاختزال والمعقد^[8]. وتوضح الجداول التالية نتائج البحث:

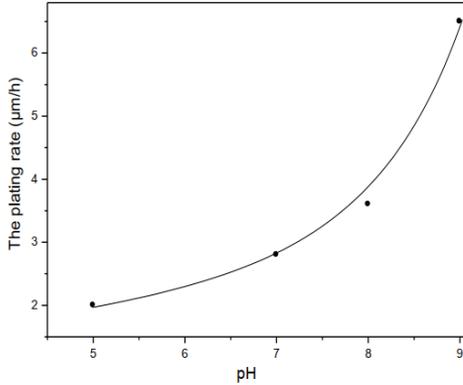
الجدول (1) يوضح تأثير المعقد معدل الترسيب

Complexing agent	Deposition rate, $\mu\text{m/hr}$
Triethanolamine (TEA) (30 mL/L)	4.54
Sodium potassium tartrate (30 g/L) with Triethanolamine (30 mL/L)	4.84
EDTA (30 g/L) with Triethanolamine (30 mL/L)	2.46
Lactic acid (25 mL/L) with Triethanolamine (30 mL/L)	2.16

الجدول (2) يوضح تأثير عامل الاختزال ودرجة الحرارة في معدل الترسيب

Sample No.	Reducing agent conc.	Temperature	Deposition rate, $\mu\text{m/hr}$
1	20 mL/L	30°C (87°F)	4.84
2	20 mL/L	50°C (122°F)	4.97
3	35 mL/L	30°C (87°F)	5.30
4	35 mL/L	50°C (122°F)	5.38

- ودرس الباحث T. Anik, M. Ebn Touhami, 2012 تأثير درجة الحموضة في معدل ترسيب النحاس، واستخدم هيبوفوسفيت الصوديوم كعامل اختزال^[9]. استخدم الباحث درجة حموضة (7-8-9). ولاحظ زيادة الترسيب بزيادة درجة الحموضة PH، كما يوضح الشكل (2).



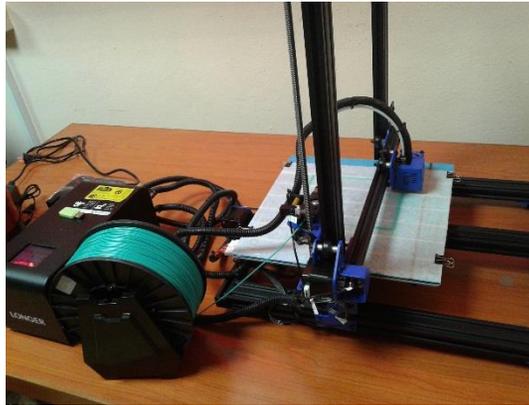
الشكل (2) يوضح تأثير درجة الحموضة في معدل الترسيب

2- هدف البحث:

تحسين خواص الأسطح عن طريق ترسيب طبقة من المعدن (النحاس) على منتجات الطباعة ثلاثية الأبعاد بتقنية نمذجة المترسب المنصهر (FDM)، ودراسة تأثير كلا من درجة حرارة الترسيب، درجة الحموضة وزمن الترسيب في معدل الترسيب.

3- مواد البحث وطرقه: Materials and Methods

تم تجهيز العينات عن طريق الطباعة ثلاثية الأبعاد في مخبر التشغيل المبرمج CNC في قسم هندسة التصميم والانتاج بكلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، حيث كانت العينة على شكل متوازي مستطيلات (40 mm*30 mm*5 mm) من مادة الأكريلونتريل بوتادين ستايرين (ABS)، ويوضح الشكل (3) الطباعة:



الشكل (3) طباعة عينات ABS

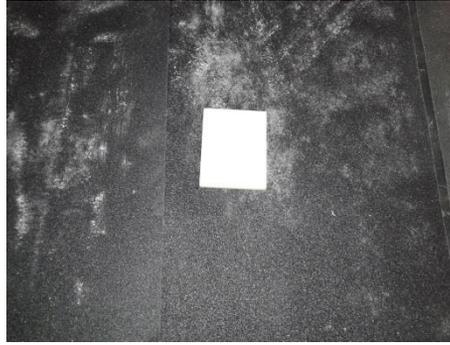
3-1- تحضير السطح: Surface Preparation

تعاني المنتجات المصنعة بطريقة FDM من بعض العيوب مثل خشونة السطح وضعف الترابط بين الطبقات، هذه العيوب حدثت من استخدامها في العديد من التطبيقات التي يمكن أن تستفيد منها بهذه الطريقة، ان مادة (ABS) المستخدمة في الطباعة FDM تعتبر صعبة الطباعة مقارنة مع مواد لدنة حراريا اخرى مثل PLA، وينتج سطح خشن

نوعا ما وأحيانا بعض التشوه، وإذا تغلبنا على هذه العيوب يمكن أن تصبح تقنية FDM منافسة بشكل أكبر. [2,10]

اعتمدنا في هذا البحث على الشد الميكانيكي.

تم في هذه الطريقة شحذ العينات بورق شحذ صنفرة (grit sandpaper)، وتم استخدام ورق شحذ (250-320-400-600-800-1000-1500-2000)، يوضح الشكل (4) عملية شحذ العينات:



الشكل (4) يوضح عملية شحذ العينات

3-2- تلبس السطح بطبقة من المعدن:

بعد الانتهاء من طرق التحضير السابقة تم ترسيب طبقة من المعدن على سطح القطعة البلاستيكية باستخدام الطريقة الكيميائية حيث يتم الترسيب الكيميائي على سطح البلاستيك بواسطة محاليل كيميائية تحتوي على شوارد أملاح منحلّة وباستخدام مرجعات مناسبة. حيث أُجريت الطريقة بالمرحل التالية^[11]:

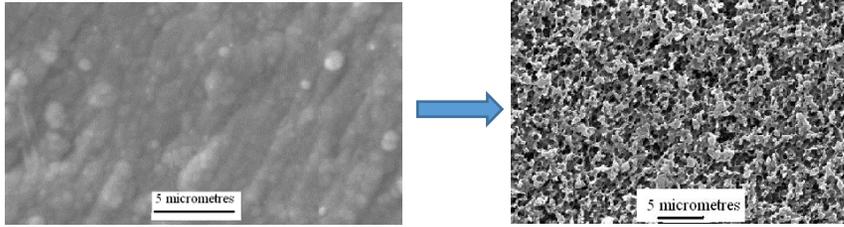
1- تحضير السطح: تم التحضير باستخدام الطريقة الميكانيكية.

ويمكن تحضير السطح بالمعالجة بالأسيتون. [12,13]

2- **تخريش السطح:** تم تخريش السطح بعد تحضيره من خلال إزالة البوتادين من التركيب البنائي للسطح حيث يتشكل ثقب كما موضح بالشكل (4)، هذه الثقوب تكون صلة الوصل الميكانيكية بين الطبقة المعدنية الرقيقة والأرضية البوليميرية حيث سينتشر الفيلم المعدني الأولي ضمنها تم التخريش باستخدام كلا من حمض الكروميك وحمض الكبريتيك حسب الجدول (3): [14]

الجدول (3) يوضح المواد المستخدمة لتخريش السطح والنسب والحرارة المستخدمة			
المادة المستخدمة	الكمية	درجة الحرارة المستخدمة (°C)	الزمن (min)
حمض الكبريت+حمض الكروميك	180+400	65	10

ويوضح الشكل التالي (5) العينة قبل وبعد التخريش والثقوب الحاصلة على السطح



(a) قبل التخريش

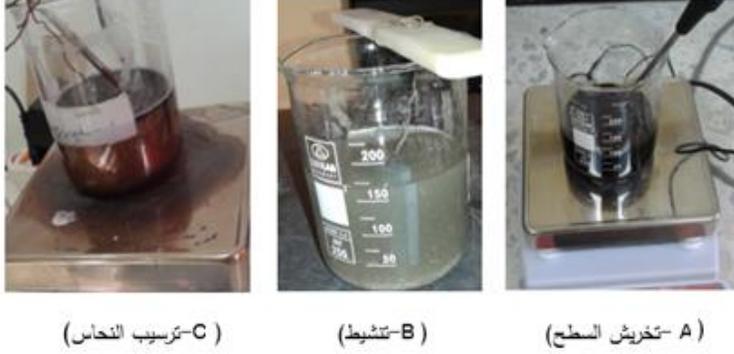
(b) بعد التخريش

الشكل (5) شكل العينة قبل التخريش (a) وبعد التخريش (b)

3- **معادلة السطح:** بعد تخريش العينات تمر عبر المعادل (neutralizer) لإزالة كل بقايا الكروم (لمدة ثلاث دقائق) تحضيراً للعملية اللاحقة، عند هذه النقطة يصبح السطح هيدروفيلي (جاذب للماء)، حيث يستخدم كلوريد القصدير لإزالة الكروم من السطح.

4- **تنشيط السطح:** تم تنشيط السطح باستخدام محلول من نترات الفضة والأمونيا (لمدة 5 دقائق) لكي يصبح السطح جاهزاً لعملية الترسيب اللاحقة.

يوضح الشكل التالي (6) مراحل عملية التلييس مروراً بالتخريش الى المعادلة ثم تنشيط ثم ترسيب النحاس:



الشكل (6) يوضح مراحل عملية التلييس

5- حوض ترسيب النحاس على السطح: يحتوي المحلول على أملاح النحاس (كبريتات النحاس) بالإضافة إلى عنصر إرجاع مثل الفورمالديهيد، وعلى عنصر مثبت، ومسرعات مثل (طرطرات) التي تزيد من معدل ترسيب المعدن كما موضح بالشكل (6)، تم استخدام المواد التالية^[5]:

- هيدروكسيد الصوديوم NaOH.
 - سلفات النحاس $CuSO_4$.
 - الفورمالديهيد CH_2O .
 - ملح روشيل (طرطرات البوتاسيوم والصوديوم) $(KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O)$.
- ويوضح الشكل (7) حوض الترسيب ومقياس الحموضة:



الشكل (7) يوضح حوض الترسيب ومقياس درجة الحموضة المستخدم

ويوضح الشكل التالي (8) شكل العينة بعد الترسيب وطبقة النحاس المترسبة على السطح:



الشكل (8) يوضح شكل العينة البلاستيكية بعد تلبسها بطبقة نحاس

3-3-الاختبارات:

3-3-1-حساب معدل الترسيب:

تم حساب معدل الترسيب بالاعتماد على وزن النحاس المترسب على العينة، حيث تم وزن العينة قبل وبعد التلبس بميزان حساس ذو دقة (0.0001 g)، وذلك من خلال القانون التالي [8]:

$$\text{Deposition rate} = \frac{W \times 10^4 \times 60}{A \times D \times t} \quad (\mu/h)$$

حيث:

W: وزن النحاس المترسب (g).

A: مساحة السطح المرسب عليها (cm²).

D: كثافة النحاس وهي (8.96 g/cm³).

t: زمن الترسيب (min).

4- النتائج والمناقشة: Results and Discussion

بعد حساب معدل الترسيب بالاعتماد على وزن النحاس المرسب ومساحة سطح القطعة حصلنا على النتائج الموضحة بالجدول (4):

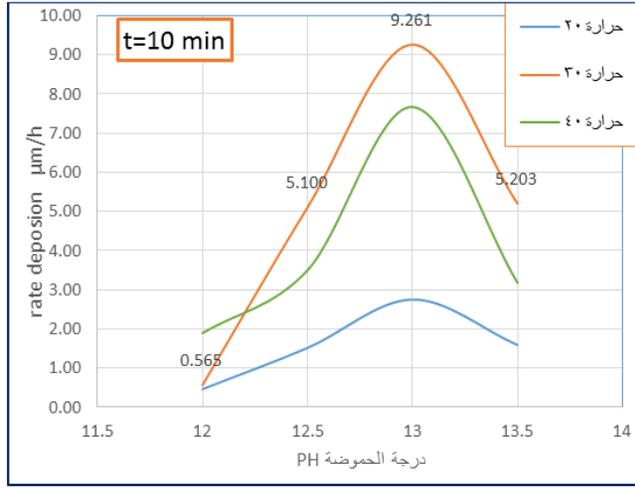
deposition rate $\mu\text{m/h}$					
PH				T °C	t (min)
13.5	13	12.5	12		
1.590	2.752	1.516	0.464	20	10
1.758	2.492	1.388	0.770	20	20
1.228	1.678	1.098	0.701	20	30
5.203	9.261	5.100	0.565	30	10
2.692	6.456	4.971	1.132	30	20
2.885	4.690	4.028	0.633	30	30
3.179	7.669	3.497	1.896	40	10
1.818	6.018	1.572	0.757	40	20
1.980	4.442	1.486	0.848	40	30

ملاحظة: تم استخدام درجة الحموضة أكبر من 12 في الجدول السابق، حيث بالتجريب لم يحدث ترسيب بدرجة حموضة أقل من 12 درجة.

وتم رسم المنحنيات التالية بالاعتماد على نتائج معدل الترسيب كما وردت في الجدول السابق (4)

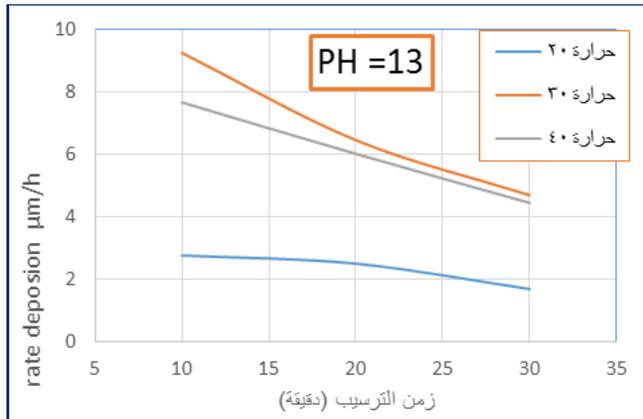
1-4- تأثير متغيرات عملية الترسيب في معدل الترسيب:

1-1-4- تأثير درجة الحموضة (الأس الهيدروجيني) PH:



الشكل (9) يوضح نتائج عملية الترسيب بعد زمن 10 دقيقة

1-1-4-2 تأثير زمن الترسيب في معدل الترسيب:



الشكل (10) يوضح تأثير الزمن في معدل الترسيب

نلاحظ من المنحني في الشكل(9) أن أفضل معدل ترسيب $9.26 \mu\text{m/h}$ عند درجة حموضة 13، ويوضح المنحني في الشكل(10)، انخفاض معدل الترسيب بزيادة الزمن بعد 10 دقيقة.

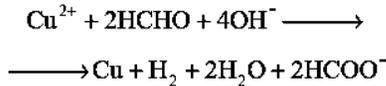
5-الاستنتاجات والتوصيات:

ان استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد للحصول على المنتجات تتم بوقت قصير جداً وكلفة منخفضة مقارنة بالطرق التقليدية، الى أن خواص السطح الناتج يتميز بخواص ميكانيكية أقل وخشونة أعلى.

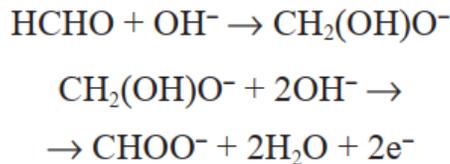
ان معالجة السطح بعد الطباعة وتليسه بطبقة من النحاس تتحسن خواصه بشكل كبير. نلاحظ من المنحنيات السابقة أنه لكل من درجة حموضة ودرجة حرارة حوض الترسيب دوراً أساسياً في معدل الترسيب وكذلك الزمن الترسيب أيضاً. بزيادة درجة حموضة الحوض حتى pH 13 ازداد معدل الترسيب ولكن بعد هذه الدرجة نلاحظ انخفاض بمعدل الترسيب.

الزيادة الأولية في معدل الترسيب ترجع إلى تأثير أيونات OH كمفاعل في التفاعل الكلي

كما هو موضح في المعادلة:



الانخفاض في معدل الترسيب يرجع إلى استهلاك OH- عبر التحلل المائي للفورمالدهيد إلى أنيون ميثيلين جليكول متبوعاً بأكسدته لتكوين أيونات كما هو موضح فيما يلي المعادلات:



وزيادة درجة حرارة الحوض تحسن معدل الترسيب حتى درجة حرارة 30°C ولكن بعد زيادة درجة الحرارة الى 40°C بدأ معدل الترسيب بالارتفاع في البداية ثم ما لبث أن انخفض بسبب تأثير الحرارة في تفكيك محتويات حوض الترسيب، وبالتالي يفضل استخدام درجة حرارة 30°C للحفاظ على استقرار الحوض.

أما بالنسبة لزمن الترسيب فنلاحظ أفضل معدل ترسيب كان عند زمن 10 دقيقة وبعد هذا الزمن بدأ معدل الترسيب بالانخفاض.

