

مجلة جامعة البعث

سلسلة العلوم الأساسية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 46 . العدد 14

1446 هـ - 2024 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

مديرة مكتب مجلة جامعة البعث

م. ريا قباقلي

رئيس هيئة التحرير	أ. د. محمود حديد
رئيس التحرير	أ. د. درغام سلوم

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

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 (40000) ل.س أربعون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.
2. دفع رسم نشر (100000) ل.س مئة الف 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 (6000) ل.س ستة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.

المحتوى

الصفحة	اسم الباحث	اسم البحث
46-11	د. عفراء زحلوط د. عبد الله أوبان د. علي احمد زينة خيزران	المؤشرات المحاسبية المؤثرة في التنبؤ بسعر سهم الشركة باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية (دراسة تجريبية على الشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية)
72-47	علاء خلوف د. مصطفى الحسن	التحليل الحركي لمنظومة مستوية مولدة بالآلية السباعية
90-73	د. كنانة عمران	تأثير التغذية العضوية في محتوى أوراق صنف العنب الحلواني وأعناقها من العناصر المعدنية
108-91	د. وليد صهيوني د. علاء ناصيف أروى الحمود	تأثير بارمترات بنك المكثفات على طاقة حزمة أيونات الأرجون الصادرة عن جهاز البلازما المحرقة AECS-PF1
122-109	د. وليد صهيوني د. علاء ناصيف ميري الحجه	تأثير التحريض الساكن لبنك المكثفات على مردود الأشعة السينية اللينة لبلازما النتروجين
144-123	د. ابراهيم راهب د. يوسف الأحمد ميسم الجرده	تحضير وتوصيف أكسيد الزنك النانوي المعدل وتأثيره في عملية التفكيك الضوئي للصناد الحيوي أموكسيسيلين

المؤشرات المحاسبية المؤثرة في التنبؤ بسعر سهم الشركة باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية (دراسة تجريبية على الشركات الصناعية المدرجة في سوق أبوظبي للأوراق المالية)

* الدكتورة: عفراء زحلوط **الدكتور: عبد الله أوبان

***الدكتور: علي احمد *** زينة خيزران

□ مستخلص □

هدف البحث إلى اختبار أثر المؤشرات المحاسبية في التنبؤ بسعر سهم الشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية. تم جمع البيانات الثانوية من التقارير المالية الربعية والسوية للشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية والمتوفرة على الموقع الرسمي للسوق، بلغ عدد الشركات 13 شركة صناعية، وشمل البحث بيانات ربعية لفترة زمنية امتدت 7 سنوات من عام 2017 وحتى عام 2023، بمجموع مشاهدات 364 مشاهدة، وتم تحليل البيانات باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية بالاعتماد على برنامج SPSS. بينت نتائج البحث أن لمتغير معدل دوران الزبائن الأهمية النسبية الأعلى في التنبؤ بسعر السهم للشركات الصناعية المدرجة في سوق أبوظبي للأوراق المالية، يليه المديونية والعائد على الأصول والسيولة ومعدل دوران الأصول والعائد على حقوق الملكية ومعدل دوران المخزون، على التوالي.

الكلمات المفتاحية: المؤشرات المحاسبية، التنبؤ، سعر السهم، الشركات الصناعية

* استاذ مساعد في قسم المحاسبة كلية الاقتصاد - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

afraazahlout@yahoo.com

** استاذ مساعد في قسم المحاسبة-كلية الاقتصاد-جامعة تشرين-اللاذقية-سورية. abdouban@yahoo.com

***طالبة دراسات عليا (دكتوراه) - قسم المحاسبة - كلية الاقتصاد - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

zenakh148@gmail.com

Accounting Indicators Affecting on the Prediction of the Company's Stock Price Using Artificial Neural Networks

(An Empirical Study on Industrial Companies Listed on the Abu Dhabi Stock Exchange)

Dr: Afraa Zahlout *

Dr: Abdullah Aouban* *

Zena Khaizaran ***

Abstract

The research aimed to test the impact of accounting Indicators in predicting the Stock price of industrial companies listed on the Abu Dhabi Stock Exchange.

Secondary data was collected from the quarterly and annual financial reports of industrial companies listed on the Abu Dhabi Securities Exchange and available on the official website of the market, the number of companies reached 13 industrial companies, and the research included quarterly data for a period of time spanning 7 years from 2017 to 2023, with a total of 364 views, and the data was analyzed using artificial neural networks based on the SPSS program.

The results of the research showed that the customer turnover variable has the highest relative importance in predicting the Stock price of industrial companies listed on Abu Dhabi Stock Exchange, followed by Debts, return on assets, liquidity, asset turnover, return on equity and inventory turnover, respectively.

Keywords: accounting Indicators, prediction, stock price, industrial companies.

*Assistant Professor, Accounting Department, Faculty Of Economics, Tishreen University, Lattakia, Syria. afraazahlout@yahoo.com

**Assistant Professor, Accounting Department, Faculty Of Economics, Tishreen University, Lattakia, Syria. abdouban@yahoo.com

*** Postgraduate (PhD), Accounting Department, Faculty Of Economics, Tishreen University, Lattakia, Syria. zenakh148@gmail.com

يُعد التنبؤ بسعر السهم أحد المهام الرئيسية لجميع المستثمرين في القطاعات كافةً وهو ليس بالمهمة السهلة (Tehrani and Khodayar, 2010). ووفقاً لكل من Gujjar and Kumar (2021) تُعد أكبر قيود التنبؤ أنه يركّز على المستقبل، وهو أمر غير معروف بشكل أساسي اليوم. ونتيجة لذلك، فإن التوقعات لا يمكن إلا أن تكون أفضل التخمينات. كما تشكّل المعلومات المحاسبية أحد أهم الأدوات التي يعتمد عليها المستثمرون في اتخاذ قراراتهم الاستثمارية، إذ تعتمد بشكل أساسي على القوائم المالية التي تعد أهم المخرجات المحاسبية للشركات (Awwad and Salem, 2019)، وبحسب المعهد الأمريكي للمحاسبين القانونيين يجب أن تعكس البيانات المالية التي تفصح عنها الشركات في التقارير المالية بشكل صحيح الواقع المالي والاقتصادي للشركة، حتى لا يتم اتخاذ القرارات الاستثمارية على أساس معلومات مُضلّلة (Mgbame, 2013).

حظيت العلاقة بين المعلومات المحاسبية والتنبؤ بسعر السهم باهتمام كبير، ويعد كل من Brown and Ball (1968) من أوائل الباحثين اللذان تطرّقوا لهذه العلاقة لعينة من الشركات المدرجة ببورصة نيويورك للأوراق المالية (Abiodun, 2012). وعلى الرغم من أنه يوجد العديد من العوامل الأخرى التي تؤثر على التنبؤ بأسعار الأسهم مثل العوامل السياسية والاقتصادية (Goyal and Gupta, 2019)، ولكن تم التركيز في هذا البحث على المؤشرات المحاسبية، إذ تعد المؤشرات المحاسبية أحد أهم أدوات التحليل المالي التي تستخدم لتشكيل رأي بخصوص قيمة الشركة وتقييم أدائها (Awwad and Salem, 2019)، لذلك يهتم المتعاملون في السوق المالي بتحليل القوائم المالية وأثرها على قرارات المستثمرين (Kim and Kwag, 2013 ؛ شتّك، 2018).

المؤشرات المحاسبية المؤثرة في التنبؤ بسعر سهم الشركة باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية
(دراسة تجريبية على الشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية)

بناء على ما سبق تمّ اختبار تأثير مجموعة من المؤشرات المحاسبية للتنبؤ بسعر السهم، وذلك بالتطبيق على الشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية، وتحليلها باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية، إذ يُعدّ التنبؤ بسعر السهم واحداً من أهم تطبيقات النّمدجة التنبؤية (Xiao et al., 2022).

مشكلة البحث

تتعلق مشكلة البحث في اختبار تأثير مجموعة من المؤشرات المحاسبية للتنبؤ بسعر السهم، وتحليلها باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية، وذلك من خلال طرح السؤال البحثي الرئيس:

هل تُسهم المؤشرات المحاسبية بالتنبؤ بسعر السهم للشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية؟

وذلك من خلال الإجابة على الأسئلة الفرعية التالية:

1. هل تسهم السيولة بالتنبؤ بسعر السهم للشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية؟
2. هل تسهم المديونية بالتنبؤ بسعر السهم للشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية؟
3. هل يسهم العائد على الأصول بالتنبؤ بسعر السهم للشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية؟
4. هل يسهم العائد على حقوق الملكية بالتنبؤ بسعر السهم للشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية؟

5. هل يسهم معدل دوران الأصول بالتنبؤ بسعر السهم للشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية؟
6. هل يسهم معدل دوران الزبائن بالتنبؤ بسعر السهم للشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية؟
7. هل يسهم معدل دوران المخزون بالتنبؤ بسعر السهم للشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية؟

فرضيات البحث

الفرضية الرئيسية للبحث: تُسهم المؤشرات المحاسبية بالتنبؤ بسعر السهم للشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية. ويتفرع عنها الفرضيات الفرعية الآتية:

H1: تسهم السيولة بالتنبؤ بسعر السهم للشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية.

H2: تسهم المديونية بالتنبؤ بسعر السهم للشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية.

H3: يسهم العائد على الأصول بالتنبؤ بسعر السهم للشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية.

H4: يسهم العائد على حقوق الملكية بالتنبؤ بسعر السهم للشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية.

H5: يسهم معدل دوران الأصول بالتنبؤ بسعر السهم للشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية.

H6: يسهم معدل دوران الزبائن بالتنبؤ بسعر السهم للشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية.

H7: يسهم معدل دوران المخزون بالتنبؤ بسعر السهم للشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية.

أهمية البحث

الأهمية العلمية:

تتمثل أهمية البحث العلمية في اختبار تأثير مجموعة من المؤشرات المحاسبية في التنبؤ بسعر السهم، التي قد تعكس حالة تقلب سعر السهم، إذ اعتمدت الدراسات السابقة على متغيرين أو أكثر، أو ركزت على بيانات سنة واحدة فقط وتحليلها باستخدام تحليل الانحدار، بينما اعتمدت الدراسة الحالية على التنبؤ باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية للفترة الزمنية الممتدة لـ 7 سنوات، وذلك بهدف زيادة الدقة التنبؤية؛ إذ أنه مع تقدم الأبحاث وانتشار تقنيات التعلم الآلي والذكاء الصناعي، اعتبرت الشبكات العصبية الاصطناعية من أكثر نماذج التنبؤ دقة واستخداماً، فبمجرد أن يتم تدريب وتعليم الشبكات بإمكانها أن تتنبأ بالجزء غير المرئي أو المستقبلي من البيانات حتى لو كان هنالك انقطاع في بيانات، فضلاً عن أن نتائجها قابلة لتعميم (Xiao et al., 2022)، الأمر الذي قد يساعد المستثمرين في الحصول على فهم أفضل وأشمل للوضع الحالي اتخاذ قراراتهم الاستثمارية للشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية، وهو ما يشكل أهمية علمية. فضلاً عن أن المؤشرات المحاسبية تساعد في تفسير نشاط السوق المالي، مما يعطي دلالة حول النشاط الاقتصادي في هذا البلد.

الأهمية العملية:

تأتي أهمية البحث العملية كونها تعد دليلاً جديداً من بيئة جديدة عن تأثير مجموعة من المؤشرات المحاسبية للتنبؤ بسعر السهم في بيئة بحثية جديدة وهي الشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية.

منهجية البحث

استخدمت الدراسة منهج المسح، إذ تمّ جمع البيانات الثانوية من التقارير المالية السنوية والربعية ونشرات التداول المتوافرة على الموقع الرسمي لسوق أبو ظبي للأوراق المالية، كما تم الاعتماد على الشبكات العصبية الاصطناعية، وهي عبارة عن تقنيات حسابية مصممة لمحاكاة الطريقة التي يؤدي بها الدماغ البشري مهمة معينة، وذلك عن طريق معالجة ضخمة موزعة على التوازي، ومكونة من وحدات معالجة ضخمة موزعة على التوازي، ومكونة من وحدات معالجة بسيطة، هذه الوحدات تمثل عناصر حسابية تسمى عصبونات أو عقد، وتمّ تحليلها بالاعتماد على برنامج SPSS.

مجتمع وعينة البحث

تكوّن مجتمع البحث من الشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية، وهي عبارة عن 18 شركة، خلال الفترة الزمنية الممتدة منذ عام 2017 حتى عام 2023. حيث تم استبعاد 5 شركات صناعية لعدم توافر بياناتها المالية خلال سنوات الدراسة وتوقف بعضها عن العمل، وبذلك يصبح عدد الشركات المدروسة 13 شركة، بالاعتماد على بيانات ربع سنوية لمدة 7 سنوات، إذ بلغ عدد المشاهدات (364) مشاهدة.

قياس متغيرات البحث

اعتماداً على دراسة كل من Arkan (2016)، Tupe (2014)، Kwag and Kim (2013)، Turk (2006)، Robin et al. (2015)، Khanji (2020)، (2018) ؛ فقد تمّ قياس المؤشرات المدروسة وفقاً للآتي:

(1) المتغير التابع: التنبؤ بسعر السهم يأخذ القيمة 0 إذا انخفض سعر السهم، والقيمة 1 إذا ارتفع سعر السهم.

(2) المؤشرات المستقلة: تمّ استخدام مجموعة من المؤشرات التنبؤية بناءً على علاقتها المحتملة بسعر السهم، وتكرّر استخدامها في الدراسات السابقة بالتنبؤ بسعر السهم.

المؤشرات المحاسبية:

نسبة السيولة = الأصول المتداولة / الالتزامات المتداولة

نسبة المديونية = إجمالي الالتزامات / إجمالي الأصول

نسبة العائد على الأصول = صافي الربح / متوسط إجمالي الأصول

نسبة العائد على حقوق الملكية = صافي الربح / متوسط حقوق ملكية المساهمين

معدل دوران الأصول الثابتة = صافي المبيعات / متوسط الأصول الثابتة

معدل دوران الزبائن = صافي المبيعات / متوسط حساب الزبائن

معدل دوران المخزون = تكلفة البضاعة المباعة / متوسط المخزون

حدود البحث

تتمثل حدود البحث المكانية في التطبيق على الشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية، في حين تمثل الحدود الزمنية الفترة من عام 2017 وحتى عام 2023.

الدراسات السابقة

1-دراسة سالم (2014):

دور النسب المالية للتنبؤ في أسعار أسهم الشركات الصناعية المساهمة العامة الأردنية المدرجة في بورصة عمان (دراسة اختبارية)

هدفت الدراسة إلى إبراز دور النسب المالية في التنبؤ بالأسعار السوقية لأسهم الشركات الصناعية المساهمة العامة الأردنية المدرجة في بورصة عمان للأوراق المالية، وإظهار أي من هذه النسب أكثر تأثيراً على هذه الأسعار من خلال أسلوب الانحدار المتعدد.

لتحقيق أهداف الدراسة تم إجراء دراسة اختبارية تغطي البيانات المنشورة لـ (73) شركة من الشركات الصناعية المساهمة العامة الأردنية، وتضمنت عينة الدراسة (18) شركة للفترة الزمنية الممتدة من 2010-2012.

توصّلت الدراسة إلى وجود تأثير ذو دلالة إحصائية لكل من: نسبة التداول، نسبة السيولة السريعة، ربحية السهم الواحد، العائد على حقوق الملكية، نسبة المديونية، معدل دوران الأصول، مضاعف سعر السهم، مضاعف سعر السهم للقيمة الدفترية/ على أسعار الأسهم السوقية، للشركات الصناعية المساهمة العامة الأردنية، وعدم وجود تأثير لكل من درجة الرفع المالي، ومعدل دوران رأس المال العامل على أسعار أسهم تلك الشركات.

2-دراسة الحسناوي والحجيمي (2022):

التنبؤ بأسعار الإغلاق للأسهم باستخدام الشبكات العصبية لعينة من المصارف الإسلامية العراقية

هدفت الدراسة إلى تطوير نماذج للتنبؤ بأسعار الإغلاق لعينة من المصارف الإسلامية المدرجة في سوق العراق للأوراق المالية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية.

تضمنت عينة الدراسة (3) مصارف مدرجة في القطاع المصرفي لسوق العراق للأوراق المالية، بينما كانت البيانات المستخدمة في الدراسة؛ المؤشرات الشهرية المعلنة بواسطة السوق للفترة الزمنية الممتدة من كانون الثاني/ 2018 لغاية كانون الأول/2019، وقد تم تنفيذ الشبكات العصبية وتطوير (3) نماذج باستخدام برنامج Matlab 2014b، وتم قياس دقتها التنبؤية بواسطة مقاييس متوسطات الأخطاء ومعامل التحديد.

توصّلت الدراسة إلى أن الشبكة العصبية الاصطناعية (MLP) تتمتع بدقة عالية وكفاءة في التنبؤ بأسعار الإغلاق للعينة المدروسة، بدقة تنبؤية وصلت إلى 99%، حيث أن تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية يختصر الكثير من الوقت والجهد في التنبؤ، كذلك قدرتها على التعامل مع جميع أنواع البيانات، وإمكانية الاعتماد عليها في اتخاذ القرارات الاستثمارية إلى جانب الأساليب الأخرى مما يعطي ثقة ودقة تنبؤية أفضل.

3-دراسة Robin et al. (2015):

Developing a Stock Price Model Using Investment Valuation Ratios for the Financial Industry Of the Philippine Stock Market

تطوير نموذج سعر السهم باستخدام نسب تقييم الاستثمار للصناعة المالية من سوق الأسهم الفلبينية

هدفت الدراسة إلى تطوير نموذج للتنبؤ بسعر السهم في الأسواق المالية الناشئة من خلال الانحدار الخطي المتعدد باستخدام النسب المالية.

تضمنت عينة الدراسة بيانات 13 شركة في الفلبين لمدة 6 سنوات منذ عام 2008 لغاية 2012، استخدمت الدراسة مجموعة من النسب المالية للتنبؤ بسعر السهم وهي ربحية السهم، ونسبة السعر إلى الربح، وعائد توزيعات الأرباح، ونسبة السعر إلى القيمة الدفترية للسهم.

توصّلت الدراسة إلى تطوير نموذج لسعر السهم باستخدام النسب المالية كما بينت النتائج أن لنسبة ربحية السهم ونسبة السعر إلى الربح أعظم قوة تفسيرية من بين النسب المختارة في الدراسة.

4-دراسة Arkan (2016):

The importance of Financial Ratios in Predicting Stock Price Trends: A Case Study in Emerging Markets

أهمية النسب المالية في التنبؤ باتجاه سعر السهم: دراسة حالة في الأسواق الناشئة
هدفت الدراسة إلى التحقق من أهمية النسب المالية المستخرجة من البيانات المالية بالتنبؤ باتجاه سعر السهم في الأسواق الناشئة.

اختبرت الدراسة القوة التنبؤية لـ 12 نسبة مالية بالاعتماد على بيانات 15 شركة موزعة على 3 قطاعات للفترة الزمنية الممتدة منذ عام 2005 لغاية عام 2014 في السوق المالي الكويتي. تم انشاء معادلة لتقدير سعر السهم في كل قطاع وفقاً لنموذج الانحدار المتعدد بعد استبعاد المؤشرات غير الفعالة باستخدام طريقة STEP WISE.

توصّلت الدراسة إلى أنه يمكن الاعتماد على مجموعة من النسب المالية لكل قطاع للتنبؤ بسعر السهم، تمثلت النسب المالية الأكثر فاعلية بالنسبة للقطاع الصناعي بـ العائد على الأصول والعائد على حقوق الملكية ونسبة صافي الربح، أما بالنسبة لقطاع الخدمات والاستثمار فإن النسب الأكثر فاعلية هي العائد على الأصول، العائد على حقوق الملكية، السعر إلى الربحية، والعائد على السهم.

5-دراسة khanji (2020):

Can Market Ratios Predict Stock Prices: Empirical Study of Manufacturing Companies in Jordan

هل بإمكان نسب السوق التنبؤ بأسعار الأسهم: دراسة تجريبية لشركات التصنيع في الأردن

هدفت الدراسة إلى اختبار قدرة المؤشرات السوقية على التنبؤ بأسعار الأسهم لشركات التصنيع الأردنية من خلال طرق الانحدار المتعدد.

استخدمت الدراسة البيانات المنشورة في بورصة عمان، وتم تحليل البيانات المالية لـ 27 شركة صناعية أردنية لمدة عشر سنوات خلال الفترة (2009-2018)، إذ أشارت الدراسة أنه على الرغم من أن النسب المالية من بين العوامل التي يمكن أن تفسر تحركات أسعار الأسهم، إلا أن المؤشرات السوقية على وجه الخصوص لديها معلومات إضافية تتعلق بالسوق ، لذلك، اعتمدت هذه الدراسة على 5 متغيرات سوقية للتنبؤ بأسعار

المؤشرات المحاسبية المؤثرة في التنبؤ بسعر سهم الشركة باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية
(دراسة تجريبية على الشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية)

الأسهم وهي : توزيعات الأرباح لكل سهم ، وربحية السهم ، القيمة الدفترية لكل سهم ،
والقيمة السوقية/ القيمة الدفترية للسهم ، ونسبة السعر إلى الأرباح.

توصلت الدراسة إلى أن المؤشرات السوقية يمكن أن تتنبأ بشكل كبير بأسعار الأسهم
بمفردها بنسبة 89%، ولديها القدرة (مجتمعة) على تفسير تحركات أسعار الأسهم في
الشركات الصناعية الأردنية.

6-دراسة Xiao et al. (2022):

Predict Stock Prices With ARIMA and LSTM

التنبؤ بأسعار الأسهم باستخدام نموذج السلاسل الزمنية ARIMA و LSTM

هدفت الدراسة إلى التنبؤ بأسعار الأسهم من خلال نموذج المتوسط المتحرك للانحدار
التلقائي المتكامل Autoregressive integrated moving (ARIMA) ونموذج LSTM Long Short Term Memory networks "شبكات الذاكرة
طويلة وقصيرة المدى وهي نوع من ال (Recurrent Neural Network) RNN الشبكة العصبونية المتكررة" وتعد من أفضل النماذج للتنبؤ بسعر السهم يمكن من خلاله
استخدام البيانات السابقة في التأثير على المستقبل. استخدمت الدراسة بيانات أسهم 50
شركة من موقع Finance.yahoo، مجموعة البيانات المستخدمة تتألف من أعلى سعر
للسهم في أيام المعاملات خلال الفترة من 2010/1/1 ولغاية 2018/12/31، وتم اجراء
الاختبارات لسلسلة ممتدة 60 يوماً، للتنبؤ بأعلى سعر للنقطة التالية، كما تم استخدام 3
مؤشرات أداء وهي متوسط الخطأ المطلق (MAE) Mean Absolute Error -متوسط
الخطأ التربيعي (MSE) Mean Square Error - وخطأ الجزر التربيعي
Rootmean Square Error (RMSE) لتحليل نتائج التنبؤ باستخدام نماذج
ARIMA و LSTM.

توصّلت الدّراسة إلى أن كلاً من نماذج ARIMA ونماذج LSTM مناسبة للتنبؤ بسعر السهم، كما وجدت الدّراسة أن نماذج LSTM لديها أداء أفضل في التنبؤ بأسعار السهم (خاصة في التعبير عن تغيرات أسعار السهم)، لأنها تستطيع التنبؤ باتجاه سعر السهم المستقبلي بالاعتماد على خصائص تطور الحالة التاريخية لسعر السهم عند نقطة زمنية معينة، كما تتميز نماذج LSTM بالبساطة والموثوقية ولكن تطبيق نماذج ARIMA أكثر ملائمة، على الرغم من أن أداءها أدنى من أداء نماذج LSTM، وذلك لأنها تحتاج إلى وقت تدريب قصير ومعايير تدريب قليلة، مما يسهل عملية الوصول إلى النتائج.

7-دراسة Cakici and Zaremba (2024):

Accounting vs Market Information: What Matters More for Stock Return Predictability?

المعلومات المحاسبية مقابل المعلومات السوقية: من الأكثر أهمية من حيث القدرة التنبؤية بعائد السهم؟

هدفت الدراسة إلى معرفة أي من المعلومات المحاسبية أم السوقية أكثر قدرة تنبؤية بعائد السهم.

استخدمت الدراسة بيانات لمدة خمس سنوات في الولايات المتحدة الأمريكية، بالإضافة إلى مجموعة مكونة من أفضل 131 تنبؤ بعوائد الأسهم، ومن ثم تم تصنيف البيانات وبناء نموذجين محاسبي وسوقي، وتحليلها بالاعتماد على تقنيات التعلم الآلي، بالإضافة إلى تحليل الانحدار البسيط والمتعدد، والنماذج الشجرية، والشبكات العصبية الاصطناعية.

توصّلت الدراسة إلى أن المؤشرات السوقية تفوقت على المؤشرات المحاسبية وذلك في الفترات التي يكون فيها تقلبات في السوق، وعلى العكس من ذلك يكون أداء النماذج

المحاسبية في التنبؤ بعوائد السهم مماثلاً للنماذج السوقية في الفترات التي يكون فيها استقرار وانخفاض لحالة عدم التأكد من عوائد الأسهم.

التعقيب على الدراسات السابقة:

بعد الاطلاع على العديد من الدراسات السابقة، يمكن الإشارة إلى العديد من القضايا الجدلية الرئيسية، إذ اعتمدت أغلب الدراسات السابقة عند دراسة التنبؤ بسعر السهم على النسب المالية، ولكن اختلفت هذه الدراسات من حيث عدد هذه النسب وقدرتها التنبؤية، ونوع القطاع الذي ركزت عليه، بداية اعتمدت دراسة Arkan (2016) على 12 نسبة مالية للتنبؤ بسعر السهم، وتوصل إلى أكثر النسب التي من الممكن الاعتماد عليها للتنبؤ بسعر السهم بالنسبة للقطاع الصناعي، وقطاع الخدمات والاستثمار.

بينما اتجهت العديد من الدراسات الأخرى إلى التركيز على قطاع واحد فقط، كدراسة سالم (2014) التي ركزت على التنبؤ بسعر السهم بالنسبة للقطاع الصناعي فقط، وتوصلت إلى أنه يمكن الاعتماد على 8 نسب مالية للتنبؤ بسعر السهم للقطاع الصناعي الأردني، بالإضافة إلى دراسة khanji (2020) التي حاولت التنبؤ بسعر السهم لشركات التصنيع الأردنية وتوصلت إلى أن المؤشرات السوقية من الممكن التنبؤ بسعر السعر بنسبة أكبر من المؤشرات المحاسبية بالنسبة للقطاع الصناعي الأردني، بينما اتجهت دراسات أخرى إلى التنبؤ بسعر السهم دون التركيز على قطاع معين كدراسة Robin et al (2015) التي استخدمت 4 نسب مالية للتنبؤ بسعر السهم، ووجدت أن ربحية السهم ونسبة السعر إلى الربح أكثر النسب التي يمكن استخدامها للتنبؤ بسعر السهم، في سياق آخر ركزت دراسات أخرى على استخدام نماذج إحصائية متطورة لزيادة الدقة التنبؤية كدراسة الحساوي والحجيمي (2022) وتوصلت الدراسة إلى أن الشبكات العصبية الاصطناعية تتمتع بدقة عالية وكفاءة في التنبؤ بأسعار الإغلاق للعينة المدروسة، بدقة تنبؤية وصلت إلى 99%، حيث أن تطبيق الشبكات

العصبية الاصطناعية يختصر الكثير من الوقت والجهد في التنبؤ، كذلك قدرتها على التعامل مع جميع أنواع البيانات، ولكن على الرغم من ذلك لا يوجد اجماع بين الباحثين على نموذج أمثل يعطي دقة تنبؤية أفضل سواء من ناحية المؤشرات أو الأساليب الإحصائية المستخدمة كدراسة Xio et al. (2022) التي توصلت إلى أن كلاً من نماذج ARIMA ونماذج LSTM مناسبة للتنبؤ بسعر السهم، ودراسة Cakici and Zaremba (2024) التي توصلت إلى أن النماذج المحاسبية والسوقية مناسبة للتنبؤ ولكن الأمر يعتمد على الظروف السوقية السائدة.

عليه تسعى الدراسة الحالية إلى الاستفادة من القضايا الجدلية السابقة للتنبؤ بسعر السهم بالاعتماد على مجموعة من المؤشرات المحاسبية، بالإضافة إلى استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية بهدف زيادة الدقة التنبؤية، وذلك بالتطبيق على الشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية.

الجانب النظري:

مفهوم التنبؤ بسعر السهم

يستخدم المحللون الماليون التنبؤ لاستقراء كيفية تغير اتجاهات الأسهم، مثل الناتج المحلي الإجمالي أو البطالة، في الربع أو العام المقبل. كما أوضح Ala'raj et al. (2023) أن التنبؤ يعالج مشكلة أو مجموعة من البيانات. إذ يضع الاقتصاديون افتراضات بشأن الوضع الذي يتم تحليله والتي يجب تحديدها قبل تحديد متغيرات التنبؤ. يُعد التنبؤ أسلوب يستخدم البيانات التاريخية كمدخلات لإجراء تقديرات تنبؤية في تحديد الاتجاهات المستقبلية. إذ تستخدم الشركات التنبؤ لتحديد كيفية تخصيص ميزانياتها أو التخطيط للنفقات المتوقعة لفترة زمنية قادمة. يعتمد هذا عادةً على الطلب المتوقع على السلع والخدمات المقدمة (Ala'raj et al., 2021).

كما أشار Bharathi and Geetha (2017) إلى أن المستثمرين يستخدمون التنبؤ لتحديد ما إذا كانت الأحداث التي تؤثر على الشركة، مثل توقعات المبيعات، ستؤدي إلى زيادة أو خفض سعر الأسهم في تلك الشركة. يوفر التنبؤ أيضاً معياراً مهماً للشركات، التي تحتاج إلى منظور طويل المدى للعمليات.