الخلاصة: ان تلبس البلاستيك بالمعدن زاد من امكانية استخدامه في مجالات كثيرة في الصناعة ولما يتميز به من خفة وزن، والتلبس بالطريقة الكيميائية أفضل الطرق من ناحية متانة الالتصاق بسطح البلاستيك، وان لتحضير السطح وتنشيطه دور أساسي في ترسيب المعدن على السطح، وكما لاحظنا لدرجة حموضة الحوض التأثير الأكبر في معدل الترسيب حيث كانت أفضل نتيجة عند $\text{PH}=13$.

نوصي: بتجريب طرق أخرى لتنشيط السطح من كلوريد البلاديوم، أو التطعيم بمواد أخرى، وكذلك استخدام مكونات حوض ترسيب أخرى. وتجريب طرق أخرى لتحضير السطح غير الطريقة الميكانيكية. وتلبس البلاستيك بأكثر من طبقة معدن.

References:

- [1] Bojan Banjanin, Gojko Vladić, Magdolna Pál, Consistency analysis of mechanical properties of elements produced by FDM additive manufacturing technology, revista *Matéria*, 2018, v. 23, no 4.
- [2] Kumar Raja, A review on Chemical Processes for Plastics substrates used in engineering industries, *International Journal of ChemTech Research*, 2016, Vol.9, No.07 pp 354-365
- [3] Al Homsy, Mohammad Zuhair, *Encyclopedia of Plastics*, 1980, Damascus.
- [4] The Hong Kong Polytechnic University Industrial Centre, *Surface Finishing, IC Professional Training*, 2012.
- [5] Dr.T.A. Al Saffar, A. N. AL-Mumayez, Electroless copper Deposition on plastic, *Iraqi Journal of Chemical and petroleum Engineering*, Volume 9 Issue 4(2008).
- [6] M. Selvam, Electroless silver deposition on ABS plastic using Co (II) as reducing agent, *Institute of Metal Finishing Published by Maney on behalf of the Institute*, 2010, DOI 10.1179/002029610X12694310988964.
- [7] A. Abdel Aal, Optimization of Electroless Copper Plating on Polyethylene Films Modified by Surface Grafting of Vinyl Ether of Monoethanolamine, *al-Farabi Kazakh National University, Eurasian ChemTech Journal* 9 (2007) 63-69.
- [8] S. Karthikeyan, T. Vasudevan, K.N. Srinivasan & S. John, Studies on Formaldehyde-free Electroless Copper Deposition, *Plating & Surface Finishing* • July 2002.
- [9] T. Anik, M. Ebn Touhami, Influence of pH Solution on Electroless Copper Plating Using Sodium Hypophosphite as Reducing Agent, *International Journal of ELECTROCHEMICAL SCIENCE, Int. J. Electrochem. Sci.*, 7 (2012) 2009 – 2018
- [10]] Bharat Bhushan Chivukula, A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Industrial Engineering, University of Arkansas, 2016.
- [11] S.Kannan, D.Senthilkumaran, Investigating the Influence of Electroplating Layer Thickness on the Tensile Strength for Fused

Deposition Processed ABS Thermoplastics, International Journal of Engineering and Technology (IJET) Vol 6 No 2 Apr-May 2014.

[12] Kensuke Takagishi¹ & Shinjiro Umezu, Development of the Improving Process for the 3D Printed Structure, 2016, Scientific Reports | 7:39852 | DOI: 10.1038/srep39852.

[13] Justin White, Christopher Tenore, environmentally benign metallization of material extrusion technology 3D printed acrylonitrile butadiene styrene parts using physical vapor deposition, Additive Manufacturing 22 (2018) 279–285.

[14] Shine Joseph, Stella Quiñones, Effect of Surface Preparation Methods on Mechanical Properties of 3D Structures Fabricated by Stereolithography and 3D Printing for Electroless Ni Plating, University of Texas at El Paso, Texas 79968.

تحليل صيديات الأسماك الليسبسيانية

في شاطئ منطقة طرطوس_ سوريا

م. علاء الشيخ احمد¹

أ. د. محمد حسن²

د. عبد اللطيف علي³

المخلص

تستهدف الدراسة إلقاء الضوء على الإنتاج السمكي في منطقة صيد ميناء طرطوس من خلال حصيلة صيد عينة من المراكب لبيان تغيرات المصيد الليسبسياني بالارتباط مع طرق الصيد المستخدمة. تم اختيار عينة عشوائية شملت /15/ مركب صيد في ميناء طرطوس للموسم الإنتاجي 2019-2020 حيث تم تسجيل كميات الإنزال على مستوى الموسم الإنتاجي اربع مرات شهرياً، ابتداءً من شهر تموز 2019 لغاية شهر حزيران 2020.

تم إخضاع النتائج للتحليل الاحصائي، لتقدير أفضل وسيلة صيد تحقق أعلى نسبة إنزال من الأنواع السمكية الليسبسيانية ضمن الميناء.

بينت نتائج الدراسة أن طريقتي الصيد بالشباك والأقفاص هما من أكثر الطرق جدوى لصيد الأسماك الليسبسيانية خلال فترة الدراسة حيث بلغت أعلى نسبة إنزال من الأنواع السمكية الليسبسيانية لعينة المراكب المدروسة خلال شهر نيسان بنسبة 10.67% من إجمالي المصيد الليسبسياني على مدار فترة الدراسة وبلغت نسبة الإنزال من الأنواع السامة من الأسماك الليسبسيانية في العينة المدروسة 4.85% من إجمالي الأسماك الليسبسيانية المصطادة في العينة.

حقق نوع السميس الرملي *S rivulatus* النسبة الأعلى من الأسماك المصطادة في العينة المدروسة ب(23.35%)، بينما شكل نوع السللور البحري *P lineatus* أقل نسبة (0.79%).

شكلت الكميات المصطادة الكلية بطريقة الشباك على مدار 12/ شهر النسبة الأكبر ضمن العينة المدروسة (55.6%)، وشكلت كميات الأنواع الليسبسيانية المصطادة بطريقة الشباك أيضاً على مدار 12/ شهر النسبة الأكبر (68.17%) من إجمالي المصيد الليسبسياني.

الكلمات المفتاحية: الأسماك الليسبسيانية، حجم الإنزال، الجرجارة، الشباك، الأقفاس.

¹ طالب دكتوراه (أسماك) كلية الزراعة، مهندس، مدير فرع المنطقة الساحلية في الهيئة العامة للثروة السمكية

² أستاذ، اختصاص تصنيف أسماك/ تقانات حيوية، قسم الإنتاج الحيواني، كلية الزراعة، جامعة تشرين

³ دكتور ، مدير عام الهيئة العامة للثروة السمكية والأحياء المائية

Catch analysis of the lessepsian fish species in Tartous coast–Syria

Eng. Alaa Alchikh ahmad¹

Prof. Mohamad Hassan ²

Dr. AbdAllatif Ali³

Abstract

The aim of this study is to shed light on fish catch in Tartous port through analyzing catches of / 15 / homogeneous fishing boats, to how the development of the lessepsian catch in this port. The boats were selected randomly Sample and data were collected during the productive season: July 2019 to June 2020, at an average of /4/ times a month for each boat .

The data were analyzed statistically analysis to estimate the best fishing method that achieves the highest percentage of the lessepsian fish species landings within this port.

The results of the study showed that the pot–fishing method is the most feasible ways to catch Lessepsian fish, and the highest percentage from the lessepsian fish species of the Lessepsian fish catches was during April (%10.67) of the total catch). The percentage of the poisonous migratory species in the landings was about 4.85% of the total Lessepsian fish catches.

The sandy rabbit fish species achieved the highest percentage in the studied lessepsian catch (23.35%) in Banias port during the studied period, while the marine catfish species constituted the lowest percentage (0.79%) of the studied lessepsian catch

The total quantities caught by nets over the studied 12 months period constituted the largest percentage within the studied catch, amounting to 55.6% of the catch achieved by the fishing methods used. The quantities caught by nets over the same 12 months period constituted the largest percentage, amounting to 68.17% in the studied lessepsian catch by the fishing methods used .

Key words: Lessepsian fish ,landings volume ,Drifting long lines, Gill nets, Pots

¹ Ph.D. Student, Ichthyology , Faculty of Agriculture, and Director of the Coastal Area Branch at the General Authority for Fisheries and Aquatic Organisms

² Prof., Fish Systematic/Biotechnology, Animal Production Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Syria.

³ Ph.D., General Director, General Authority for Fisheries and Aquatic Organisms.

1- مقدمة:

يشكل تنوع الحياة في المحيطات والبحار، محور مهماً من المحاور الثلاثة للتنمية المستدامة - البيئي والاقتصادي والاجتماعي - التي هي من أسباب الأداء السليم لمنظومة الكرة الأرضية وتوفير الخدمات التي تدعم ازدهار البشرية وتطورها. فالبهار والمحيطات هي مستودع ضخم للتنوع الحيوي حيث تضم حوالي 250,000 نوع معروف، ويتم باستمرار الكشف عن الكثير من الأنواع التي لم تكن معروفة، وما زال ثلثا الأنواع البحرية في العالم على الأقل غير مكتشف حتى الآن (التقييم العالمي الأول للمحيطات 2016).

أدى فتح قناة السويس في عام 1869 م إلى ربط منطقتين مختلفتين جغرافياً وحيوياً، هما البحر المتوسط المعتدل حرارياً والبحر الأحمر الاستوائي. وقد كان لهذا الربط نتيجة حيوية هامة، هي هجرة العديد من أنواع البحر الأحمر ومنها الأسماك واستقرارها في البحر الأبيض المتوسط والتي سميت فيما بعد بـ "الهجرة الليسبسيانية Lessepsian migration". وقد استخدم هذا المصطلح للمرة الأولى من قبل الباحث Por في عام 1964 لوصف الظاهرة الجديدة حينها للانتقال الحيوي ذي الاتجاه الواحد من البحر الأحمر إلى البحر الأبيض المتوسط. وفي عام 1969 أعطى نفس الباحث مصطلح "المهاجر الليسبسياني Lessepsian migrant" لكل نوع من أنواع البحر الأحمر استطاع الانتقال عبر قناة السويس إلى الحوض الشرقي للبحر المتوسط.

بدأت ظاهرة الهجرة الليسبسيانية بانتقال بعض الحيوانات القاعية التي تعطي يرقات تتغذى على البلانكتون والأحياء الشاطئية العائمة، بالإضافة لبعض أنواع الطحالب الكبيرة والعوالق النباتية والحيوانية. حيث تم تسجيل أول نوع مهاجر ليسبسياني بعد 26 عاماً من إنشاء قناة السويس أي في عام (1895م)، وكان عبارة عن نوع من الرخويات من صفيحيات الغلاصم *Pinctada radiata*، وفي عام 1902م تم ملاحظة وصول أول نوع سمكي ليسبسياني إلى البحر المتوسط وهو: *Atherinomorus lacunosus*، ونوع آخر من الرخويات وهو: *Chama broderipi* (1902, 1905, Tillier, Bavay and:). يزداد عدد هذه الأنواع المهاجرة باستمرار، وعلى سبيل المثال فقد كان معدل

عدد الأنواع السمكية الليسبسيانية الواصلة هو نوع سمكي واحد كل عامين في الفترة بين 1940-1949 كسمكة السوري نايلون (*Sargocentron rubrum* (Forsskål, 1775)، والسلطاني اليهودي (*Upeneus moluccensis* (Bleeker, 1855)، والزقزيقة (*Apogon nigripinnis* (Cuvier, 1828)، ونوعان من السردين (*Dussumieria elepsoides* و (*Herklotsichthys punctatus* (Rüppell, 1837)، وارتفع إلى نوع سمكي كل 1.2 عام بين 1950-1983 (Ben-Tuvia, 1849 (Bleeker, 1849)). كأسماك الشكارمية (*Saurida undosquamis* (Richardson, 1985 (Tuvia, 1848)، واليهودي المزرز (*Upeneus pori* (Ben-Tuvia et Golani, 1989)، والبقرة المنقطة سوداء (*Himantura uarnak* (Forsskål, 1775)، والسردين رنجة (*Pomadasys stridens* (Forsskål, 1775) وسمكة البذرة الخليجية (*Etrumeus teres* (DeKay, 1848)، وسمكة البالون (*Lagocephalus suezensis* (Clark et Gohar, 1953) (1775). وتم حتى الآن تسجيل مئات الأنواع الليسبسيانية المختلفة في البحر المتوسط، 90% منها ما بقي في الحوض الشرقي للبحر المتوسط ولم يتجاوز حدود تونس وصقلية (Boudouresque, 1999). وتعد الأنواع التي استطاعت تجاوز الحوض الشرقي، قليلة جداً ومن الممكن على سبيل المثال، ذكر النوع السمكي *Stephanolepis diaspros* الذي استقر في الساحل الشرقي لصقلية (Catalano, 1993 and Zava) ونوع سمكي آخر يحتمل وجوده وهو: (*Abudefduf vaigiensis* (Tardent, 1959). اقتصرت الدراسات الخاصة بالهجرة الليسبسيانية في الساحل السوري واللبناني على بيولوجية النمو والتكاثر والتغذي لبعض الأنواع السمكية، حيث دلت الدراسات على أنواع الغريبة الصخري والغريبة الرملي وسمك السوري على التأقلم الجيد لهذه الأنواع السمكية مع ظروف البيئة الجديدة في البحر المتوسط (Saad and Bariche, 2003; Sbaihi, 1995 صابور، 2004؛ إبراهيم وغالية، 2004).

تم في بعض الدراسات تسجيل أنواع سمكية جديدة ليسبسيانية في ساحل الجمهورية العربية السورية (Alshawy et al., 2019, Alshawy et al., 2020, Alshawy)

(et al., 2021) وأكدت الدراسات الوراثية التي أجريت على الأنواع الليسبسيانية المختلفة على عدم وجود أي اختلاف وراثي بين الجماعات المهاجرة إلى البحر المتوسط والجماعات الأصلية في البحر الأحمر، وبينت مرونة هذه الأنواع وسهولة تأقلمها مع الظروف البيئية في البحر المتوسط (Hassan and Bonhomme, 2005, Hassan et al., 2003, Holland, 2001, Golani and Ritte, 1999, Bucciarelli et al., 2002) لربما بسبب التغيرات المناخية التي حصلت واحترار مياه البحر المتوسط وإعادة التوزع والانتشار الجديد للأنواع السمكية الليسبسيانية (Ibrahim et al., 2020)

2- مشكلة البحث :

نظراً لقلة الدراسات المتعلقة بتقييم حصيصة عمليات الصيد البحري، واللازمة لإدارة المصايد البحرية ومتابعة التطورات المتلاحقة بتلك المصايد، كان لا بد من دراسة المشاكل المرافقة للعمل وإيجاد الحلول العملية والعلمية لها، خاصة مع وضوح توجه الإنتاج السمكي إلى الانخفاض في ميناء طرطوس من 229 طن عام 2009 إلى 65.4 طن عام 2018 بما يعادل 71.4%، الأمر الذي يستدعي التعرف على كميات الأسماك الليسبسيانية ونسب توافرها مقارنة مع المصيد الكلي طبقاً لوسيلة الصيد المستخدمة، والتي من الممكن أن تحدث تغييراً في المخزون السمكي السوري.

3- أهمية البحث:

تتبنق أهمية البحث من:

3-1- ندرة الدراسات في الساحل السوري عن وفرة الأسماك عموماً والليسبسيانية بشكل خاص.

3-2- لا توجد حتى الآن إحصائيات دقيقة حول غزارة الأنواع السمكية الليسبسيانية في الساحل السوري وبناء عليه فإن هذا البحث يمكن أن يعطي فكرة عامة عن مدى تأقلم هذه الأنواع السمكية الليسبسيانية المهاجرة مع ظروف البيئة الجديدة في الساحل السوري (شاطئ طرطوس) وتأثيرها في الأنواع المحلية.

3-3- الأهمية الاقتصادية والغذائية للأسماك الليسبسيانية، حيث إن تقييم المصيد الكلي بناء على عينة ممثلة للمجتمع سوف يساعد في التعرف على أهم الأنواع المتوطنة

والمستوطنة والمهاجرة اللبسبسيانية، كونها تساهم في سد احتياجات المواطن السوري ومن الممكن أن تحدث تغييرات إيجابية في المخزون في حال تم اصطيادها بالطرق المناسبة وبالوقت المناسب دون أن تؤثر على هذا المورد الاقتصادي الهام.

4- أهداف البحث:

4-1- تحديد وتوثيق الأنواع السمكية اللبسبسيانية في المياه البحرية السورية (منطقة طرطوس).

4-2- تحديد الصيديات من الأسماك اللبسبسيانية وتحديد مدى مساهمتها في حصيلة الصيد الكلية للأسماك لبيان تطور المصيد اللبسبسياني في هذا الميناء ودراسة تغيراتها الزمنية.

4-3- تقييم مدى تأقلم الأسماك اللبسبسيانية مع ظروف البيئة الجديدة في الحوض الشرقي للبحر المتوسط بشكل عام، والمياه البحرية السورية بمنطقة طرطوس بشكل خاص.

4-4- دراسة طرق الصيد المستخدمة من قبل صيادي العينة المستهدفة وتحديد الطريقة الأفضل والتي تحقق أعلى نسبة إنزال من هذه الأسماك اللبسبسياني، بغية الوصول إلى الأفضل الطرق لصيد الأنواع اللبسبسيانية في ميناء طرطوس.

5. طرائق البحث ومواده:

موقع الدراسة: تم اختيار ميناء طرطوس للصيد كأحد أهم موانئ الصيد البحري في محافظة طرطوس. تم تحديد خمسة عشر مركب صيد في الميناء لتنفيذ الدراسة من أجل تسجيل صيديات هذه المراكب تم اختيارها بحيث تشمل أغلب وسائل الصيد المستخدمة. تراوحت أطوال المراكب المختارة من 7 الى 11 عشر متر كانت أغلب المراكب تخرج للصيد بين الساعة الرابعة والخامسة صباحاً وتعود بعد ثلاث الى أربع ساعات وقد تبقى للساعة العاشرة كحد أقصى.

تم استخدام وسائل الصيد التالية:

الشباك الغلصمية (Gill nets) // الشباك المبطنة (Trammel nets) // شباك البشلولة (Set Gillnets) // الشرك الخيوط الطويلة (Long lines) // الجرجارة أو (الشحطاطة) (Drifting Long lines) // الأفخاخ المعدنية (الأقفاص المعدنية) (Pots).

تم القيام بجولات أسبوعية على ميناء الصيد (الساعة السابعة ولغاية العاشرة صباحاً) لتسجيل صيديات الأسماك لمدة عام ابتداءً من شهر تموز لعام 2019 لغاية شهر حزيران عام 2020 حيث بلغ عدد القراءات /720/ قراءة، ممثلة لكميات الإنزال على مستوى الموسم الإنتاجي.

تم تسجيل كمية المصيد الليسبسياني: هو كمية مصيد الأنواع السمكية المهاجرة من البحر الأحمر الى البحر الأبيض المتوسط في العينة المدروسة حيث تم جمع البيانات لكل قارب مدروس خلال الموسم الإنتاجي 2019-2020، لتقدير الأهمية النسبية للمصيد الكلي ونسبة الإنزال من مصيد الأسماك الليسبسيانية من مجمل المصيد الكلي لكل مركب.

الاختبارات الاحصائية المستخدمة في تحليل النتائج:

* تم إجراء التحليل الإحصائي بعد تدقيق البيانات ومعالجتها وتبويبها بالاعتماد على برنامجي Excel-SPSS حيث نفذ اختبار ANOVA لتحليل التباين (الاختلافات) بين المتوسطات تم تثبيت حد المعنوية عند /0.05/.

* تم استخدام اختبار التحليل الاحصائي الوصفي والمعياري، بالإضافة إلى الاستعانة بأساليب التحليل الاقتصادي القياسي (النجفي، 1988) للبيانات الأولية للقطاع المدروس (ميناء طرطوس) باستخدام جداول تحليل التباين لتقدير أفضل وسيلة صيد تحقق أعلى نسبة إنزال من الأنواع الليسبسيانية ضمن هذا الميناء.

* تم تقدير الأهمية النسبية للمصيد الكلي من الأسماك لكل مركب صيد بالنسبة للمصيد الكلي من الأسماك للمراكب الخمسة عشر. وتم تقدير الأهمية النسبية للمصيد الكلي من الأسماك الليسبسيانية (النافعة والسامة) لكل مركب صيد بالنسبة للمصيد الكلي من الأسماك الليسبسيانية للمراكب الخمسة عشر.

6- النتائج والمناقشة:

6-1 الأهمية النسبية للمصيد من الأنواع السمكية الكلية والليسبسيانية:

وفقاً لبيانات الجدول (1): بلغ المجموع الكلي من الصيديات لعينة المراكب المدروسة 7040.6 كغ، منها 1090.1 كغ أسماك مهاجرة (ليسبسيانية) وبنسبة 15.48% من إجمالي الصيديات وفقاً لبيانات الجدول (1).

بلغ حجم الإنزال بالمتوسط 469.3 كغ من إجمالي الصيديات لعينة المراكب المدروسة، حقق المركب رقم /7/ من عينة المراكب المدروسة أعلى نسبة إنزال من مجمل الصيديات نحو 538.4 كغ خلال الموسم المدروس بأهمية نسبية بلغت 7.6% من إجمالي المصيد. وسجل المركب رقم 10 أدنى حجم إنزال نحو 404.7 كغ خلال نفس الفترة بأهمية نسبية بلغت نحو 5.7%. بينما بلغ حجم الإنزال بالمتوسط من الأسماك المهاجرة الليسبسيانية خلال الموسم المدروس 72.6 كغ حقق المركب رقم 1 أعلى نسبة إنزال من الصيديات من الأسماك الليسبسيانية نحو 101.2 كغ

الجدول(1): كمية المصيد الكلي والليسبسياني للأسماك (كغ) ونسبها المئوية (%) في

ميناء طرطوس خلال فترة البحث وفقاً لعدد المراكب المدروسة

رقم المركب	كمية المصيد		
	إجمالي المصيد	%	الأسماك الليسبسيانية
1	456	6.4	101.2
2	442.8	6.2	64.2
3	488.3	6.9	81.7
4	481.5	6.8	82.1
5	474.6	6.7	69.4
6	463.8	6.5	60.8
7	538.4	7.6	66.9
8	484.5	6.8	95.4
9	458	6.5	73.2
10	404.7	5.7	91.5
11	462.5	6.5	74.6
12	425.5	6	58.3
13	462.8	6.5	45.7
14	526.8	7.4	63.4
15	470.4	6.6	61.7
المجموع	7040.6	100	1090.1
المتوسط	469.3	-	72.6

6-2 نسبة مساهمة المصيد الليسبسياني من المصيد الكلي لكل وسيلة صيد:

تشكل معدات الصيد المستخدمة في منطقة الساحل السوري أهمية نسبية في تحديد كمية المصيد من الأسماك الكلية والمهاجرة، إذ تختلف كميات الإنزال وفقاً لطريقة الصيد المستخدمة. ويوضح الجدول رقم (2) كميات الإنزال من الأسماك في الموسم المدروس وفقاً لأهم طرق الصيد المستخدمة في ميناء طرطوس، ونسب الإنزال من الأسماك الليسبسيانية في الموسم من إجمالي الصيد المحققة.

نلاحظ من الجدول (2) ارتفاع نسبة المصيد الليسبسياني من المصيد الكلي عند استعمال وسيلة صيد بالشباك إذ بلغت نحو 18.9% من المصيد الكلي واحتلت المرتبة الأولى من بين وسائل الصيد المستخدمة تليها في المرتبة الثانية وسيلة صيد الأقفاس حيث شكلت نسبة المصيد الليسبسياني 18.53% من المصيد الكلي، ثم وسيلة الصيد بالشراك بنسبة 11.1% من المصيد الكلي، لتأتي الشحطاطة في المرتبة الأخيرة من حيث الأهمية النسبية للمصيد الليسبسياني من الكلي إذ بلغت كمية المصيد الليسبسياني بهذه الطريقة 9% من إجمالي المصيد الكلي بالشحطاطة على مدار العام وهي تعد نسبة قليلة جداً مقارنة بباقي وسائل الصيد.

المجموع Total	أقفاس	شراك	شحطاطة الجرجارة	الشباك/ (Set Gillnets)	معدات الصيد المستخدمة
7040.6	404.2	1452.8	1268.3	3915.3	المصيد الكلي
	5.8	20.63	18.01	55.6	النسبة السنوية للمصيد الكلي
1090.1	74.9	156.1	119	743.1	المصيد الليسبسياني
	6.87	14.3	10.9	68.17	النسبة السنوية للمصيد الليسبسياني
15.48	18.53	11.1	9	18.9	نسبة المصيد الليسبسياني من المصيد الكلي حسب وسيلة الصيد

6-3 تقدير كميات الصيد من العينة وفقاً لأشهر الدراسة:

ووفقاً لبيانات عينة الدراسة (الجدول 3)، شكلت الصيديات أعلى قيمة لها من إجمالي الأسماك لعينة المراكب المدروسة خلال شهر تشرين أول نحو 884.3 كغ بنسبة 12.56%، بينما بلغت أدنى قيم لها خلال فصل الشتاء حيث بلغت خلال شهر كانون الثاني نحو 332.5 كغ بنسبة بلغت نحو 4.72% كما بلغت أعلى كمية إنزال من صيديات الأسماك اللبسبسيانية لعينة المراكب المدروسة خلال شهر نيسان (116.3 كغ) وبنسبة بلغت 10.67%، بينما بلغت أدنى قيمة لها خلال شهر كانون الثاني 62.4 كغ وبنسبة بلغت نحو 5.72% خلال الفترة المدروسة (الجدول رقم 3).

الجدول(3): مجموع الصيديات البحرية (كغ) من المصيد الكلي والمصيد اللبسبسياني ونسبها المئوية في ميناء طرطوس وفقاً للأشهر:

الشهر	المصيد الكلي	%	المصيد اللبسبسياني	%
تموز	693.6	9.85	92.8	8.51
اب	819.3	11.64	106.7	9.79
أيلول	618.6	8.79	88.5	8.12
تشرين أول	884.3	12.56	104.3	9.57
تشرين ثاني	449.1	6.38	72.3	6.63
كانون أول	332.5	4.72	62.4	5.72
كانون ثاني	364.6	5.18	69.7	6.39
شباط	415.1	5.9	75.4	6.92
اذار	552.3	7.84	96.1	8.82
نيسان	587	83.79	116.3	10.67
أيار	650.2	9.24	104.8	9.61
حزيران	674	9.57	100.8	9.25
المجموع	7040.6		1090.1	

وعند دراسة الفروق المعنوية بين حجوم الإنزال الكلية وفقاً لأشهر الصيد، تبين وجود فروق معنوية بين كميات الإنتاج حسب الشهر $p < 0.05$ وذلك لصالح الشهر ذو المتوسط الأعلى (تشرين أول) وقد يعود ذلك إلى توافر أسماك البلميدا خلال هذا الشهر أو قد يعزو الأمر إلى ارتفاع عدد رحلات الصيد وعدد ساعات الرحلة الواحدة في تلك الأشهر.

6-4 الأهمية النسبية لأنواع الليسبسيانية المصطادة في ميناء طرطوس:

بلغ حجم المصيد من الأنواع الليسبسيانية في ميناء طرطوس 1090.1 كغ خلال فترة الدراسة، شكل حجم الإنزال من الأنواع السامة من الأسماك الليسبسيانية (أسد، بالون منقط أسود، سللور بحري، باقي أنواع البالون) نحو 52.9 كغ، بنسبة 4.85% من إجمالي الأسماك الليسبسيانية المصطادة في العينة.

شكل نوع السميس الرملي النسبة الأعلى من الأسماك المصطادة في العينة المدروسة نحو 254.5 كغ بنسبة 23.3% من إجمالي المصيد من الأنواع الليسبسيانية في ميناء طرطوس خلال الفترة المدروسة، بينما شكل نوع السللور البحري أقل نسبة (8.6 كغ) في إجمالي العينة المدروسة وبنسبة 0.79% من إجمالي الأنواع المصطادة.

وعند دراسة الأهمية النسبية لأهم الأسماك الليسبسيانية المصطادة في ميناء طرطوس وفق (الجدول 4) كانت كالتالي:

الجدول(4): الأهمية النسبية لأنواع اللبسبسيانية المصطادة في ميناء طرطوس خلال الموسم 2019- 2020

الاسم المحلي	الاسم العلمي	الكمية المصطادة (كغ)	% من المجموع الكلي للمصيد اللبسبسياني	
أنواع اقتصادية غير سامة	<i>Siganus rivulatus</i>	254.5	23.35	
	<i>Siganus luridus</i>	122.6	11.25	
	<i>Parupeneus forsskali</i>	85.2	7.82	
	<i>Upeneus moluccensis</i>	29.9	2.74	
	<i>Sphyraena chrysotaenia</i>	12	1.1	
	<i>Sphyraena flavicauda</i>	18	1.65	
	<i>Rhabdosargus haffara</i>	17.5	1.65	
	<i>Pomadasys stridens</i>	87.8	8.05	
	<i>Sargocentron rubrum</i>	121.9	11.18	
	<i>Scomeromorus commerson</i>	99.5	9.13	
	<i>Nemipterus randalli</i>	38	3.49	
	<i>Saurida undosquamis</i>	15.3	1.4	
	<i>Stephanolepis diaspros</i>	26.1	2.39	
	<i>Hemiramphus far</i>	13.9	1.28	
	<i>Pempheris vanicolensis</i>	33.5	3.07	
	<i>Fistularia commersonii</i>	22.1	2.03	
	<i>Sillago sihama</i>	25.8	2.37	
	<i>Atherinomorus lacunosus</i>	13.6	1.25	
	أنواع سامة	<i>Pterois miles</i>	22	2.02
		<i>Lagocephalus scleratus</i>	11.5	1.05
<i>Plotosus lineatus</i>		8.6	0.79	
		1090.1	100	
اسمينيس رملي				
اسمينيس صخري				
سلطاني اسود				
سلطاني يهودي				
سفرنة بترا				
مليفيا				
حفارة				
بذرة خليجية				
السوري، نايلون				
غزال				
غسانية				
شكارمية				
مبرد				
ام سنكة				
قمر الليل				
شلمونة				
فرنسي				
تروان				
اسد				
بالون منقط اسود				
بقية أنواع البالون				
سللور بحري				
مجموع				

حقق المصيد من نوع السمينيس الرملي المرتبة الأولى من حيث الأهمية النسبية لأنواع اللبسبسيانية المصطادة في ميناء طرطوس (23.35%) يليها كل من السمينيس الصخري

(%11.25)، النايلون (%11.18)، الغزال (%9.13) ومن ثم البذرة الخليجية %8.05 والسلطاني الأسود %7.82.

وشكلت باقي أنواع الأسماك الليسبسيانية المصطادة أهمية نسبية قليلة مقارنة بالأنواع المذكورة سابقاً مما يدل على وجودها بنسب قليلة جداً في صيديات المياه البحرية السورية.



الشكل رقم (2): الأسماك الليسبسيانية السامة والنافعة حسب حجم الإنزال في عينة البحث

6-5 حجم الإنزال الكلي لعينة البحث وفقاً لطريقة الصيد في ميناء طرطوس:

بلغت كمية المصيد الكلية 7040.6 كغ/الموسم، ووفقاً لبيانات الجدول (5) شكلت الكميات المصطادة بطريقة الشباك النسبة الأكبر إذ بلغت نحو 3915.3 كغ من إجمالي المصيد وبأهمية نسبية بلغت %55.6 من الصيد بباقي وسائل الصيد المستخدمة الأخرى، تليها في المرتبة الثانية كميات الأسماك الكلية المصطادة بطريقة الشرك إذ بلغت نحو 1452.8 كغ خلال الموسم بأهمية نسبية شكلت %20.63، بينما شكلت كميات الصيد المصطادة بكل من الشحطاطة والأقفاص أهمية نسبية أقل بلغت %18.01 و%5.8 على التوالي.

الجدول (5): كمية المصيد الكلية (كغ) وفقاً لوسيلة الصيد المستخدمة:

وسيلة الصيد المستخدمة	كمية المصيد خلال الموسم المدروس	%
شباك	3915.3	55.6
الشرك	1452.8	20.63
الشحطاطة	1268.3	18.01
أقفاص	404.2	5.8
المجموع	7040.6	100.0

حسبما يشير الجدول (6)، بلغ متوسط مجموع كمية المصيد الكلي الشهرية للقوارب المدروسة من الأسماك 326.275 كغ/ عند الصيد بطريقة الشباك، وحققت طريقة الصيد بالشباك أعلى كمية صيد بما مقداره 490 كغ خلال شهر تشرين أول 2019، بينما بلغت أدنى كمية صيد 215.5 خلال شهر كانون أول 2019.

تأتي طريقة الصيد بواسطة الشراك في المرتبة الثانية إذ بلغ متوسط كمية المصيد خلال الموسم 121.066 كغ ، وسجلت هذه الطريقة أعلى كمية صيد خلال شهر أيار 2020 أيضاً حيث بلغت 175 كغ، تليهما كل من طريقة الصيد بالشحطاطة (105.69 كغ) خلال الموسم وطريقة الصيد بالأقفاص (80.84 كغ).