أهمية التنبؤ بسعر للسهم

أظهرت الدراسات النظرية والتجريبية وجود علاقة إيجابية بين الأسواق المالية والنمو الاقتصادي حيث أشار كل من Johnson et al. (2003) و (2014) وWieland وCristelli (2015) لأهمية الأسواق المالية، إذ أن التنبؤ بسعر السهم يحتل مكانة بارزة في اتخاذ القرارات الاستثمارية. ومع ذلك، تتميز أسواق الأسهم بالتقلبات العالية والديناميكية والتعقيد. ووفقاً لكل من Awwad and Salem (2019) و Erbaykal and Okuyan (2017) تتأثر التحركات في أسواق الأسهم بعدة عوامل، مثل عوامل الاقتصاد الكلي، والأحداث الدولية، والسلوك البشري، وغيرها من العوامل ذات الصلة بالبيئة الخاصة بالشركة كحجم الشركة إذ يعتبر المحرك الأساسي لأي مشروع ويهدف لزيادة إنتاجية الشركات وإعادة تجديد رأس المال. فضلاً عن المؤشرات السوقية إذ أنها تساعد المستثمرين بشكل كبير في تكوين صورة واضحة عن وضع الشركة المستقبلي بالاعتماد على أداء الشركة في الماضي، وبالتالي فإن التنبؤ بعوائد الأسهم يمكن أن يصبح مهمة صعبة. إذ تعتمد ربحية الاستثمارات في أسواق الأسهم بشكل كبير على إمكانية التنبؤ بتحركات الأسهم، بالتالي إذا كان نموذج أو تقنية التنبؤ قادرة على التنبؤ بدقة باتجاه السوق، فيمكن تقليل مخاطر الاستثمار وعدم اليقين. وذلك من شأنه أن يعزز تدفقات الاستثمار إلى أسواق الأوراق المالية ويكون مفيداً أيضاً لواقعي السياسات والمنظمين في اتخاذ القرارات المناسبة واتخاذ التدابير التصحيحية.

الأساليب المستخدمة في التنبؤ بسعر السهم

تُعد التقارير والقوائم المالية أحد أهم مصادر المعلومات التي يعتمد عليها المستثمرون عند التنبؤ بسعر السهم، إذ اعتمدت أغلب الدراسات السابقة عند دراسة التنبؤ بسعر السهم على المؤشرات المحاسبية واختلفت فيما بينها حول عدد المؤشرات المستخدمة في التنبؤ وقدرتها التنبؤية ونوع القطاع الذي ركزت عليه، فضلاً عن اختلاف الأساليب الإحصائية المستخدمة في هذا التنبؤ، إذ تنوعت الأساليب والنماذج الإحصائية المستخدمة في الدراسات السابقة، بداية اعتمدت هذه الدراسات على نماذج الانحدار المتعدد للتنبؤ بسعر السهم كدراسة (Arkan, 2015; Robin et al., 2006; Turk, 2020; Khanji, 2016).

مع تقدم الدراسات توجّه الباحثون إلى استخدام السلاسل الزمنية في التنبؤ بسعر السهم فوفقاً لـ Sancar et al. (2017) يوجد العديد من تقنيات التنبؤ بالسلاسل الزمنية. تم اقتراح نماذج الانحدار الذاتي للمتوسط المتحرك المتكامل (ARIMA) من قبل Box and Jenkins (1970) لتحليل السلاسل الزمنية والتنبؤ بها. كما تم إجراء بعض الدراسات باستخدام نماذج ARIMA للتنبؤ بعوائد سوق الأوراق المالية (Al-Shaib, 2006; Ojo and Olatayo, 2009; Adebisi and Oluinka, 2014; Mondal et al., 2014).

لاحقاً مع التّقدم التكنولوجي ظهرت تقنيات وأساليب جديدة للنمذجة، توجّهت الدراسات الحديثة إلى تقنيات الذكاء الصناعي، فبعضها اعتمد على نوع واحد من تلك التقنيات كدراسة Remazanian (2011) التي استخدمت الشبكات العصبية، والتي تعد إحدى البنى الأساسية للذكاء الصناعي، وصولاً إلى دراسة seng (2017) التي استخدمت تقنية الغابة العشوائية، بينما توجّهت العديد من الدراسات الحديثة نحو استخدام أسلوب الدمج بين نماذج السلاسل الزمنية ونماذج الذكاء الصناعي، بهدف زيادة الدقة التنبؤية للنماذج

المؤشرات المحاسبية المؤثرة في التنبؤ بسعر سهم الشركة باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية
(دراسة تجريبية على الشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية)

كدراسة Islam and Nguyen (2020) التي استخدمت المتوسط المتحرك للانحدار التلقائي المتكامل ARIMA، والشبكات العصبية الاصطناعية، والحركة العشوائية الهندسية.

يُلاحظ مما سبق أنه على الرغم من تنوع أساليب التّمدجة المستخدمة في الدّراسات السابقة (الإحصائية والدّكاء الصنعي)، لم تُثبت أي تقنية تفوقها المطلق، فضلاً عن أنه لا يوجد اجماع بين الباحثين حول أفضل المؤشرات المحاسبية المستخدمة في التنبؤ بسعر السهم.

أثر المؤشرات المحاسبية في التنبؤ بسعر السهم

يعتمد المستثمرون بشكل رئيس عند اتخاذ قرارهم الاستثماري على تحليل مجموعة من العوامل التي يمكن أن تؤثر على سعر السهم من أهمها المعلومات المحاسبية (Sucipto and Chasanah, 2019)، والتي يحصلون عليها من خلال البيانات المستخلصة من التقارير المالية، والتي يسعى المستثمرون لفهمها لمساعدتهم في التنبؤ بسعر السهم، (2018 شنتك). ويمكن تصنيف هذه المعلومات المحاسبية إلى أربع فئات رئيسة وهي نسب الربحية والسيولة والكفاءة التشغيلية والرافعة المالية (Padmanayana and Bhavya, 2020). تستخدم نسب الربحية على نطاق واسع من قبل المستثمرين لاتخاذ قراراتهم الاستثمارية (Arkan, 2016)، كما تعد عاملاً مهماً لتفسير التغيرات في سعر السهم، إذ تعد مؤشر للأداء العام للشركات، وتقيس قدرتها على تحقيق النمو والأرباح (Wang et al., 2013; Kabajeh et al., 2012; Dang et al., 2017)، فمثلاً وجد Dange et al. (2017) أن للربحية أثر إيجابي على سعر السهم، أما بالنسبة للسيولة فيتم استخدامها لقياس مدى قدرة الشركة على الوفاء

بالتزاماتها المالية قصيرة الأجل، وقد اختلفت الدراسات حول تأثيرها على سعر السهم ففي دراسة أجراها Heryanto (2016) أن للسيولة أثر إيجابي على سعر السهم، بينما وجد Sucipto and Chasanah (2019) أن للسيولة تأثيراً سلبياً على سعر السهم، أما بالنسبة للكفاءة التشغيلية كمعدل دوران الأصول فهي تقيس مدى كفاءة الشركات في إدارة أصولها بهدف زيادة المبيعات والأرباح، وقد أشارت العديد من الدراسات أنه كلما ارتفعت الكفاءة يمكن أن يؤدي ذلك إلى أداء أفضل للشركات، وبالتالي قد تنعكس على سعر السهم (Arkan, 2016; Wang et al., 2013)، وأخيراً من الممكن للرافعة المالية أن تساعد المستثمرين في قياس مخاطر الشركة، إذ تساهم في توضيح الهيكل المالي للشركة وتقييم المخاطر طويلة الأجل، وقد توصلت العديد من الدراسات أن للرافعة المالية تأثير على سعر السهم، فمثلاً وجد Tran (2015) بأن للرافعة المالية أثر إيجابي على عائد السهم، مما سبق يُلاحظ أن للمتغيرات المحاسبية تأثيراً مهماً على سعر السهم، ولكن لا يوجد اجماع بين هذه الدراسات حول تأثير المؤشرات المحاسبية على سعر السهم، مما يثير الجدل حول مدى تأثير هذه المؤشرات المحاسبية مجتمعة في التنبؤ بسعر السهم ومدى مساهمتها في مساعدة المستثمرين في اتخاذ قراراتهم الاستثمارية وذلك للشركات المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية.

المؤشرات المحاسبية المؤثرة في التنبؤ بسعر سهم الشركة باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية
(دراسة تجريبية على الشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية)

الجانب العملي:

تمّ استخدام أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية متعددة الطبقات ذات التغذية الأمامية¹، لبيانات السلسلة الزمنية للمتغيرات محل الدراسة خلال 364 ربع لتدريب الشبكة واختبارها، كما هو موضح بالجدول رقم (1).

الجدول رقم (1) ملخص عملية المعالجة في الشبكة العصبية

Case Processing Summary			
		N	Percent
Sample	Training	247	67.9%
	Testing	117	32.1%
Valid		364	100.0%
Excluded		0	
Total		364	

المصدر: مخرجات الشبكة العصبية باستخدام برنامج spss.

تمّ استخدام بيانات 247 ربع لتدريب الشبكة العصبية المستخدمة بنسبة 67.9 % وبيانات 117 ربع لاختبار الشبكة بنسبة 32.1 %، كما هو موضح في الجدول رقم (1).

تكونت الشبكة العصبية المختارة من ثلاثة طبقات (طبقة المدخلات، طبقة المعالجة، طبقة المخرجات)، بلغ عدد الخلايا في طبقة المدخلات 7 خلايا وهي عبارة عن عدد المؤشرات المستقلة، عدد الخلايا في طبقة المخرجات 2 خلايا، كما تكونت طبقة المعالجة من 3 خلايا، كما هو موضح بالجدول رقم (2).

¹ تقسم عصبونات شبكة التغذية الأمامية إلى مجموعة من الطبقات تحتوي كل طبقة على عدد من العصبونات، ويتم تدفق المعلومات من طبقة إلى أخرى، بشكل متسلسل ووفق مسار أمامي فقط (الإمارة، 2013).

الجدول رقم (2) معلومات حول الشبكة العصبية المستخدمة.

Network Information			
Input Layer	Covariates	1	السيولة
		2	المديونية
		3	العائد على الأصول
		4	العائد على حقوق الملكية
		5	دوران الأصول
		6	دوران الزبائن
		7	دوران المخزون
	Number of Units ^a		7
Rescaling Method for Covariates		Standardized	
Hidden Layer(s)	Number of Hidden Layers		1
	Number of Units in Hidden Layer ^{1a}		3
	Activation Function		Hyperbolic tangent
Output Layer	Dependent Variables	1	سعر السهم
	Number of Units		2
	Activation Function		Softmax
	Error Function		Cross-entropy
a. Excluding the bias unit			

المصدر: مخرجات الشبكة العصبية باستخدام برنامج spss.

تم استخدام الدالة (Hyperbolic tangent) (الظل الزائدي) كدالة تنشيط في الطبقة المخفية تعود تسميتها بالزائدية لأنها دوال مشتقة من دالة القطع الزائد ولأن لها خواص شبيهة جدا بالدوال المثلية والتي تعطى بالعلاقة التالية:

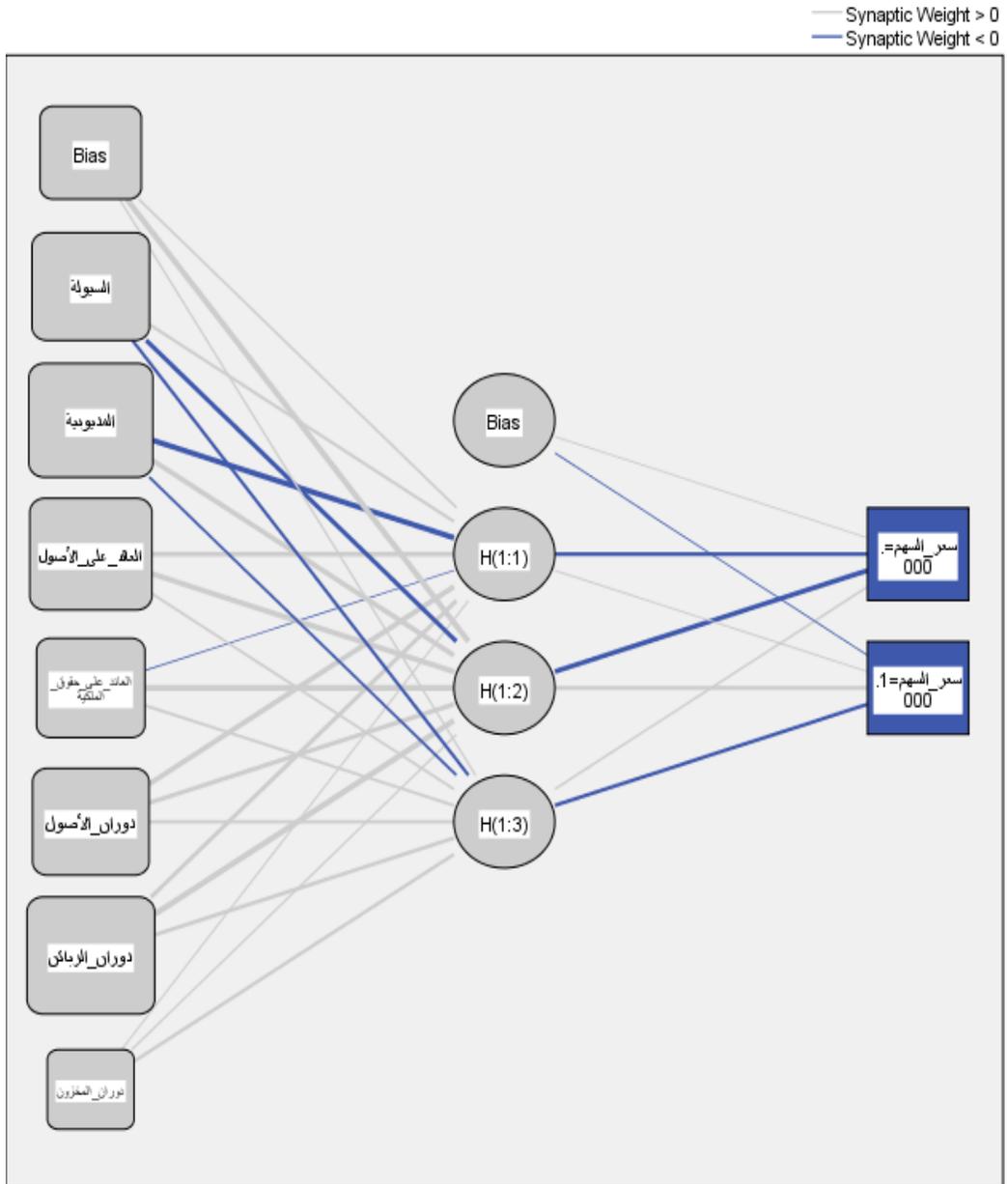
$$\gamma(c) = \tanh(c) = \frac{e^c - e^{-c}}{e^c + e^{-c}} + Bias$$

حيث y : المتغير التابع، c : المؤشرات المستقلة، $Bias$: معلمة الانحياز

كما تم استخدام الدالة (Softmax)، أو الدالة الأسية الطبيعية، بتحويل متجه الأرقام الحقيقية K إلى توزيع احتمالي للنتائج المحتملة لـ K . وهو تعميم للدالة اللوجستية على أبعاد متعددة، والتي تعطى بالعلاقة التالية:

$$y(c) = \frac{\exp ck}{\sum_{j \in K} \exp cj}$$

يبين المخطط رقم (1) الهندسة المعمارية للشبكة العصبية وهي عبارة عن شبكة ثلاثية الطبقات من العقد المترابطة: طبقة الإدخال، وطبقة خفية، وطبقة الإخراج. يمكن أن تشكل العقد بين طبقات المدخلات والمخرجات واحدة أو أكثر من الطبقات خفية. كل خلية عصبية في طبقة واحدة لها صلة بكل خلية عصبية أخرى في الطبقة التالية، لكن الخلايا العصبية التي تنتمي إلى نفس الطبقة ليس لها صلات بينها. طبقة المدخلات تتلقى المعلومات من بيانات السلسلة الزمنية، طبقة مخفية تعالج المعلومات وتنتج طبقة الإخراج وتتوقع قيمة مستمرة. القيم من طبقة الإدخال التي تدخل العقدة المخفية، يتم ضربها بالأوزان، وهي مجموعة الأرقام المحددة مسبقاً ثم يتم إضافة المنتجات لإنتاج رقم واحد. يتم تمرير هذا الرقم كوسيط لدالة رياضية غير خطية (وظيفة التنشيط) حيث تم استخدام الدالة (Hyperbolic) كدالة تنشيط في الطبقة المخفية، كما تم استخدام الدالة (Softmax) في طبقة المخرجات كما هو موضح في المخطط رقم (1).



Hidden layer activation function: Hyperbolic tangent

Output layer activation function: Softmax

المخطط رقم (1) معمارية الشبكة العصبية متعددة الطبقات (Perceptron MLP)

المؤشرات المحاسبية المؤثرة في التنبؤ بسعر سهم الشركة باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية
(دراسة تجريبية على الشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية)

يظهر الشكل بناء الشبكة العصبية والوصلات البينية بين وحداتها التي هي عبارة عن ممرات لتغذية الشبكة بالمعلومات، حيث تظهر الخطوط الزرقاء (الأوزان الأقل من 0) والتي ينخفض عندها سعر السهم، بينما تظهر الخطوط الرمادية (الأوزان الأكثر من 0) والتي يرتفع عندها سعر السهم.

يبين الجدول رقم(3) ملخصاً لنموذج الشبكة العصبية المستخدمة بالإضافة إلى مجموع مربعات الخطأ.

الجدول رقم (3) ملخص نموذج الشبكة العصبية المستخدمة.

Model Summary		
Training	Cross Entropy Error	141.984
	Percent Incorrect Predictions	5.9%
	Stopping Rule Used	1 consecutive step(s) with no decrease in error ^a
	Training Time	0:00:00.09
Testing	Cross Entropy Error	74.489
	Percent Incorrect Predictions	5.0%
Dependent Variable: سعر السهم		
a. Error computations are based on the testing sample.		

المصدر: مخرجات الشبكة العصبية باستخدام برنامج spss

يبين الجدول رقم (3)، معلومات تتعلق بنتائج التدريب والاختبار. ويرد خطأ عبر الانتروبيا لكل من التدريب واختبار العينة بما أن وظيفة الخطأ التي تقللها الشبكة خلال مرحلة التدريب. حيث بلغت نسبة الخطأ في مرحلة التدريب (5.9) % يشير هذا الخطأ إلى قدرة النموذج على التنبؤ. خطأ الإنتروبيا أقل بالنسبة لعينة الاختبار مقارنة بمجموعة بيانات التدريب (5.0) %، وهذا يعني أن نموذج الشبكة تم تجهيزه جيداً بمرحلة الاختبار.

كما تباينت الأهمية النسبية للمتغيرات المستقلة في التأثير بسعر السهم وفق نموذج الشبكة العصبية كما هو مبين بالجدول رقم(4).

الجدول رقم (4). الأهمية النسبية للمتغيرات المستقلة حسب نموذج الشبكة.

Independent Variable Importance		
	Importance	Normalized Importance
دوران الزبائن	.189	100.0%
المديونية	.176	93.2%
العائد على الأصول	.169	89.5%
السيولة	.153	80.8%
دوران الأصول	.149	78.9%
العائد على حقوق الملكية	.120	63.6%
دوران المخزون	.044	23.1%

المصدر: مخرجات الشبكة العصبية باستخدام برنامج spss.

يبين الجدول ما يلي:

1. شكل متغير دوران الزبائن الأهمية النسبية الأعلى من حيث التأثير في التنبؤ بسعر السهم (100%) وفق نموذج الشبكة العصبية المقدر، مما يؤدي لقبول الفرضية السادسة.
2. شكل متغير المديونية أهمية نسبية 93.2% من حيث التأثير في التنبؤ بسعر السهم وفق نموذج الشبكة العصبية المقدر، مما يؤدي لقبول الفرضية الثانية.
3. شكل متغير العائد على الأصول أهمية نسبية 89.5% من حيث التأثير في التنبؤ بسعر السهم وفق نموذج الشبكة العصبية المقدر، مما يؤدي لقبول الفرضية الثالثة.
4. شكل متغير السيولة أهمية نسبية 80.8% من حيث التأثير في التنبؤ بسعر السهم وفق نموذج الشبكة العصبية المقدر، مما يؤدي لقبول الفرضية الأولى.

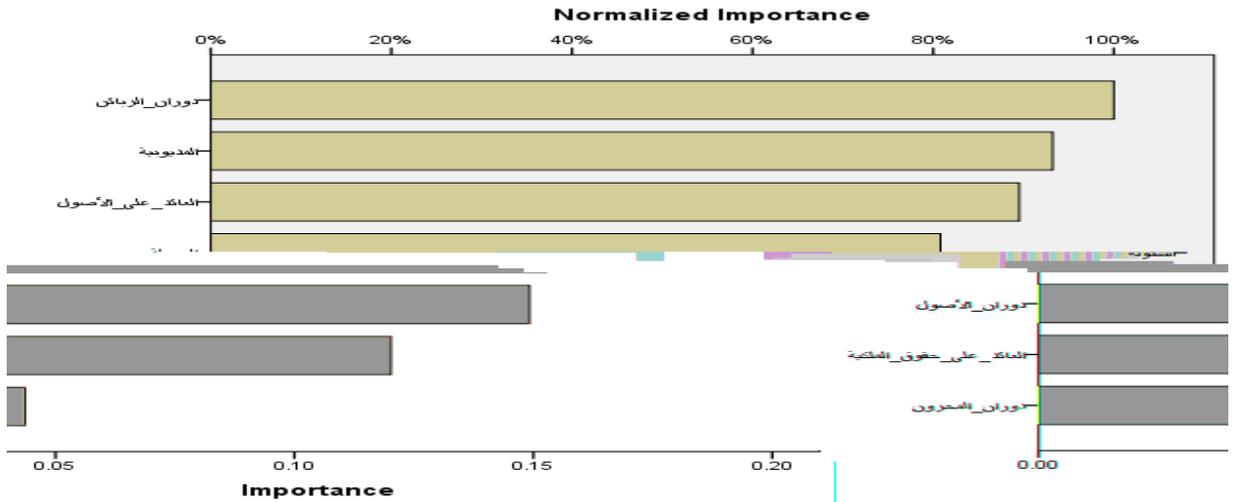
المؤشرات المحاسبية المؤثرة في التنبؤ بسعر سهم الشركة باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية
(دراسة تجريبية على الشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية)

5. شكل متغير دوران الأصول أهمية نسبية 78.9% من حيث التأثير في التنبؤ
بسر السهم وفق نموذج الشبكة العصبية المقدر، مما يؤدي لقبول الفرضية
الخامسة.

6. شكل متغير العائد على حقوق الملكية أهمية نسبية 63.6% من حيث التأثير
في التنبؤ بسعر السهم وفق نموذج الشبكة العصبية المقدر، مما يؤدي لقبول
الفرضية الرابعة.

7. شكل متغير دوران المخزون أهمية نسبية 23.1% من حيث التأثير في التنبؤ
بسر السهم وفق نموذج الشبكة العصبية المقدر، مما يؤدي لقبول الفرضية
السابعة.

والمخطط التالي يؤكد صحة النتائج التي تم التوصل إليها:



الشكل رقم(2) الأهمية النسبية للمتغيرات المستقلة حسب نموذج الشبكة العصبية

نتائج التنبؤ بسعر السهم وفقاً لنموذج الشبكة العصبية المستخدمة خلال الفترة (2030-2024)

سعر السهم	الربع	العام
يرتفع	الأول	2024
يرتفع	الثاني	
يرتفع	الثالث	
يرتفع	الرابع	
يرتفع	الأول	2025
يرتفع	الثاني	
يرتفع	الثالث	
يرتفع	الرابع	
يرتفع	الأول	2026
يرتفع	الثاني	
يرتفع	الثالث	
يرتفع	الرابع	
يرتفع	الأول	2027
يرتفع	الثاني	
يرتفع	الثالث	
يرتفع	الرابع	
يرتفع	الأول	2028
يرتفع	الثاني	
يرتفع	الثالث	
يرتفع	الرابع	
ينخفض	الأول	2029
ينخفض	الثاني	
ينخفض	الثالث	
ينخفض	الرابع	
ينخفض	الأول	2030
ينخفض	الثاني	
ينخفض	الثالث	
ينخفض	الرابع	

المصدر: مخرجات الشبكة العصبية باستخدام برنامج spss.

مناقشة النتائج:

- بيّنت النتائج أن لجميع المؤشرات المحاسبية محل الدّراسة تأثير في التنبؤ بسعر سهم الشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية، إلا أن هذا التأثير يختلف باختلاف المؤشرات المستخدمة ويزداد مع مرور الوقت.
- وضّحت النتائج اختلاف درجة تأثير المؤشرات المحاسبية في التنبؤ بسعر سهم الشركات الصناعية فمنها من يؤثر بشكل كبير ومنها من يؤثر بشكل ضئيل، كما توصلت إلى أن لمؤشر معدّل دوران الزبائن الأثر الأكبر في التنبؤ بسعر سهم الشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية، إذ يشير إلى الكفاءة التشغيلية للشركة ومدى قدرتها على تحصيل مستحقاتها في الوقت المناسب وأن استثمارات الشركة آمنة، مما يزيد من ثقة المستثمرين في تلك الشركات ويدفعهم للاستثمار فيها.
- بيّنت النتائج أن لمؤشر المديونية دور مهم في التنبؤ بسعر سهم الشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية، إذ أنه يقيس مدى قدرة الشركة على إدارة مصادر التمويل، وصداد التزاماتها طويلة الأجل، يليه مؤشر العائد على الأصول إذ يقيس مدى قدرة الشركة على تحقيق الأرباح من رأس المال المستثمر، فضلاً عن مؤشر السيولة الذي يقيس مدى قدرة الشركة على سداد التزاماتها قصيرة الأجل، واستمرارها في مزاولة أنشطتها اليومية، بالإضافة لمعدل دوران الأصول الذي يشير إلى مدى كفاءة وفعالية إدارة الشركة لمواردها المتاحة.
- ركّزت الدراسة على المؤشرات المحاسبية التي تستطيع التنبؤ بسعر السهم للشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية، ولكن هناك

عوامل أخرى لم تشملها الدراسة ومن الممكن أن تؤثر في سعر السهم كالسياسات المالية المتبعة في الدولة مثل معدلات الضريبة، والسياسات النقدية مثل نسبة الاحتياطي النقدي، بالإضافة لمعدلات التضخم السائدة في الدولة.

• اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة سالم (2014)، ودراسة Robin et al. (2015)، ودراسة Arkan (2016) من حيث استخدامها للنسب المالية في التنبؤ بسعر السهم، ولكنها اختلفت معها من حيث عدد المؤشرات المحاسبية المستخدمة، ونوع القطاع الذي ركزت عليه، وأسلوب التحليل المستخدم في التنبؤ إذ اعتمدت هذه الدراسات على أسلوب الانحدار المتعدد بينما اعتمدت الدراسة الحالية على أسلوب الشبكات العصبية، ووجدت أن استخدامها يساعد في اتخاذ القرارات الاستثمارية مما يعطي ثقة ودقة أفضل في التنبؤ بسعر السهم.

• اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة الحسناوي والحجيمي (2022)، ودراسة Xiao et al. (2022) من ناحية استخدامها لأسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ بسعر السهم، ووجدت أن هذا الأسلوب يوفر الكثير من الجهد والوقت، بالإضافة لقدرة الشبكات العصبية الاصطناعية على التعامل مع جميع أنواع البيانات، دون اشتراط تحقيق الفروض الاحصائية الأولية مقارنة بالنماذج التقليدية.

• اتفقت الدراسة الحالية مع دراسة Khanji (2020) بتركيزها على القطاع الصناعي، ولكنها اختلفت معها بنوعية المؤشرات المستخدمة في التنبؤ، إذ استخدمت الدراسة الحالية المؤشرات المحاسبية بينما استخدمت دراسة Khanji (2020) المؤشرات السوقية، كما أكدت نتائج الدراسة الحالية فاعلية الشبكات

العصبية الاصطناعية في محاكاة بيانات الشركات الصناعية والتنبؤ بالسعر
السوقي للسهم بالاعتماد على المؤشرات المحاسبية.

- اتفقت الدراسة الحالية مع دراسة Cakici and Zaremba (2024) باستخدامها لأسلوب الشبكات العصبية في التنبؤ بسعر السهم، ولكنها اختلفت معها من حيث المؤشرات المستخدمة في التنبؤ إذ أنها أجرت مقارنة بين المؤشرات المحاسبية والسوقية، بينما اقتصرَت الدراسة الحالية على التنبؤ باستخدام المؤشرات المحاسبية.

التوصيات:

1-يوصي البحث بضرورة توفير المعلومات للمستثمرين والاستفادة من خبرات المتخصصين في مجال التحليل المالي من أجل ترشيد قراراتهم الاستثمارية، والعمل على إعداد التقارير المالية وإصدارها في الوقت المناسب من قبل الشركات لمنع التعاملات القائمة على السرية، وانتشار المعلومات التي قد تضر بالثقة والمنافسة العادلة في السوق المالي.

2-بناءً على نتائج الفرضيات؛ يجب على المستثمرين في سوق أبو ظبي للأوراق المالية وإدارة الشركات زيادة الاهتمام بالمؤشرات المحاسبية وبشكل خاص معدل دوران الزبائن، نظراً لدورها في تقدير قيمة الشركة واتخاذ القرار الاستثماري المناسب.