الجدول(6): متوسط كميات الصيد الكلية الشهرية وفقاً لطريقة الصيد في العينة المدروسة للقوارب الخمسة عشر:

طريقة الصيد	Mean	SD	Min	Max
الشباك	326.275	83.23	215.5	490
الشحطاطة	105.69	62.28	11	191
الشراك	121.066	30.26	78	175
الأقفاص	80.84	41.85	0	89.6
Total	146.67	123.47	0	490

بدراسة هذه الفروق من خلال اختبار المقارنات المتعدد Multi comparison بين كمية المصيد الكلي وفق طرق الصيد المستخدمة (جدول 7) وباستخدام اختبار LSD نلاحظ وجود فروق معنوية بين كميات الصيد بطريقة الصيد بالشباك وكل من طرق الصيد (الشحطاطة- الشراك- الأقفاص) ($P < 0.05$ لكل منها).

كما لوحظ وجود فروق معنوية بين كميات الصيد الكلية عند استخدام طريقتي الشحطاطة والأقفاص ($P < 0.05$ لكل منها).

ولوحظ وجود فروق معنوية أيضاً بين كميات الصيد الكلية عند استخدام طريقتي الشراك والأقفاص ($P < 0.05$ لكل منها).

كما لوحظ عدم وجود فروق معنوية بين كميات الصيد الكلية عند استخدام طريقتي الشحطاطة والشراك ($P > 0.05$ لكل منها).

الجدول (7): تحليل الفروق بين طرق الصيد المستخدمة لكميات الصيد الكلية باستخدام

اختبار LSD

P Value	S.E,	Mean Difference		طريقة الصيد
.000	23.6953	220.5833*	الشحطاطة	الشباك
.000	23.6953	205.2083*	الشراك	
.000	23.6953	292.5917*	الأقفاص	
.000	23.6953	-220.5833*	الشباك	الشحطاطة
.520	23.6953	-15.3750	الشراك	
.004	23.6953	72.0083*	الأقفاص	
.000	23.6953	-205.2083*	الشباك	الشراك
.520	23.6953	15.3750	الشحطاطة	
.001	23.6953	87.3833*	الأقفاص	
.000	23.6953	-292.5917*	الشباك	الأقفاص
.004	23.6953	-72.0083*	الشحطاطة	
.001	23.6953	-87.3833*	الشراك	

* معنوي عند مستوى 5%

6-6 حجم الإنزال السنوي من الأسماك اللبسيبيانية لعينة البحث وفقاً لطريقة الصيد في ميناء طرطوس:

بلغت كمية مصيد الأسماك اللبسيبيانية 1090.1 كغ/سنة، وحسبما يشير الجدول (8)، شكلت الكميات المصطادة بطريقة الشباك النسبة الأكبر (743.1 كغ من إجمالي المصيد اللبسيبياني) وبأهمية نسبية بلغت 68.17%، تليها كميات الأسماك اللبسيبيانية المصطادة بطريقة الشراك إذ بلغت نحو 156.1 كغ خلال الموسم بأهمية نسبية شكلت

14.3%، بينما شكلت كميات الصيد المصطادة بكل من الشحطاطة والأقفاص أهمية نسبية أقل بلغت 10.9% و 6.87% على التوالي.

الجدول (8): كمية المصيد السنوية من الأسماك الليسبسيانية وفقاً لوسيلة الصيد المستخدمة:

وسيلة الصيد المستخدمة	كمية المصيد /سنة	النسبة المئوية%
شباك	743.1	68.16%
شحطاطة	119	10.9%
شراك	156.1	14.3%
أقفاص	74.9	6.87%
المجموع	1090.1	100.0

حسبما يشير الجدول (9)، بلغ متوسط مجموع كمية المصيد الشهري من الأسماك الليسبسيانية للقوارب الخمسة عشر 61.92 عند الصيد بطريقة الشباك حيث كانت أعلى كمية صيد 85.3 كغ خلال شهر نيسان 2020 وأدناها 44 خلال شهر كانون الأول 2019 . تأتي طريقة الصيد بواسطة الأقفاص في المرتبة الثانية إذ بلغ متوسط كمية المصيد الشهرية من الأسماك الليسبسيانية للقوارب الخمسة عشر خلال الموسم 14.98 كغ، وسجلت هذه الطريقة أعلى كمية صيد خلال 21.3 كغ خلال شهر تموز 2019 تليهما كل من طريقة الصيد بالشراك حيث بلغت فيها متوسط مجموع كمية المصيد الليسبسياني 13 كغ خلال الموسم وبطريقة الصيد الشحطاطة 9.91 كغ / خلال الموسم المدروس.

الجدول(9): متوسط كمية المصيد الشهري من الأسماك الليسبسيانية للقوارب الخمسة عشر وفقاً لطريقة الصيد في العينة المدروسة:

طريقة الصيد	Mean	SD	Min	Max
الشباك	61.92	11.35	44	85.3
الشحطاطة	9.91	7.4	0	21.5
الشراك	13	5.65	3	23.7
الأقفاص	14.98	8.04	12	21.3
Total	24.95	24.36	0	85.3

ومن خلال تطبيق اختبار المقارنات المتعددة Multi comparison بين طرق الصيد المستخدمة وكميات المصيد اللبسيبياني بهذه الطرق وباستخدام اختبار LSD (جدول رقم 10) نلاحظ وجود فروق معنوية بين كميات الصيد من الأسماك اللبسيبيانية لدى الصيد بالشباك وكل من طرق الصيد (الشحطاة- الشراك- الأقفاص) ($P < 0.05$ لكل منها).

وبالمقابل لم يكن هناك فروقات معنوية بين طريقتي (الشحطاة والأقفاص) و (الشحطاة والشراك) و(الشراك والأقفاص) بالنسبة لكميات الصيد من الأسماك اللبسيبيانية ($P > 0.05$ لكل منها).

الجدول (10): تحليل الفروق الاحصائية بين طرق الصيد المستخدمة لجهة كميات

الصيد الكلية باستخدام اختبار LSD

P Value	S.E.	Mean Difference	وسيلة_الصيد	وسيلة_الصيد
.000	3.4256	52.0083*	الشحطاة	الشباك
.000	3.4256	48.9167*	الشراك	
.000	3.4256	55.6833*	الأقفاص	
.000	3.4256	-52.0083*	الشباك	الشحطاة
.372	3.4256	-3.0917	الشراك	
.289	3.4256	3.6750	الأقفاص	
.000	3.4256	-48.9167*	الشباك	الشراك
.372	3.4256	3.0917	الشحطاة	
.055	3.4256	6.7667	الأقفاص	
.000	3.4256	-55.6833*	الشباك	الأقفاص
.289	3.4256	-3.6750	الشحطاة	
.055	3.4256	-6.7667	الشراك	

* معنوي عند مستوى 5%.

7- الاستنتاجات:

7-1- بلغ المجموع الكلي من الصيديات للأسماك اللبسيبيانية لعينة المراكب المدروسة 15.48% من إجمالي الصيديات، مما يدل على وجود نسبة جيدة من الأسماك اللبسيبيانية في المياه البحرية السورية.

7-2- طريقتي الصيد بالشباك والأقفاص من أكثر الطرق جدوى لصيد الأسماك اللبسيبيانية خلال فترة الدراسة وحققتا نسبة مصيد للأسماك اللبسيبيانية من المصيد

الكلي 18.9 % للشباك و 18.53 % للأقفاص ومن حيث عدد الأنواع الليسبسيانية كانت وسيلة الصيد بالشباك متفوقة على باقي وسائل الصيد.

3-7- بلغت أعلى كمية إنزال من صيديات الأسماك الليسبسيانية لعينة المراكب المدروسة خلال شهر نيسان 2020 بنسبة بلغت نحو 10.67% من إجمالي المصيد الليسبسياني على مدار باقي الأشهر، بينما بلغت أدنى قيمة لها خلال شهر كانون الأول 2019 وبنسبة بلغت نحو 5.72% فقط خلال الفترة المدروسة.

4-7- بلغ حجم الإنزال من الأنواع السامة من الأسماك الليسبسيانية في العينة المدروسة (أسد، بالون منقط أسود، سللور بحري، باقي أنواع البالون) نحو 52.9 كغ، بنسبة 4.85% من إجمالي الأسماك الليسبسيانية المصطادة في العينة.

5-7- حقق نوع السميس الرملي النسبة الأعلى من الأسماك الليسبسيانية المصطادة في العينة المدروسة بنسبة 23.35% من إجمالي المصيد من الأنواع الليسبسيانية في ميناء طرطوس خلال الفترة المدروسة، بينما شكل نوع السللور البحري أقل نسبة وبلغت نحو 0.79% من إجمالي الأنواع الليسبسيانية المصطادة.

6-7- شكلت الكميات المصطادة الكلية من الأسماك بطريقة الشباك على مدار 12/ شهر النسبة الأكبر ضمن العينة المدروسة وبلغت نحو 55.6% من الصيد بباقي وسائل الصيد المستخدمة الأخرى، تليها في المرتبة الثانية كميات الأسماك الكلية المصطادة بطريقة الشرك اذ شكلت نحو 20.63%، بينما شكلت الكميات المصطادة بكل من الشحطاة والأقفاص أهمية نسبية أقل بلغت 18.01% و 5.8% على التوالي.

7-7- شكلت كميات الأسماك الليسبسيانية المصطادة بطريقة الشباك على مدار 12/ شهر النسبة الأكبر بالنسبة للمصيد من الأسماك الليسبسيانية اذ بلغت نحو 68.17% من الصيد بباقي وسائل الصيد المستخدمة الأخرى، تليها في المرتبة الثانية كميات الأسماك الليسبسيانية المصطادة بطريقة الشرك و بلغت نحو 14.3%، بينما شكلت كميات الصيد المصطادة بكل من الشحطاة والأقفاص أهمية نسبية أقل بلغت 10.9% و 6.87% على التوالي.

8- التوصيات:

8-1- ضرورة الاهتمام بالأسماك الليسبسيانية في المياه البحرية السورية كونها تحقق زيادة سنوية في المخزون البحري السوري.

8-2- الاهتمام والتركيز على طريقة الصيد بالأقفاص كونها من أكثر الطرق جدوى في صيد الأنواع السمكية الليسبسيانية التالية: السميس الصخري والسميس الرملي والسوري نايلون. كما يستوجب إعلام الصيادين باستخدام هذه الطريقة خلال الأشهر المسموح بها كونها ذات معدل إنزال كبير لهذه الأنواع.

8-3- إقامة ندوات وأيام حقلية خاصة بالأنواع السامة الليسبسيانية لإعلام الصيادين بشكل مستمر عن مدى سمية هذه الأنواع كونها تشكل نسبة مهمة من إجمالي الصيديات.

8-4- استخدام الشباك الثابتة بأنواعها (الغصمية والمبطنة والبشولة) لصيد الأسماك الليسبسيانية كونها تحقق أعلى مردود من حيث عدد الأنواع والكميات الأنواع السمكية الليسبسيانية وهي تستخدم على مدار العام ومن أقل الطرق تكلفة بالنسبة للصيادين.

8-5- إعداد دراسات سنوية حول الأسماك الليسبسيانية ، لمعرفة مدى التأثير هذه الانواع على المخزون السمكي والاستناد إلى تلك النتائج في اتخاذ القرارات الناظمة لإدارة الثروة السمكية.

8-6- زيادة الدراسات البيولوجية للأنواع السمكية المتواجدة في المياه الإقليمية السورية وبشكل خاص الأنواع السمكية الليسبسيانية بالتوازي مع جمع البيانات الاجتماعية والاقتصادية، من أجل تحسين الاستغلال المستدام للمخزونات السمكية لتحقيق الإنتاج الأعظمي المستدام للثروة السمكية.

المراجع:

- 1- إبراهيم، أمير.غالية، محمد. (2004). دراسة خصائص الطيف الغذائي وبعض المؤشرات البيولوجية لسمك السوري *Sargocentron rubrum* في المياه البحرية السورية، مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية سلسلة العلوم الأساسية مجلد 26 عدد3-2004، 21صفحة.
- 2- التقييم البحري العالمي المتكامل الأول (التقييم العالمي الأول للمحيطات) (الأمم المتحدة، 2016). الرابط:
http://www.un.org/depts/los/global_reporting/WOA_RegProcess.htm \
- 3- النجفي، سالم توفيق(1988)، اقتصاديات الإنتاج الحيواني، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل، الجمهورية العراقية.
- 4- صابور، وعد. (2004). دراسة بيولوجيا التكاثر والنمو والتغذي وديناميكية المخزون النسبي في نوعين من أسماك فصيلة: *Siganidae: Siganus luridus* و *Siganus rivulatus*، نوعان مهاجران من البحر الأحمر إلى شرق المتوسط، في مياه الساحل السوري، رسالة دكتوراه في العلوم الطبيعية (البيئة المائية)، كلية العلوم، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية، 228 صفحة.
- 5- Alshawy F., Ibrahim A., Hussein C.,Lahlah M. 2019a. The first record of arrow bulleye, *Priacanthussagittarius* Starnes, 1988 from the Syrian marine waters (Eastern Mediterranean). *FishTaxa* 4(2): 21-24.
- 6- Ibrahim A., Hussein C., Alshawy F., Alcheikh A.(2020). First Record of Pope's pony fish *Equulites popei*, (Osteichthyes: Leiognathidae) in the Syrian Marine Waters. *Journal of Wildlife and Biodiversity* volume (Special issue): X-X (2020).
- 7- Hussein C., Ibrahim A., Alshawy F., Alcheikh A.(2021).First confirmed record of the Bartail flathead *Platycephalus indicus* (L.; 1758) (Actinopterygii:Platycephalidae) in the Syrian marine waters

(Eastern Mediterranean). Discovery Scientific Society. All Rights Reserved. ISSN 2319–5746 EISSN 2319–5754 | OPEN ACCESS

8– Ibrahim A., Alshawy F., Hussein C. 2020. A new distribution of the smith's cardinalfish *Jaydiasmithi* Kotthaus, 1970 (Pisces: Apogonidae) in the Syrian Marine Waters (Eastern Mediterranean). *Species* 21(67): 43– 47. A B X | Journal of Wildlife and Biodiversity volume (Special issue): X–X (2020.)

9– Bariche, M.(2003). Reproductive cycles and spawning periods of Two Lessepsian Siganid Fishes on The Lebanese coast, *Journal of Fish Biology* . 62:129 – 142.

10– Ben– Tuvia, A..(1985). The impact of the Lessepsian (Suez Canal) fish migration on the eastern Mediterranean ecosystem.: 367–375.In: *Mediterranean Marine Ecosystems*. Moraitou– Apostolopoulou M., Kiortsis V. (eds)Plenum Press, New York. 407P.

11– –Bucciarelli, G., Golani, D., Bernardi, G.(2002). Genetic cryptic species as biological invaders: the case of a Lessepsian fish migrant the hardy head silverside *Atherinomorus lacunosus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 273(2): 143–149.

12– Golani, D., Ritte, U.(1999). Genetic relationship in goatfishes (Mullidae: Perciformes) of the Red Sea and the Mediterranean, with remarks on Suez canalCanal migrants. *Scientia Marina*.63 (2):129–135.

13– Hassan,M., Harmeline–Vivien,M., Bonhomme,F. (2003). – Lessepsian invasion without bottleneck: example of. Two rabbitfish

species (*Siganus rivulatus* and *Siganus luridus*). Journal of experimental Marine Biology and Ecology. 291(2): 219 – 232.

14– Holland, B.S. (2001). Invasion Without a Bottleneck: Microsatellite Variation in Natural and Invasive Populations of the Brown Mussel *Perna perna* (L). Marine Biotechnology. 3 (5):407–415.

15– Saad, A., Sbaihi, m. (1995) . Mise en evidence de la presense de 11 spesies de teleosteens originaires del ocean Atlantique et de la Mediterranee occidentale dans les eaux de Syria (Mediterranean oriental) Rapport du XXXIV e congres de la CIESM vol. 34.p.256.

16– Tillier, JB., Bavay, A .(1905). Les mollusques testaces du canal de suez . bull . soc . zool . France . 30 (2) . 170–181 .

17– Boudouresque, C.F. (1999). The Red Sea – Mediterranean Link: unwanted effects of canals. Invasive species and biodiversity management, Sandlund OT, Schei PJ, Viken A. (eds). Kluwer Academic publications, Dordrecht, Netherlands .

19– Tardent, P. (1959) . Capture d, un abudefduf saxatilis vaigiensis q et g (pisces , pomacentridae) dans le golfe de naples . rev . suisse zool .66(20): 347–351.