3-إمكانية استخدام الأساليب النوعية إلى جانب الأساليب الكمية عند التنبؤ بسعر السهم، بهدف تقديم رؤية مستقبلية وشاملة لتقلبات سعر السهم.

4- زيادة الاهتمام بتقنية الشبكات العصبية الاصطناعية كأسلوب فعال للتنبؤ يحاكي التغيرات المفاجئة في البيئة المالية وخصوصاً للشركات الصناعية، بالإضافة

لتوسيع الدراسات والأبحاث في مجال الشبكات العصبية الاصطناعية لتشمل متغيرات أكثر وبيانات أكبر مما قد يعطي صورة أوضح لها.

5- يُنصح بإجراء أبحاث مشابهة لهذا البحث تختبر دور المؤشرات المالية في التنبؤ بسعر السهم على مستوى القطاعات الأخرى؛ إذ أن اختلاف القطاعات قد يظهر نتائج مختلفة.

6- ضرورة إجراء دراسات أخرى لتحديد أثر المعلومات غير المالية في أسعار أسهم الشركات الصناعية المدرجة في سوق أبو ظبي للأوراق المالية مثل جودة الإدارة، وسمعة الشركة، والمعلومات والشائعات التي تنشرها إدارة الشركات في الأسواق المالية للتأثير في أسعار أسهمها.

7- ضرورة انشاء أو اقتراح آليات مناسبة لمتابعة ومراقبة أداء الشركات، وربطها بالاعتماد على معايير المحاسبة الدولية، بهدف تحسين المؤشرات المالية المستمدة من قوائمها المالية كون ذلك يؤثر على مصداقية تلك المؤشرات ودلالاتها في التنبؤ بسعر السهم.

References:

- ALA'RAJ, M., MAJDALAWIEH, M., & NIZAMUDDIN, N. Modeling and forecasting of COVID-19 using a hybrid dynamic model based on SEIRD with ARIMA corrections. *Infectious Disease Modelling*, 2021, 6, 98-111.
- Al-Hasnawi, Salem; Al-Hujaimi, Laith. Predicting closing stock prices using neural networks for a sample of Iraqi Islamic banks. *Beat Magazine*, 2022, 18, 61-97.
- ARKAN T. The Importance of Financial Ratios in Predicting Stock Price Trends: A Case Study in Emerging Markets. *Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*, 2016, 1 (79), 13–26; Available on: www.wneiz.pl/frfu.
- AWWAD, BAHAA; SALEM, AMMAR. The Role of Financial Analysis in Assessing the Prices of Shares of Jordanian Industrial Joint Stock Companies Listed on the Amman Stock Exchange, *International Journal of Economics and Finance*, 2019, 11(6), 120- 132.
- BARTH, M; BEAVER, W; LANDSMAN, W. The relevance of the value relevance literature for financial accounting standard setting: another view, 2001, 31 (1-3), 77-104.
- BHARATHI, S., & GEETHA, A. Sentiment analysis for effective stock market prediction. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 2017, 10(3), 146-154
- Cakici, Nusret; Zarembo, Adam. Accounting vs Market Information: What Matters More for Stock Return Predictability?, 2024,1-57 .

- ESMAEL, BEN KANAH. The Impact of Stock price Fluctuations on The Status of the Saudi Stock Exchange Sectors for the period 2013-2015. Algeria: Journal of Research in Finance and Accounting, 2016, 62-76.
- GOYAL, ANIL; GUPTA, AKSHITA. Financial Determinants Of Stock Prices: A Study Of Bombay Stock Exchange (Bse), 2019, International Journal of Advance and Innovative Research, 1(2), 107-112.
- GUJJAR, J. P., & KUMAR, H. P. Sentiment analysis: Textblob for decision making. Int. J. Sci. Res. Eng. Trends, 2021, 7(2), 1097-1099.
- HAMDAN, SHATHA. Elements of the Development of the modern stock market, A Study of the performance of the Amman Financial Market. PhD dissertation. Jinan University, Tripoli, Lebanon. 2014
- HAZMI, A. Value Relevance of Accounting Information and Managerial Ability (manufacturer companies at Indonesia stock exchange), Master Thesis, 2016,1-16.
- HERYANTO. Effect of Liquidity and Profitability to Bank Stock Return in Indonesia Stock Exchange (IDX). International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences, 2016, 6(3).
- ISLAM, M AND NGUYEN, N. Comparison of Financial Models For Stock Price Prediction. Journal Risk Financial Manag, 2020, Vol. 13, No. 181, 1-19.
- KABAJEH, M. A., NU'AIMAT, S. M. and Dahmash, F. N. The Relationship between the ROA, ROE and ROI Ratios with Jordanian Insurance Public Companies Market Share Prices. International Journal of Humanities and Social Science, 2012, 2(11), pp.115-120.

- KHANJI, I. Can Market Ratios Predict Stock Prices: Empirical Study of Manufacturing Companies in Jordan, International Journal of Economics, Commerce and Management?, 2020, (3), 218-225.
- KWAG, SEUNG AND KIM, YONG. Stock Price Predictability of Financial Ratios and Macroeconomic Variables: A Regulatory Perspective, 2013, 12(4), 406-415.
- LIE, T; Q, LI; S, ZHU AND M, OGIHARA. A Survey on Wavelet applications in Data Mining. Sigkdd Explorations, 2003, (4), 49-68.
- RAMEZANIAN, MOHAMAD; SHAVERDI, MEYSAM AND FARIDI, AKO. Combination Neural Network and Financial Indices for Stock Price Prediction. Journal Applied Sciences, 2011, 11(19), 3429-3435.
- ROBIN, T; CANQUIN, C; UY, D AND VILLAGRACIA, A. Developing a Stock Price Model using investment valuation Ratios for the Financial Industry of the Philippine stock market. Proceedings of the DLSU Research Congress, 2015, (3).
- SALEM, AMMAR. The Role of Financial Ratios in predicting stock prices of Jordanian Industrial Corporations Listed at Amman Stock Exchange (Empirical Study). Master Thesis. Middle East University, Oman, Jordan, Business collage, Department of Accounting and Finance. 2014
- SANCAR, C., UĞUR, A. AND AKTAŞ, Y. Analysis of the Relationship between Stock Price Index and Macroeconomic Variables: The Case of Turkey, International Journal of Social Sciences and Education Research, 2017, 3(5), 1774-1786.

- SENG, L. Impact of Financial ratios and technical analysis on stock Price Prediction using random forest, 2017, 1-6.
- SHANNAK, OSAMA. Financial and Non- Financial Determinants That Affect Stock Market Prices For Industrial Public Shareholding Companies Listed At Amman Stock Exchange(Empirical Study). Master Thesis. Middle East University, Oman, Jordan, Business Administration, Department of Accounting. 2018
- SUCIPTO, A. AND CHASANAH, N. Liquidity Ratio, Profitability, And Solvency on Stock Returns with Capital Structure As An Intervening Variable (Study On Food And Beverage Sub Sector Listed In Indonesia Stock Exchange (Idx) Period 2013-2017). Ekspektra Jurnal Bisnis dan Manajemen, 2019, 3(1), 52.
- TEHRANI, R., AND F. KHODAYAR. Optimization of the artificial Neural Networks using ant colony algorithm to predict the variation of stock price index. Journal Applied Sci, 2010, (10) , 221-225.
- TRAN, T. M. H. Relationship between accounting information and profitability ratios of listed firms (Master Thesis). Ho Chi Minh Economics University. 2015
- TUPE, TOM. Financial Ratio Analysis for stock price Movement Prediction using Hybrid Clusterig. Master's Projects works. 2014
- TURK, A. The Effect of Financial Ratios and Market Hype on Short Term Stock Prices.HonorsProjects. 2006
- WANG, J., FU, G. AND LUO, C. Accounting Information and Stock Price Reaction of Listed Companies — Empirical Evidence from 60 Listed Companies in Shanghai Stock

- الإمارة، أحمد عبد الحسين. تصميم نظم معلوماتي مقترح لدعم كفاءة الكادر الوسطى باستخدام تقنية الشبكات العصبية دراسة حالية جامعة الكوفة. مجلة الغري للعلوم الاقتصادية والادارية، العراق، 2013، 27.
- سالم، عمار. دور النسب المالية للتنبؤ في أسعار أسهم الشركات الصناعية المساهمة العامة الأردنية المدرجة في بورصة عمان (دراسة اختبارية). (2014). رسالة ماجستير غير منشورة. جامعة الشرق الأوسط، عمان، الأردن، كلية الأعمال، قسم المحاسبة والتمويل.
- شتّك، أسامة. العوامل المالية وغير المالية المحددة للأسعار السوقية لأسهم الشركات الصناعية المساهمة العامة المدرجة في بورصة عمان. (2018). رسالة ماجستير غير منشورة. جامعة الشرق الأوسط، عمان، الأردن، كلية الأعمال، قسم المحاسبة.
- الحسناوي، سالم؛ الحجيمي، ليث. التنبؤ بأسعار الإغلاق للأسهم باستخدام الشبكات العصبية لعينة من المصارف الإسلامية العراقية. قطر: مجلة بيت المنشورة 2022، 18، 61-97.

التحليل الحركي لمنظومة مستوية مولدة بالآلية السباعية

د. مصطفى الحسن

علاء خلوف

1. ملخص البحث:

مع التقدم الصناعي الهائل الذي يشهده العصر، وخاصة في مجال الروبوتات والآلات المبرمجة، أصبح من الضروري تصميم ميكانيزمات (آليات) جديدة ودراسة حركتها لاستخدامها كأذرع روبوتية أو ميكانيزمات تؤدي أغراض معينة.

حازت الآلة السباعية على اهتمام الباحثين في العديد من المجالات الصناعية، لذا تم التركيز في هذه الورقة البحثية على إجراء دراسة حركية لمنظومة مستوية مولدة بالآلة السباعية مؤلفة من جسم ثابت وجسمين مثلثين وأربعة قضبان وثمانية مفاصل دورانية، تؤدي حركة وفق مسار محدد. وتم إجراء تحليل رياضي مفصل لهذه الحركة، حيث تم استنتاج معادلات الإزاحة أولاً، ومن خلال معادلات الإزاحة تم التوصل إلى معادلات السرعة والتسارع، بحيث يتمكن المصمم من معرفة حركة المسار الناتج في نقطة معينة (تم اعتبارها النقطة الخاصة بموضوع الدراسة)، ويكون قادراً على تحديد سرعة وتسارع هذه النقطة من أجل أبعاد محددة لأجسام الآلة.

إن المعادلات التي تم التوصل إليها من خلال البحث، تشكل نواة لدراسة آلات جديدة أكثر تعقيداً.

كلمات مفتاحية: التحليل الحركي، ميكانيزم، آلة، سرعة، تسارع.

Kinematic Analysis of a Planar System Generated by Seven Bar –Mechanism

1. Abstract:

With the recent huge industrial progress, especially in the field of robotics and CNC. It has been essential to design new mechanisms, and study their motion in order to employ them as robotic arms and mechanisms of special usages.

The seven bar-mechanisms took the interest of researchers in several industrial fields. So, this paper concentrated on studying a planar system generated by seven bar-mechanism composed of a fixed body, two triangle bodies, 4 bars and eight rotational pivoted joints that performs movement according to a specific path. A detailed mathematical analysis was done. First, the displacement equations were attained, then the equations of velocity and acceleration were derived. Which allows the designer to know the output path at a specified point (that is considered the special point of study), and makes him able to specify velocity and acceleration of this point for special dimensions of the mechanism bodies.

The equations concluded through research, are a beginning for studying new machines which are more complicated.

Key words: *Kinematic Analysis, Mechanism, Machine, Velocity, Acceleration.*

2. مقدمة:

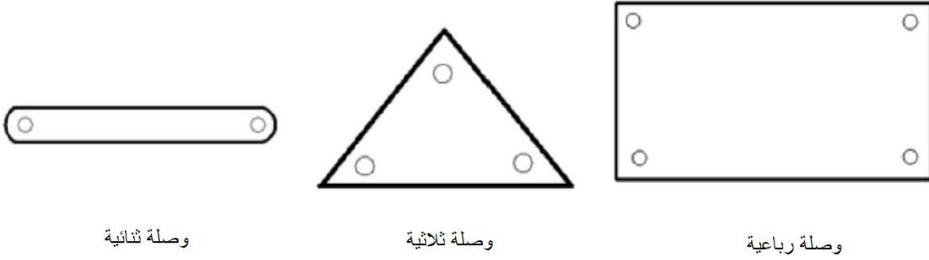
تتلقى معظم الآلات الطاقة الميكانيكية، وتقوم بتعديلها بحيث يمكن استخدام الطاقة للقيام ببعض المهام المحددة، المصممة من أجلها، ومن الأمثلة الشائعة على هذه الآلات الرافعة، والمخرطة، والرافعة اللولبية، وما إلى ذلك.

ويتطلب تحويل الطاقة وتعديلها داخل الآلة إدراج عدد من الأجزاء (الوصلات أو العناصر) التي تم اختيارها بحيث تنتج الحركة المطلوبة وتحمل بأمان القوى التي تتعرض لها حتى تتمكن الآلة من أداء مهمتها بنجاح.

لكل آلية مخرجات خاصة بها عند تشغيلها، ويتم تحليل الآلية عن طريق حساب الموقع والسرعة والتسارع في نقاط مختلفة على الآليات، ومن أجل تحليل السرعة والتسارع عند أية نقطة من الآلية لا نحتاج إلى حساب القوى والضغط المؤثرة في أجزاء الآلية. وبمعنى آخر، عند تحليل حركة آلية معينة، لا نحتاج إلى النظر في مساحة المقطع العرضي أو قوة الأجزاء في تلك الآلية. كما أنه لا يهم ما إذا كانت الأجزاء مصنوعة من الحديد الزهر أو الخشب أو أي شيء آخر لدراستها وتحليل حركتها.

توجد عدة أنواع من الوصلات (الأجسام) منها [1]، ويوضح الشكل (1) بعض أنواع هذه الوصلات:

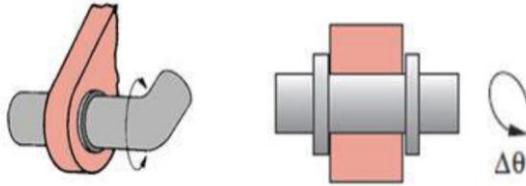
- 1- الوصلات الثنائية (القضبان).
- 2- الوصلة الثلاثية (الجسم المثلث).
- 3- الوصلة الرباعية.



الشكل 1 - المفصل الحركي الدوراني

وقد تم اختيار وصلتين ثلاثيتين وأربعة وصلات ثنائية بالإضافة إلى الجسم الثابت لتكوين الآلة المطلوبة.

أما عن المفصل الحركية فقد تم استخدام مفصل دورانية [1] وهي مفصل تتيح للجسم الدوران حول محور ثابت بزاوية مستوية محددة، موضحة بالشكل رقم (2).



الشكل 2 - المفصل الحركي الدوراني

أهمية البحث:

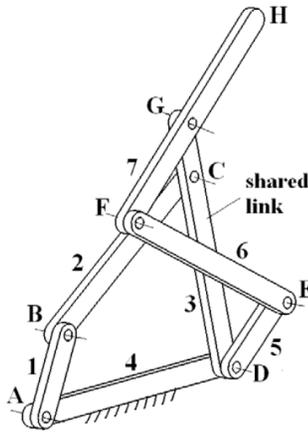
إن التحليل الحركي للآلية يمكّن من معرفة مسار حركة الجسم الخاص (أي الجسم المقود) تبعاً لحركة الجسم القائد (الذي يتعشق معه المحرك)، ويوضح معادلات الإزاحة والسرعة والتسارع للنقطة الخاصة أي النقطة المدروسة والتي ستؤدي حركة الخرج للآلية. بحيث يتمكن الصناعيون من استخدام حركة هذه النقطة لأداء غرض معين، فمثلاً:

حركة ذراع روبوتية وفق مسار محدد لنقل مادة معينة من مكان إلى مكان. أو تحريك أداة القطع لآلة مبرمجة بحيث تزيد من قابلية التصنيع وفق مسارات أكثر تعقيداً.

الدراسات المرجعية:

- في عام 2010، قام الباحثان *Jian S. Dai* و *Guowu Wei* [2] بتحليل هندسي وحركي (كينماتيكي) لميكانيزم مؤلف من سبعة قضبان ذي ثلاث مفاصل ثابتة دورانية مركبة، حيث تم اعتماد نظام تصنيف قائم على معيار قابلية الدوران بأنواعه المختلفة مستخرج من التغيرات في بارامترات الوصلة وفضاءات العمل والتفرد والتوزع الإيزوتروبي. وقد تم تطوير معادلات الصيغة باستخدام معادلتين تحليليتين للقضبان الأربعة على الترتيب من أجل التحليل الهندسي للميكانيزم. حيث تم التوصل من خلال البحث إلى المصفوفات اليعقوبية للميكانيزم، وعرض التحليل الحركي له، من أجل اختبار فضاء العمل والتفرد والتوزع الإيزوتروبي. يبين الشكل (1) الميكانيزم ذي الوصلات السبع والمفاصل الثلاث الثابتة الذي اقترحه الباحثان:

Jian S. Dai و *Guowu Wei*.



الشكل 2 - ميكانيزم ذي سبع وصلات وثلاثة مفاصل ثابتة [2]

- استخدم *Greenough* و *Brashaw* [3] ميكانيزماً ذا سبعة قضبان كنظام وصلات هجين لتوليد حركة ثابتة، وبينت النتائج أن الطاقة المطلوبة لمحرك السيرفو بالحد الأدنى مقارنةً مع تلك المطلوبة لقيادة الحمل مباشرةً.
 - افترض *Kirecci* و *Dugler* [4,5] مفعلاً هجيناً وتحديداً ترتيب مؤلف من ميكانيزم ذي سبع وصلات ودرجتي حرية مسطح (مستوي) بمحركين أحدهما ذو سرعة ثابتة والآخر سيرفو. لقد درسنا السلوك الديناميكي للمفعل الهجين بتطبيق محاكاة عددية للمنظومة ككل. علاوةً على ذلك، تم تطبيق ميكانيك لاغرانج لاشتقاق معادلات الحركة. كما تم تمثيل ما طُوّر باستخدام نظام التحكم التكاملي التفاضلي التناسبي *PID* فيما يخص قدرة النموذج وذلك تبعاً لنتائج المحاكاة. يمكن للمفعل الهجين أن يوفر مقداراً كبيراً من الطاقة عندما يتم تخفيض عزم عطالته إلى الحد الأدنى المطلوب. تعتمد الكلفة الأولية للمفعل على الطاقة المطلوبة للآلة المعطاة، وتبين أن متطلبات الطاقة الأعلى تنقص الكلفة النسبية للمفعل الهجين إذا ما قورنت بنظام قيادة سيرفو مباشر.
 - قدّم *Seth* و *Vaddi* [6,7] سمة توليد التوابع القابلة للبرمجة. ففي البداية درسنا ميكانيزماً ذا خمسة قضبان ودرجتي حرية والتي تعد القاعدة التي على أساسها يمكن تركيب ميكانيزمات توليد توابع قابلة للبرمجة. وفي التقارير المتعلقة بذلك تمت نوقشت الاعتبارات التصميمية والكينماتيكية المقرر وأبعاد الوصلات، ونقاط الوصل واختيار الدخل التحكمي. في المرحلة الثانية بحث *Seth* و *Vaddi* في مولدة توابع قابلة للبرمجة لنقل الخرج، ذات سبع قضبان.
- لقد عرضنا نتائج المحاكاة على تخفيض تسارع السيرفو الأعظمي، وعزم السيرفو الأعظمي وجذر متوسط المربعات *RMS* لعزم السيرفو. وجميعها تقترح أن

التخفيض الكبير في القيم العظمى للمتغيرات المختارة ممكنة من خلال المسارات المثلى.

- أجرى الباحثان *Hui Li* و *Yuping Zhang* [8,9,10] دراسة حول مكبس ميكانيكي ذي سبعة قضبان بميكانيزم مقود هجين من أجل السحب العميق. من خلال التصميم المناسب لحركة الدخل الخاصة بمحرك السيرفو، يمكن للمنزلق أن يمر من خلال المسارات المرغوبة. إن مكبس تشكيل المعادن هو إحدى الآلات الأكثر شيوعاً المستخدمة في الصناعة، لكن مكبس عمود المرفق (الكرنك) مع وصلات كرنك انزلاقية غير مناسب للسحب العميق، نظراً لكونه يفنقر لسرعة العمل الثابتة. وللحصول على سرعة عمل ثابتة فإن مصنعي المكبس الميكانيكي طوروا مكابس متعددة الوصلات، هذه الاختراعات بشكل خاص، ركزت على سرعتي الاقتراب والعودة. لتبطيء سرعة المنزلق في الشوط العامل، من الضروري أن نحصل على سرعات عمل مستقرة أو أن نجعل مواصفات شوط التحميل مناسبة لتطبيقات خاصة، ولكن المكابس ذات الوصلات المتعددة تفنقر إلى المرونة المطلوبة من أجل عمليات السحب المختلفة. ومن أجل الحصول على ميزات شوط تحميل مناسبة فإن العديد من الباحثين طوروا مكبساً مرناً يستخدم محرك سيرفو كمحرك أولي. تم تحسين أبعاد الوصلات وقواعد الحركة للمحرك التخيديمي (السيرفو) إلى الحالة المثالية. كما تم تمثيل المزايا المرنة لمكبس السحب المقود بشكل هجين من خلال ثلاثة أمثلة مثالية. حيث تؤكد النتائج المثالية ميزات المكبس الميكانيكي ذي القضبان السبعة المقود بشكل هجين، كالمرونة في التحكم بسرعات المنزلق والأشواط القابلة للضبط من أجل عمليات السحب. وقد تم تحسين هذا الميكانيزم إلى الحالة المثالية على مرحلتين، حيث تم أولاً تحسين البارامترات الهندسية للمكبس،

وتبع ذلك بارامترات الحركة. وعلى هذه الأسس وتحسين حركة الدخل بشكل مناسب لمحرك السيرفو، تم الحصول على حركات الخرج المرغوبة المختلفة.

خلال الدراسات المرجعية السابقة تم التركيز على عدة نقاط منها:

- دراسة الحركة لميكانيزمات بسيطة رباعية وخماسية.
- دراسة ميكانيزمات باستخدام نظرية البيان ونظرية الآلات.
- تغيير أشكال الميكانيزمات مما يغير أشكال الحلقات وعددها.
- تغيير عدد المفاصل الثابتة وعدد الوصلات.
- إيجاد العلاقات الرياضية والمصفوفات النازمة للميكانيزمات المدروسة.
- تطبيق الميكانيزمات على ذراع روبوتية.

ومنه تم التوصل إلى هدف البحث.

3. هدف البحث:

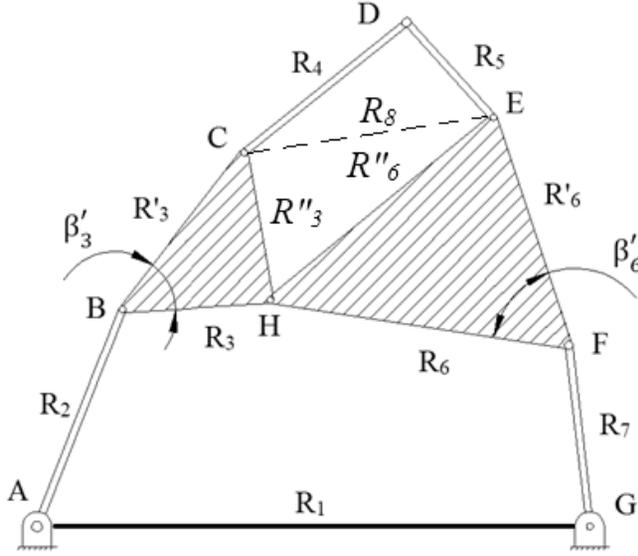
دراسة حركة منظومة مستوية مولدة بآلية سباعية واستنتاج معادلات الإزاحة والسرعة والتسارع لهذه المنظومة.

4. مواد وطرق البحث:

اعتمد البحث على الدراسة الرياضية للحركة واتم استخدام برنامج *Mathematica* لتبسيط الحلول الرياضية برمجياً.

5. التحليل الحركي:

يتضمن هذا الفصل وصفاً تحليلياً رياضياً لحركة الآلة السباعية المبينة بالشكل (3) حيث أن دوران الجسم القائد وهو الجسم المتصل بمنبع الحركة سينقل الحركة لباقي أجزاء الآلة التي سنسميها أجسام مقودة، بما فيها الجسم الخاص المختار، الذي تؤدي النقطة الخاصة منه الدور الأساسي في عمل هذه الآلة.



الشكل 3 - الآلة السباعية المدروسة

إذا تم وصل عدد من الأجسام بمفاصل دورانية، يمكن الحصول على سلسلة حركية، وإذا تُبنت إحدى وصلات السلسلة، يتم الحصول على الآلية (أو ما يسمى: التركيبة الآلية) وعندها يمكن استعمال المجموعة الناتجة في نقل الحركة أو تحويلها.

تتألف الآلة من تركيبة آلية واحدة أو مجموعة تركيبات آلية، قادرة على نقل الطاقة أو تحويلها من مصدر الطاقة إلى المقاومة المراد التغلب عليها بغية أداء عمل معين، وبالتالي يجب أن تقوم الآلة بنقل حركة نسبية محددة، وفائدتها محصورة في قدرتها على تحويل الطاقة المعطاة لها، وجعلها صالحة للقيام بغرض معين، بينما يتم التركيز في التركيبة الآلية فقط على قدرتها على نقل حركة معينة، وقد لا تنتقل كمية محسوسة من

الطاقة، بينما يجب على الآلة أن تنقل كمية محسوسة منها، فالآلة إذاً هي التنفيذ العملي للتركيبة الآلية.

وبالتالي كل الآلات تركيبات آلية [11]، لكن العكس ليس بالضرورة أن يكون صحيحاً، لأن بعض الأجهزة الدقيقة كالساعات والآلات الكاتبة، تقع وفقاً للتعريف على الحد الفاصل بين الآلات والتركيبات الآلية، لكنه من الأكثر ملاءمة تصنيفها كتركيبات آلية، لأنها تنقل طاقة صغيرة تكفي فقط للتغلب على الاحتكاك وإعطاء الحركة النسبية المطلوبة، أي: إن العمل المفيد هو تغيير الأوضاع النسبية للأجزاء دون الحاجة إلى أداء عمل خارجي، فالآلة إذاً بمفهومها العملي يجب أن تنقل كمية محسوسة من الطاقة، كافية لأداء عمل خارجي معين، والتغلب على المقاومات المؤثرة في أجزائها المتحركة.

يمكن في الآلة الحصول على حركة دورانية نتيجة دوران الوصلة القائمة، وسيتم البحث في تحديد الخواص الحركية للآلة بشكل مستقل عن القوى والعزوم المؤثرة في وصلاتها ويشمل تحليلنا الحركي للآلية تعيين الميزات الأساسية لهذه الحركة وهي الإزاحة الزاوية أو منحنى الحركة والسرعة والتسارع الزاوي لها.

إن الآلة السباعية المختارة هي آلة مستوية تتحرك جميع نقاطها في مستوٍ واحد نسميه مستوي الحركة وسنفرض أن أجسام الآلة هي أجسام صلبة أي أن المسافة بين أي نقطتين على أي جسم تبقى ثابتة بمرور الزمن، إن للآلة المدروسة درجة حرية واحدة، وتتألف من سبعة أجسام متصلة فيما بينها بثمانية مفاصل دورانية، يدور كل مفصل من هذه المفاصل حول محور عمودي على المستوي الذي تتحرك فيه الآلة.

تكون الحركة النسبية بين وصلات تركيبية آلية مقيدة تقييداً تاماً، لذلك فإن إزاحة جسم ما من هذه التركيبية بحركة معينة، تنتج عنها إزاحات متناسبة للأجسام الأخرى، ويمكن

توصيف الحركة النسبية للأجسام بدلالة الإزاحات والسرعات والتسارعات الزاوية لهذه
الوصلات بالنسبة للوصلة الثابتة بعدة طرق أهمها:

1- طريقة الجسم الشبيه بالصلب [12,13].

2- تحليل متجهات الحركة بتطبيق علاقات الأعداد المركبة: تعتمد هذه الطريقة
على علاقات وقوانين الأعداد المركبة، وتساعد في تبسيط تحليل الحركة في
الآليات المعقدة، وكذلك في وضع الهيكل الرياضي اللازم لإعداده للحاسوب
[14].

3- التمثيل التخطيطي لمعادلات الحركة النسبية: وذلك بتعيين ميل المماس لمنحنى
الإزاحة عند نقاط متعددة، كذلك الأمر بالنسبة لإنشاء منحنى التسارع من
تفاضل منحنى السرعة بالنسبة للزمن.

ولكن وبما أن مسارات حركة نقاط بعض الوصلات أو كلها في الحالة العامة
مسارات منحنية، فإن متجه السرعة عندئذٍ متغير القيمة والاتجاه، كما أن متجه
التسارع تنتج له مركبتان، إحداها مماسة للمسار والأخرى ناظمية باتجاه مركز
الانحناء، بينما يمثل تفاضل المنحنيات بهذه الطريقة قيم كل من السرعة
والتسارع المماسي فقط دون تحديد الاتجاه، وبالتالي تقيد هذه الطريقة بشكل
أكبر في حال كان مسار الحركة مستقيماً، بالإضافة إلى أن دقة نتائج هذه
الطريقة تعتمد إلى حد كبير على دقة رسم المماسات عند نقاط منحنى الإزاحة،
وعلى تباعد هذه النقاط على المنحنى، مع ملاحظة أن الخطأ النسبي من رسم
منحنى إلى آخر هو خطأ تراكمي يصل في الحالات العادية إلى حوالي 20%.