العاكس الجسري التسلسلي ثلاثي الطور متعدد المستويات لتحسين كفاءة تحويل الطاقة من مستمر إلى متناوب

م. داني ابراهيم* م. كلودا ابراهيم***

م. أحمد اسكندر*

ملخص

تم في هذا البحث تحديد استراتيجية التعديل الأنسب لقيادة العاكس التسلسلي متعدد المستويات Cascaded H-Bridge-MLI لتحسين كفاءة تحويل القدرة من شكلها المستمر إلى المتناوب، وذلك من خلال توضيح نظام التحكم العام بالعاكس متعددة المستويات واختبار ثلاث استراتيجيات مختلفة لتوليد نبضات القذح لعناصر إلكترونيات القدرة لتحديد الاستراتيجية الأفضل بينها، ومن ثم مقارنتها مع دائرة العاكس التقليدية LEVEL-2.

تمت محاكاة النظام باستخدام برنامج Matlab/ Simulink، حيث أظهرت النتائج تفوق استراتيجية (Phase Disposition (PD- Pwm حيث كان معدل التشوه التوافقي THD لموجة الجهد والتيار أقل ما يمكن مقارنةً مع الاستراتيجيات الأخرى، وذلك عند ترددات موجة حامل مختلفة بالإضافة إلى دراسة تأثير عدد مستويات الجهد على معدل التشوه التوافقي THD، فعند محاكاة دائرة العاكس التسلسلي ثلاثي الطور ذو سبع مستويات يعتمد على استراتيجية (PD- PWM) عند تردد موجة حامل 3000 Hz لم يتجاوز معدل التشوه التوافقي THD لموجة الجهد قيمة 11%، في حين أنه في العاكس التقليدي LEVEL-2 كان معدل التشوه التوافقي THD لموجة الجهد حوالي 66%، وهذا يوضح أهمية MLI لتحسين كفاءة التحويل.

الكلمات الرئيسية – العاكس متعدد المستويات، العاكس الجسري التسلسلي، Multicarrier

PWM، معدل التشوه التوافقي THD.

العاكس الجسري التسلسلي ثلاثي الطور متعدد المستويات لتحسين كفاءة تحويل الطاقة
من مستمر إلى متناوب

*ماجستير هندسة الأتمتة الصناعية. كلية الهندسة التقنية. جامعة طرطوس. سوريا

[.danyibrahim2@gmail.com](mailto:danyibrahim2@gmail.com)

**ماجستير هندسة الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة. كلية الهندسة التقنية. جامعة طرطوس. سوريا.

***ماجستير هندسة تكنولوجيا المعلومات. كلية هندسة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات. جامعة

طرطوس. سوريا.

Three phase Cascaded H-Bridge multilevel inverter to improve energy conversion efficiency from DC to AC

Eng. Danny Ibrahim*

Eng. Ahmad Iskandar**

Eng. Kloda Ibrahim***

Abstract

In this research, we identified the best modulation strategy for driving Cascaded H-Bridge multilevel inverter to improve the efficiency of converting power from its continuous to alternating form, by explaining the Universal control scheme of multi-level inverters and testing three different strategies to generate pulses for Power electronics elements and determining the best strategy between them, then compare it with the traditional 2-LEVEL inverter circuit .

We simulated the system using Matlab / Simulink. The results showed the superiority of Phase Disposition (PD-PWM) strategy, where the THD ratio of the voltage and current wave was minimal compared to the other strategies at different carrier wave frequencies in addition to studying the effect of the number of voltage levels on THD ratio, and when we simulated a three phase (Cascaded H-Bridge 7 level) inverter circuit based on PD-PWM strategy at 3000 Hz carrier wave frequency, the THD ratio of voltage wave has not exceed 11%, While in the traditional 2-LEVEL inverter, the THD ratio of voltage wave is about 66%, which shows the importance of MLI to improve conversion efficiency.

Keywords — Multilevel inverters, Cascaded H-Bridge, Multicarrier PWM, Total harmonic distortion.

العاكس الجسري التسلسلي ثلاثي الطور متعدد المستويات لتحسين كفاءة تحويل الطاقة
من مستمر إلى متناوب

**Master of Industrial Automation, Faculty of Technical Engineering, Tartous University, Syria, danyibrahim2@gmail.com.*

***Master of Engineering Solar Energy and Renewable energies, Faculty of Technical Engineering, Tartous University, Syria.*

****Master of Information Technology, Faculty of Information and Communication Technology Engineering, Tartous University, Syria.*

1. المقدمة:

أدى التطور الكبير في مجال إلكترونيات القدرة الكهربائية، إلى تحسين كبير في الأنظمة الإلكترونية للطاقة، حيث أصبحت الدارات المختلفة وبالتحديد التي لم يكن من الممكن تطبيقها نظراً للتعقيد الكبير في التحكم بها، محطاً اهتمام الكثير من الباحثين ومنها تقنية العاكس متعدد المستويات عند ترددات تبديل منخفضة مع معدل تشوه توافقي (THD) منخفض، حيث برزت أهمية هذا النوع من المحولات في التطبيقات التي تتطلب طاقة متوسطة وعالية لتحسين كفاءة تحويل هذه الطاقة من شكلها المستمر إلى المتناوب [1].

تم إدخال مفهوم العاكس متعدد المستويات منذ عام 1975، من خلال وضع مجموعة من خلايا DC بشكل متسلسل لتوليد جهد متناوب AC ومعه بدأ مصطلح Multilevel [6]، ومنذ ذلك الوقت تم تطوير العديد من طوبولوجيا العاكس المتعدد المستويات، فعلى الرغم من ظهور هذه التكنولوجيا باكراً، إلا أن التعقيد الكبير في قيادتها جعل من غير الممكن استخدامها دون الاعتماد على تقنيات التحكم الرقمية.

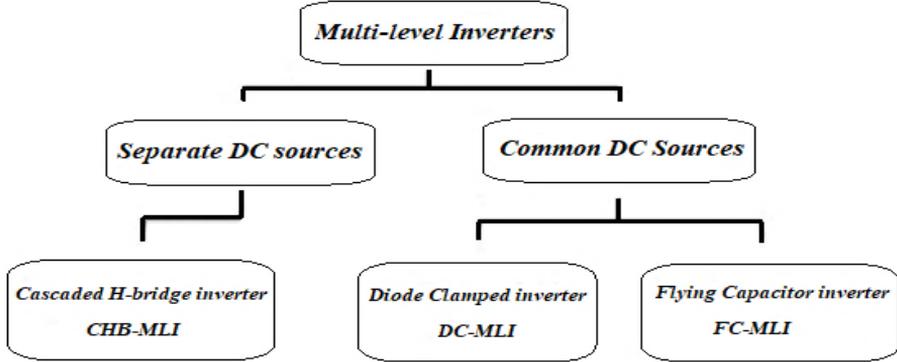
1.1 مميزات العاكس متعدد المستويات

تشمل المزايا الأساسية للعاكس متعددة المستويات على قدرة تحمل للجهود العالية مع ضياعات تبديل منخفضة جداً، انخفاض معدل dv/dt ، ومعدل التشوه التوافقي THD المنخفض، والتداخل الكهرومغناطيسي المنخفض. وعليه نستنتج من المميزات السابقة أن هذا النوع من العواكس يتمتع بكفاءة تحويل عالية جداً مقارنة مع العاكس التقليدي كما أنه مناسب لتطبيقات توليد الطاقة انطلاقاً من المنظومات الكهروضوئية [1,7,11].

1.2 أشهر أنواع العواكس متعدد المستويات

يوضح الشكل (1) أشهر أنواع العواكس متعددة المستويات، وفيما يلي ميزات وسيئات كل

منها [10]:



الشكل 1: أشهر أنواع العواكس متعددة المستويات

1-Diode Clamped Multilevel Inverter (DC-MLI)-1

المميزات:

- تقنية التحكم أقل تعقيد.
- كلما ازداد عدد مستويات الجهد قل معدل التشوه التوافقي مع تجنب وجود دائرة مرشح.

المساوئ:

- كلما ازداد عدد مستويات الجهد، يزداد عدد الديوتات المستخدمة في الدارة.
- جهد الخرج له مطال يساوي نصف قيمة منبع DC.

2-Flying Capacitor Multilevel Inverter (FC-MLI)-2

المميزات:

- كلما ازداد عدد مستويات الجهد يتم تقليل معدل التشوه مع تجنب دارات المرشحات.
- كمية كبيرة من القدرة المخزنة ضمن المكثفات.

المساوئ:

- تكنولوجيا التحكم يمكن أن تكون معقدة.
- ضياعات التبديل كبيرة جداً.

3-Cascaded H-bridge Multilevel Inverter (CHB-MLI)-3

المميزات:

- معدل التشوه منخفض جداً.

• يحتاج إلى عناصر أقل لكل مستوى مقارنة بالأنواع الأخرى.

المساوي:

• يحتاج لمصدر جهد مستمر DC منفصل لكل مستوى.

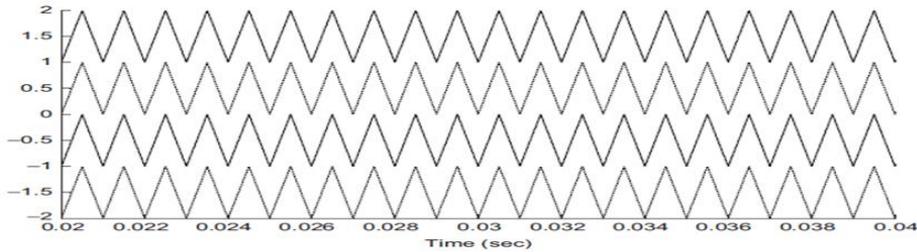
1.3 استراتيجية التعديل لتوليد نبضات القذح لـ MLI

العواكس متعددة المستويات (MLIs) عبارة عن دوائر تقوم بتحويل مصادر التيار المستمر DC المتعددة إلى شكل موجي AC متدرج، لذلك فإن مفاتيح القدرة هي مفاتيح مقادة لا يتم تشغيلها إلا في وضعين إما ON (تشغيل) أو OFF (إطفاء).

يُطلق على العملية التي يتم التحكم فيها بقذح عناصر إلكترونيات القدرة للحصول على موجة الجهد المطلوبة بالتعديل، فهناك عدد كبير من استراتيجيات التعديل التي هي موضوع بحث مكثف لسنوات عديدة من أجل التحكم بالعواكس متعددة المستويات (MLIs)، فلكل بنية معينة هناك استراتيجيات تعديل مفضلة مرتبطة بها [8, 9].

تم اقتراح العديد من طرق التعديل الخاصة بالعواكس متعددة المستويات، ومن بينها تقنيات Multicarrier PWM وفقاً لإشارات الموجة الحاملة، حيث تعتمد على موضع إشارات الموجة الحاملة ومطالها وترددتها ومدة تداخلها مع بعضها البعض، ومن أشهر هذه التقنيات:

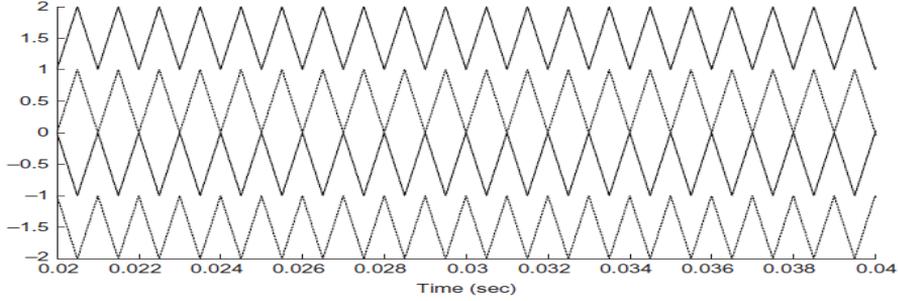
1- Phase Opposition Disposition (POD-PWM): في هذه التقنية، تكون كل إشارات الموجة الحاملة لها طور ثابت ومطالها مزاح بقيمة ثابتة عن بعضها البعض، ويكون الصفر المرجعي في منتصف الإشارات الحاملة كما هو موضح بالشكل (2).



الشكل 2: استراتيجية (PD-PWM)

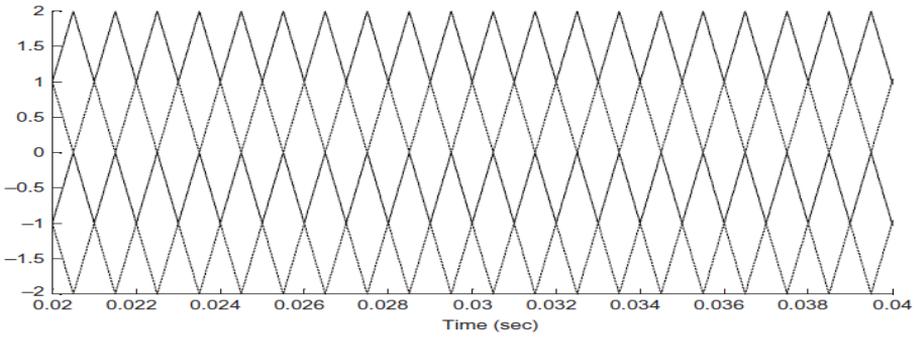
العاكس الجسري التسلسلي ثلاثي الطور متعدد المستويات لتحسين كفاءة تحويل الطاقة
من مستمر إلى متناوب

2- Phase Opposition Disposition (POD-PWM): في هذه التقنية، تكون إشارات الموجة الحاملة الأعلى من الصفر المرجعي بنفس الطور، وكذلك إشارات الموجة الحاملة الأدنى من الصفر المرجعي تكون بنفس الطور، ولكن طور إشارات الموجة الحاملة العلوية يكون بفارق 180 درجة عن إشارات الموجة الحاملة السفلية، كما هو موضح بالشكل (3).



الشكل 3: استراتيجية (POD-PWM)

3- Alternative Phase opposition Disposition (APOD-PWM): تكون إشارات الموجة الحاملة مزاحة بالطور بالتناوب عن بعضها البعض بمقدار 180 درجة، كما هو موضح بالشكل (4).



الشكل 4: استراتيجية (APOD-PWM)

2. أهداف البحث

يهدف هذا البحث لتحديد الاستراتيجية الأنسب لتصميم دارة عاكس تسلسلي متعدد المستويات ثلاثي الطور Cascaded H-Bridge-MLI يحقق أقل معدل تشوه توافقي لموجة جهد الخرج، وذلك من خلال محاكاة مبدأ عمله واختبار ثلاث استراتيجيات مختلفة لتوليد نبضات القذح لعناصر إلكترونيات القدرة لتحديد الاستراتيجية الأفضل بينها، ومن ثم مقارنتها مع دارة العاكس التقليدي 2-level.

3. منهجية البحث

في البداية سنعتمد إلى توضيح نظام التحكم العام (UCS) بالعواكس متعددة المستويات، ومن ثم استخدام برنامج Matlab Simulink لمحاكاة دارة العاكس متعدد المستويات (CHB-MLI) الأحادي والثلاثي الطور ذو 5 و 7 و 9 مستويات عند استراتيجيات مختلفة لتوليد نبضات القذح، ومن ثم إجراء تحليل فورييه باستخدام الأداة FFT Analysis للحصول على معدل التشوه التوافقي THD لكل من موجة الجهد والتيار الناتج عند ترددات مختلفة، ومن ثم مقارنة النتائج مع دارة العاكس التقليدي Level-2.

3.1 نظام التحكم العام (UCS) Universal control scheme:

تم تطوير نظام تحكم عام بالعواكس متعددة المستويات، بطريقة يمكن من خلالها تطبيقها على جميع بنى العواكس متعددة المستويات كما هو موضح بالشكل (5)، بالنسبة للإنفرتر المطلوب التحكم به، نرسم لعدد مستويات موجة جهد الخرج بـ n_{levels} [2, 3].