4- التحليل الرياضي لمعادلات الحركة النسبية لجملة محاور إحداثية ثابتة: تقوم على تحليل معادلات حركة عناصر التركيبات الآلية بإسقاط معادلاتي السرعة والتسارع الموافقة لها على محورين متعامدين للحصول على معادلتين نحدد بهما ميزات حركة كل نقطة والوصلة التي تنتمي إليها، وتعد هذه الطريقة الأكثر دقة وشمولية لدراسة حركة التركيبات الآلية، وستتم الدراسة الحالية وفقاً لهذه الطريقة.

تتألف الآلة السباعية المدروسة المبينة في الشكل (66) من جسمين ثلاثيين وأربعة أجسام ثنائية بالإضافة إلى الجسم الصفري (الثابت)، نرمز لأجسام الآلة حسب الجدول (1) :

الجدول 1- أجسام الآلة

الجسم	AG	AB	BH	BC	CH	CD	DE	HF	EF	HE	FG
رمزه	R ₁	R ₂	R ₃	R' ₃	R'' ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R' ₆	R'' ₆	R ₇

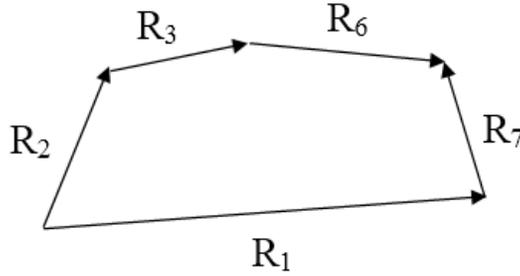
حيث: $R_1 = \text{const}$, $\beta'_3 = \text{const}$, $\beta'_6 = \text{const}$

أما R_8 فهي المسافة بين النقطتين C, E في لحظة معينة، حيث يتم الحصول على المتجه \vec{R}_8 بجمع المتجهين \vec{R}''_3 و \vec{R}''_6 .

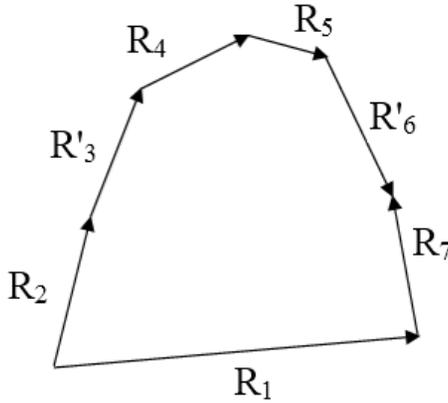
وعلى اعتبار أن الجسم القائد هو الجسم الثاني والجسم الخاص هو الجسم الرابع والنقطة الخاصة للآلة هي النقطة D .

تعتمد فكرة الحل على استنتاج معادلات الإزاحة الزاوية بدلالة زاوية الجسم القائد، ثم اشتقاق هذه المعادلات للحصول على معادلات السرعة الزاوية والتسارع الزاوي.

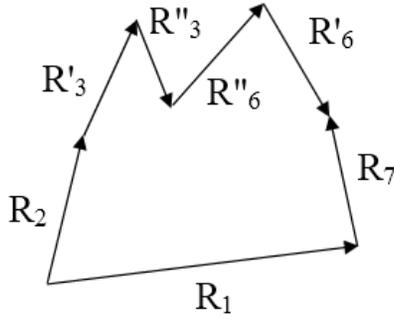
ومن أجل الحصول على الحل، يجب أن يتساوى عدد المجاهيل مع عدد المعادلات، لذا تم افتراض وجود ثلاث حلقات مغلقة مرقمة من الأولى وحتى الثالثة، ومبينة بالأشكال (4، 5، 6) على الترتيب:



الشكل 4 - الحلقة الأولى

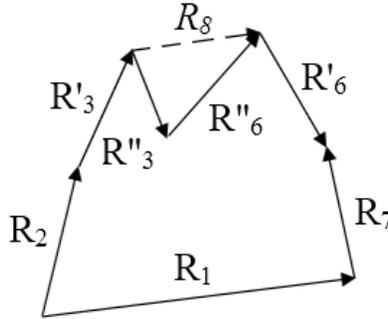


الشكل 5 - الحلقة الثانية



الشكل 6 - الحلقة الثالثة

كما يبين الشكل (7) المتجه الوهمي \vec{R}_8 لذي أضيف للحلقة الثالثة لتبسيط الحل:



الشكل 7 - الحلقة الثالثة

فيكون الحل كالآتي:

تعطى الحلقة المغلقة الأولى بالعلاقة التالية:

$$\vec{R}_1 + \vec{R}_7 - \vec{R}_6 - \vec{R}_3 - \vec{R}_2 = \vec{0} \dots (1)$$

تعطى الحلقة المغلقة الثانية بالعلاقة التالية:

$$\vec{R}_1 + \vec{R}_7 - \vec{R}'_6 - \vec{R}_5 - \vec{R}_4 - \vec{R}'_3 - \vec{R}_2 = \vec{0} \dots (2)$$

تعطى الحلقة المغلقة الثالثة بالعلاقة التالية:

$$\vec{R}_1 + \vec{R}_7 - \vec{R}'_6 - \vec{R}''_6 - \vec{R}''_3 - \vec{R}'_3 - \vec{R}_2 = \vec{0} \dots (3)$$

نفرض أن:

$$\vec{R}_8 = \vec{R}''_6 + \vec{R}''_3 \dots (4)$$

تصبح لدينا العلاقة (3) بالشكل الآتي:

$$\vec{R}_1 + \vec{R}_7 - \vec{R}'_6 - \vec{R}_8 - \vec{R}'_3 - \vec{R}_2 = \vec{0} \dots (5)$$

بإسقاط العلاقة (1) على محوري الجملة الإحداثية:

$$R_1 \cos \theta_1 + R_7 \cos \theta_7 - R_6 \cos \theta_6 - R_3 \cos \theta_3 - R_2 \cos \theta_2 = 0 \dots (6)$$

$$R_1 \sin \theta_1 + R_7 \sin \theta_7 - R_6 \sin \theta_6 - R_3 \sin \theta_3 - R_2 \sin \theta_2 = 0 \dots (7)$$

بإسقاط العلاقة (2) على محوري الجملة الإحداثية:

$$R_1 \cos \theta_1 + R_7 \cos \theta_7 - R'_6 \cos(\beta'_6 - \theta_6) - R_5 \cos \theta_5 - R_4 \cos \theta_4 - R'_3 \cos(\theta_3 + \beta'_3) - R_2 \cos \theta_2 = 0 \dots (8)$$

$$R_1 \sin \theta_1 + R_7 \sin \theta_7 - R'_6 \sin(\beta'_6 - \theta_6) - R_5 \sin \theta_5 - R_4 \sin \theta_4 - R'_3 \sin(\theta_3 + \beta'_3) - R_2 \sin \theta_2 = 0 \dots (9)$$

بإسقاط العلاقة (5) على محوري الجملة الإحداثية:

$$R_1 \cos \theta_1 + R_7 \cos \theta_7 - R'_6 \cos(\beta'_6 - \theta_6) - R_8 \cos \theta_8 - R'_3 \cos(\theta_3 + \beta'_3) - R_2 \cos \theta_2 = 0 \dots (10)$$

$$R_1 \sin \theta_1 + R_7 \sin \theta_7 - R'_6 \sin(\beta'_6 - \theta_6) - R_8 \sin \theta_8 - R'_3 \sin(\theta_3 + \beta'_3) - R_2 \sin \theta_2 = 0 \dots (11)$$

بترتيب وجمع العلاقتين (6) و(7):

$$\begin{aligned} & -2R_2R_1 \cos(\theta_1 - \theta_2) - 2R_3R_1 \cos(\theta_1 - \theta_3) - 2R_6R_1 \cos(\theta_1 - \theta_6) + \\ & 2R_7R_1 \cos(\theta_1 - \theta_7) + 2R_2R_3 \cos(\theta_2 - \theta_3) + 2R_2R_6 \cos(\theta_2 - \theta_6) + \\ & 2R_3R_6 \cos(\theta_3 - \theta_6) - 2R_2R_7 \cos(\theta_2 - \theta_7) - 2R_3R_7 \cos(\theta_3 - \theta_7) - \\ & 2R_6R_7 \cos(\theta_6 - \theta_7) + R_1^2 + R_2^2 + R_3^2 + R_6^2 + R_7^2 = 0 \dots (12) \end{aligned}$$

بقسمة العلاقتين (6) و(7):

$$\theta_3 = \arctan\left(\frac{R_1 \sin \theta_1 + R_7 \sin \theta_7 - R_6 \sin \theta_6 - R_2 \sin \theta_2}{R_1 \cos \theta_1 + R_7 \cos \theta_7 - R_6 \cos \theta_6 - R_2 \cos \theta_2}\right) \dots (13)$$

بترتيب وجمع العلاقتين (8) و(9):

$$\begin{aligned} & 2R_1R'_3 \cos(-\beta'_3 + \theta_1 - \theta_3) - 2R_1R'_6 \cos(-\beta'_6 + \theta_1 + \theta_6) \\ & + 2R_2R'_3 \cos(-\beta'_3 + \theta_2 - \theta_3) + 2R_4R'_3 \cos(\beta'_3 + \theta_3 - \theta_4) \\ & + 2R_5R'_3 \cos(\beta'_3 + \theta_3 - \theta_5) - 2R_7R'_3 \cos(\beta'_3 + \theta_3 - \theta_7) \\ & + 2R_2R'_6 \cos(-\beta'_6 + \theta_2 + \theta_6) \\ & + 2R_4R'_6 \cos(-\beta'_6 + \theta_4 + \theta_6) \\ & + 2R_5R'_6 \cos(-\beta'_6 + \theta_5 + \theta_6) \\ & - 2R_7R'_6 \cos(-\beta'_6 + \theta_6 + \theta_7) \\ & + 2R'_3R'_6 \cos(\beta'_3 - \beta'_6 + \theta_3 + \theta_6) + (R'_3)^2 + (R'_6)^2 \\ & - 2R_2R_1 \cos(\theta_1 - \theta_2) - 2R_4R_1 \cos(\theta_1 - \theta_4) \\ & - 2R_5R_1 \cos(\theta_1 - \theta_5) + 2R_7R_1 \cos(\theta_1 - \theta_7) \\ & + 2R_2R_4 \cos(\theta_2 - \theta_4) + 2R_2R_5 \cos(\theta_2 - \theta_5) \\ & + 2R_4R_5 \cos(\theta_4 - \theta_5) - 2R_2R_7 \cos(\theta_2 - \theta_7) \\ & - 2R_4R_7 \cos(\theta_4 - \theta_7) - 2R_5R_7 \cos(\theta_5 - \theta_7) + R_1^2 + R_2^2 \\ & + R_4^2 + R_5^2 + R_7^2 = 0 \dots (14) \end{aligned}$$

بقسمة العلاقتين (8) و(9):

$$\theta_5 = \arctan\left(\frac{R_1 \sin \theta_1 + R_7 \sin \theta_7 - R'_6 \sin(\beta'_6 - \theta_6) - R_4 \sin \theta_4 - R'_3 \sin(\theta_3 + \beta'_3) - R_2 \sin \theta_2}{R_1 \cos \theta_1 + R_7 \cos \theta_7 - R'_6 \cos(\beta'_6 - \theta_6) - R_4 \cos \theta_4 - R'_3 \cos(\theta_3 + \beta'_3) - R_2 \cos \theta_2}\right) \dots (15)$$

بترتيب وجمع العلاقتين (10) و(11):

$$\begin{aligned} & R_2 R'_3 \sin(-\beta'_3 + \theta_2 - \theta_3) + R_2 R'_3 \sin(\beta'_3 + \theta_2 + \theta_3) + R_2 R'_6 \sin(-\beta'_6 + \theta_2 + \theta_6) + R_2 R'_6 \sin(\beta'_6 + \theta_2 - \theta_6) - 2R_1 R'_3 \cos(-\beta'_3 + \theta_1 - \theta_3) - \\ & 2R_1 R'_6 \cos(-\beta'_6 + \theta_1 + \theta_6) + R_2 R'_3 \cos(-\beta'_3 + \theta_2 - \theta_3) - R_2 R'_3 \cos(\beta'_3 + \theta_2 + \theta_3) - 2R_7 R'_3 \cos(\beta'_3 + \theta_3 - \theta_7) + 2R_8 R'_3 \cos(\beta'_3 + \theta_3 - \theta_8) + \\ & R_2 R'_6 \cos(-\beta'_6 + \theta_2 + \theta_6) - R_2 R'_6 \cos(\beta'_6 + \theta_2 - \theta_6) - 2R_7 R'_6 \cos(-\beta'_6 + \theta_6 + \theta_7) + 2R_8 R'_6 \cos(-\beta'_6 + \theta_6 + \theta_8) + \\ & 2R'_3 R'_6 \cos(\beta'_3 - \beta'_6 + \theta_3 + \theta_6) + (R'_3)^2 + (R'_6)^2 + R_2 R_1 \sin(\theta_1 - \theta_2) - R_2 R_1 \sin(\theta_1 + \theta_2) - R_2 R_7 \sin(\theta_2 - \theta_7) - R_2 R_7 \sin(\theta_2 + \theta_7) + \\ & R_2 R_8 \sin(\theta_2 - \theta_8) + R_2 R_8 \sin(\theta_2 + \theta_8) - R_2 R_1 \cos(\theta_1 - \theta_2) + R_2 R_1 \cos(\theta_1 + \theta_2) + 2R_7 R_1 \cos(\theta_1 - \theta_7) - 2R_8 R_1 \cos(\theta_1 - \theta_8) - \\ & R_2^2 \cos(2\theta_2) - R_2 R_7 \cos(\theta_2 - \theta_7) + R_2 R_7 \cos(\theta_2 + \theta_7) + R_2 R_8 \cos(\theta_2 - \theta_8) - R_2 R_8 \cos(\theta_2 + \theta_8) - 2R_7 R_8 \cos(\theta_7 - \theta_8) + R_1^2 + R_2^2 + R_7^2 + R_8^2 = \\ & 0 \dots (16) \end{aligned}$$

بقسمة العلاقتين (10) و(11):

$$\theta_8 = \arctan\left(\frac{R_1 \sin \theta_1 + R_7 \sin \theta_7 - R'_6 \sin(\beta'_6 - \theta_6) - R'_3 \sin(\theta_3 + \beta'_3) - R_2 \sin \theta_2}{R_1 \cos \theta_1 + R_7 \cos \theta_7 - R'_6 \cos(\beta'_6 - \theta_6) - R'_3 \cos(\theta_3 + \beta'_3) - R_2 \cos \theta_2}\right) \dots (17)$$

من العلاقات السابقة نستنتج أن جميع المجاهيل يمكن كتابتها بدلالة الزاوية θ_2 .

وبفرض أن:

$$\dot{\theta}_{n2} = \frac{d\theta_n}{d\theta_2} \quad (n = 3,4,5,6,7,8) \dots (18)$$

باشتقاق العلاقات السابقة نجد:

$$-R_7 \sin \theta_7 \dot{\theta}_{72} + R_6 \sin \theta_6 \dot{\theta}_{62} + R_3 \sin \theta_3 \dot{\theta}_{32} + R_2 \sin \theta_2 = 0 \dots (19)$$

$$R_7 \cos \theta_7 \dot{\theta}_{72} - R_6 \cos \theta_6 \dot{\theta}_{62} - R_3 \cos \theta_3 \dot{\theta}_{32} - R_2 \cos \theta_2 = 0 \dots (20)$$

$$\begin{aligned} -R_7 \sin \theta_7 \dot{\theta}_{72} - R'_6 \sin(\beta'_6 - \theta_6) \dot{\theta}_{62} + R_5 \sin \theta_5 \dot{\theta}_{52} \\ + R_4 \sin \theta_4 \dot{\theta}_{42} + R'_3 \sin(\theta_3 + \beta'_3) \dot{\theta}_{32} + R_2 \sin \theta_2 \\ = 0 \dots (21) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_7 \cos \theta_7 \dot{\theta}_{72} + R'_6 \cos(\beta'_6 - \theta_6) \dot{\theta}_{62} - R_5 \cos \theta_5 \dot{\theta}_{52} \\ - R_4 \cos \theta_4 \dot{\theta}_{42} - R'_3 \cos(\theta_3 + \beta'_3) \dot{\theta}_{32} - R_2 \cos \theta_2 \\ = 0 \dots (22) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -R_7 \sin \theta_7 \dot{\theta}_{72} - R'_6 \sin(\beta'_6 - \theta_6) \dot{\theta}_{62} + R_8 \sin \theta_8 \dot{\theta}_{82} \\ + R'_3 \sin(\theta_3 + \beta'_3) \dot{\theta}_{32} + R_2 \sin \theta_2 = 0 \dots (23) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_7 \cos \theta_7 \dot{\theta}_{72} + R'_6 \cos(\beta'_6 - \theta_6) \dot{\theta}_{62} - R_8 \cos \theta_8 \dot{\theta}_{82} \\ - R'_3 \cos(\theta_3 + \beta'_3) \dot{\theta}_{32} - R_2 \cos \theta_2 = 0 \dots (24) \end{aligned}$$

مع ملاحظة أن كلاً من المقدارين $R_1 = AG, \theta_1$ هو مقدار ثابت وبالتالي مشتقه

معدوم.

باستخدام المصفوفات نكتب العلاقات (19)، (20)، (23)، (24) بالشكل الآتي:

$$\begin{pmatrix} 0 & -\sin(\theta_7)R_7 & \sin(\theta_6)R_6 & \sin(\theta_3)R_3 \\ 0 & \cos(\theta_7)R_7 & -\cos(\theta_6)R_6 & -\cos(\theta_3)R_3 \\ \sin(\theta_8)R_8 & -\sin(\theta_7)R_7 & \sin(\theta_6 - \beta'_6)R'_6 & \sin(\theta_3 + \beta'_3)R'_3 \\ -\cos(\theta_8)R_8 & \cos(\theta_7)R_7 & \cos(\theta_6 - \beta'_6)R'_6 & -\cos(\theta_3 + \beta'_3)R'_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dot{\theta}_{82} \\ \dot{\theta}_{72} \\ \dot{\theta}_{62} \\ \dot{\theta}_{32} \end{pmatrix} \\ = \begin{pmatrix} -R_2 \sin \theta_2 \\ R_2 \cos \theta_2 \\ -R_2 \sin \theta_2 \\ R_2 \cos \theta_2 \end{pmatrix} \dots (25)$$

ويحل المعادلات السابقة نحصل على الحل الآتي:

$$\begin{pmatrix} \frac{R_2 \sin(\theta_2 - \theta_7)(R_3(R'_6 \sin(-\beta'_6 + \theta_3 + \theta_6) + R_6 \sin(\theta_3 - \theta_6)) - R'_3(R'_6 \sin(\beta'_3 - \beta'_6 + \theta_3 + \theta_6) + R_6 \sin(\beta'_3 + \theta_3 - \theta_6)))}{R_8(R_6 \sin(\theta_6 - \theta_7)R'_3 \sin(\beta'_3 + \theta_3 - \theta_8) + R_3(R_6 \sin(\theta_3 - \theta_6) \sin(\theta_7 - \theta_8) - \sin(\theta_3 - \theta_7)R'_6 \sin(-\beta'_6 + \theta_6 + \theta_8)))} \\ \frac{R_2(R_3(\sin(\theta_2 - \theta_3)R'_6 \sin(-\beta'_6 + \theta_6 + \theta_8) + R_6 \sin(\theta_3 - \theta_6) \sin(\theta_2 - \theta_8)) - R_6 \sin(\theta_2 - \theta_6)R'_3 \sin(\beta'_3 + \theta_3 - \theta_8))}{R_7(R_6 \sin(\theta_6 - \theta_7)R'_3 \sin(\beta'_3 + \theta_3 - \theta_8) + R_3(R_6 \sin(\theta_3 - \theta_6) \sin(\theta_7 - \theta_8) - \sin(\theta_3 - \theta_7)R'_6 \sin(-\beta'_6 + \theta_6 + \theta_8)))} \\ \frac{R_2 \sin(\theta_2 - \theta_7)(R_3 \sin(\theta_3 - \theta_8) - R'_3 \sin(\beta'_3 + \theta_3 - \theta_8))}{R_6 \sin(\theta_6 - \theta_7)R'_3 \sin(\beta'_3 + \theta_3 - \theta_8) + R_3(R_6 \sin(\theta_3 - \theta_6) \sin(\theta_7 - \theta_8) - \sin(\theta_3 - \theta_7)R'_6 \sin(-\beta'_6 + \theta_6 + \theta_8))} \\ \frac{R_2 \sin(\theta_2 - \theta_7)(R'_6 \sin(-\beta'_6 + \theta_6 + \theta_8) - R_6 \sin(\theta_6 - \theta_8))}{R_6 \sin(\theta_6 - \theta_7)R'_3 \sin(\beta'_3 + \theta_3 - \theta_8) + R_3(R_6 \sin(\theta_3 - \theta_6) \sin(\theta_7 - \theta_8) - \sin(\theta_3 - \theta_7)R'_6 \sin(-\beta'_6 + \theta_6 + \theta_8))} \end{pmatrix} \dots (26)$$

بالعودة إلى المعادلة (21)، (22) نحصل على:

$$\begin{aligned} R_5 \sin \theta_5 \dot{\theta}_{52} + R_4 \sin \theta_4 \dot{\theta}_{42} \\ = R_7 \sin \theta_7 \dot{\theta}_{72} + R'_6 \sin(\beta'_6 - \theta_6) \dot{\theta}_{62} \\ - R'_3 \sin(\theta_3 + \beta'_3) \dot{\theta}_{32} - R_2 \sin \theta_2 \dots (27) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_5 \cos \theta_5 \dot{\theta}_{52} + R_4 \cos \theta_4 \dot{\theta}_{42} \\ = R_7 \cos \theta_7 \dot{\theta}_{72} + R'_6 \cos(\beta'_6 - \theta_6) \dot{\theta}_{62} \\ - R'_3 \cos(\theta_3 + \beta'_3) \dot{\theta}_{32} - R_2 \cos \theta_2 \dots (28) \end{aligned}$$

باستخدام المصفوفات نكتب العلاقات (27)، (28) بالشكل الآتي:

$$\begin{pmatrix} R_5 \sin \theta_5 & R_4 \sin \theta_4 \\ R_5 \cos \theta_5 & R_4 \cos \theta_4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dot{\theta}_{52} \\ \dot{\theta}_{42} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P \\ Q \end{pmatrix} \dots (29)$$

حيث:

$$P = R_7 \sin \theta_7 \dot{\theta}_{72} + R'_6 \sin(\beta'_6 - \theta_6) \dot{\theta}_{62} - R'_3 \sin(\theta_3 + \beta'_3) \dot{\theta}_{32} - R_2 \sin \theta_2 \dots (30)$$

$$Q = R_7 \cos \theta_7 \dot{\theta}_{72} + R'_6 \cos(\beta'_6 - \theta_6) \dot{\theta}_{62} - R'_3 \cos(\theta_3 + \beta'_3) \dot{\theta}_{32} - R_2 \cos \theta_2 \dots (31)$$

وبحل المعادلتين السابقتين نجد:

$$\begin{pmatrix} -\frac{\csc(\theta_5)(P \sin(\theta_5) \cos(\theta_4) - Q \sin(\theta_4) \sin(\theta_5))}{R_5(\sin(\theta_4) \cos(\theta_5) - \sin(\theta_5) \cos(\theta_4))} \\ \frac{P \cos(\theta_5) - Q \sin(\theta_5)}{R_4(\sin(\theta_4) \cos(\theta_5) - \sin(\theta_5) \cos(\theta_4))} \end{pmatrix} \dots (32)$$

بالاعتماد على العلاقات السابقة نستطيع حساب السرعة الزاوية لكل جسم:

$$w_j = \dot{\theta}_{j2}; j = 3,4,5,6,7$$

باشتقاق العلاقات (19)، (20)، (21)، (22)، (23)، (24) نحصل على:

$$\begin{aligned} -R_7 \sin \theta_7 \ddot{\theta}_{72} + R_6 \sin \theta_6 \ddot{\theta}_{62} + R_3 \sin \theta_3 \ddot{\theta}_{32} \\ = R_7 \cos \theta_7 \dot{\theta}_{72}^2 - R_6 \cos \theta_6 \dot{\theta}_{62}^2 - R_3 \cos \theta_3 \dot{\theta}_{32}^2 \\ - R_2 \cos \theta_2 \dots (33) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_7 \cos \theta_7 \ddot{\theta}_{72} - R_6 \cos \theta_6 \ddot{\theta}_{62} - R_3 \cos \theta_3 \ddot{\theta}_{32} \\ = R_7 \sin \theta_7 \dot{\theta}_{72}^2 - R_6 \sin \theta_6 \dot{\theta}_{62}^2 - R_3 \sin \theta_3 \dot{\theta}_{32}^2 \\ - R_2 \sin \theta_2 \dots (34) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& -R_7 \sin \theta_7 \ddot{\theta}_{72} - R'_6 \sin(\beta'_6 - \theta_6) \ddot{\theta}_{62} + R_5 \sin \theta_5 \ddot{\theta}_{52} \\
& + R_4 \sin \theta_4 \ddot{\theta}_{42} + R'_3 \sin(\theta_3 + \beta'_3) \ddot{\theta}_{32} \\
& = R_7 \cos \theta_7 \dot{\theta}_{72}^2 - R'_6 \cos(\beta'_6 - \theta_6) \dot{\theta}_{62}^2 \\
& - R_5 \cos \theta_5 \dot{\theta}_{52}^2 - R_4 \cos \theta_4 \dot{\theta}_{42}^2 \\
& - R'_3 \cos(\theta_3 + \beta'_3) \dot{\theta}_{32}^2 - R_2 \cos \theta_2 \dots (35)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& R_7 \cos \theta_7 \ddot{\theta}_{72} + R'_6 \cos(\beta'_6 - \theta_6) \ddot{\theta}_{62} - R_5 \cos \theta_5 \ddot{\theta}_{52} \\
& - R_4 \cos \theta_4 \ddot{\theta}_{42} - R'_3 \cos(\theta_3 + \beta'_3) \ddot{\theta}_{32} \\
& = R_7 \sin \theta_7 \dot{\theta}_{72}^2 - R'_6 \sin(\beta'_6 - \theta_6) \dot{\theta}_{62}^2 \\
& - R_5 \sin \theta_5 \dot{\theta}_{52}^2 - R_4 \sin \theta_4 \dot{\theta}_{42}^2 \\
& - R'_3 \sin(\theta_3 + \beta'_3) \dot{\theta}_{32}^2 - R_2 \sin \theta_2 \dots (36)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& -R_7 \sin \theta_7 \ddot{\theta}_{72} - R'_6 \sin(\beta'_6 - \theta_6) \ddot{\theta}_{62} + R_8 \sin \theta_8 \ddot{\theta}_{82} \\
& + R'_3 \sin(\theta_3 + \beta'_3) \ddot{\theta}_{32} \\
& = R_7 \cos \theta_7 \dot{\theta}_{72}^2 - R'_6 \cos(\beta'_6 - \theta_6) \dot{\theta}_{62}^2 \\
& - R_8 \cos \theta_8 \dot{\theta}_{82}^2 - R'_3 \cos(\theta_3 + \beta'_3) \dot{\theta}_{32}^2 \\
& - R_2 \cos \theta_2 \dots (37)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& R_7 \cos \theta_7 \ddot{\theta}_{72} + R'_6 \cos(\beta'_6 - \theta_6) \ddot{\theta}_{62} - R_8 \cos \theta_8 \ddot{\theta}_{82} \\
& - R'_3 \cos(\theta_3 + \beta'_3) \ddot{\theta}_{32} \\
& = R_7 \sin \theta_7 \dot{\theta}_{72}^2 - R'_6 \sin(\beta'_6 - \theta_6) \dot{\theta}_{62}^2 \\
& - R_8 \sin \theta_8 \dot{\theta}_{82}^2 - R'_3 \sin(\theta_3 + \beta'_3) \dot{\theta}_{32}^2 \\
& - R_2 \sin \theta_2 \dots (38)
\end{aligned}$$

حيث:

$$\ddot{\theta}_{n2} = \frac{d^2 \theta_n}{d\theta_2^2} \quad (n = 3, 4, 5, 6, 7, 8) \dots (39)$$

باستخدام المصفوفات نكتب العلاقات (33)، (34)، (37)، (38) بالشكل الآتي:

$$\begin{pmatrix} 0 & -\sin(\theta_7)R_7 & \sin(\theta_6)R_6 & \sin(\theta_3)R_3 \\ 0 & \cos(\theta_7)R_7 & -\cos(\theta_6)R_6 & -\cos(\theta_3)R_3 \\ \sin(\theta_8)R_8 & -\sin(\theta_7)R_7 & \sin(\theta_6 - \beta'_6)R'_6 & \sin(\theta_3 + \beta'_3)R'_3 \\ -\cos(\theta_8)R_8 & \cos(\theta_7)R_7 & \cos(\theta_6 - \beta'_6)R'_6 & -\cos(\theta_3 + \beta'_3)R'_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \theta_{82}'' \\ \theta_{72}'' \\ \theta_{62}'' \\ \theta_{32}'' \end{pmatrix} \\ = \begin{pmatrix} \theta_{32}^{\cdot 2} R_3 (-\cos(\theta_3)) - R_2 \cos(\theta_2) - \theta_{62}^{\cdot 2} R_6 \cos(\theta_6) + \theta_{72}^{\cdot 2} R_7 \cos(\theta_7) \\ \theta_{32}^{\cdot 2} R_3 (-\sin(\theta_3)) - R_2 \sin(\theta_2) - \theta_{62}^{\cdot 2} R_6 \sin(\theta_6) + \theta_{72}^{\cdot 2} R_7 \sin(\theta_7) \\ \theta_{32}^{\cdot 2} R'_3 (-\cos(\beta'_3 + \theta_3)) - \theta_{62}^{\cdot 2} R'_6 \cos(\theta_6 - \beta'_6) - R_2 \cos(\theta_2) + \theta_{72}^{\cdot 2} R_7 \cos(\theta_7) - \theta_{82}^{\cdot 2} R_8 \cos(\theta_8) \\ \theta_{32}^{\cdot 2} R'_3 (-\sin(\beta'_3 + \theta_3)) + \theta_{62}^{\cdot 2} R'_6 \sin(\theta_6 - \beta'_6) - R_2 \sin(\theta_2) + \theta_{72}^{\cdot 2} R_7 \sin(\theta_7) - \theta_{82}^{\cdot 2} R_8 \sin(\theta_8) \end{pmatrix} \dots (40)$$