في العاكس متعدد المستويات دائماً ما يكون $n_{levels} \geq 3$ ، وبما أن المستوى 0 مهم جداً فهو يعتبر من ضمن مستويات موجة الجهد، لذلك فإن عدد مستويات موجة الجهد دائماً ما يكون فردياً، وبالتالي عدد المستويات الموجبة لموجة جهد الخرج التي تتكون من n_{levels} تعطى بالعلاقة التالية:

$$n = (n_{levels} - 1)/2$$

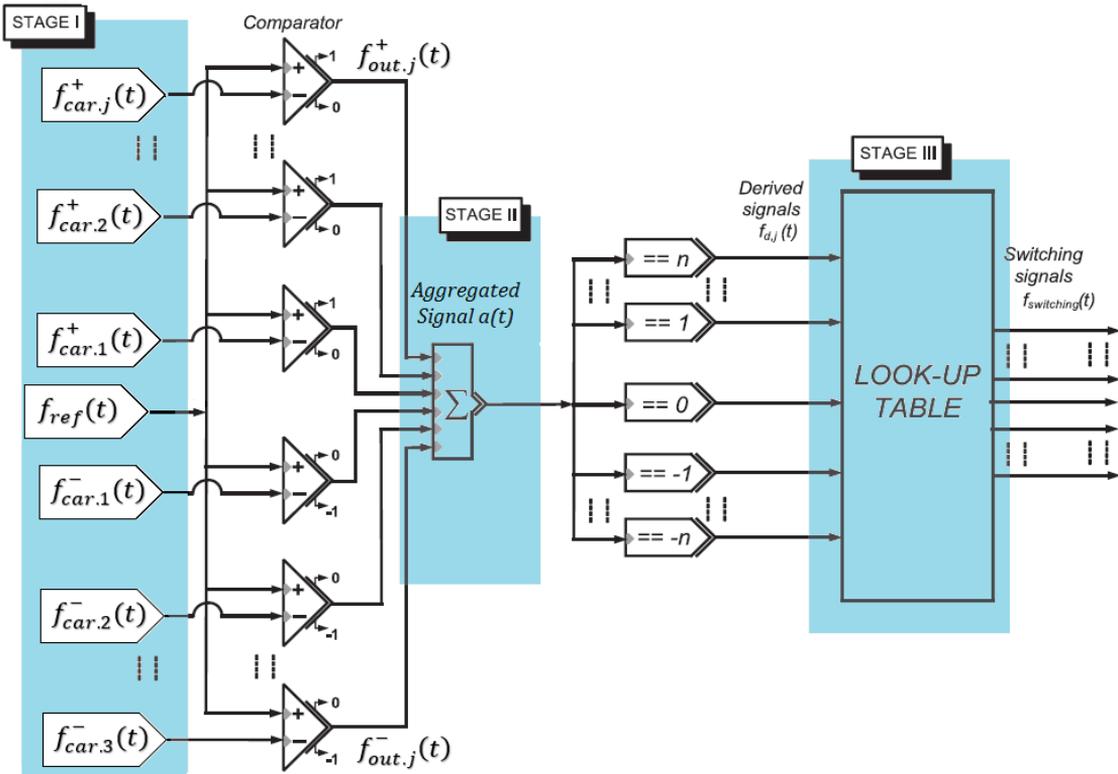
العاكس الجسري التسلسلي ثلاثي الطور متعدد المستويات لتحسين كفاءة تحويل الطاقة
من مستمر إلى متناوب

في البداية يجب اختيار كل من الإشارة المرجعية (إشارة التعديل) وإشارة الموجة الحاملة، وذلك بعد تحديد الاستراتيجية المتبعة لتوليد نبضات القدح.

نرمز للإشارة المرجعية بـ $f_{ref}(t)$ ، وتكون ذات مطال وتردد معين.

لكل n_{levels} من عدد مستويات موجة الخرج لدينا $2n$ إشارة موجة حاملة $f_{car}(t)$ ، لكل منها مطال وتردد معين.

نرمز لإشارات الموجة الحاملة الموجبة التي تقع وفق مستوى الصفر بالرمز $f_{car.j}^+(t)$ ، وكذلك لإشارات الموجة الحاملة السالبة بالرمز $f_{car.j}^-(t)$ ، حيث أن $\{j = 1 \text{ to } n\}$.



الشكل (5): نظام التحكم العام USC

بالنسبة إلى جميع إشارات الموجة الحاملة الأعلى من الإشارة الصفرية، يعطي كل مقارن "1" إذا كانت إشارة التعديل (الإشارة المرجعية) أكبر من إشارة الموجة الحاملة و "0" على خلاف ذلك [4].

بالنسبة إلى جميع إشارات الموجة الحاملة الأقل من الإشارة الصفرية، يعطي كل مقارن "0" إذا كانت إشارة التعديل أكبر من إشارة الموجة الحاملة و "-1" على خلاف ذلك. كما في العلاقة

$$\left. \begin{aligned} f_{out,j}^+(t) &= 1, \text{ for } f_{ref}(t) \geq f_{car,j}^+(t) \\ &= 0, \text{ otherwise} \\ f_{out,j}^-(t) &= 0, \text{ for } f_{ref}(t) \geq f_{car,j}^-(t) \\ &= -1, \text{ otherwise} \end{aligned} \right\} \text{لية:} \quad (8-2)$$

عند جمع نتائج المقارنة نحصل على إشارة تدعى بالإشارة المجمعة $a(t)$ وتعطى بالعلاقة التالية:

$$a(t) = \sum_{j=1}^n \{f_{out,j}^+(t) + f_{out,j}^-(t)\}$$

من المهم جداً ملاحظة أن $a(t)$ لها نفس الشكل الموجي لموجة جهد الخرج المتوقع.

تحتاج نبضات القيادة الفعلية لمفاتيح القدرة الإلكترونية وفق البنية المعتمدة للإنفرتتر متعدد المستويات إلى الاشتقاق من الإشارة المجمعة $a(t)$ باستخدام دوائر منطقية وجدول توجيه خاص لكل بنية من بنى العاكس متعدد المستويات لتجنب حدوث قصر في الدارة الإلكترونية.

تستمد التوابع المنطقية $f_{d,j}(t)$ من الإشارة المجمعة $a(t)$ وفق المعايير التالية:

$$\begin{aligned} f_{d,j}(t) &= 1, \text{ if } a(t) == j \\ &= 0, \text{ otherwise;} \end{aligned}$$

where, $j = -n \text{ to } +n$

العاكس الجسري التسلسلي ثلاثي الطور متعدد المستويات لتحسين كفاءة تحويل الطاقة من مستمر إلى متناوب

وبالتالي، سيتم الحصول على ما مجموعه n_{levels} من الإشارات المستمدة من الإشارة المجمع $a(t)$ يستخدم كل منها لفتح المفاتيح الإلكترونية للحصول على المستوى المطلوب لموجة جهد الخرج [4].

يتميز المخطط العام للتحكم بثلاث مراحل كما هو مبين في الشكل (5):

1. المرحلة الأولى: في هذه المرحلة يتم تحديد كل من الإشارة المرجعية (إشارة التعديل) وإشارات الموجة الحاملة وذلك تبعاً لاستراتيجية التعديل المختارة، مع مراعاة بنية العاكس متعدد المستويات التي سيتم العمل من خلالها.

2. المرحلة الثانية: في هذه المرحلة يتم تشكيل الإشارة المجمع $a(t)$ والتي تمثل بدورها الشكل المتوقع لإشارة موجة جهد الخرج للإنفرتير متعدد المستويات، وكذلك يتم استنتاج إشارات القيادة لعناصر القدرة الإلكترونية التي توافق كل مستوى من مستويات موجة الخرج.

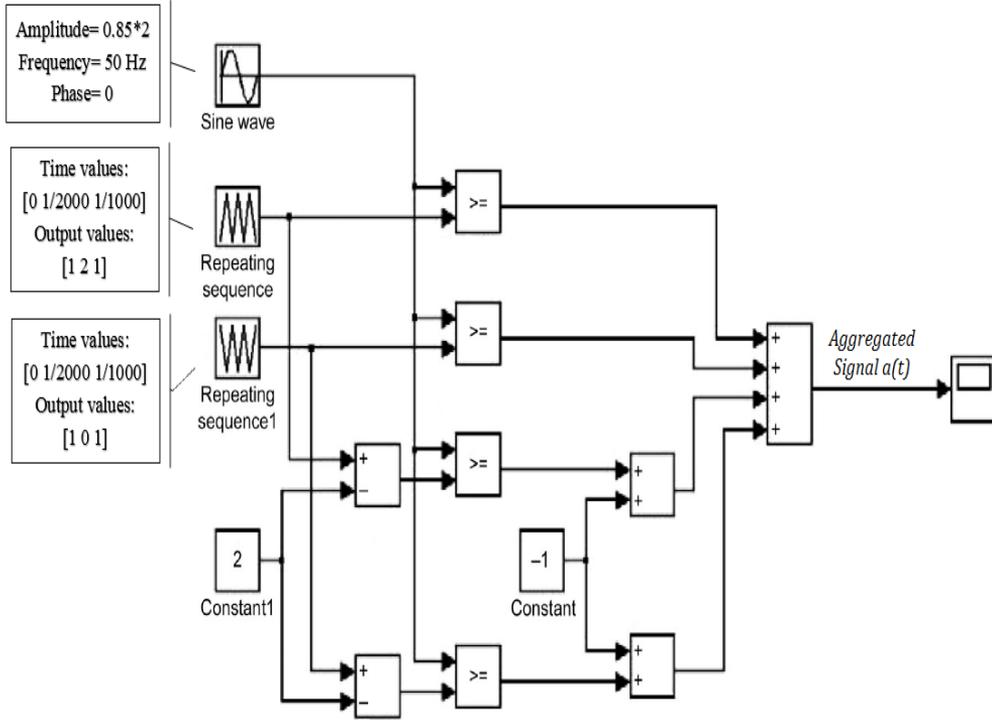
3. المرحلة الثالثة: في هذه المرحلة يتم صياغة جدول توجيه خاص ببنية العاكس متعدد المستويات المتبعة، وذلك لتوجه نبضات القيادة إلى عناصر القدرة الإلكترونية لتحديد العناصر التي ستعمل معاً، لضمان الحصول على شكل الموجة المطلوب وفقاً لبنية العاكس المتبعة.

وبالتالي فإن نظام التحكم العام قابل للتطبيق على جميع بنى العاكس متعدد المستويات [4].

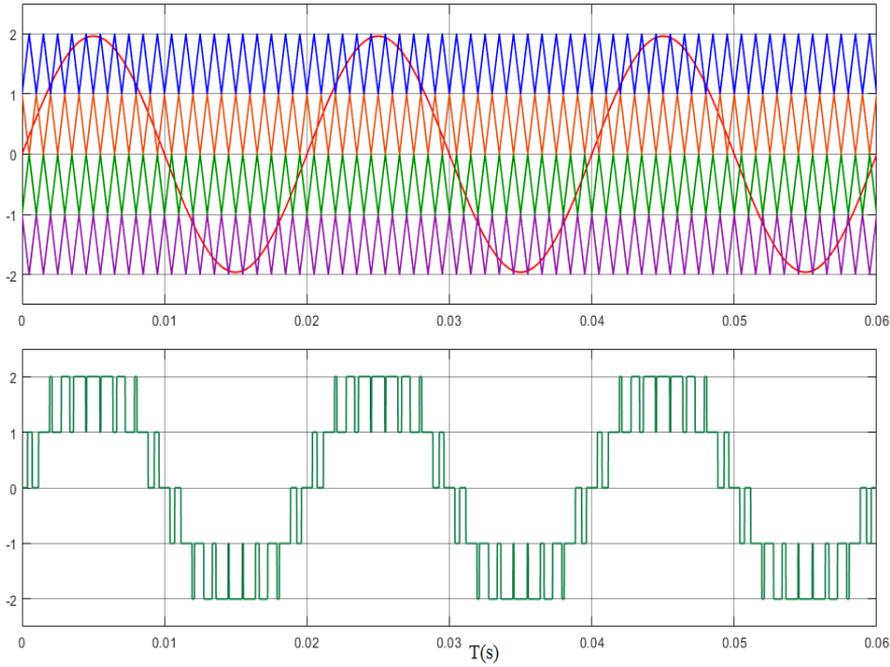
3.2 نموذج توليد إشارة مجمع $a(t)$ ذات خمس مستويات:

في البداية قمنا بتوليد إشارة $a(t)$ وفق استراتيجية التعديل (APOD-PWM)، وبما أن الإشارة المجمع مكونة من خمس مستويات سنحتاج إلى إشارة جيبيية نقية كإشارة مرجعية وأربع إشارات حامل مثلثية، يوضح الشكل (6) نموذج Matlab / Simulink للحصول على الإشارة المجمع $a(t)$ ، الشكل (7) يوضح الإشارة المرجعية وإشارات الحامل المثلثية مع الإشارة المجمع الناتجة [3,5].

تمثل الإشارة المجمعة $a(t)$ شكل موجة جهد الخرج المتوقع عند أطراف العاكس حيث تُستمد إشارات القيادة الفعلية من هذه الإشارة وفق بنية العاكس متعدد المستويات المتبعة.



الشكل (6): نموذج للحصول على الإشارة المجمعة $a(t)$ ذات خمس مستويات وفق استراتيجية APOD



الشكل (7): شكل الإشارة المرجعية مع إشارات الحامل المثبتة والإشارة المجمعة الناتجة

3.3 نموذج توليد نبضات القيادة الفعلية لإنفرتير تسلسلي (CHB-MLI) ذو خمس

مستويات:

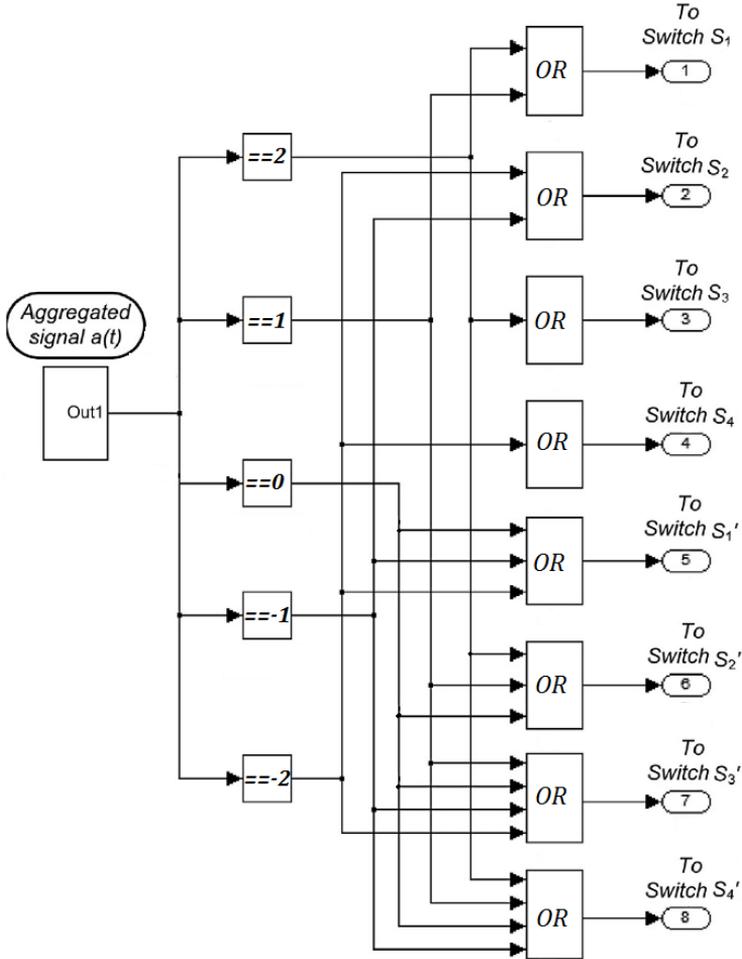
يتم الحصول على إشارات القيادة الفعلية لعناصر إلكترونيات القدرة انطلاقاً من الإشارة المجمعة $a(t)$ ، نموذج Matlab / Simulink المقابل له موضح بالشكل (8). عدد الإشارات المشتقة من الإشارة المجمعة هو نفس عدد المستويات في شكل موجة جهد الخرج المرغوبة.

كل إشارة من الإشارات المشتقة لها وظائف تبديلية خاصة بها لتوليد مستوى الجهد المطلوب وفق بنية العاكس متعدد المستويات المتبعة، وبذلك نحصل على إشارات قيادة فعلية لمفاتيح القدرة تأخذ بعين الاعتبار المفاتيح التي يجب أن تعمل معاً لضمان الحصول على شكل الموجة المطلوب بدون حدوث قصر.

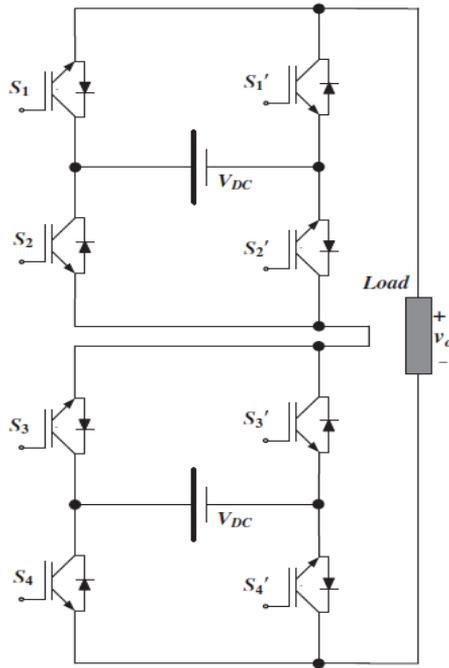
فعلى سبيل المثال، لدينا العاكس (CHB-MLI) الموضح بالشكل (9) مكون من جسرين (H-bridge) متصلين على التسلسل، لكل منهما مصدر جهد V_{DC} ، شكل موجة جهد الخرج

العكاس الجسري التسلسلي ثلاثي الطور متعدد المستويات لتحسين كفاءة تحويل الطاقة
من مستمر إلى متناوب

الناتج مكون من خمس مستويات $\pm 2V_{DC}, \pm V_{DC}, 0$ بشكل يتوافق مع الإشارة المجمعة $a(t)$ ، إشارات القيادة الفعلية في هذه الحالة تحتاج إلى اعتبارات تبديل محددة لعناصر القدرة، يتم تحديد هذه الاعتبارات وفق جدول توجيه يحدد العناصر التي ستعمل معاً لتوليد مستوى الجهد المطلوب وفق بنية العكاس المتبعة، كما هو موضح بالجدول (1) [4].