ويحل المعادلات السابقة نحصل على قيم θ_{82}'' و θ_{72}'' و θ_{62}'' و θ_{32}''

بالعودة إلى المعادلة (35) (36) نحصل على:

$$R_5 \sin \theta_5 \theta_{52}'' + R_4 \sin \theta_4 \theta_{42}'' = R_7 \sin \theta_7 \theta_{72}'' + R'_6 \sin(\beta'_6 - \theta_6) \theta_{62}'' - R'_3 \sin(\theta_3 + \beta'_3) \theta_{32}'' + R_7 \cos \theta_7 \theta_{72}^{\cdot 2} - R'_6 \cos(\beta'_6 - \theta_6) \theta_{62}^{\cdot 2} - R_5 \cos \theta_5 \theta_{52}^{\cdot 2} - R_4 \cos \theta_4 \theta_{42}^{\cdot 2} - R'_3 \cos(\theta_3 + \beta'_3) \theta_{32}^{\cdot 2} - R_2 \cos \theta_2 \dots (41)$$

$$R_5 \cos \theta_5 \theta_{52}'' + R_4 \cos \theta_4 \theta_{42}'' = R_7 \cos \theta_7 \theta_{72}'' + R'_6 \cos(\beta'_6 - \theta_6) \theta_{62}'' - R'_3 \cos(\theta_3 + \beta'_3) \theta_{32}'' - R_7 \sin \theta_7 \theta_{72}^{\cdot 2} + R'_6 \sin(\beta'_6 - \theta_6) \theta_{62}^{\cdot 2} + R_5 \sin \theta_5 \theta_{52}^{\cdot 2} + R_4 \sin \theta_4 \theta_{42}^{\cdot 2} + R'_3 \sin(\theta_3 + \beta'_3) \theta_{32}^{\cdot 2} + R_2 \sin \theta_2 \dots (42)$$

باستخدام المصفوفات نكتب العلاقات (27)، (28) بالشكل الآتي:

$$\begin{pmatrix} R_5 \sin \theta_5 & R_4 \sin \theta_4 \\ R_5 \cos \theta_5 & R_4 \cos \theta_4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \theta_{52}'' \\ \theta_{42}'' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V \\ W \end{pmatrix} \dots (43)$$

حيث

$$V = R_7 \sin \theta_7 \ddot{\theta}_{72} + R'_6 \sin(\beta'_6 - \theta_6) \ddot{\theta}_{62} - R'_3 \sin(\theta_3 + \beta'_3) \ddot{\theta}_{32} + R_7 \cos \theta_7 \dot{\theta}_{72}^2 - R'_6 \cos(\beta'_6 - \theta_6) \dot{\theta}_{62}^2 - R_5 \cos \theta_5 \dot{\theta}_{52}^2 - R_4 \cos \theta_4 \dot{\theta}_{42}^2 - R'_3 \cos(\theta_3 + \beta'_3) \dot{\theta}_{32}^2 - R_2 \cos \theta_2 \dots (44)$$

$$W = R_7 \cos \theta_7 \ddot{\theta}_{72} + R'_6 \cos(\beta'_6 - \theta_6) \ddot{\theta}_{62} - R'_3 \cos(\theta_3 + \beta'_3) \ddot{\theta}_{32} - R_7 \sin \theta_7 \dot{\theta}_{72}^2 + R'_6 \sin(\beta'_6 - \theta_6) \dot{\theta}_{62}^2 + R_5 \sin \theta_5 \dot{\theta}_{52}^2 + R_4 \sin \theta_4 \dot{\theta}_{42}^2 + R'_3 \sin(\theta_3 + \beta'_3) \dot{\theta}_{32}^2 + R_2 \sin \theta_2 \dots (45)$$

وبحل المعادلتين السابقتين نحصل على:

$$\left(\begin{array}{l} -\frac{\csc(\theta_5)(V \sin(\theta_5) \cos(\theta_4) - W \sin(\theta_4) \sin(\theta_5))}{R_5(\sin(\theta_4) \cos(\theta_5) - \sin(\theta_5) \cos(\theta_4))} \\ \frac{V \cos(\theta_5) - W \sin(\theta_5)}{R_4(\sin(\theta_4) \cos(\theta_5) - \sin(\theta_5) \cos(\theta_4))} \end{array} \right) \dots (46)$$

بالاستفادة من العلاقتين (45)، (46) يُمكن حساب التسارع الزاوي لكل جسم بالعلاقة:

$$a_j = \dot{\theta}_{j2} w_2^2 + \theta_{j2} a_2; \quad j = 3, 4, 5, 6, 7 \dots (47)$$

6. الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

من خلال البحث تم التوصل إلى الحل الرياضي الذي يعطي التحليل الحركي لمنظومة مستوية مولدة بالآلية السباعية، ومن خلال هذه المعادلات اتضحت معادلات الإزاحة للنقطة الخاصة المدروسة والجسم الخاص المدروس. حيث يمكن توظيف المسار المدروس لأداء حركة معقدة يصعب تحقيقها بالآلات الأبسط، كما يمكن من خلال ضبط البارامترات بدقة مثل أبعاد القضبان والأجسام وسرعة المحرك الذي يقود حركة الآلة، يمكن معرفة السرعة والتسارع ليس فقط للجسم الخاص والنقطة الخاصة وإنما لكل عناصر الآلية.

يمكن توظيف هذه الآلية والمسار الناتج عنها في أداء حركة معينة لذراع روبوتية أو أداة قطع لآلة تشغيل مبرمجة مثلاً وتوظيف تلك الحركة في أداء وظيفة ميكانيكية معقدة.

التوصيات:

- الاستفادة من المعادلات الرياضية الناتجة، وتوظيفها في الحياة العملية وفي الأبحاث الميكانيكية لأداء وظائف معينة.
- دراسة إمكانية توصيل الآلة السباعية المدروسة مع آلات بسيطة أخرى، والاستفادة من المعادلات التي تم الحصول عليها في إيجاد حلول رياضية، من أجل دراسة حركة آلات أكثر تعقيداً مما يولد مسارات جديدة وبتيح لابتكار آلات جديدة تلبي المتطلبات التصنيعية المتزايدة.

7. المراجع

- 1- Dr. Bob Williams, 2014- An Atlas of Structures, Mechanisms, and Robots, Mechanical Engineering, Ohio University, Ohio, USA, 61P.
- 2- Guowu Wei & Jian S. Dai, 2010 - Geometric and kinematic analysis of a seven-bar three-fixed-pivoted compound-joint mechanism, Mechanism and Machine Theory, Vol (45), 170-184.
- 3- J. D. Greenough, et al., 1995- Design of hybrid machine, Proceedings of the 9th IFToMM World Congress 2501-2505.
- 4- Ali Kirecci and L. Canan Dulger, 2000- A study on a hybrid actuator, Mechanism and Machine Theory, 35 (8) (2000) 1141-1149.
- 5- L. C. Dulger, Ali Kirecci and M. Topalbekiroglu, 2003- Modeling and simulation of a hybrid actuator, Mechanism and Machine Theory, 38 (5) 395-407.
- 6- Bhartendu Seth and Sessa Sai Vaddi, 2003- Programmable function generators—1: base five-bar mechanism, Mechanism and Machine Theory, 38 (4) 321-330.
- 7- Sessa Sai Vaddi and Bhartendu Seth, 2003- Programmable function generators – 2: seven-bar translatory-out mechanism, Mechanism and Machine Theory, 38 (4) 331-343.
- 8- Hui Li and Ce Zhang, 2004- Research on the feasibility of hybrid-driven mechanical press, Mechanical Science and Technology, 23 (10) 1253-1256.
- 9- Hui Li, Yuping Zhang, Haiqi Zheng, 2008- Dynamics modeling and simulation of a new nine-bar press with hybrid-driven mechanism, Journal of Mechanical Science and Technology, 22 (12) 2436-2444.
- 10- Hui Li, 2003- Fundamental study on the hybrid-driven programmable mechanical press, Ph.D. Thesis, Tianjin University, Tianjin, China.
- 11- د. نزيه يوسف، نظرية الآلات 2018، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، منشورات جامعة البعث.

- 12- وليد حمدان، دراسة آلة ستيفنسون المضاعفة. (رسالة ماجستير-جامعة البعث 2015 -).
- 13- د. مصطفى حسن، وليد حمدان، دراسة حول آلة ستيفنسون المضاعفة بوصلة ذات مفصلين (بحث منشور في مجلة جامعة البعث- المجلد- 36 عام 2014).
- 14- د. نوفل الأحمد، نظرية الآلات 1995 ، ص 85 حتى ص 90 ، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، منشورات جامعة تشرين.

تأثير التغذية العضوية في محتوى أوراق صنف

العنب الحلواني وأعناقها من العناصر المعدنية

د. كنانة عمران*

* مشرف أعمال، كلية العلوم، جامعة دمشق، دمشق، سورية.

الملخص

أجريت التجربة في مزرعة خاصة في محافظة اللاذقية على بعد 15 كم شرقاً، خلال موسم النمو 2023 على شجيرات صنف العنب الحلواني بعمر 15 سنة، بهدف دراسة تأثير التسميد المعدني والتسميد العضوي (السائل الناتج من نقع زرق الدواجن في الماء، السائل الناتج من وحدة الغاز الحيوي) في محتوى أوراق صنف العنب الحلواني وأعناقها المقطوفة في شهر حزيران من العناصر المعدنية الكبرى والصغرى، وشملت التجربة أربع معاملات.

أظهرت النتائج أن التسميد العضوي السائل بنوعيه زاد معنوياً من محتوى الأوراق وأعناقها من العناصر المعدنية بالمقارنة مع الشاهد، وتفوقت معنوياً في محتواها من الآزوت الكلي والفوسفور والبوتاسيوم وبعض العناصر الصغرى، كما كان هناك تباين بين محتوى الأوراق والأعناق في بعض العناصر المدروسة.

الكلمات المفتاحية: العنب الحلواني، NPK، سماد عضوي سائل، سماد البيوغاز، العناصر المعدنية الكبرى والصغرى

The effect of organic nutrition on the content of Halwani grape cultivar leaves and petioles of Mineral elements

Abstract

The experiment was conducted on a private farm located in Latakia Governorate, during the 2023 growing season, on 15-year-old Al-Halwani grape bushes, with the aim of studying the effect of mineral fertilization and organic fertilization (the liquid resulting from soaking Poultry waste in water, the liquid resulting from the biogas unit) on the content of... Halwani grape leaves and their petioles harvested in June were enriched with major and minor mineral elements. The experiment included four treatments, where the results showed that both types of liquid organic fertilization significantly increased the content of the leaves and their petioles of the mineral elements compared to the control, and were significantly superior in their content of total nitrogen, phosphorus, potassium, and some Minor elements. There was also a discrepancy between the content of leaves and petioles in some of the studied elements.

Keywords: Halwani grape cultivar, NPK , liquid organic fertilizer , Biogaz fertilizer , major and minor mineral elements.

تعد شجيرة الكرمة من أهم الأشجار المثمرة من الناحية الاقتصادية، البيئية، الغذائية، الصحية والاجتماعية. فهي تنمو في مجال مناخي واسع، تتأقلم زراعتها في البيئة الجافة وشبه الجافة والظروف البيئية القاسية التي يعاني منها الوطن العربي، وكثيراً ما تزرع كأحزمة خضراء فتساعد في زيادة الدخل، وكذلك تسهم في الحد من ظاهرة التصحر.

يعود الموطن الأصلي للعنب للعديد من مناطق العالم، تتبع شجيرة العنب للعائلة العنبية *Vitaceae* والجنس *Vitis*، كما تتبع معظم الأصناف المزروعة في سورية والعالم إلى النوع الأوروبي *V. vinifera* L. الذي يزرع في مختلف أنحاء العالم وموطنه الأصلي جنوب القوقاز (الشمال الغربي من تركيا وشمال العراق وأذربيجان وجورجيا) (Mullins *et al.*, 1992)، ثم انتقل العنب إلى سورية وفلسطين وبلاد ما بين النهرين ثم إلى مناطق حوض المتوسط، كما ساهم الإغريق والرومان في نشر زراعة العنب في أوروبا وشمال بريطانيا (Sniegowski *et al.*, 2002).

يأخذ إنتاج العنب اهتماماً بالغاً محلياً وعالمياً نظراً لاستخداماته المتعددة، وتحتل سورية مركزاً متقدماً في زراعة العنب إذ تشكل زراعة العنب إحدى الدعائم الأساسية التي يركز عليها الاقتصاد الوطني، و تحتل هذه الشجيرة مكاناً مرموقاً بين أشجار الفاكهة المزروعة في القطر العربي السوري ومكانة عالية في القطاع الزراعي

السوري، وقد بلغ عدد أشجار الكرمة في سوريه حوالي 250 ألف شجيرة وإنتاج 228590 طن (المجموعة الاحصائية الزراعية السنوية، 2022).

للعنب أهمية غذائية كبيرة لثماره وكذلك لأوراقه التي تسنهك طازجة وتمتلك قابلية الحفظ الطويل والتجفيف، تم استخدام ورق العنب، وخصوصاً ورق العنب الأحمر، في الأدوية العشبية لعلاج مجموعة متنوعة من الأمراض وما زال يستخدم حتى اليوم، ويُستخدم ورق العنب في الوجبات الغذائية نظراً لمزاياه الصحية، ونتيجة لذلك، سلطنا الضوء على أن أوراق العنب تعد مصدراً غنياً بالعناصر الغذائية للصحة العامة والعافية، فضلاً عن احتوائها على تركيبة كيميائية معقدة يبدو أنها تساهم في إمكاناتها العلاجية، وخاصة نشاط مضادات الأكسدة، كما توفر أوراق العنب خصائص مضادة للالتهابات، وأمراض القلب والأوعية الدموية، والسكري، ومضادة للكوليسترول، إضافة لمزايا فسيولوجية أخرى (Rana et al., 2022).

ازداد الاهتمام العالمي في زراعة العنب العضوي لاستعمالاته الغذائية المتعددة، وانسجاماً مع التوجهات العالمية على المنتجات العضوية، والتخفيف من استعمال الأسمدة الكيميائية ذات الأثر المتبقي في النبات والتربة، وذات أثر سلبي على الإنسان إضافة لارتفاع أسعارها، أصبح التوجه الحديث في الزراعة إنتاج محاصيل زراعية ذات ثمار نظيفة خالية من المواد الكيميائية الضارة للإنسان والبيئة.

أثبتت العديد من الدراسات أن التسميد العضوي تفوق على التسميد المعدني في زيادة محتوى أوراق العنب من العناصر المعدنية (Shaheen *et al.*, 2013)، وكذلك سماد المزرعة أدى لزيادة محتوى أوراق العنب من البوتاسيوم Karadžija *et al.*, (2011)، وكذلك إضافة زرق الدواجن أفاد في تحسن محتوى الأوراق من العناصر المعدنية (Hassan and Salem, 2020)، ولطالما تم التعرف على روث الدواجن على أنه ربما أكثر الأسمدة الطبيعية المرغوبة بسبب محتواها العالي من الآزوت، بالإضافة إلى ذلك، فإنه يوفر مغذيات نباتية أساسية أخرى ويعدل التربة من خلال إضافة المواد العضوية (Ahihonu *et al.*, 2011)، وهو مصدر أرخص نسبياً من العناصر الغذائية الأساسية N، P، K، Ca، Mg والمغذيات من العناصر الصغرى B، Mn، Fe، Cu.

أشار (Sánchez-Sánchez *et al.*, 2006) إلى أن إضافة المركبات العضوية يمكن أن تحسن من امتصاص النباتات للحديد ولوحظ زيادة في الحديد الورقي والفسفور (P) وانخفاض في مستويات الصوديوم (Na) وتم الحصول على أفضل النتائج فيما يتعلق بالمحتوى الورقي للمغذيات من 30% إلى 50% مع عدم وجود خسارة في المحصول أو جودة الثمار.

بهدف الاستفادة القصوى و السريعة من المواد العضوية وتلافي مشكلة تحللها البطيء في التربة الذي يستمر لوقت طويل، علماً أن معظم الآزوت اللازم للنبات يطلق

خلال السنتين الأولى والثانية، قام بعض المزارعين لعدة قرون مضت بمزج المخلفات الحيوانية، أو سماد الكمبوست مع الماء واستخدموا المستخلص الغني الناتج عن التخمير كسماد سائل وهو ما يدعى بالشاي العضوي (Organic tea)، تم استخدام هذا السائل العضوي الذي تطور عن الممارسات الزراعية في الزراعة كمصدر مهم للمواد العضوية وتعديلات التربة التي تزود النباتات بالمغذيات المعدنية وغيرها من الفوائد (Litterick *et al.*, 2004) وذكر (Schmitz, 2002) أن شاي السماد العضوي غني جدًا بالهرمونات النباتية ومنظمات النمو ويحفز الكائنات الحية الدقيقة التي لها تأثير مناسب مباشر أو غير مباشر في جذور النبات، بالإضافة إلى أنها تعمل على تحسين درجة حموضة التربة وبنيتها.

حسب شهادات عدد كبير من المراقبين تشير إلى أن السماد السائل له مجموعة من الفوائد، من تحسين التغذية، تخفيض التلوث البيئي من خلال تقليص كميات الأسمدة المضافة للتربة وهذا مادعمه (Akl *et al.*, 2017) في تجربتهم على العنب حيث كان للسائل العضوي نتائج إيجابية على النمو ومحتوى الأوراق من العناصر الغذائية، وكذلك استخدم (Mostafa *et al.*, 2011) أنواع مختلفة من السائل العضوي الذي أدى لزيادة معنوية في محتوى أوراق العنب وأعناقها من NPK

يهدف البحث إلى معرفة تأثير :

التسميد بالسائل العضوي (مستخلص نقع روث الدواجن) والسائل الناتج عن إنتاج الغاز الحيوي في محتوى أوراق صنف العنب الحلواني وأعناقها من العناصر المعدنية.

مواد البحث وطرقه :

استخدم في البحث شجيرات صنف العنب الحلواني بعمر 15 سنة، مزروعة على أبعاد 4 × 4 في مزرعة خاصة في محافظة اللاذقية تقع على بعد 15 كم شرقاً.

الجدول (1): نتائج تحليل عينات ترابية لموقع التجربة في محافظة اللاذقية للموسم 2023

pmm							غ/ 100 غ تربة		عجينة مشبعة		نوع الحليل
B	Cu	Zn	Mn	Fe	فوسفور متاح	بوتاسيوم متاح	آزوت كلي	مادة عضوية	Ec	pH	العمق
0.18	1.30	0.24	1.45	2.80	4.01	390.15	0.32	0.9	0.40	9	0-25
0.19	1.20	0.13	1.40	3.08	1.30	320.19	0.32	0.4	0.35	9.11	25-50
0.18	1.30	0.17	1.30	3.55	1.50	295.15	0.32	0.4	0.57	8.9	50-75

الأسمدة المستخدمة:

السائل العضوي:

تم نقع 40 كغ من مخلفات حيوانية متخمرة (زرق دواجن) في 100 لتر ماء في برميل سعة 200 لتر لمدة أسبوع مع التحريك اليومي لتزويده بالأكسجين، ثم صفي

تأثير التغذية العضوية في محتوى أوراق صنف العنب الحلواني وأعناقها من العناصر المعدنية

الناتج عبر صنوبر موصول بالبرميل وعلى فتحته قماش شاش لفلتره الجزيئات الضخمة (Scheuerell,2004) ، وأخذ 10 ليتر من المستخلص وأضيف له 50 ليتر ماء (Naidu *et al.*, 2010).

سائل الغاز الحيوي:

تم استخدام السائل الذي يخرج من وحدة تخمير الغاز الحيوي وهو سائل لزج يعتبر سماد عالي النوعية (البلخي، 2001) وتأتي مواصفاته في الجدول (2).

الجدول (2): نتائج تحليل المستخلصات المستخدمة مقارنة بالسماد العضوي الصلب

نوع السماد	pH	K %	P %	N%	الرطوبة %	المادة العضوية %
السماد العضوي الصلب	8.49	1.764	1.211	1.75	49.37	72.51
مستخلص السماد الحيواني	7.42	7.500	0.10	0.90	96.67	46.77
سماد الغاز الحيوي	7.78	6.090	1.288	0.75	99.67	35.25

المعاملات:

المعاملة الأولى : الشاهد إضافة الماء للتربة 50 ليتر ماء/ شجيرة.

المعاملة الثانية: المعاملة السمادية الموصى بها لهذا العمر من شجيرات

العنب حسب وزارة الزراعة.

(0.3 كغ N + 0.15 كغ P2O5 + 0.15 كغ K2O) + 50 ليتر ماء

لكل شجيرة.

المعاملة الثالثة: السماد السائل الناتج من النقع بالماء إضافة للتربة (لكل شجيرة 50 ليتر)

المعاملة الرابعة: تمثل مستخلص سماد الغاز الحيوي إضافة للتربة (لكل شجيرة 50 ليتر).

برنامج التسميد:

تم إضافة نوعي السماد العضوي حسب المعاملة بمعدل 50 ليتر/شجيرة/للتربة مرة شهرياً بدءاً من شهر شباط ولغاية شهر حزيران من نفس العام 2023.

المؤشرات المدروسة:

تم جمع العينات الورقية في أواخر شهر حزيران وتم فصل الأوراق عن الأعناق وتم إجراء التحاليل المطلوبة كل على حده

تقدير الأزوت: تم التحليل بطريقة الهضم الرطب على جهاز التحليل الآلي - scalar (Novozamsky *et al.*, 1974).

تقدير الفوسفور: تم التحليل بطريقة الهضم الرطب (طريقة مورفي) على جهاز سبكتروفوتومتر (Murphy and Riley, 1962).

تقدير البوتاسيوم: تم التحليل بطريقة الهضم الرطب على جهاز اللهب (Tendon, 2005).

تقدير المغنيزيوم بعد الهضم الرطب حسب (Cheng and Bray, 1951)

تقدير البورون بجهاز السبكتروفوتومتر (Wolf, 1974)

تقدير Fe و Mn و Zn بجهاز الامتصاص الذري (Rashid, 1986)

أُعدت في الدراسة تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (أربع معاملات، وثلاثة مكررات وكل مكرر بثلاثة شجيرات ليصبح العدد = 4 (معاملة) × 3 (مكررات) × 3 (أشجار) =

36 شجيرة، وتم استخدام برنامج SPSS لحساب قيمة LSD من خلال تحليل

ANOVA واختبار دونكان عند حد الثقة 5 %.

النتائج والمناقشة:

يعد محتوى الأوراق من العناصر الغذائية مؤشراً على توفر العناصر الغذائية في التربة وقدرة النبات على امتصاصها، فالآزوت يحدد مستويات البروتين في النبات، الفوسفور يؤثر في إنتاج البذور والثمار والأزهار، البوتاسيوم يؤثر في معدل النمو وتنظيم المياه والعناصر المعدنية الصغرى، و العناصر المتوسطة مثل الكالسيوم والمغنيسيوم والكبريت، وجميعها مكونات أساسية في خلايا النبات في الوقت نفسه، وإضافة لأهمية الأوراق لتغذية الشجيرة بشكل عام، وخصوصاً أوراق العنب نظراً لاستخدامها في

الوجبات الغذائية، ولذلك تم إجراء التحاليل المطلوبة الجدول (3) لتحديد محتوى كل من الأوراق (نصل الورقة) وأعناقها من العناصر المعدنية الكبرى والصغرى تحت تأثير التسميد المعدني والعضوي.

أشارت النتائج إلى تفوق معنوي لمعاملي التسميد العضوي السائل مقارنة مع الشاهد في القراءات كافة، وتفاوت التفوق بين معاملات التسميد العضوي والتسميد المعدني في محتوى الأوراق، فنلاحظ من النتائج الواردة في الجدول (3) أن محتوى الآزوت الكلي ارتفع معنوياً في معاملي التسميد العضوي مقارنة مع التسميد المعدني والشاهد، وكذلك تفوقت معنوياً في محتوى الأوراق من المنغنيز، في حين تفاوت محتوى الأوراق من العناصر المعدنية بين معاملي التسميد العضوي فقد تفوق السماد السائل الناتج من نفع المخلفات العضوية في الماء في رفع محتوى الأوراق من البوتاسيوم المتاح والحديد، بينما تفوق السماد العضوي السائل الناتج من إنتاج الغاز الحيوي في رفع محتوى الأوراق من الفوسفور المتاح والمغنيزيوم والزنك وهذا يدل على أن كل من التسميد العضوي السائل الناتج من نفع المخلفات بالماء أو الناتج من إنتاج الغاز الحيوي يرفع من قيمة أوراق العنب الغذائية وهذا توافق مع (Sánchez-Sánchez *et al.*,

2006)

تأثير التغذية العضوية في محتوى أوراق صنف العنب الحلواني وأعناقها من العناصر المعدنية

الجدول (3): تأثير التغذية العضوية السائلة في محتوى أوراق صنف العنب الحلواني من بعض العناصر

المعدنية الكبرى والصغرى المزروع في شرق اللاذقية للموسم 2023

pmm								المعاملات
Zn	Mn	Fe	Bمتاح	MG	Kمتاح	P متاح	N كلي	
35b	254b	581.3d	30.6b	201.6c	0.85c	0.15c	1.51c	شاهد
38.6b	261.6b	702.6c	34.8a	211c	0.83c	0.15c	1.61b	تسميد معدني
44.6b	316a	947a	35.0a	221.6b	1.08a	0.16b	2.12a	سائل عضوي
57.3a	332.6a	846.3b	35.9a	224.3a	0.94b	0.19a	2.12a	سائل البيوغاز
9.9	41.3	84.8	2.9	4.2	0.04	0.008	0.07	LSD

محتوى أعناق الأوراق من العناصر المعدنية:

تعتبر أعناق أوراق العنب كأوراقها، لها أهمية غذائية، ولذلك تم إجراء تحليل محتوى الأعناق بشكل مستقل عن أوراقها، وجاءت نتائج تأثير التسميد العضوي والتسميد المعدني في محتوى أعناق الأوراق من العناصر المعدنية الجدول (4) ، حيث أشارت النتائج إلى تفوق معنوي لمعاملتي التسميد العضوي في محتوى أعناقها من العناصر المعدنية بالمقارنة مع التسميد المعدني والشاهد، في حين تفاوتت معاملتي التسميد العضوي فيما بينها في محتوى الأعناق من العناصر المعدنية، حيث تفوق معنوياً

السائل العضوي الناتج من نقع المخلفات مقارنة مع السائل العضوي الناتج من إنتاج الغاز الحيوي في المحتوى الأعلى من الفوسفور والبوتاسيوم، بينما تفوق السائل العضوي الحيوي معنوياً في المحتوى الأعلى من الحديد والزنك، ولم تكن هناك فروق معنوية بين معاملي التسميد العضوي بالنسبة لمحتوى الأعناق من الآزوت، المغنيزيوم، البورون، المنغنيز وتوافق هذا مع (Mostafa *et al.*, 2011)

الجدول(4): تأثير التغذية العضوية السائلة في محتوى أعناق أوراق صنف العنب الحلواني من بعض العناصر

المعدنية الكبرى والصغرى المزروع في شرق اللاذقية للموسم 2023

pmm								المعاملات
Zn	Mn	Fe	B متاح	MG	K متاح	P متاح	N كلي	
73c	486b	478d	24.4b	226b	2.19d	0.10d	0.54b	شاهد
86b	521a	485c	26.3ab	229ab	1.84c	0.14c	0.57b	تسميد معدني
92b	527a	561b	26.2ab	234a	2.83a	0.19a	0.63a	سائل عضوي
112a	532a	632a	28.5a	229ab	2.22b	0.17b	0.63a	سائل البيوغاز
8.5	11.5	29.9	2.3	5.6	0.01	0.01	0.04	LSD

وللمقارنة بين محتوى الأوراق ومحتوى الأعناق يمكننا أن نلاحظ من خلال الجدول (5)

ارتفاع محتوى الأوراق من الآزوت الكلي والبورون والحديد بالمقارنة مع محتوى الأعناق

في حين ارتفع محتوى الأعناق من البوتاسيوم والمغنيزيوم والمنغنيز والزنك

تأثير التغذية العضوية في محتوى أوراق صنف العنب الحلواني وأعناقها من العناصر المعدنية

الجدول (5): مقارنة بين المحتوى المعدني لكل من أوراق وأعناق صنف العنب الحلواني المزروع في شرق اللاذقية للموسم 2023

Zn	Zn	Mn	Mn	Fe	Fe	B متاح	B متاح الأوراق	MG	MG	Kمتاح	Kمتاح	Pمتاح	Pمتاح/ الأوراق	Nكلي	Nكلي /الأوراق	المعاملات
الأعناق	الأوراق	الأعناق	لأوراق	الأعناق	الأوراق	الأعناق		الأعناق	الأوراق	لأعناق	الأوراق	الأعناق	الأوراق	الأعناق	الأوراق	
73c	35b	486b	254b	478d	581.3d	24.4b	30.6b	226b	201.6c	2.19d	0.85c	0.10d	0.15c	0.54b	1.51c	شاهد
86b	38.6b	521a	261.6b	485c	702.6c	26.3ab	34.8a	229ab	211c	1.84c	0.83c	0.14c	0.15c	0.57b	1.61b	معدني
92b	44.6b	527a	316a	561b	947a	26.2ab	35.0a	234a	221.6b	2.83a	1.08a	0.19a	0.16b	0.63a	2.12a	سائل عضوي
112a	57.3a	532a	332.6a	632a	846.3b	28.5a	35.9a	229ab	224.3a	2.22b	0.94b	0.17b	0.19a	0.63a	2.12a	سائل البيوغاز
8.5	9.9	11.5	41.3	29.9	84.8	2.3	2.9	5.6	4.2	0.01	0.04	0.01	0.008	0.04	0.07	LSD

الاستنتاجات :

- زاد محتوى كل من الأوراق والأعناق من العناصر المعدنية الكبرى والصغرى، عند استخدام السماد العضوي بنوعيه السماد السائل الناتج من النقع والسماد العضوي الناتج من إنتاج الغاز الحيوي .