الشكل (8): نموذج توليد نبضات القيادة الفعلية لإنفرتير تسلسلي (CHB-MLI) ذو خمس مستويات



الشكل (9): دارة القدرة لإنفرتير تسلسلي (CHB-MLI) ذو خمس مستويات

الجدول (1): جدول توجيه لإنفرتير تسلسلي (CHB-MLI) ذو خمس مستويات

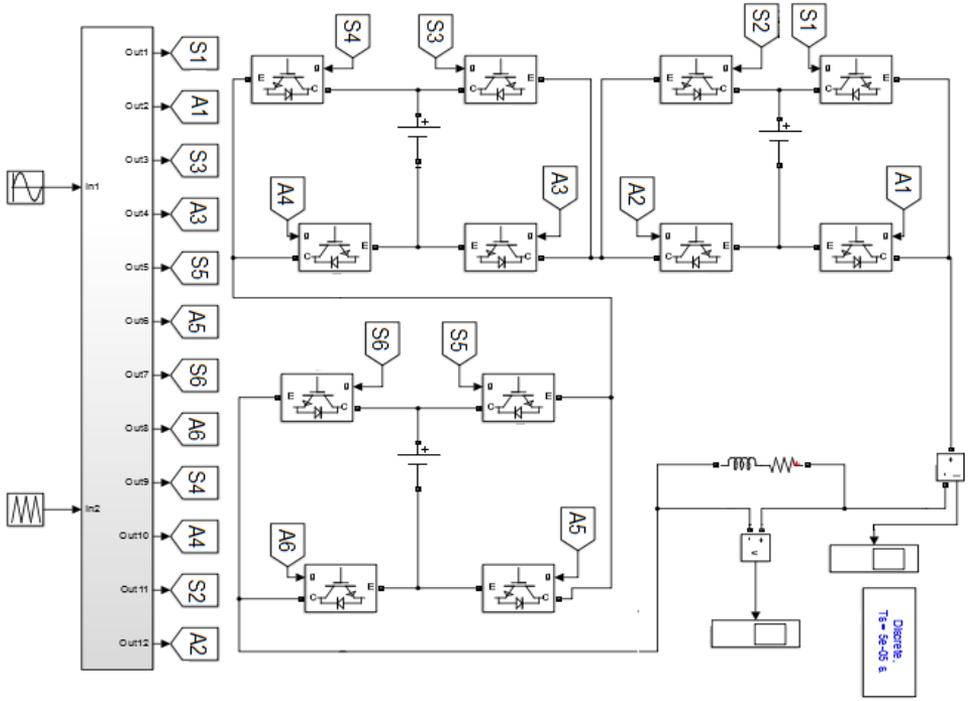
Level of Aggregated Signal $a(t)$	Output Voltage Level $V_o(t)$	Switches is ON State (Other Switches Remain OFF)
2	$+2 V_{DC}$	S_1, S_2', S_3, S_4'
1	$+V_{DC}$	S_1, S_2', S_3', S_4'
0	0	S_1', S_2', S_3', S_4'
-1	$-V_{DC}$	S_1', S_2, S_3', S_4'
-2	$-2 V_{DC}$	S_1', S_2, S_3, S_4

3.4 نمذجة العاكس التسلسلي (CHB-7 LEVEL) أحادي الطور:

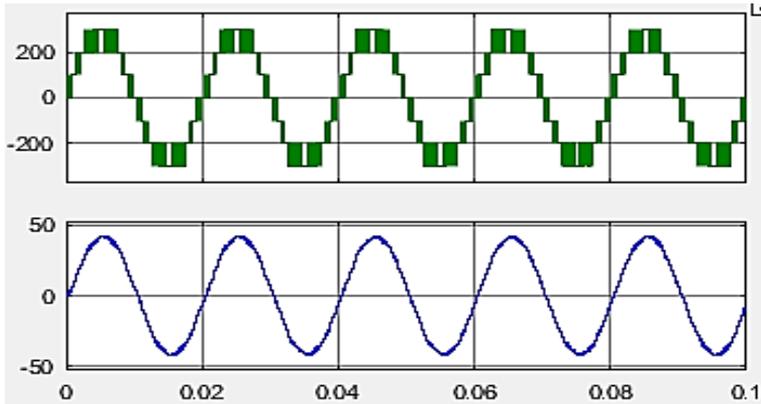
العاكس الجسري التسلسلي ثلاثي الطور متعدد المستويات لتحسين كفاءة تحويل الطاقة من مستمر إلى متناوب

يوضح الشكل (10) نموذج MATLAB / Simulink للعاكس التسلسلي (CHB) ذو سبع مستويات أحادي الطور، باستخدام استراتيجية التعديل (APOD-PWM) وعند تردد موجة حامل 3000 Hz ، خرج العاكس متصل بحمولة تحريضية قيمتها $Z_L = 7 + 0.003j$.

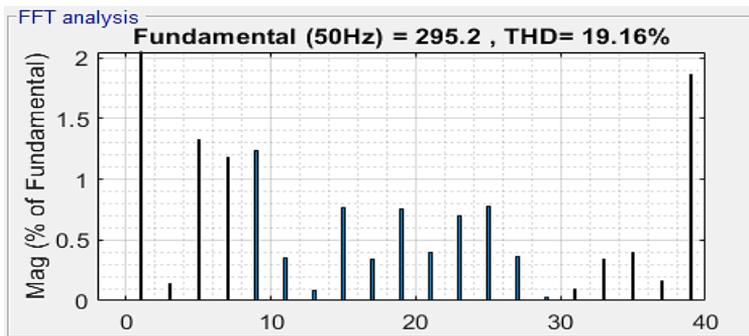
إشارة موجة جهد والتيار الحمل للعاكس موضحة بالشكل (11)، عند قياس قيمة التشوه التوافقي THD لموجة الجهد كان بقيمة 19.16% كما هو موضح بالشكل (12)، في حين أن معدل التشوه التوافقي لموجة التيار الناتجة 2.69%، كما هو موضح بالشكل (13).



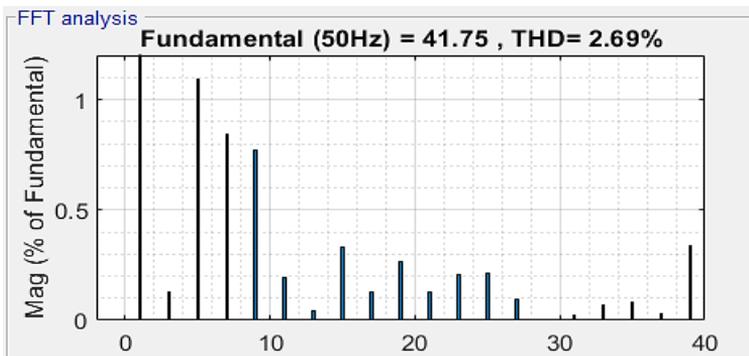
الشكل 10: نموذج MATLAB للعاكس (CHB-7 L)



الشكل 11: إشارة موجة جهد وتيار الحمل للعاكس (CHB-7 L)



الشكل 12: التحليل التوافقي لموجة جهد الخرج للعاكس (CHB-7 L)

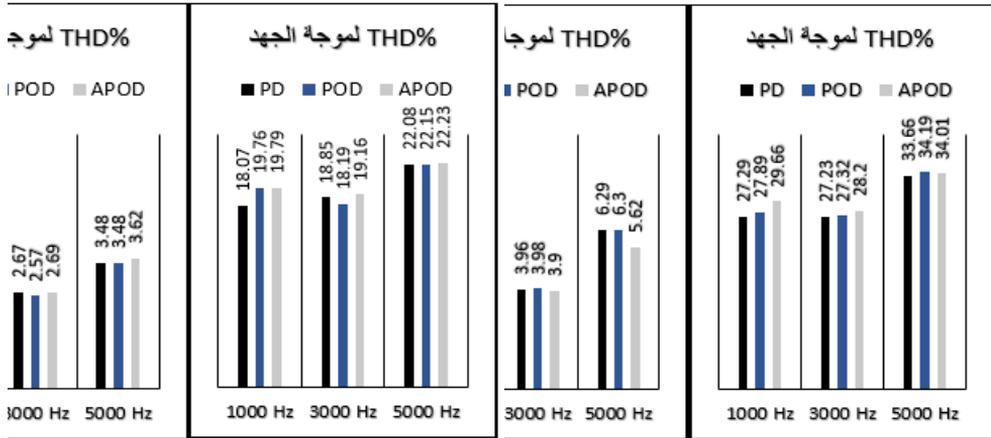


الشكل 13: التحليل التوافقي لموجة تيار الحمل للعاكس (CHB-7 L)

3.5 مقارنة بين أشهر استراتيجيات التعديل (PD-POD-APOD)

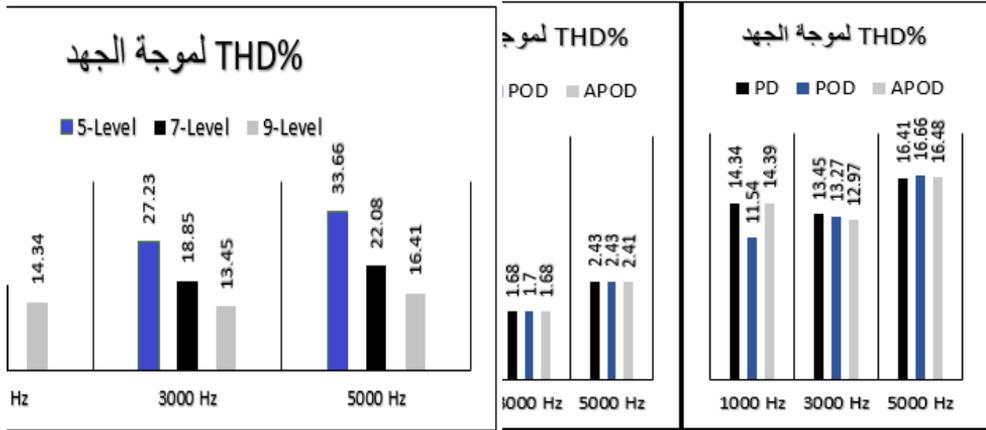
العاكس الجسري التسلسلي ثلاثي الطور متعدد المستويات لتحسين كفاءة تحويل الطاقة
من مستمر إلى متناوب

تمت محاكاة أشهر استراتيجيات التعديل PD-POD-APOD لتوليد نبضات القرح لثلاث نماذج من العواكس متعددة المستويات التسلسلية (CHB-5, CHB-7, CHB-9) عند ترددات تبديل مختلفة (تردد إشارة الموجة الحاملة)، وبمحمولة تحريضية ثابتة لجميع النماذج $Z_L = 7 + 0.003j$ ، فكان معدل التشوه التوافقي THD لكل طريقة على حدى موضحة بالمخططات البيانية التالية، حيث نلاحظ العلاقة بين ترددات التبديل المختلفة واستراتيجية التعديل المتبعة لتوليد نبضات القرح لعناصر إلكترونيات القدرة، وكذلك تأثير زيادة عدد مستويات موجة الجهد على قيمة معدل التشوه التوافقي للموجة الناتجة، حيث أن:



الشكل 15: معدل التشوه التوافقي للعاكس التسلسلي CHB-7

الشكل 14: معدل التشوه التوافقي للعاكس التسلسلي CHB-5



الشكل 17: معدل التشوه التوافقي عند استراتيجية PD-PWM

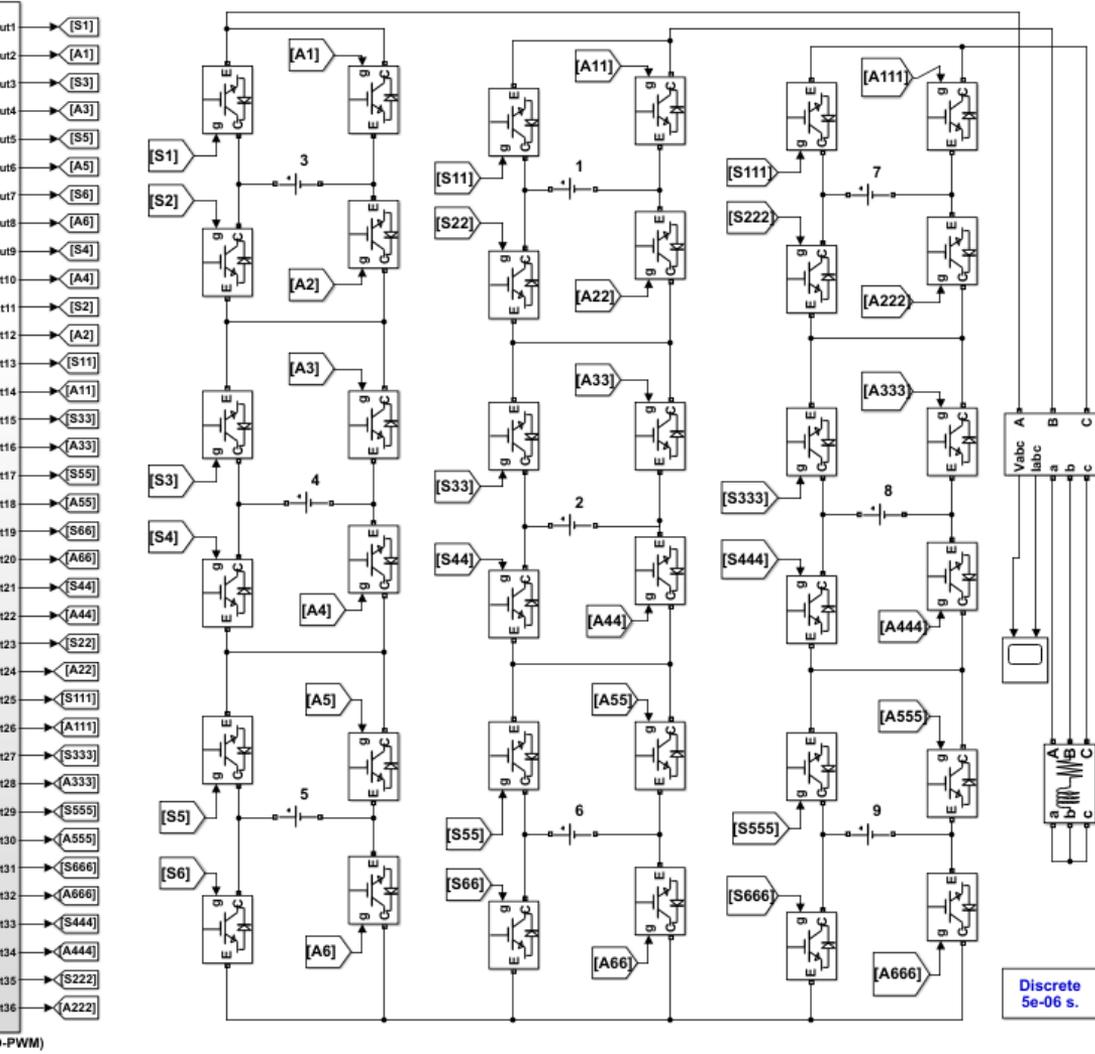
الشكل 16: معدل التشوه التوافقي للعاكس التسلسلي CHB-9

- أقل معدل تشوه توافقي عند تردد تبديل $3000 H_z$ ، عند استراتيجيات التعديل المختلفة، وكذلك عند عدد مستويات جهد مختلفة، كما هو موضح بالشكل (14)، الشكل (15) والشكل (16).
- معدل التشوه التوافقي THD يتناسب عكساً مع عدد مستويات الجهد، كما هو موضح في الشكل (17)، حيث أنه عند استراتيجية تعديل PD-PWM كانت موجة الجهد ذات تسع مستويات تملك أقل معدل تشوه توافقي مقارنة بالمستويات الأخرى وعند ترددات تبديل مختلفة.
- عند تردد تبديل $1000 H_z$ كان معدل التشوه التوافقي لموجة جهد وتيار الحمل الأعلى مقارنة بالترددات الأخرى.
- معدل التشوه التوافقي عند تردد $5000 H_z$ أعلى منه عند تردد $3000 H_z$ ، وعليه فإنه عند ترددات التبديل المرتفعة نسبياً يزداد معدل التشوه التوافقي طردياً مع ازدياد التردد.
- أفضل معدل تشوه توافقي كان عند استراتيجيتي التعديل (POD) و (PD) حيث تتقارب معدلات التشوه التوافقي بينهما في حالة العاكس أحادي الطور، ولتحديد الأفضل بينهما ندرس حالة العاكس ثلاثي الطور.