- تفوق السماد العضوي السائل (الناتج من النقع) في رفع البوتاسيوم (pmm1.08) والحديد (pmm 947) بشكل معنوي في الأوراق، بينما كان للسائل العضوي (الناتج من الغاز الحيوي) أهمية في رفع الفوسفور (pmm0.19) والمغنيزيوم (pmm224.3) والزنك (pmm57.3) معنوياً في الأوراق.

- تفوق السماد العضوي السائل (الناتج من النقع) في رفع البوتاسيوم (pmm2.83) والفوسفور (pmm0.19) بشكل معنوي في الأعناق، بينما كان للسائل العضوي الناتج من الغاز الحيوي أهمية في رفع الحديد (pmm632) والزنك (pmm112) معنوياً في الأعناق.

التوصيات:

من خلال نتائج البحث المنفذ على صنف العنب الطلواني لموسم عام 2023 باستعمال سماد NPK وسماد عضوي سائل 50 ليتر/شجيرة وسماد البيوغاز 50 ليتر/شجيرة، في مزرعة شرق اللاذقية نوصي باستخدام كل من السماد السائل من نقع المخلفات العضوية والسماد الناتج من إنتاج الغاز الحيوي، كما نوصي باستهلاك الأوراق لغناها بالعناصر الغذائية.

المراجع:

- البلخي، أكرم (2001) - توصيف المادة العضوية المتخلفة عن إنتاج الغاز الحيوي (البيوغاز) ودراسة حركيتها في نوعين من الترب السورية، أطروحة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة دمشق، ص 151.
- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2022). وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق. سورية.
- Ahiahonu, E. K., Abaidoo, R. C. and Ahialey E. K. (2011). In addition, manures supply other essential plant nutrients and serve as a soil amendment by adding organic matter. Department of Theoretical and Applied Biology, College of Science, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana.
- Akl, A. M. M. A., Saied, H. H. M., & Hassan, A. S. (2017). Impact of using chicken manure tea and ascorbic acid as substitutes for mineral N fertilizer on fruiting of superior grapevines. Assiut J. Agric. Sci, 48(3), 160-171.
- Cheng, K.L. and R.H. Bray. 1951. Determination of Ca and Mg in Soil and plant material. Soil Sci., 72:449-458.
Grapevine, Cambridge university press, cambridge, uk, 251pp
- Hassan, A. E., & Salem, M. A. M. (2020). Effect of bio fertilizer, organic manure sources and application method on growth, leaf mineral content, yield and fruit quality of flameseedlees grapes. Menoufia Journal of Plant Production, 5(8), 345-364.
- Karažija, T., Ćosić, T., Horvat, T., Poljak, M., & Lazarević, B. (2011). Effects of organic fertilization on potassium content and dynamics in grapevine leaf (Vitis vinifera L.) on calcareous soil.
- Litterick, A.M.; L. Harrier; P. Wallace; C.A. Waston and M. Wood (2004). The role of uncomposted materials, compost, manures and compost extracts in reducing pests and diseases

- incidence and severity in sustainable temperate agricultural and horticultural crop production. Plant Science,23(6): 453 – 479.
- Mostafa, M. F. M., El-Baz, E., El-Wahab, A., & Omar, A. S. (2011). Using different sources of compost tea on grapes. Journal of Plant Production, 2(7), 935-947.
 - Mullins, M.G; Bouquent, A. and Williams, L.E. (1992). Biology of the
 - Murphy, J. and J.P. Riley. (1962). A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chim. Acta. 27:31-36.
 - Naidu, Y., S. Mean, J. Kadir, and Y. Siddiqu. (2010). Microbial starter for the enhancement of biological activity of compost tea INT. J. Agric. Biol. 12:51-56.
 - Novozamsky, I., R. van Eck, CH. Van Schouwenburg and I. Walinga. (1974). Total nitrogen determination in plant material by means of the indophenols- blue method. Neth. J. Agric. Sci. 22:3-5.
 - Rana, A., Kaur, J., Sharma, K., Singh, J., & Bhadariya, V. (2022). A comprehensive review on the nutritional value and health benefits of grape leaves. The Pharmaceutical Innovation Journal, 1(6), 2235-2243.
 - Rashid, A. (1986). Mapping Zinc fertility of soil using indicator plant and soil analysis. Ph. D. Dissertation. University of Hawaii, HI, USA.
 - Sánchez-Sánchez, A., Sánchez-Andreu, J., Juárez, M., Jordá, J., & Bermúdez, D. (2006). Improvement of iron uptake in table grape by addition of humic substances. Journal of Plant Nutrition, 29(2), 259-272.
 - Scheuerell, S. (2004). Compost tea production practices, Microbial disease suppression. International conference soil

- and compost Eco Biology.September 15-17 2004.Leon-Spain.
- Schmitz, J. (2002). Compost Tea Work on Center Pivot Farm. Capitol Press, 29: p20.
 - Shaheen, M. A., Abd ElWahab, S. M., El-Morsy, F. M., & Ahmed, A. S. S. (2013). Effect of organic and bio-fertilizers as a partial substitute for NPK mineral fertilizer on vegetative growth, leaf mineral content, yield and fruit quality of Superior grapevine. Journal of horticultural science & ornamental plants, 5(3), 151-159.
 - Sniegowski,P.D;P.G.Dombrow Ski and E.Fingerman. (2002) . Saccharomyces cerevisiae and Saccharomyces Paradoxus coexist in a natural wood land Site in north America and display different levels of reproductive isolation from European conspecific.FEMS yeast research 1(4)929-306.
 - Tendon,H.I.S.(2005).Methods of analysis of soils,Plants, Waters and fertilizers. Fertilization development and consultation organization, New Delhi.India.
 - Wolf, B.(1974). Improvements in the Azomethine-H method for the determination of boron.Commu.Soil Sci.Plant Anal.,5(1):39-44.

تأثير بارامترات بنك المكثفات على طاقة حزمة أيونات الأرجون الصادرة عن جهاز البلازما المحرقة AECS-PF1

*إشراف الدكتور: وليد صهيوني

** الدكتور المشارك: علاء ناصيف

اسم الطالب: أروى الحمود

ملخص

تمّ في هذا البحث إجراء سلسلة من التجارب العددية باستخدام كود Lee لدراسة تأثير تغيير كل من سعة وتحريض بنك المكثفات في جهاز البلازما المحرقة الكثيفة-AECS PF1 (2.8 kJ) على طاقة حزمة أيونات الأرجون الصادرة. أظهرت النتائج أن زيادة سعة بنك المكثفات إلى $35\mu\text{F}$ أدّى إلى زيادة طاقة تشغيل الجهاز وبالتالي ارتفاع نسبة تأييين الغاز وبالنتيجة ارتفاع طاقة حزمة الأيونات إلى 2.2 ج. بينما أدى إنقاص تحريض بنك المكثفات إلى 200 nH مع المحافظة على طاقة تشغيل الجهاز إلى طاقة حزمة 3.1 ج مقارنة بـ 1.4 ج عند استخدام البارامترات الأساسية للجهاز.

الكلمات المفتاحية: قبضة البلازما، حزمة الأيونات، كود Lee، غاز الأرجون.

*أ. د. جامعة البعث، كلية العلوم، قسم الفيزياء.

** د. الجامعة الوطنية الخاصة، كلية الصيدلة.

*** طالبة ماجستير، فيزياء المادة الكثيفة.

Effect of capacitor bank parameters on argon ion beam energy emitted by AECS-PF1 plasma focus device

Abstract

In this paper, a series of numerical experiments were conducted using the Lee code to study the effect of changing both the capacitance and inductance of the capacitor bank in the AECS-PF1 (2.8 kJ) dense plasma focus device on the energy of argon ion beam. The results showed that increasing the capacity of the capacitor bank to 35 μ F led to an increase in the operating energy of the device and thus an increase in the rate of ionization of the gas, and this led to an increase in the energy of ion beam to 2.2 J. While reducing the inductance of the capacitor bank to 200 nH with maintaining the operating energy of the device resulted in ion beam energy of 3.1 J compared to 1.4 J when using the basic parameters of the device.

Keywords: plasma pinch, ion beam, Lee code, argon gas

مقدمة:

تعدّ البلازما المحرّقة أحد تطبيقات القبضة المغناطيسية (Pinch) حيث بدأت هذه الفكرة في أوائل ستينات القرن الماضي وتقدم البحث فيها إلى أن تمّ التوصل إلى تصميم نموذجين لأجهزة توليد البلازما المحرّقة هما نموذج ماذر ونموذج فيليبوف [1] ، حيث يختلف هذان النموذجان بالأبعاد الهندسية للالكترودات.

تمّ طرح فكرة البلازما المحرّقة في البداية لاستخدامها في تطبيقات الاندماج النووي (nuclear fusion) حيث تمّ استخدام غازات الديتيريوم ومزيج ديتيريوم- تريتيوم (D-T) [2] كغازات تشغيل ضمن أجهزة البلازما المحرّقة ولكن مع التقدم بأبحاث البلازما المحرّقة تحوّل الاهتمام من أبحاث الاندماج النووي إلى إمكانية استخدام أجهزة البلازما المحرّقة كمنبع للعديد من الإصدارات الإشعاعية مثل النيوترونات والأشعة السينية المستخدمة في الرقائق الالكترونية والتصوير الشعاعي [3] وحزم الالكترونات والأيونات المستخدمة في إنتاج النظائر المشعة قصيرة العمر [4] ، ومن بين هذه الدراسات الدراسة التي تناولت حساب قيمة النشاط الإشعاعي لنظير النتروجين N^{13} بهدف استخدامه بالتصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني [5] PET وفي معالجة المواد [6] وترسيب الأفلام الرقيقة [8] [7] .

يتعلّق نوع وطاقات حزم الأيونات الصادرة بالعديد من العوامل مثل نموذج جهاز البلازما المحرّقة وطاقات تشغيله وأبعاد الالكترودات ونوع غاز التشغيل في نوع حزم الجسيمات

الصادرة فعلى سبيل المثال تم استخدام جهاز البلازما المحرقة لزرع أيونات النتروجين على ركائز من الستانلس ستيل [9] والتيتانيوم [10] . كما تم استعمال أيونات النتروجين من أجل الحصول على طبقة نتريد الكربون على الجرافيت [11] ، كما أن ترسيب الأفلام الرقيقة باستخدام البلازما المحرقة أعطى تغيرات هيكلية وبنوية في هذه الأفلام أفضل من استخدام الطرق التقليدية [12] .

ولكن على الرغم من النتائج الجيدة التي أعطاها استخدام أجهزة البلازما المحرقة كمصادر أيونية في العديد من التطبيقات، إلا أن استخدام هذه التقنية لا يزال في طور التطوير المستمر وذلك للإحاطة بالظروف التشغيلية والبارامترات المختلفة التي تتحكم بميزات حزم الأيونات الصادرة (الطاقة، التدفق، العدد...)، فمثلاً تمت دراسة علاقة خصائص قبضة البلازما والإصدارات الإشعاعية بالعدد الذري للغاز [13] وتطرح هنا التجارب العددية كإحدى الوسائل المستخدمة في دراسة ظاهرة البلازما المحرقة والإصدارات الإشعاعية الصادرة حيث يتم استخدام البرامج الحاسوبية لمحاكاة هذه الظاهرة ودراستها ويبرز من هذه البرامج كود Lee الذي يعدّ من أفضل البرامج الحاسوبية نظراً للميزات التي يتمتع بها حيث يقمّ محاكاة واقعية بدرجة كبيرة جداً للبلازما المحرقة حيث من أهم ميزات هذا البرنامج ربط بارامترات تشغيل الجهاز مع الإصدارات الإشعاعية. طرحت فكرة هذا البرنامج لأول مرة من قبل Sing Lee عام 1985 [14] وجرى تطوير مستمر لهذا البرنامج ليتمكن من تقديم نتائج متطابقة بدرجة كبيرة جداً مع النتائج التي تعطيها

أجهزة البلازما المحرّقة. تعتمد آلية استخدام هذا الكود على عملية الموائمة بين كل من مسار التيار المتدفق بدءاً من عملية التفريغ ضمن الغاز للجهاز الفعلي مع مسار التيار المحسوب بواسطة الكود نظراً لأن التيار يقدم الطاقة اللازمة لكل العمليات الحاصلة ضمن جهاز البلازما المحرّقة من تأييد الغاز وحتى نهاية عملية التمرق، استخدم هذا الكود على نطاق واسع في دراسة أجهزة البلازما المحرّقة والإصدارات الإشعاعية الصادرة عنها وخصائص الحزم الأيونية والالكترونية بالإضافة إلى استخدامه في تصميمي أجهزة بلازما محرّقة جديدة. ونظراً لهذه الميزات الكبيرة التي يتمتع بها كود Lee قمنا باستخدامه في هذا البحث لإجراء سلسلة من التجارب العديدة لدراسة تأثير سعة وتحريض بنك المكثفات على طاقة أيونات الأروغون الصادرة عن جهاز البلازما المحرّقة الكثيفة AECS-PF1.

جهاز البلازما المحرّقة الكثيفة AECS-PF1:

يوجد هذا الجهاز في هيئة الطاقة الذرية السورية، وهو عبارة عن نسخة معدّلة عن جهاز البلازما المحرّقة UNU/ICTP PFF. يعمل هذا الجهاز بطاقة تشغيل 2.8 kJ، وهو مصمم وفق نموذج ماذر (Mather Type) حيث تكون حجرة التفريغ من الفولاذ تحتوي على مصعد نحاسي بشكل أسطوانة طولها 160 mm وقطرها 19 mm محاطة بمهبط يتكون من 6 قضبان نحاسية بقطر 64 mm، يتم العزل بين المصعد والمهبط بواسطة الزجاج. يتم استخدام هذا الجهاز لدراسة ظاهرة البلازما المحرّقة كمصدر للأشعة السينية

تأثير بارامترات بنك المكثفات على طاقة حزمة أيونات الأرجون الصادرة عن جهاز البلازما
المحرقة AECS-PF1

الليينة والحزم الأيونية عند استخدام غازات مختلفة مثل الأرجون، النتروجين... بضغوط

مختلفة [16] [15] .

بارامترات الجهاز:

جدول 1: بارامترات لجهاز البلازما المحرقة الكثيفة [14] AECS-PF1

$E_0 = 2.8 \text{ KJ}$	طاقة التشغيل Operation Energy
$L_0 = 1350 \text{ nH}$	تحريض الدارة Inductance of circuit
$C_0 = 25 \mu F$	سعة بنك المكثفات Capacitance
$r_0 = 46 \text{ m}\Omega$	المقاومة Resistance
$V_0 = 15 \text{ KV}$	كمون التشغيل Operation Voltage
$P_0 = \text{Variable}$	ضغط التشغيل Pressure
$a = 0.95 \text{ cm}$	نصف قطر المصعد Anode radius
$b = 3.2 \text{ cm}$	نصف قطر المهبط Cathode radius
$Z_0 = 16 \text{ cm}$	طول المصعد Anode length
Ar	غاز التشغيل Working gas

النتائج والمناقشة:

درس S.LEE و S.H.Saw [16] خصائص حزمة الأيونات الصادرة عن البلازما المحرقة الكثيفة بعد انهيار قبضة البلازما وانطلاق الأيونات منها نتيجة الكمون المتولد ضمن قبضة البلازما وفق الأسلوب التالي:

يعطى تدفق حزمة الأيونات بالعلاقة:

$$J_b = n_b \cdot v_b \dots \dots \dots (1)$$

v_b : سرعة أيونات الحزمة، n_b : عدد الأيونات ضمن الحزمة ويعطى بالعلاقة:

$$n_b = \frac{N_i}{V} \dots \dots \dots (2)$$

حيث:

N_i : العدد الكلي للأيونات V : حجم قبضة البلازما

يوجد n_b من الطاقة الحركية لأيونات الحزمة (Kinetic Energy of beam) BKE

(ions) ومن طاقة تحريض القبضة (Pinch inductive energy) PIE وفق التالي:

تُعطى الطاقة الحركية لأيونات الحزمة (BKE) بالعلاقة:

$$BKE = \frac{1}{2} \cdot N_b \cdot M \cdot m_p \cdot v_b^2 \dots \dots \dots (3)$$

حيث:

$m_p = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$ كتلة البروتون، M العدد الكتلي لأيون

تُعطى طاقة تحريض قبضة البلازما (PIE) بالعلاقة:

$$PIE = \frac{1}{2} \cdot L_b \cdot I_{pinch}^2 \dots \dots \dots (4)$$

حيث I_{pinch} : تيار القبضة

L_p : التحريض المتولد ضمن قبضة البلازما الذي يعطى بالعلاقة:

$$L_b = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \ln\left(\frac{b}{r_p}\right) \cdot Z_p \dots \dots \dots (5)$$

حيث:

$$\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$$

b : نصف قطر المهبط، r_p : نصف قطر القبضة، Z_p : طول القبضة.

إن الأيونات الصادرة عن القبضة تتحرك بطاقة حركية (BKE) تعتبر جزء من طاقة

تحريض قبضة البلازما (أي الطاقة المتولدة ضمن القبضة) هذا الجزء من الطاقة نرسم

له بالرمز f_e وبالتالي نكتب:

$$BKE = f_e \cdot PIE \dots \dots \dots (6)$$

بمساواة علاقة BKE وعلاقة PIE نجد:

$$\frac{1}{2} \cdot N_b \cdot M \cdot m_p \cdot v_b^2 = f_e \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\mu}{2\pi} \cdot \ln\left(\frac{b}{r_p}\right) \cdot Z_p \cdot I_{pinch}^2$$

$$N_b = \frac{f_e \cdot \frac{\mu}{2\pi} \cdot \ln\left(\frac{b}{r_p}\right) \cdot Z_p \cdot I_{pinch}^2}{M \cdot m_p \cdot v_b^2} \dots \dots \dots (7)$$

بالتعويض في العلاقة (2) نجد:

$$n_b = \frac{N_b}{V} = \frac{N_b}{\pi \cdot r_p^2 \cdot Z_p} = \frac{f_e \cdot \frac{\mu}{2\pi} \cdot \ln\left(\frac{b}{r_p}\right) \cdot Z_p \cdot I_{pinch}^2}{M \cdot m_p \cdot v_b^2 \cdot \pi \cdot r_p^2 \cdot Z_p}$$

بالإصلاح نجد:

$$n_b = \left(\frac{f_e}{M}\right) \cdot \left(\frac{\mu}{2\pi^2 \cdot m_p}\right) \cdot \left(\frac{\ln\left(\frac{b}{r_p}\right)}{r_p^2}\right) \cdot \left(\frac{I_{pinch}^2}{v_b^2}\right) \dots\dots(8)$$

إذاً تم إيجاد عدد الأيونات المنطلقة من قبضة البلازما n_b .

الآن يجب إيجاد سرعة هذه الأيونات v_b :

إن الأيونات المتحركة من قبضة البلازما بسرعة v_b أي بطاقة حركية حيث أن منشأ

هذه الطاقة وكمون التسريع الناشئ عن انهيار قبضة البلازما U . وبالتالي يمكن إيجاد

قيمة السرعة v_b وفق الأسلوب الآتي:

إن كل أيون يملك شحنة فعالة Z_{eff} وطاقة حركية $\frac{1}{2} M \cdot m_p \cdot v_b^2$ ومنشأ هذه الطاقة

الحركية هي طاقة كهربائية وبالتالي:

$$\frac{1}{2} \cdot M \cdot m_p \cdot v_b^2 = Z_{eff} \cdot e \cdot U \Rightarrow$$

$$v_b = \sqrt{\frac{2 \cdot Z_{eff} \cdot e \cdot U}{M \cdot m_p}} \dots\dots(9)$$

الآن بتعويض (8) و(9) في (1) لإيجاد تدفق حزمة الأيونات J_b .

$$J_b = n_b \cdot v_b$$

J_b

$$= \left(\frac{f_e}{M}\right) \cdot \left(\frac{\mu}{2\pi^2 \cdot m_p}\right) \cdot \left(\frac{\ln\left(\frac{b}{r_p}\right)}{r_p^2}\right) \cdot \left(\frac{I_{Pinch}^2}{v_b^2}\right) \cdot \left(\frac{2 \cdot e}{m_p}\right)^{1/2} \cdot \left(\frac{Z_{eff}}{M}\right)^{1/2} \cdot U^{1/2}$$

نعوض v_b في قيمتها من المعادلة (9):

J_b

$$= \left(\frac{f_e}{M}\right) \cdot \left(\frac{\mu}{2\pi^2 \cdot m_p}\right) \cdot \left(\frac{\ln\left(\frac{b}{r_p}\right)}{r_p^2}\right) \cdot I_{Pinch}^2 \cdot \frac{M \cdot m_p}{2 \cdot Z_{eff} \cdot e \cdot U} \cdot \left(\frac{2 \cdot e}{m_p}\right)^{1/2} \cdot \left(\frac{Z_{eff}}{M}\right)^{1/2} \cdot U^{1/2}$$

بإصلاح هذه العلاقة وإخراج الثوابت وحسابها وفق التالي:

$$\frac{\mu}{2\sqrt{2}\pi^2(2 \cdot m_p)^{1/2}} = 2.75 \times 10^{15}$$

تصبح علاقة تدفق الأيونات بالشكل:

$$J_b = 2.75 \times 10^{15} \cdot \frac{f_e}{\sqrt{M \cdot Z_{eff}}} \cdot \left(\frac{\ln\left(\frac{b}{r_p}\right)}{r_p^2}\right) \cdot \frac{I_{Pinch}^2}{\sqrt{U}} \quad \dots (10)$$

سيولة أيونات الحزمة (Ions Fluence): هي التدفق في وحدة الزمن. وفي حالتنا

المدرسة فإن زمن التدفق هو زمن بقاء القبضة (pinch duration) τ وبالتالي:

$$Fluence = 2.75 \times 10^{15} \cdot \frac{f_e}{\sqrt{M \cdot Z_{eff}}} \cdot \left(\frac{\ln\left(\frac{b}{r_p}\right)}{r_p^2}\right) \cdot \frac{I_{Pinch}^2}{\sqrt{U}} \cdot \tau \quad \dots (11)$$

وحدة قياسها ($\text{ions} \cdot \text{m}^{-2}$).

في حالة البلازما المحرقة الكثيفة أثبتت الدراسات أن جزء الطاقة المتحررة من قبضة

البلازما والمتحولة إلى طاقة حركية للأيونات هو $f_e=0.14$ ؛ أي ما معناه أن 14% من

PIE تتحول إلى BKE.

خصائص حزمة الأيونات التي يمكن حسابها استناداً إلى العلاقات السابقة:

ويتم حساب عدد الأيونات الموجودة ضمن الحزمة من خلال جداء سيولة الأيونات بالمقطع العرضي لقبضة البلازما:

Number of ions in beam= Fluence × pinch cross-section

$$N_i = \text{Fluence} \times \pi r_p^2 \quad \dots(12)$$

طاقة أيونات الحزمة (Ions beam Energy): يتم حساب طاقة الحزمة بضرب عدد أيونات الحزمة بالشحنة الفعالة والكمون المتولد ضمن القبضة وفق العلاقة:

$$E_b = N_i \times Z_{eff} \cdot U \quad \dots(13)$$

حيث: Z_{eff} الشحنة الفعالة للأيون، U الكمون المتعرض ضمن قبضة البلازما.

تم استخدام هذه العلاقة لإيجاد قيمة طاقة حزمة أيونات الأرجون الصادرة وذلك عند قيمة

ضغط غاز الأرجون 0.6 Torr.

تأثير بارامترات بنك المكثفات على طاقة حزمة أيونات الأرجون الصادرة عن جهاز البلازما
المحرقة AECS-PF1

تغيير سعة بنك المكثفات C_0 :

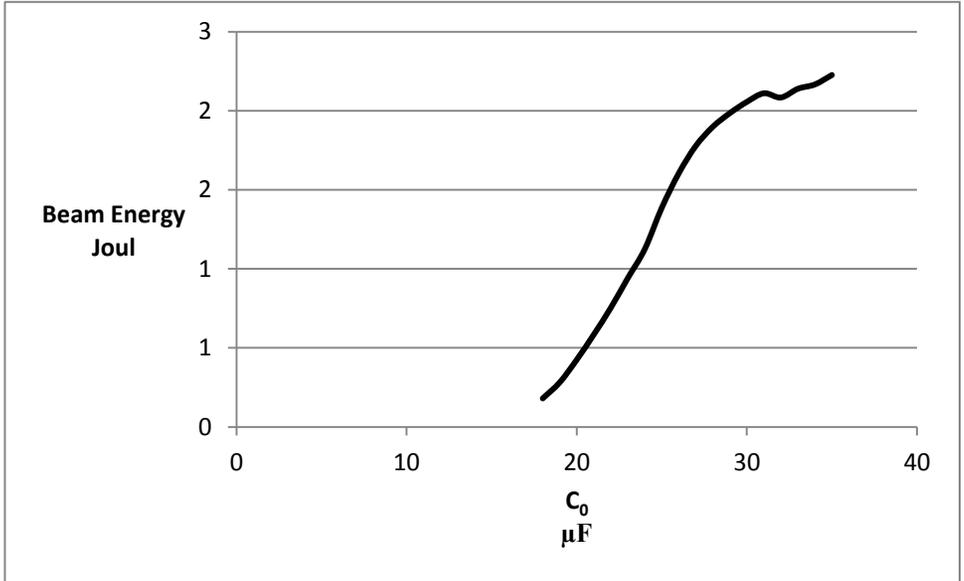
تم تغيير سعة بنك المكثفات للجهاز المدروس من $18 \mu F$ إلى $35 \mu F$ وبالتالي تتغير طاقة تشغيل الجهاز من 2 kJ إلى 3.9 kJ وإيجاد قيمة كل من ذروة التيار وتيار القبضة والكمون المتولد ضمن قبضة البلازما وعدد أيونات الأرجون الصادرة وطاقة حزمة الأيونات كما هو موضح في الجدول (2):

جدول 2: مميزات حزمة أيونات الأرجون عند تغيير سعة بنك مكثفات الجهاز AECS-PF1

E_0 kJ	C_0 μF	I_{peak} kA	I_{pinch} kA	U keV	Numb ions	Beam En J
2.0	18.0	48	19	8	1.8E+13	0.2
2.1	19.0	49	22	9	2.3E+13	0.3
2.3	20.0	50	25	10	2.9E+13	0.4
2.4	21.0	51	27	12	3.3E+13	0.6
2.5	22.0	52	29	14	3.6E+13	0.8
2.6	23.0	53	31	16	3.7E+13	0.9
2.7	24.0	54	33	19	3.7E+13	1.1
2.8	25.0	55	34	25	3.4E+13	1.4
2.9	26.0	56	36	30	3.2E+13	1.6
3.0	27.0	57	37	33	3.1E+13	1.8
3.2	28.0	58	38	35	3.1E+13	1.9
3.3	29.0	59	39	37	3.1E+13	2.0
3.4	30.0	60	40	37	3.1E+13	2.1
3.5	31.0	60	41	38	3.1E+13	2.1
3.6	32.0	61	42	37	3.0E+13	2.1
3.7	33.0	62	43	37	3.1E+13	2.1
3.8	34.0	63	43	37	3.1E+13	2.2
3.9	35.0	63	44	37	3.2E+13	2.2

من هذه النتائج يمكن ملاحظة:

- ازدياد قيمة التيارات I_{pinch} و I_{peak} نتيجة زيادة سعة بنك المكثفات وبالتالي ازدياد قيمة تيار التفريغ الناتج.
- ازدياد قيمة الكمون المتولد داخل قبضة البلازما بسبب زيادة قيمة طاقة التشغيل
- ازدياد عدد الأيونات الناتجة عن انهيار قبضة البلازما بسبب ازدياد تأيين غاز الأرجون نتيجة لزيادة طاقة التشغيل.
- ازدياد طاقة حزمة الأيونات مع ازدياد سعة بنك المكثفات حتى الوصول إلى أعلى طاقة 2.2 كما هو موضح في الشكل (1).



الشكل 1: تغيير طاقة حزمة أيونات الأرجون مع تغيير سعة بنك مكثفات الجهاز AECS-PF1

تأثير بارامترات بنك المكثفات على طاقة حزمة أيونات الأرجون الصادرة عن جهاز البلازما
المحرقة AECS-PF1

تغيير تحريض بنك المكثفات L_0 :

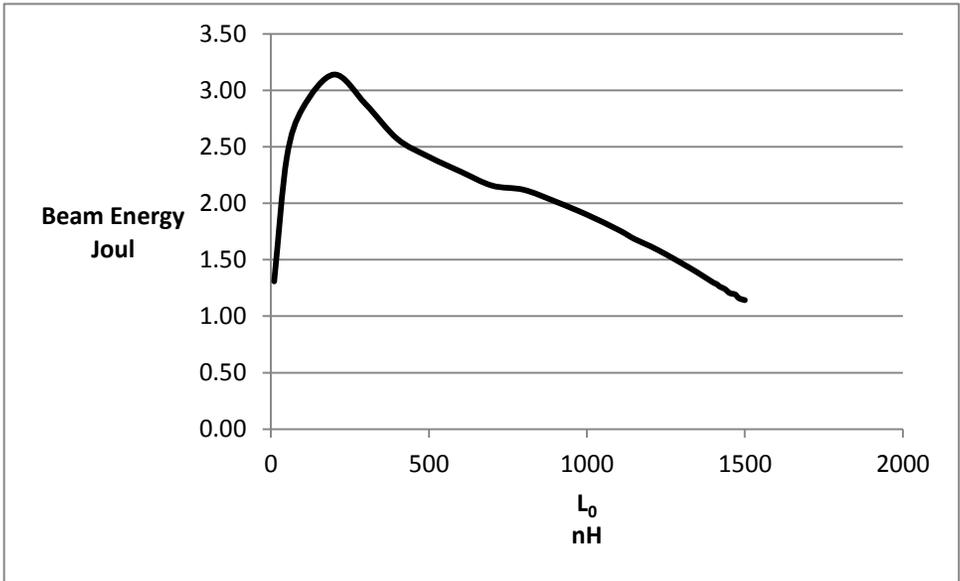
تم إجراء سلسلة من التجارب العددية لدراسة تأثير تغيير قيمة تحريض بنك المكثفات على طاقة حزمة أيونات الأرجون الصادرة وإيجاد نفس المتغيرات في المرحلة السابقة وذلك من خلال تغيير تحريض بنك المكثفات من 10 nH إلى 1500 nH وكانت النتائج المبينة في الجدول (3):

جدول 3: مميزات حزمة أيونات الأرجون عند تغيير تحريض بنك مكثفات الجهاز AECS-PF1

E_0 kJ	L_0 nH	I_{peak} kA	I_{pinch} kA	U keV	Numb ions	Beam En J
2.8	10.0	207	36	17	5.0E+13	1.3
2.8	50.0	163	46	31	4.2E+13	2.4
2.8	100.0	138	53	29	4.6E+13	2.8
2.8	200.0	113	54	35	4.1E+13	3.1
2.8	300.0	99	52	35	3.9E+13	2.9
2.8	400.0	89	49	33	3.8E+13	2.6
2.8	500.0	82	47	35	3.5E+13	2.4
2.8	600.0	77	45	36	3.3E+13	2.3
2.8	700.0	72	43	37	3.2E+13	2.2
2.8	800.0	68	41	37	3.1E+13	2.1
2.8	900.0	65	40	37	3.1E+13	2.0
2.8	1000.0	63	38	35	3.1E+13	1.9
2.8	1100.0	60	37	33	3.1E+13	1.8
2.8	1150.0	59	36	32	3.1E+13	1.7
2.8	1200.0	58	36	30	3.2E+13	1.6
2.8	1250.0	57	35	29	3.2E+13	1.5
2.8	1300.0	56	35	27	3.3E+13	1.5
2.8	1350.0	55	34	25	3.4E+13	1.4
2.8	1400.0	54	34	23	3.5E+13	1.3
2.8	1410.0	54	34	23	3.5E+13	1.3
2.8	1420.0	54	34	22	3.5E+13	1.3
2.8	1430.0	54	34	22	3.5E+13	1.3
2.8	1440.0	54	34	21	3.6E+13	1.2
2.8	1450.0	54	33	21	3.6E+13	1.2
2.8	1460.0	53	33	21	3.6E+13	1.2
2.8	1470.0	53	33	20	3.7E+13	1.2
2.8	1480.0	53	33	20	3.7E+13	1.2
2.8	1490.0	53	33	19	3.7E+13	1.1
2.8	1500.0	53	33	19	3.7E+13	1.1

من هذه النتائج نلاحظ:

- انخفاض قيمة ذروة التيار نتيجة زيادة تحريض بنك المكثفات وبالتالي انخفاض قيمة تيار التفريغ.
- وجود ذروة في قيمة تيار القبضة والكمون المتولد ضمنها مقابلة لقيمة التحريض .200 nH
- تمّ الحصول على أعلى قيمة لطاقة حزمة الأيونات J 3.1 عن قيمة التحريض .200 nH



الشكل 2: تغيير طاقة حزمة أيونات الأرجون مع تغيير تحريض بنك مكثفات الجهاز AECS-PF1

1- أعطت نتائج هذه الدراسة تصوراً عن تأثير بارامترات بنك المكثفات (السعة،

التحريض) على طاقة أيونات الأرجون الصادرة عن جهاز البلازما المحرقة.

2- بيّنت النتائج أن تغيير التحريض أعطى حزمة الأيونات طاقة أعلى من تغيير

السعة وهذا الإجراء ضروري جداً في عملية تطوير أجهزة البلازما المحرقة

حيث أنه بهذه الطريقة يتم الحفاظ على طاقة تشغيل الجهاز.

المراجع المستخدمة

- [1] Mather, J. W, (1965), **Formation of a high density deuterium plasma focus**, The Physics of Fluids, 8(2), 366-377..
- [2] Haines, M. G, (2011), **A review of the dense Z-pinch**, Plasma Physics and Controlled Fusion, 53(9), 093001.
- [3] Lee, P., Feng, X., Zhang, G. X., Liu, M. H., & Lee, S, (1997), **Electron lithography using a compact plasma focus**, Plasma Sources Science and Technology, 6(3), 343.
- [4] Shirani, B., & Abbasi, F, (2013), **Prospects for 13 N Production in a Small Plasma Focus Device**, Journal of Fusion Energy, 32, 235-241.
- [5] SAHYOUNI. W, NASSIF. A, ZEIDAN. O, and KAFA, N, (2023), **Determination of conditions for obtaining radioactivity of 13N isotope for medical use by NX2 dense plasma focus device**, St. Petersburg State Polytechnical University Journal, Physics and Mathematics, vol. 16, No. 2.
- [6] Hassan, M, (2006), **Plasma processing of materials using plasma focus**, Lahore: GC University Lahore.
- [7] Rawat, R. S., Aggarwal, V., Hassan, M., Lee, P., Springham, S. V., Tan, T. L., & Lee, S, (2008), **Nano-phase titanium dioxide thin film deposited by repetitive plasma focus: Ion irradiation and annealing based phase transformation and agglomeration**, Applied Surface Science, 255(5), 2932-2941.
- [8] Kant, C. R., Srivastava, M. P., & Rawat, R. S, (1998), **Dense plasma focus energetic ions based fullerene films on a Si (111) substrate**, Physics Letters A, 239(1-2), 109-114..
- [9] Feugeas, J. N., Llonch, E. C., De González, C. O., & Galambos, G, (1988), **Nitrogen implantation of AISI 304 stainless steel with a coaxial plasma gun**, Journal of applied physics, 64(5), 2648-2651.
- [10] Rawat, R. S., Chew, W. M., Lee, P., White, T., & Lee, S, (2003), **Deposition of titanium nitride thin films on stainless steel—AISI**

- 304 substrates using a plasma focus device**, Surface and Coatings Technology, 173(2-3), 276-284.
- [11] Inestrosa-Izurieta, M. J., Jauregui, P., & Soto, L, (2016), **Deposition of materials using a plasma focus of tens of joules**, In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 720, No. 1, p. 012045), IOP Publishing.
- [12] Omrani, M., Amrollahi, R., & Habibi, M, (2013), **The effect of TiN nanoparticles deposition with different number of shots on SS316L by plasma focus device**, Radiation Effects and Defects in Solids, 168(3), 188-198.
- [13] Sahyouni. W and Nassif. A, (2021), **Effect of Atomic Number on Plasma Pinch Properties and Radiative Emissions**, Advances in High Energy Physics, Vol. , Article ID 6611925, 5 pages, <https://doi.org/10.1155/2021/6611925>.
- [14] Lee, S., & Serban, A, (1996), **Dimensions and lifetime of the plasma focus pinch**, IEEE Transactions on plasma science, 24(3), 1101-1105.
- [15] Akel, M., AL-Hawat, S., Ahmad, M., Ballul, Y., & Shaaban, S, (2022), **Features of Pinch Plasma, Electron, and Ion Beams That Originated in the AECS PF-1 Plasma Focus Device**, Plasma, 5(2), 184-195.
- [16] Lee, S., & Saw, S. H, (2013), **Plasma focus ion beam fluence and flux—For various gases**, Physics of Plasmas, 20(6)..

تأثير التحريض الساكن لبنك المكثفات على مردود الأشعة السينية اللينة لبلازما النتروجين

الدكتور المشرف: وليد صهيوني

الدكتور المشارك: علاء ناصيف

اسم الطالب: ميري الحجه

ملخص

تمّ في هذا البحث استخدام كود Lee من أجل إجراء دراسة عددية لتأثير تغيير التحريض الساكن لبنك المكثفات L_0 لجهاز البلازما المحرّقة الكثيفة UNU ICTP PFF على مردود الأشعة السينية لبلازما النتروجين. تمّ أولاً دراسة تغيير المردود مع تغيير ضغط الغاز حيث كانت القيمة العظمى للمردود $L = 0.45$ عند 1.8 Torr. ثانياً تم دراسة تخفيض قيمة التحريض الخارجي على قيمة المردود عند قيم التحريض $1, 5, 10, 20, 30, 50$ nH حيث كانت القيمة العظمى للمردود $L = 1.83$ عند 5 nH مع تغيير أبعاد الأقطاب إلى $a=1.25$ cm, $b=4.3$ cm, $z_0=7.1$ cm.

الكلمات المفتاحية: جهاز البلازما المحرّقة الكثيفة UNU ICTP PFF، كود Lee، بلازما النتروجين.

*المشرف : أستاذ دكتور جامعة البعث كلية العلوم /قسم الفيزياء

** المشرف المشارك: دكتور الجامعة الوطنية الخاصة /كلية الصيدلة

Effect of capacitor bank static induction on soft X-ray yield of nitrogen plasma

Condidate

Supervisor

Prof. Supervisor

Merry Al hajji

Dr. Alaa Nassif

Dr. Walid Sahyouni

Abstract

In this paper, Lee's code was used to conduct a numerical study to the effect of changing capacitor bank static inductance L_0 of the UNU ICTP PFF dense plasma focus device on nitrogen plasma soft X-ray yield. **Firstly**, soft X-ray yield changes was studied with gas pressure changes, where the maximum value of yield was 0.45 J at 1.8 Torr. **Secondly**, reducing static inductance on soft X-ray yield was studied at induction values 1.5, 10, 20, 30, and 50 nH, where the maximum value of soft X-ray yield was 1.83 J at 5 nH with changing electrodes dimensions to $a=1.25$ cm, $b=4.3$ cm, $z_0=7.1$ cm.

Keywords: UNU ICTP PFF Dense Plasma focus Device, Lee Code, Nitrogen Plasma.

مقدمة:

اكتشف رونتجن الأشعة السينية عام 1895 حيث تنتج من كبح الإلكترونات المسرعة ضمن أنبوب الأشعة السينية التقليدي وهي تستخدم في العديد من التطبيقات، ولكن منذ اكتشاف ظاهرة البلازما المحرقة من قبل ماذر وفيليبوف [1] تم البحث في إمكانية الاستفادة من أجهزة البلازما المحرقة الكثيفة كمصادر للأشعة السينية وذلك عند استبدال غاز الديتيريوم بغازات أخرى.

تتشأ البلازما المحرقة عند إجراء تفريغ كهربائي من بنك مكثفات (كمون من مرتبة عشرات kV) ضمن غاز موضوع داخل حجرة تحتوي على تشكيلة الكترودات (مصعد ومهبط)، يؤدي تأيين الغاز إلى تشكيل طبقة من البلازما تتسرع بشكل محوري على طول الالكترودات ثم بشكل قطري ليتشكل عمود بلازما حار جداً - كثيف جداً يتوضع على قمة المصعد يدعى القبضة (Pinch) يستمر لفترة قصيرة من الزمن (عشرات النانو ثانية) لينهار بعدها بسبب لا استقرارات البلازما [2] [3].

بيّنت الدراسات أنه خلال فترة بقاء قبضة البلازما على قمة المصعد (أو ما يطلق عليها فترة الركود stagnation period) فإنها تعتبر مصدراً غنياً للأشعة السينية اللينة التي تصدر من خلال ثلاث آليات: الإصدار الخطي، الكبح، إعادة الاتحاد [4]. حيث أجريت العديد من التجارب العددية لدراسة إصدار الأشعة السينية اللينة من جهاز

البلازما المحرقة NX2 عند استخدام غاز النيون كغاز تشغيل [5]، كما تم حساب القيمة العظمى لمردود الأشعة السينية اللينة الصادرة من جهاز UNU/ ICTP PFF عند تغير ضغط غاز النتروجين [6].

تم إجراء عدد كبير من التجارب لإمكانية استخدام الأشعة السينية اللينة الصادرة في العديد من التطبيقات مثل طباعة الرقائق الالكترونية والتصوير الشعاعي [7] وتصوير العينات البيولوجية [8].

تلعب طاقة تشغيل جهاز البلازما المحرقة وبارامترات (الأبعاد الهندسية للالكترودات) بالإضافة إلى نوع الغاز المستخدم في عملية التشغيل دوراً أساسياً في طاقة الأشعة السينية اللينة الصادرة ولذلك تجري عملية تطوير مستمر لهذه الأجهزة من أجل الحصول على طاقة أشعة سينية ملائمة لكل تطبيق عملي [9] [10].

تعدّ التجارب العددية من أفضل الوسائل من أجل دراسة إصدار الأشعة السينية اللينة من أجهزة البلازما المحرقة حيث يقمّ كود لي [11] الذي يعتبر من أفضل برامج نمذجة البلازما المحرقة أداة برمجية مناسبة جداً لمثل هذا النوع من الدراسات نظراً للميزات الكبيرة التي يتمتع بها التي تقدم محاكاة واقعية بدرجة كبيرة لظاهرة البلازما المحرقة. صدرت أول نسخة عن هذا النموذج عام 1985 حيث كانت عبارة عن مرحلتين وبعدها ذلك استخدم لوصف وتحسين أجهزة البلازما المحرقة ولاحقاً تم تطويره إلى خمس مراحل

عام 2000 حيث قدم محاكاة واقعية لخصائص البلازما المحرقة وذلك من خلال ربط بارامترات الدارة الكهربائية مع ديناميكيات وترموديناميك البلازما والاصدارات الاشعاعية، كما تمّ من خلال هذا الكود حساب مردود الأشعة السينية اللينة عند استخدام غازات مختلفة والإصدار النيوتروني وتحسين هذا المردود عند تغيير ضغط ونوع الغاز وبارامترات بنك المكثفات [12] [13]. كما تم استخدام هذا الكود في العديد من مجالات الدراسة مثل تصميم أجهزة بلازما محرقة جديدة وإجراء تعديلات على أجهزة البلازما المحرقة الموجودة من ناحية تغيير بارامترات بنك المكثفات أو تغيير أبعاد الإلكترونيات .

هدف البحث:

يهدف البحث إلى إجراء دراسة عددية حاسوبية لدراسة تأثير التحريض الساكن لبنك المكثفات في جهاز البلازما المحرقة الكثيفة UNU ICTP PFF على مردود الأشعة السينية الصادرة عن بلازما النتروجين المحرقة.

الأدوات والبرامج المستخدمة:

تمّ إجراء هذه الدراسة حاسوبياً باستخدام برنامج Lee الحاسوبي الاصدار (RADPFV5.15de.c1) مع عدد من البرمجيات الملحقة اللازمة لعمل هذا البرنامج لدراسة مردود الأشعة السينية اللينة الصادرة من جهاز البلازما المحرقة الكثيفة UNU

ICTP PFF الذي يعمل بطاقة تشغيل 2.2 kJ وذلك عند تغيير ضغط غاز النتروجين، ثم القيام بدراسة تأثير التحريض الساكن لبثك المكثفات على مردود الأشعة السينية اللينة لبلازما النتروجين.

جهاز البلازما المحرقة الكثيفة UNU ICTP PFF:

يعتبر هذا الجهاز جهاز نموذجي للبلازما المحرقة مصمم وفق نموذج ماذر (Mather Type) ، يعمل بمجال طاقة تشغيل 1.8 – 3.3 كيلو جول باستخدام غازات الديوتيريوم والأرجون والنيون والنتروجين، وكذلك أمزجة غازية مثل الأرجون أسيتيلين، 3He-D_2 أو 4He-D_2 ، ضمن مجال ضغط 1.30 و 5.98 ملي بار، المصعد الموجود بداخل حجرة التفريغ مجوف أو أسطوانة مصممة من النحاس أو التيتانيوم تم تغيير أبعادها في سلسلة من التجارب المختلفة: الطول 140 – 162 ملم والقطر 14 – 19 ملم. حول المصعد، هناك ستة قضبان نحاسية تشكل المهبط طولها 157 ملم وسماكتها 9.5-10.0 ملم؛ القطر الكلي للنظام 64 مم. كما تم استخدام مصاعد إضافية على شكل قرصين منفصلين بقطر 85 و 70 مم ، على التوالي، مشكلة نظام تسلسلي من ثلاثة مصاعد؛ بالإضافة إلى ذلك، في إحدى التجارب تم إدراج الجرافيت في نهاية المصعد، والعازل بين المصعد والمهبط مصنوع من زجاج بيركس [14] . تم استخدام هذا الجهاز في العديد من التطبيقات العملية مثل ترسيب أغشية كربونية تشبه الألماس. أثناء إجراء

التجارب العددية على هذا الجهاز تم استخدام البارامترات الموضحة في الجدول

1 [15] :

جدول 1: بارامترات جهاز البلازما المحرقة الكثيفة UNU ICTP PFF

$E_0 = 2.2 \text{ KJ}$	طاقة التشغيل Operation Energy
$L_0 = 110 \text{ nH}$	تحريض الدارة Inductance of circuit
$C_0 = 30 \mu F$	سعة بنك المكثفات Capacitance
$r_0 = 12 \text{ m}\Omega$	المقاومة Resistance
$V_0 = 12 \text{ KV}$	كمون التشغيل Operation Voltage
$P_0 = 1.05 \text{ Torr}$	ضغط التشغيل Pressure
$a = 0.95 \text{ cm}$	نصف قطر المصعد Anode radius
$b = 3.2 \text{ cm}$	نصف قطر المهبط Cathode radius
$Z_0 = 16 \text{ cm}$	طول المصعد Anode length
N	غاز التشغيل Working gas

مناقشة النتائج:

1- تغيير مردود الأشعة السينية اللينة لبلازما النتروجين عند تغيير ضغط الغاز:

تم تنفيذ سلسلة من التجارب العددية باستخدام كود Lee لإيجاد خصائص البلازما المحرقة المتشكلة وقيم مردود الأشعة السينية اللينة الصادرة عند تغيير ضغط غاز النتروجين حتى القيمة التي لا يحدث بعدها تمحرق والنتائج موضحة في الجدول 2:

جدول 2: خصائص البلازما المحرقة UNU ICTP PFF مع تغيير ضغط غاز النتروجين

P_o Torr	T_{pinch} $10^6(K)$	I_{peak} kA	I_{pinch} kA	v_a cm/ μ s	v_s cm/ μ s	v_p cm/ μ s	Y_{sxr} Joul
0.2	19.07	135	92	12.4	52.1	33.4	0.00
0.4	10.72	144	97	9.7	38.0	26.9	0.00
0.6	7.16	148	98	8.3	31.3	22.4	0.01
0.8	5.12	150	95	7.3	27.1	19.3	0.03
1.0	3.78	152	92	6.6	23.9	17.0	0.07
1.2	2.99	153	87	6.0	21.4	15.1	0.14
1.4	2.36	154	82	5.5	19.2	13.6	0.26
1.6	1.85	155	76	5.1	17.3	12.2	0.42
1.8	1.43	156	69	4.7	15.5	11.0	0.45
2.0	1.08	157	62	4.4	13.7	9.9	0.22
2.2	0.79	157	55	4.1	12.1	8.8	0.07

نلاحظ من هذه النتائج:

- ازدياد قيمة مردود الأشعة السينية اللينة مع ازدياد ضغط غاز النتروجين حتى

الوصول إلى قيمة عظمى ل 0.45 عند 1.8 Torr ثم ينخفض مع الاستمرار

بزيادة الضغط الشكل 1، ويرجع سبب هذا الانخفاض بمردود الأشعة السينية

اللينة مع استمرار ازدياد الضغط إلى أنه عند زيادة الضغط فإن قيم السرعات

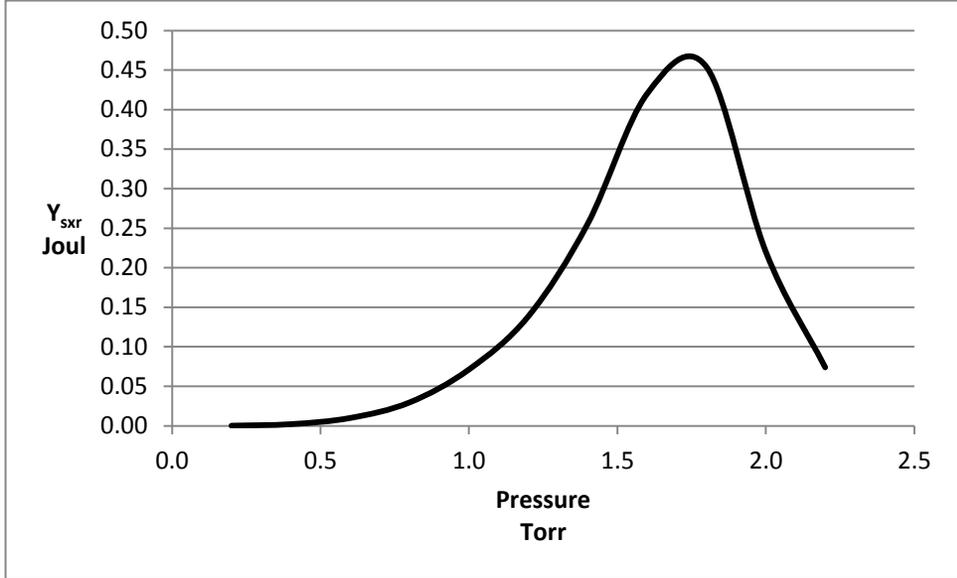
(المحورية v_a ، القطرية v_s ، سرعة المكبس المغناطيسي v_p) تتناقص و هذا

التناقص في السرعات يؤدي إلى انخفاض درجة حرارة البلازما إلى أقل من

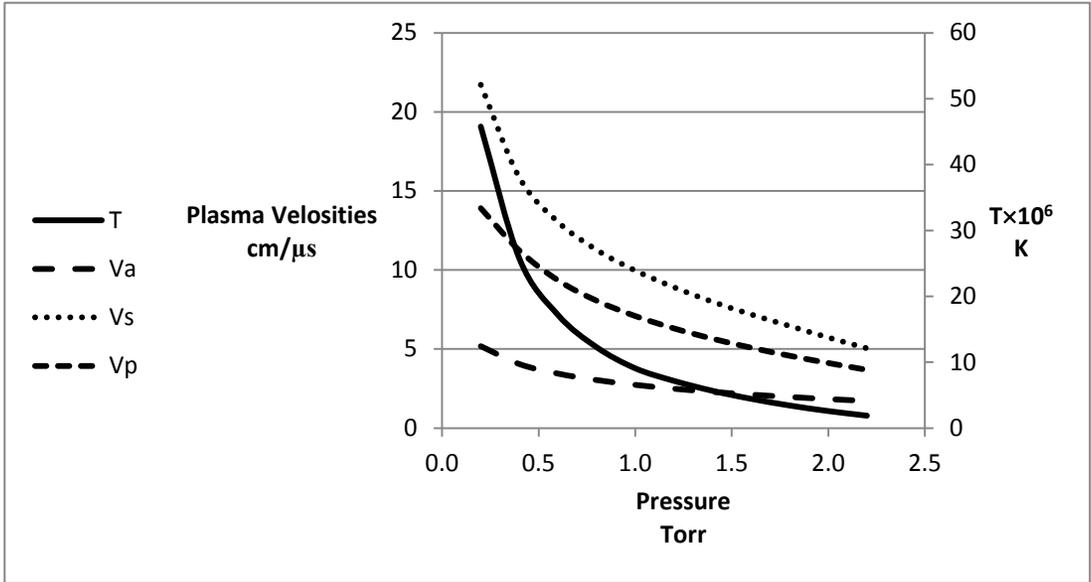
درجة الحرارة اللازمة لإصدار الأشعة السينية اللينة الشكل 2.

- تتخفض قيمة ذروة التيار الكلي I_{peak} قليلاً عند القيم المنخفضة للضغط وذلك بسبب زيادة المقاومة الديناميكية الناتجة عن زيادة سرعة غمد التيار مع انخفاض الضغط.

- يكون لتيار القبضة I_{pinch} المتدفق عبر عمود البلازما المتشكل قيمة عظمى عند الضغوط المنخفضة و ذلك بسبب انتقال زمن تشكّل القبضة ليقترّب أكثر من زمن بلوغ التيار أعلى قيمة له (الذروة في ربع دور).



الشكل 1: تغيير مردود الأشعة السينية اللينة مع تغيير ضغط غاز النتروجين



الشكل 2: سرعات البلازما ودرجة الحرارة مع تغير ضغط غاز النتروجين

2- تأثير تغيير التحريض الساكن لبنيك المكثفات على المردود:

تم دراسة تأثير تخفيض قيمة التحريض الساكن على مردود الأشعة السينية اللينة الصادرة

عند قيمة ضغط غاز النتروجين 2.2 Torr وذلك من خلال اختيار قيم التحريض

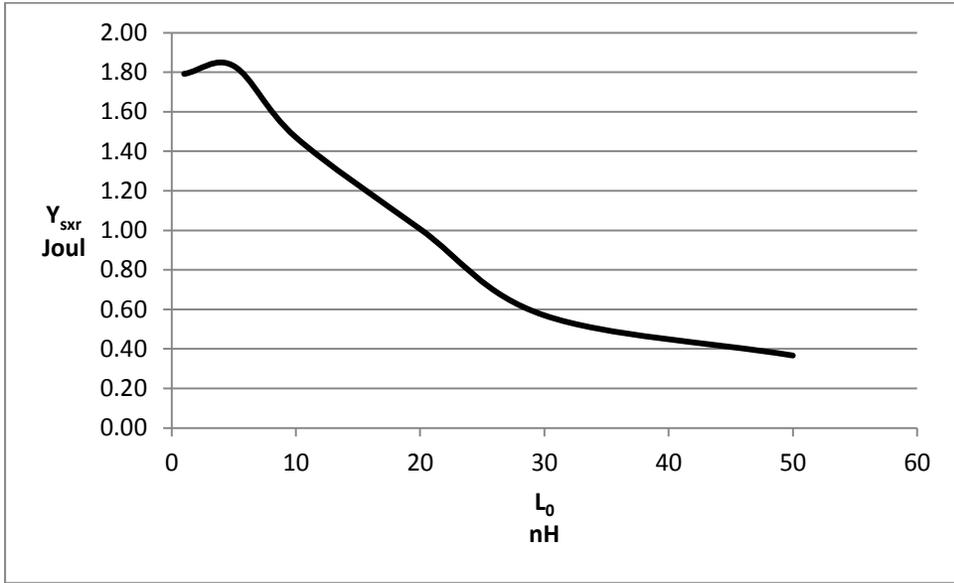
وهذا اقتضى تغيير الأبعاد الهندسية للجهاز مع الحفاظ على 1,5,10,20,30,50 nH

النسبة $c=b/a$ ثابتة عند القيمة 3.4 والنتائج موضحة في الجدول الآتي:

L_0 nH	a cm	b cm	z_0 cm	I_{peak} kA	I_{pinch} kA	r_{min} cm	z_{max} cm	Y_{line}
1	1.3	4.4	4.5	401	128	0.19	1.9	1.79
5	1.25	4.3	7.1	348	113	0.16	1.8	1.83
10	1.17	4.0	8.6	309	108	0.14	1.7	1.47
20	1.05	3.6	10.9	264	98	0.11	1.5	1.01
30	0.90	3.1	14.2	233	83	0.10	1.3	0.57
50	0.80	2.7	17.2	200	73	0.08	1.1	0.37

يتبين من هذه النتائج:

- انخفاض كل من ذروة التيار الكلي I_{peak} تيار القبضة I_{pinch} مع ازدياد قيمة L_0
- مع ازدياد قيمة L_0 نلاحظ وجود قيمة عظمى للمردود J عند $L_0 = 5$ nH كما هو موضح في الشكل 3.
- تم الحصول على قيم متلى لأبعاد الأقطاب التي يتحقق عندها أعلى مردود للأشعة السينية اللينة $a=1.25$ cm, $b=4.3$ cm, $z_0=7.1$ cm.



الشكل 3: مردود الأشعة السينية اللينة عند قيم التحريض الساكن

الاستنتاجات:

أظهرت نتائج هذه الدراسة تأثير انخفاض قيمة التحريض الساكن لبنك المكثفات لجهاز البلازما المحرقية UNU ICTP PFF على مردود الأشعة السينية اللينة حيث ازداد من J 0.45 عند استخدام البارامترات الأساسية للجهاز إلى J 1.83 من خلال تخفيض قيمة التحريض الساكن لبنك المكثفات من 110 nH إلى 5 nH .

تفيد هذه النتائج في ملائمة جهاز البلازما المحرقية بحسب التطبيق العملي المراد استخدامه كما تؤكد أهمية التجارب العددية في تطوير أجهزة البلازما المحرقية الكثيفة.