3.6 نمذجة العاكس التسلسلي (CHB-7 LEVEL) ثلاثي الطور:

العكس الجسري التسلسلي ثلاثي الطور متعدد المستويات لتحسين كفاءة تحويل الطاقة
من مستمر إلى متناوب

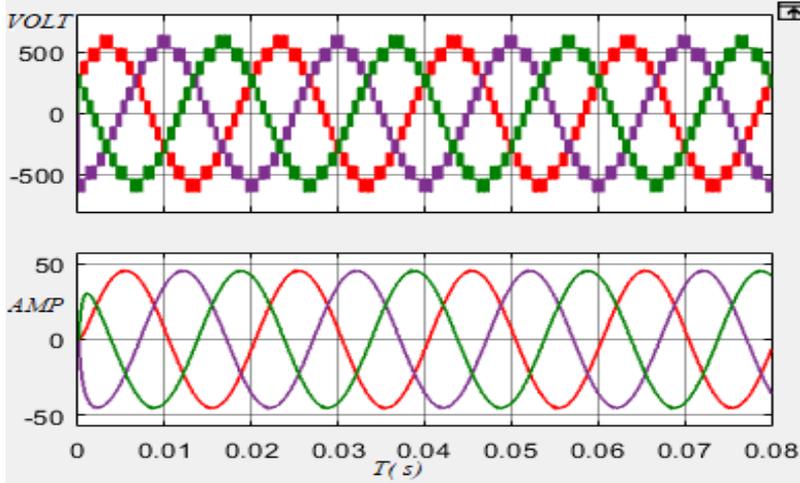
يوضح الشكل (18) نموذج MATLAB / Simulink للعكس التسلسلي (CHB) ذو سبع مستويات ثلاثي الطور، باستخدام استراتيجية التعديل (PD-PWM) وعند تردد موجة حامل 3000 Hz ، خرج العاكس متصل بحمولة تحريضية قيمتها $Z_L = 7 + 0.003j$.



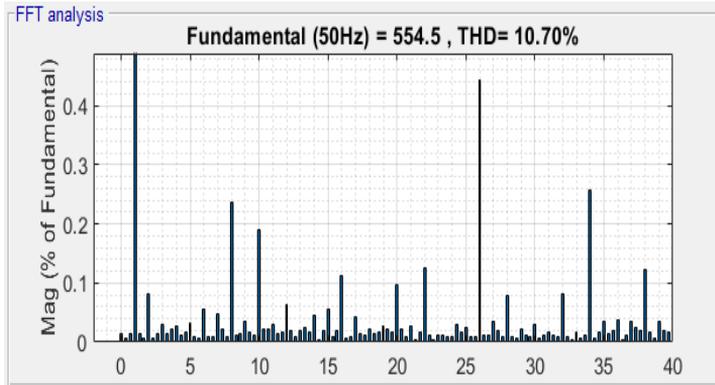
شكل 18: نموذج MATLAB للعكس (CHB-7) ثلاثي الطور

إشارة موجة جهد الخرج وتيار الحمل للعكس (CHB-7) ثلاثي الطور موضحة بالشكل (19)، عند قياس قيمة التشوه التوافقي THD لموجة جهد الخط كانت بقيمة 10.70% كما هو

موضح بالشكل (20)، بينما معدل التشوه التوافقي لموجة تيار الخط الناتجة 0.85%، كما هو موضح بالشكل (21).

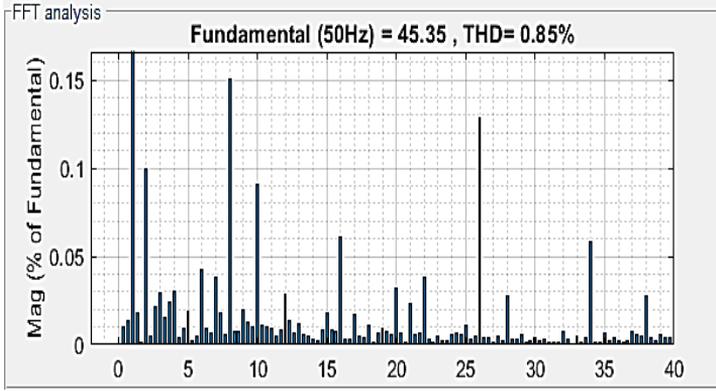


الشكل 19: موجة الجهد والتيار الحمل للعاكس (CHB-7) ثلاثي الطور



الشكل 20: THD لموجة جهد الخط للعاكس (CHB-7) ثلاثي الطور

العاكس الجسري التسلسلي ثلاثي الطور متعدد المستويات لتحسين كفاءة تحويل الطاقة
من مستمر إلى متناوب



الشكل 21: THD لموجة تيار الحمل للعاكس (CHB-7) ثلاثي الطور

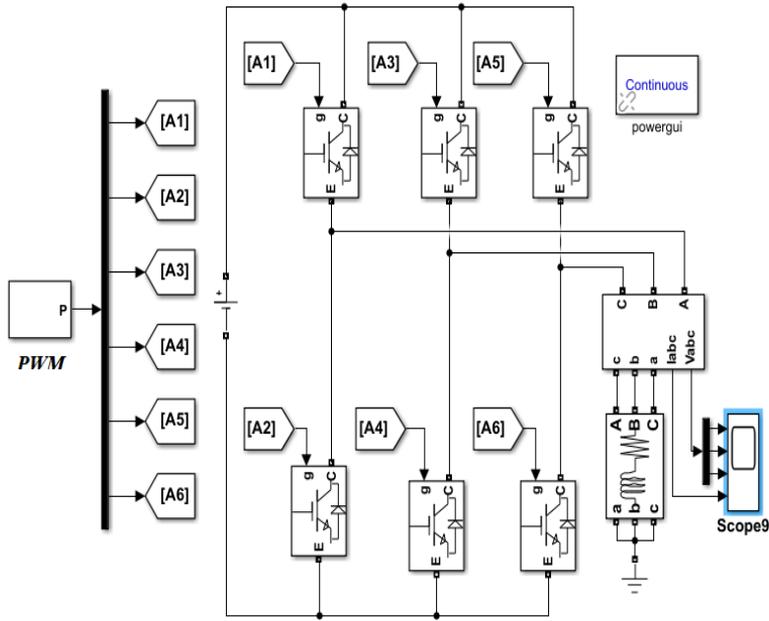
تمت محاكاة استراتيجيات التعديل المختلفة لتوليد نبضات القدر على نموذج العاكس متعدد المستويات (CHB-7 LEVEL) ثلاثي الطور عند تردد تبديل 3000 Hz فكان معدل التشوه التوافقي THD الناتج لكل طريقة على حدى موضحاً بالجدول (2) التالي.

الجدول 2: معدل التشوه التوافقي للعاكس (CHB-7 L) ثلاثي الطور

تردد التبديل 3000 Hz					
PD-PWM		POD-PWM		APOD-PWM	
V line	I line	V line	I line	V line	I line
10.71%	0.86%	15.52%	1.58%	15.68%	1.60%

بناء عليه نلاحظ أن تقنية (PD-PWM) هي الأفضل من ناحية التشوه التوافقي THD مقارنة مع الطرق الأخرى، وعليه سنقوم بإجراء مقارنة مع دائرة العاكس التقليدية ثلاثية الطور.

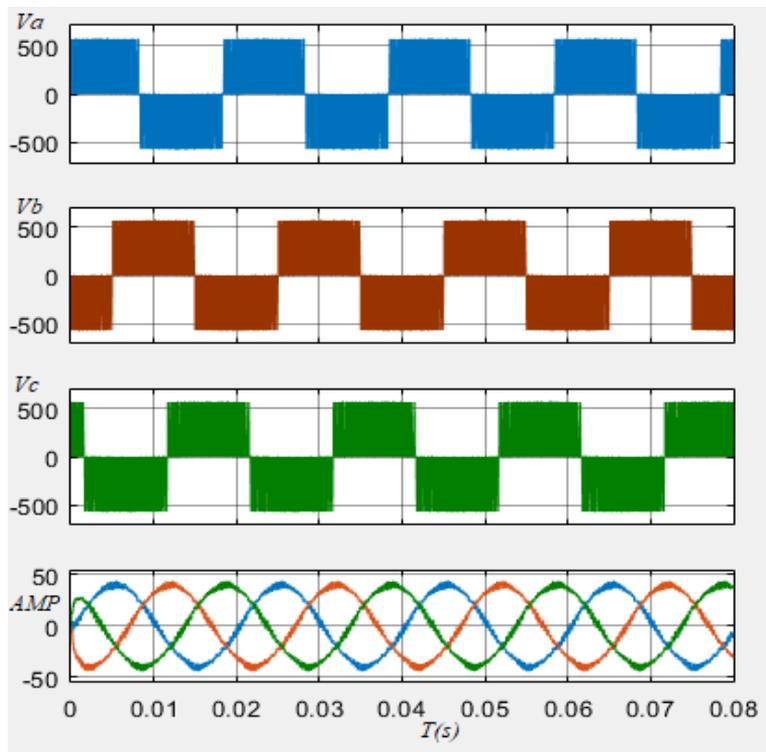
يوضح الشكل (22) نموذج MATLAB / Simulink للعاكس ثلاثي الطور التقليدي ذو مستويين وعند تردد موجة حامل 3000 Hz ، خرج العاكس متصل بحمولة تحريضية قيمتها $Z_L = 7 + 0.003j$.



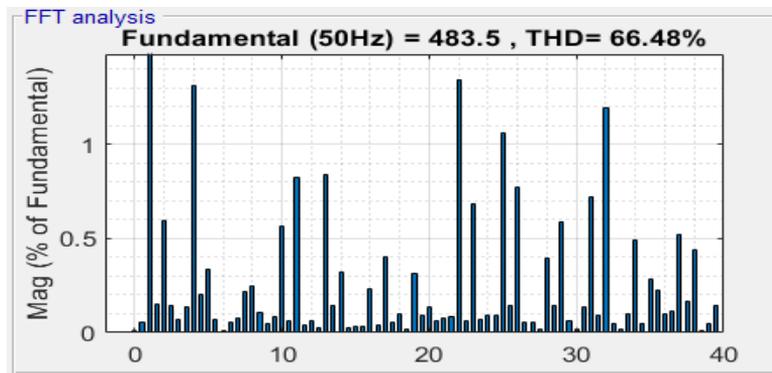
الشكل 22: نموذج MATLAB للعاكس التقليدي ثلاثي الطور

إشارة موجة جهد الخرج وتيار الحمل للعاكس التقليدي ثلاثي الطور بدون استخدام مرشحات موضحة بالشكل (23)، عند قياس قيمة التشوه التوافقي THD لموجة جهد الخط كانت بقيمة 66.48% كما هو موضح بالشكل (24)، في حين أن معدل التشوه التوافقي لموجة تيار الخط الناتجة 6.41% كما هو موضح بالشكل (25).

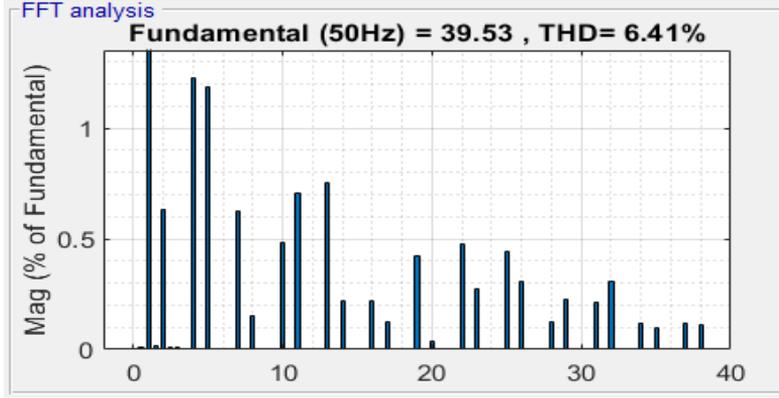
العاكس الجسري التسلسلي ثلاثي الطور متعدد المستويات لتحسين كفاءة تحويل الطاقة
من مستمر إلى متناوب



الشكل 23: إشارة موجة جهد وتيار الحمل للعاكس التقليدي ثلاثي الطور



الشكل 24: THD لموجة جهد الخط للعاكس التقليدي ثلاثي الطور



الشكل 25: THD لموجة تيار الحمل للعاكس التقليدي ثلاثي الطور

4. الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

- معدل التشوه THD يتناسب عكساً مع عدد مستويات موجة الجهد أي أنه كلما ازداد عدد مستويات موجة الجهد انخفض معدل التشوه التوافقي.
- معدل التشوه THD لموجة جهد العاكس (CHB-7 L) ثلاثي الطور عند استراتيجية التعديل (APOD-PWM) تساوي 15.68%.
- معدل التشوه THD لموجة جهد العاكس (CHB-7 L) ثلاثي الطور عند استراتيجية التعديل (POD-PWM) تساوي 15.52%.
- العاكس المتعدد المستويات التسلسلي CHB-7L ثلاثي الطور وفق استراتيجية التعديل PD-PWM يحقق أقل معدل تشوه توافقي لموجة الجهد بمقدار (10.70%) مقارنة بالعاكس التقليدي 2-level ثلاثي الطور ذو معدل تشوه توافقي (66.48%) بدون مرشح وبالتالي تحسين كفاءة تحويل القدرة من شكلها المستمر إلى المتناوب.

التوصيات

- دراسة استخدام العواكس متعددة المستويات في ربط المنظومات الكهروضوئية مع الشبكة العامة.

العاكس الجسري التسلسلي ثلاثي الطور متعدد المستويات لتحسين كفاءة تحويل الطاقة من مستمر إلى متناوب

- دراسة استخدام العواكس DC-MLI و FC-MLI المتعددة المستويات في قيادة مضخات المياه الكهروضوئية.
- دراسة استخدام العواكس متعددة المستويات في قيادة السيارات والقطارات الكهربائية.

الرموز

Alternative Phase opposition Disposition	APOD
Cascaded H-bridge	CHB
Diode Clamped	DC
Flying Capacitor	FC
Multilevel Inverter	MLI
Universal control scheme	UCS
Phase Disposition	PD
Phase Opposition Disposition	POD
Pulse Width Modulation	PWM
Total harmonic distortion	THD

المراجع

- [1] Debnath, S., Qin, J., Bahrani, B., Saedifard, M., & Barbosa, P. "Operation, control, and applications of the modular multilevel converter: A review," IEEE transactions on power electronics, 30(1), 37-53. (2014).
- [2] Gonzalez, Sergio Alberto, Santiago Andres Verne, and Maria Ines Valla. "Multilevel converters for industrial applications." CRC Press, (2013).
- [3] Gupta, Krishna Kumar, and Shailendra Jain. "Control of Multilevel Inverters With Reduced Device Count." Modeling and Control of Power Electronics Converter System for Power Quality Improvements. Academic Press, 2018. 121-149.
- [4] Gupta, Krishna Kumar, and Pallavee Bhatnagar. "Multilevel inverters: conventional and emerging topologies and their control." Academic Press, 2017
- [5] Khalili, T., Raihani, A., Bouattan, O., Ouajji, H., & Amri, F. "Analysis study of a cascaded h-bridge multilevel inverter dedicated to power bank usage," Journal of Theoretical & Applied Information Technology, 88(3). (2016).
- [6] Lai, J. S., & Peng, F. Z. "Multilevel converters-a new breed of power converters," IEEE Transactions on industry applications, 32(3), 509-517. (1996).

- [7] Luo, Fang Lin, and Hong Ye. "Advanced DC/AC inverters: applications in renewable energy." Crc Press, (2017).
- [8] Massoud, A. M., S. J. Finney, and B. W. Williams. "Control techniques for multilevel voltage source inverters." IEEE 34th Annual Conference on Power Electronics Specialist, 2003. PESC'03. Vol. 1. IEEE, (2003).
- [9] McGrath, Brendan Peter, and Donald Grahame Holmes. "Multicarrier PWM strategies for multilevel inverters." IEEE Transactions on industrial electronics 49.4 (2002): 858-867
- [10] Rodriguez, J., Lai, J. S., & Peng, F. Z. "Multilevel inverters: a survey of topologies, controls, and applications," IEEE Transactions on industrial electronics, 49(4), 724-738. (2002).
- [11] Suresh, Y., Venkataramanaiah, J., Panda, A. K., Dhanamjayulu, C., & Venugopal, P. "Investigation on cascade multilevel inverter with symmetric, asymmetric, hybrid and multi-cell configurations," Ain Shams Engineering Journal, 8(2), 263-276. (2017)

العاكس الجسري التسلسلي ثلاثي الطور متعدد المستويات لتحسين كفاءة تحويل الطاقة
من مستمر إلى متناوب