المراجع المستخدمة

- [1] Mather, J. W. (1965), **Formation of a high- density deuterium plasma focus**, *The Physics of Fluids*, 8(2), 366-377.
- [2] Haines, M. G. (2011), **A review of the dense Z-pinch**, *Plasma Physics and Controlled Fusion*, 53(9), 093001.
- [3] Lu, X., Laroussi, M., & Puech, V, (2012), **On atmospheric-pressure non-equilibrium plasma jets and plasma bullets**, *Plasma Sources Science and Technology*, 21(3), 034005.
- [4] Hussain, S., Ahmad, S., Sharif, M., Sadiq, M., Waheed, A., & Zakauallah, M, (2006), **Comparative studies of X-ray emission from a plasma focus with different metal inserts at the anode tip**, *Physics Letters A*, 349(1-4), 236-244.
- [5] Sahyouni .W and Nassif . A , (2018) , **Neon Soft X-ray Yield Optimization from Dense plasma Focus Device**, Jordan Journal of Physics, Vol.11, PP. 167-172.
- [6] Sahyouni .W and Nassif . A , (2019) , **Nitrogen Soft X-Ray Yield Optimization from UNU/ICTP PFF Plasma Focus Device**, American Journal of Modern Physics, Vol. 8, PP. 86-89.
- [7] Hassan, S. M., & Lee, P, (2017), **Pulsed Plasma Sources for X-ray Microscopy and Lithography Applications**, *Plasma Science and Technology for Emerging Economies: An AAAPT Experience*, 269-292..
- [8] Rawat, R. S., Zhang, T., Lim, G. J., Tan, W. H., Ng, S. J., Patran, A., ... & Lee, S, (2004), **Soft X-ray imaging using a neon filled plasma focus X-ray source**, *Journal of fusion energy*, 23, 49-53.
- [9] Lee, S., Rawat, R. S., Lee, P., & Saw, S. H, (2009), **Soft X-ray yield from NX2 plasma focus**, *Journal of Applied Physics*, 106(2).

- [10] Serban, A., & Lee, S, (1997), **Soft X-ray emission from a small plasma focus operated in deuterium**, *Plasma Sources Science and Technology*, 6(1), 78.
- [11] Lee, S, (2014), **Plasma focus radiative model: Review of the Lee model code**, *Journal of Fusion Energy*, 33, 319-335..
- [12] Akel, M., Lee, S., & Saw, S. H, (2012), **Numerical experiments in plasma focus operated in various gases**, *IEEE Transactions on Plasma Science*, 40(12), 3290-3297.
- [13] Lee, S., Saw, S. H., Lee, P., & Rawat, R. S, (2009), **Numerical experiments on plasma focus neon soft X-ray scaling**, *Plasma Physics and Controlled Fusion*, 51(10), 105013.
- [14] Dubinov, A. E., Fomicheva, E. I., & Senilov, L. A, (2020), **Research with plasma foci in countries of Asia, Africa, and Latin America**, *Reviews of Modern Plasma Physics*, 4(1), 6..
- [15] Akel, M., & Lee, S, (2013), **Soft X-Ray emission in the water window region with nitrogen filling in a low energy plasma focus**, *Journal of Fusion Energy*, 32(1), 121-127.

تحضير وتوصيف أكسيد الزنك النانوي المعدل وتأثيره في عملية التفكيك الضوئي للصاد الحيوي أموكسيسلين

المشرف: الأستاذ الدكتور ابراهيم راهب *

المشرف المشارك: الأستاذ الدكتور يوسف الأحمد **

الباحثة: ميسم محمد الجرده ***

ملخص

تم في هذا البحث تحضير عينات من مركب أكسيد الزنك النانوي ZnO، وذلك انطلاقاً من نترات الزنك المائية وباستخدام طريقة الترسيب المشترك بوجود عامل موجه للبنية PEG400 باستخدام هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 2M وبهيدروكسيد الأمونيوم المركز. تم الترسيب والتحرك لمدة 18 ساعة، حيث رشحت العينات ثم جففت عند الدرجة C°110 لمدة ساعة وكلفت عند الدرجة C°550 لمدة 3 ساعات. بينت قياسات XRD أن الأكسيد المحضر يمتلك بنية بلورية واضحة كما أن الأكسيد المحضر باستخدام هيدروكسيد الصوديوم بلغت أحجام البلورات النانوية (14.1– 24.7 nm) وفي حالة استخدام هيدروكسيد الأمونيوم كانت (39.9– 48.0 nm) وذلك وفقاً لقياسات SEM. ويمتلك الأكسيد المحضر مساحة سطحية نوعية صغيرة لا تتجاوز (42m²/gr).

وبينت دراسة الفعالية الحفزية للأكسيد المحضر باستخدام مرسب بهيدروكسيد الصوديوم وبوجود PEG400 بأن نسبة التفكك للصاد الحيوي أموكسيسلين 95%، بينما باستخدام المرسب هيدروكسيد الأمونيوم وبوجود PEG400 بلغت 92% وذلك بعد 24h من حدوث التفاعل بوجود لمبة UV كمصدر للطاقة.

كلمات مفتاحية: أكسيد الزنك النانوي، IR، SEM، XRD، UV، BET، أموكسيسلين

*: أستاذ في كلية العلوم - قسم الكيمياء - جامعة تشرين

** : أستاذ في كلية الصيدلة - جامعة البعث

*** : طالبة دراسات عليا ماجستير - قسم الكيمياء الفيزيائية - جامعة تشرين

Preparation of nano-zinc oxide and the effect of some added factors on its structure in the photodegradation of antibiotics (amoxicillin)

* Ibrahim Raheb - ** Youssef Al Ahmad - *** Maisam Al Jurdh

Abstract

In this research, ZnO nanocomposite samples were prepared from aqueous zinc nitrate using a co-precipitation method in the presence of a PEG400 structure-oriented agent using sodium hydroxide at a concentration of 2M and concentrated ammonium hydroxide. The samples were precipitated and stirred for 18 hours, filtered, dried at 110 °C for 1 hour and calcined at 550 °C for 3 hours.

XRD measurements showed that the prepared oxide has a clear crystal structure, and the oxide prepared using sodium hydroxide had nanocrystal sizes of (24.7-14.1 nm) and ammonium hydroxide (39.9-48.0 nm) according to SEM measurements. The prepared oxide has a small specific surface area of (42m²/gr).

FT-IR measurements showed an absorption band in the range (419-437 cm⁻¹) indicating the structure of the resulting oxide. The catalytic activity of the prepared oxide, precipitated with sodium hydroxide and PEG400, showed that the degradation rate of amoxicillin biomass was 95%, while precipitated with ammonium hydroxide and PEG400 was 92% after 24 hours of reaction with a UV lamp as an energy source.

Keywords: nano zinc oxide, BET, XRD, SEM, IR, UV, amoxicillin

*: Prof. Dr. in Physics Chemistry -Faculty of Science at Tishreen University

** : Prof. Dr. in Pharmacy – Al Baath University

***: Master degree student in Tishreen University.

1- مقدمة:

تعرف الحفازات على أنها مواد تسرع من التفاعل الكيميائي، أو تخفض من درجة الحرارة أو الضغط اللازمين لبدء التفاعل دون أن تستهلك المادة المحفزة أثناء التفاعل. حيث يعرف الحفز على أنه عملية إضافة عامل حفاز لتسهيل وتسريع حدوث التفاعل، ويقسم الحفز إلى حفز متجانس وحفز غير متجانس. وتعتمد فعالية الحفاز على عدة عوامل ومنها: التركيب الكيميائي له، مساحة السطح النوعي له ونوعية وكمية المسام الموجودة فيه وغيرها من العوامل.

يؤدي استخدام المحفزات إلى تفاعلات كيميائية أسرع وأكثر كفاءة في استخدام الطاقة. وتتمتع المحفزات أيضاً بخاصية رئيسية تسمى الانتقائية، حيث يمكنها توجيه التفاعل لزيادة كمية الناتج المرغوب فيه وتقليل كمية المنتجات الثانوية غير المرغوب فيها. ويمكنها إنتاج مواد جديدة تماماً مع استخدامات محتملة جديدة [1]

ركزت العديد من الدراسات على تطوير بعض الأساليب الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية مثل الامتزاز والترسيب والأكسدة الكيميائية وذلك باستخدام عوامل مؤكسدة والأكسدة المتقدمة AOPs والأكسدة الضوئية الحفزية اللامتجانسة وذلك من أجل التعامل مع هذه الملوثات والعمل على التخلص منها بإزالتها أو تحويلها لشكل آخر بحيث يمكن التخلص منها أو التقليل من مضارها. وقد تم استخدام تقنية التحفيز الضوئي لأشباه الموصلات في عمليات التنقية وذلك بسبب نشاطها العالي والتكلفة المنخفضة وقابلية إعادة الاستخدام. [2]

تعتمد هذه التقنية على إنتاج جذور الهيدروكسيل المؤكسدة الفعالة من خلال استخدام أشباه الموصلات حيث يتم تشييع المواد شبه الموصلة بالأشعة الشمسية أو فوق البنفسجية لإنتاج ثقب وأزواج إلكترونية ثم تتفاعل هذه الأزواج مع الهيدروكسيل الموجود

على السطح أو في البيئة المائية الملوثة والتي ستحلل بدورها الملوثات وتحولها لمواد بسيطة وغير ضارة. [3-4]

ازداد الاهتمام بالمواد النانوية بشكل كبير في الوقت الحالي لما لها من قدرة كبيرة في تعزيز التطور العلمي وتوفير أدوات تحليلية جديدة في الطب والعلوم وغيرها لما تمتلكه من خصائص عالية ومتعددة حيث تعرف الجسيمات النانوية بأنها تجمع ذري أو جزيئي ميكروسكوبي حيث يتراوح عددها من بضع الذرات إلى المليون ذرة مرتبطة مع بعضها مشكلة كرة بنصف قطر أقل من 100 نانومتر ونتيجة لشكلها الكروي ونسبة مساحة السطح العالية إلى الحجم فإن لها استخدامات فعالة وكبيرة في مجالات عدة. هناك عدة طرائق لتحضير هذه الجسيمات ومنها الترسيب الكيميائي، الطريقة الهيدروحرارية، طريقة ال sol-gel وغيرها. [5-6]

الأموكسيسلين:

يعد الأموكسيسلين من الصادات الحيوية من زمرة البنسيلينات صيغته الكيميائية المجملة $(C_{16}H_{19}N_3O_5S \cdot 3H_2O)$ ، وهو عبارة عن مسحوق بلوري لونه أبيض وعديم الرائحة، وتعطي محاليله المائية بتركيز (2mg/ml) درجة حموضة (5.3-6). ينحل جيداً في الإيثانول وقليل الانحلال في الماء وغير منحل نسبياً في الزيوت الدسمة. له قمة امتصاص أعظمية عند (230 nm)) وكتلته المولية (419.4 g/mole). [7]

يستخدم الأموكسيسلين لعلاج الالتهابات البكتيرية، مثل الالتهابات الصدرية (بما في ذلك الالتهاب الرئوي) وخراجات الأسنان. ويمكن أيضاً استخدامه مع الصادات الحيوية والأدوية الأخرى لعلاج قرحة المعدة.

يعتبر تلوث المياه السطحية والجوفية بالصادات الحيوية ناجماً عن مصادر محددة وغير محددة لمياه الصرف الصحي ومياه الري الزراعي. تدخل مياه الصرف الصحي مع مياه

الصرف الصحي المنزلي، ونظراً لعدم إزالة هذه المركبات بالكامل من مياه الصرف الصحي المنزلي أثناء المعالجة، فمن المحتمل أن يُطلق بقايا الصادات الحيوية في تصريف محطات معالجة مياه الصرف الصحي إلى البيئة. [8-9]

2- هدف البحث وأهمية البحث:

يهدف هذا البحث إلى:

✓ تحضير أكسيد الزنك النانوي بوجود عوامل اختزال كل من هيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد الأمونيوم و PEG400 كعامل موجه للبنية.

✓ استخدام هذا الأكسيد في عمليات الأكسدة الضوئية المتقدمة (AOPs) لتفكك الصاد الحيوي أموكسيسلين. وتعيين الشروط المثلى ضمن المجال التجريبي المدروس للوصول إلى أعلى نسبة إزالة لهذه الملوثات والاستفادة من الأشعة الشمسية في عملية المعالجة لتخفيف تكاليف مصادر الطاقة.

وتكمن أهمية هذا البحث بأنه يعالج مشكلة بيئية وصحية من خلال نزع الملوثات الناتجة عن الصادات الحيوية الضارة بالبيئة المائية وصحة الإنسان، حيث أن وجودها بكميات صغيرة يؤدي إلى إحداث تغيرات حيوية ضارة على الكائن الحي. وبالتالي فإن هذا البحث يملك أهمية علمية وعملية لمعالجة الملوثات الموجودة في الأوساط المائية والحد من تأثيرها الضار.

3- مواد وطرائق البحث:

3-1 الأجهزة والأدوات المستخدمة:

- ميزان إلكتروني حساس ماركة (JA-Series) صنع شركة FITHFUL بدقة (gr 0.001)
- خلاط مغناطيسي ماركة صنع Fortex
- فرن تجفيف كهربائي (C°250-0) ماركة HERAEUS.
- مرمدة تكليس (C°1100-0) ماركة صنع Carbolite.
- جهاز pH ماركة JA-Series.
- لمبة UV (10W) بطول موجة 350nm.
- جهاز المجهر الإلكتروني الماسح SEM من شركة (FEI) موديل (Quanta 200) موجود بهيئة الطاقة الذرية في دمشق.
- جهاز قياس حيود الأشعة السينية (X-Ray Diffraction) XRD موديل (PW-1840) المصمم من شركة (Philips) موجود في هيئة الطاقة الذرية في دمشق.
- جهاز قياس السطح النوعي BET المصمم من شركة (Micromeritics Gemini3) موجود بهيئة الطاقة الذرية في دمشق.
- جهاز قياس مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) موديل (type 4100) من شركة Jasco موجود في جامعة حلب.

- جهاز قياس مطيافية الأشعة المرئية - فوق البنفسجية المصمم من شركة (PG Instruments) موديل T70 موجود في الجامعة العربية الخاصة للعلوم والتكنولوجيا.

3-2-المواد المستخدمة:

استخدمت المواد الكيميائية والصيدلانية التالية:

- نترات الزنك المائية $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ عالية النقاوة 99% إنتاج شركة Loba Chemie.
- بولي ايتلين غليكول 400 نقاوة عالية إنتاج شركة Sisco Research Laboratories
- هيدروكسيد الصوديوم 99% إنتاج شركة EROLAB
- هيدروكسيد الأمونيوم 25% إنتاج شركة LABCHEM
- أموكسيسيلين (AMO) مادة دوائية نقية.

3-3- تحضير أكسيد الزنك النانوي بشروط مختلفة:

حضر أكسيد الزنك ZnO باستخدام 37.125 غرام من نترات الزنك المائية حيث قمنا بوزن 0.125 مول منه و التي تم حلها باستخدام 25ml من الماء المقطر ثم قسم المحلول لقسمين متساويين، القسم الأول لم يتم أي إضافة له بينما القسم الثاني فقد تم إضافة 1ml من عامل موجه للبنية وهو PEG400 تركيزه 1% . تم إضافة العامل المرسب محلول ممدد تركيزه 2mole/L من هيدروكسيد الصوديوم بالتقريب مع التحريك المستمر، وضبطت قيمة pH المحلول الناتج عند قيمة pH=8 لكلا القسمين. تم تحريك العينتين لمدة 18 ساعة ثم تركت للترقيد، ثم رشح الناتج وغسل

بكمية مناسبة من الماء المقطر ليتم التخلص الكامل من الشوارد المتبقية في المحلول ثم جفف الراسب عند الدرجة 110°C لمدة ساعة. طحنت العينات وتم حفظ كل عينة في زجاجة مصنفة ورقمت (A1-A2) بالترتيب.

أعيدت كل الخطوات السابقة نفسها ولكن باستخدام هيدروكسيد الأمونيوم المركز لعامل مُرسب. وكذلك رقت العينات (B1-B2) بالترتيب.

الجدول(1): رموز العينات المحضرة من أكسيد الزنك باستخدام هيدروكسيد

الصوديوم وهيدروكسيد الأمونيوم

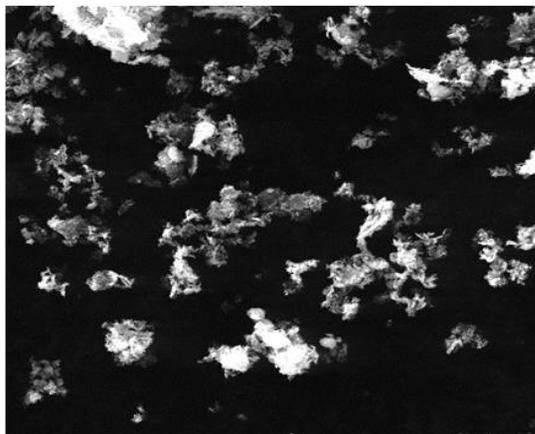
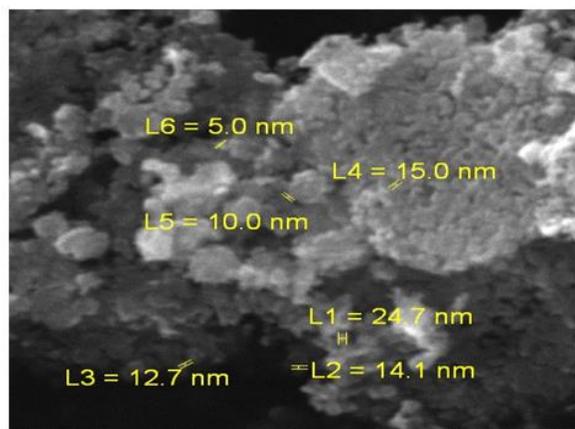
رمز العينة	A1	A2	B1	B2
الأكسيد المحضر	ZnO بوجود عامل الترسيب NaOH	ZnO بوجود عامل الترسيب NaOH و بوجود PEG400	ZnO بوجود عامل الترسيب NH4OH	ZnO بوجود عامل الترسيب NH4OH و بوجود PEG400

4 - النتائج والمناقشة:

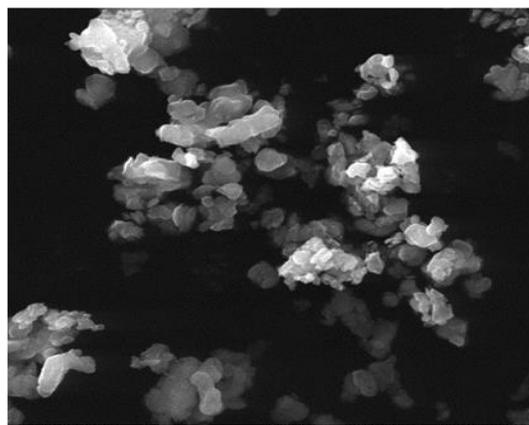
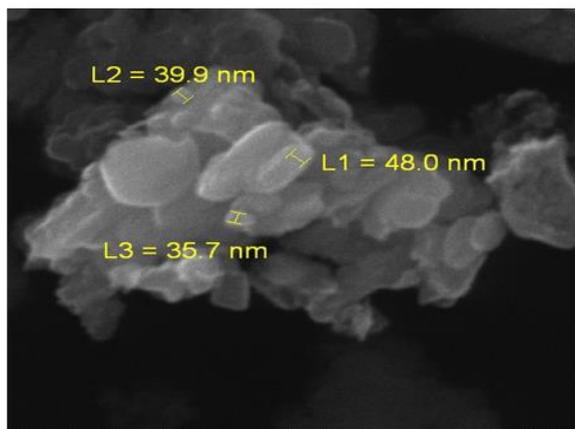
4-1 توصيف العينات باستخدام تقنية SEM:

لتحديد أبعاد حجوم الحبيبات النانوية لأكسيد الزنك بوجود كل من هيدروكسيد الصوديوم (A1)،

وهيدروكسيد الأمونيوم (B1) استخدمت تقنية المجهر الإلكتروني الماسح، فتبين أن أبعادها تتراوح ما بين (nm 14.1- 24.7) للعينة A1 ، و (nm 39.9- 48.0) للعينة B1 . و كما هو موضح بالشكلين (1 و 2):



الشكل (1): صورة المجهر الإلكتروني الماسح للعينة (A1)



الشكل (2): صورة المجهر الإلكتروني الماسح للعينة (B1)

تحضير وتوصيف أكسيد الزنك النانوي المُعدّل وتأثيره في عملية التفكيك الضوئي للصاد الحيوي أموكسيسلين

لوحظ من الشكلين السابقين تغير بنية بلورات أكسيد الزنك النانوية المحضرة بتغير العامل المرسب، حيث أعطت شكل إسفنجي باستخدام هيدروكسيد الصوديوم وشكل زهرة باستخدام هيدروكسيد الأمونيوم.

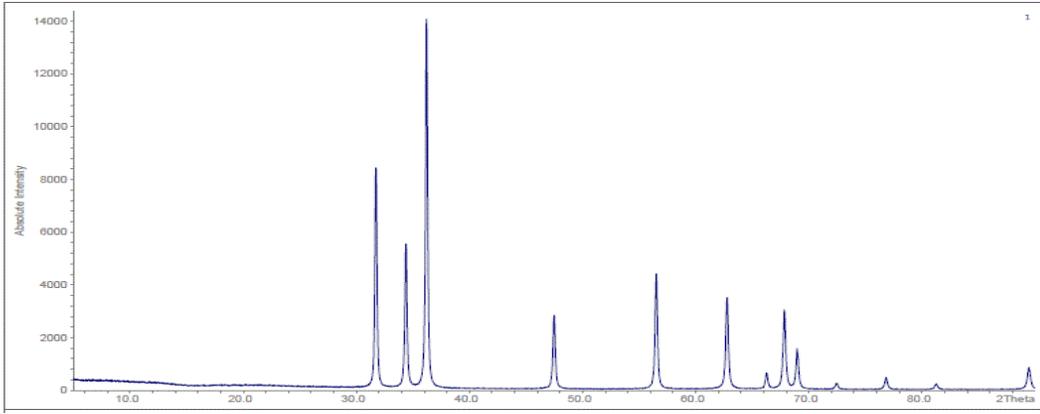
كما تم تحديد نسبة العناصر لأكسيد الزنك النانوي وفق العينتين (A1 وB1) باستخدام طريقة الـ EDX ، ومقارنتها مع القيم النظرية، حيث لوحظ تطابقاً كبيراً بين القيم التجريبية للمحتوى العنصري مع القيم النظرية مما يدل على نقاوة العينات المحضرة. [10] كما يظهر في الجدول (2):

الجدول (2): قيم النسب المئوية لكل عنصر لكلا العينتين (A1, B1) مقارنة مع القيم النظرية

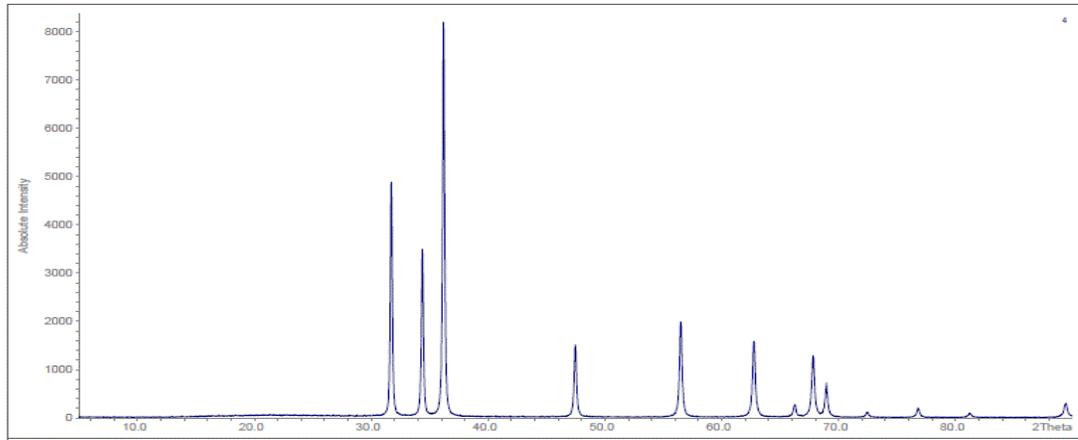
نظرياً		B1		A1		العينة
Zn	O	Zn	O	Zn	O	العنصر
78.50	21.49	76.12	23.88	76.00	24.00	المحتوى (%)

2-4 توصيف العينات باستخدام XRD:

بينت طيوف XRD للعينتين (A1-B1) وجود بنية بلورية واضحة والتي تدل على تبلور أكسيد الزنك وفق البطاقة المرجعية رقم (JCPDS card no. 89-1397) [11] ، ولا يوجد إشارات أخرى لغير أكسيد الزنك مما يدل على نقاوة هذا الحفاز .



الشكل (3): مخطط XRD للعينة A1



الشكل (4): مخطط XRD للعينة B1

3-4 توصيف العينات باستخدام تقنية BET:

تم تحديد المساحة السطحية النوعية للعينتين (A1-B1) من خلال امتزاز غاز النتروجين عند الدرجة

77°C . وباستخدام علاقة BET تم تعيين سعة الطبقة الأحادية التي تستخدم لحساب المساحة السطحية النوعية من خلال العلاقة:

$$S_{BET} = V_m \cdot \frac{N_A}{V_M} \cdot \sigma = 4.37 \times V_m$$

حيث:

V_m : الحجم المولي لغاز النتروجين

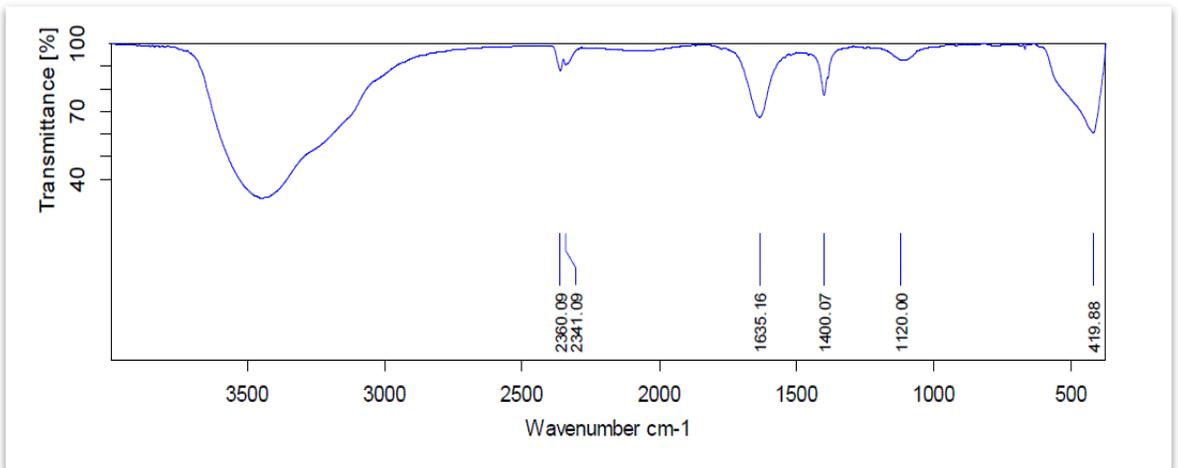
N_A : عدد أفوغادرو و يساوي 6.02×10^{23} .

σ : سطح مقطع الجزيئة الممتزة في الطبقة الأحادية وتكون من أجل النتروجين 16.27 \AA^2 .

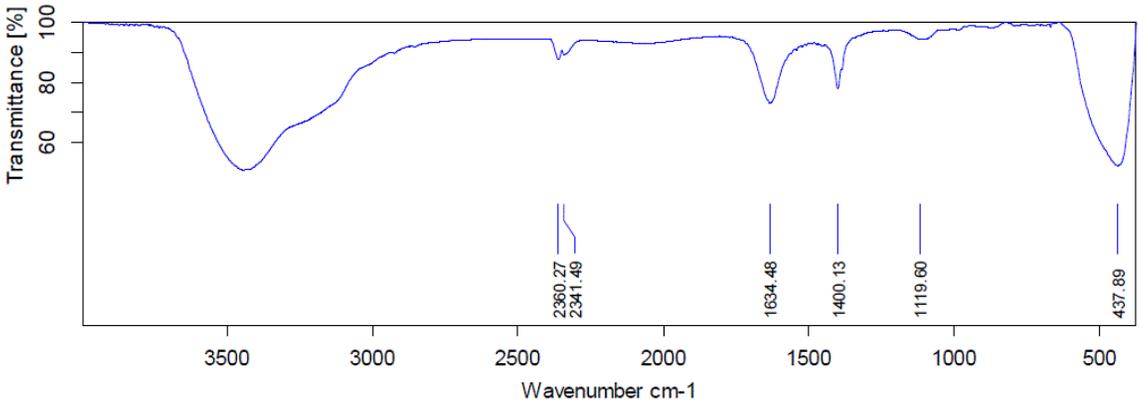
وقد تبين أن العينتين تمتلكان مساحة سطحية نوعية صغيرة وبلغت قيمتها للينة A1 مقدار $31.12 \text{ m}^2/\text{g}$ أما بالنسبة للينة B1 فقد بلغت $42.04 \text{ m}^2/\text{g}$.

4-4 توصيف العينات باستخدام مطيافية الأشعة تحت الحمراء FT-IR:

يظهر الشكلان (5 و 6) طيفي FT-IR للعينات المحضرة (A1 و B1):



الشكل (5): طيف IR للينة A1



الشكل (6): طيف IR للعينة B1

ويظهر من هذين الشكلين وجود القمة الأساسية عند القيمة 419cm^{-1} للعينة A1 و 437cm^{-1} للعينة B1 ونلاحظ انزياح في القمتين مقارنةً مع القيمة المرجعية والتي هي 457cm^{-1} وهذا يؤكد تشكل الأكسيد ZnO. حيث توجد امتصاصات عند العدد الموجي 34909cm^{-1} تعود لمجموعة الهيدروكسيل

مجاميع العائدة للماء الممتز فيزيائياً على سطح المركب النانوي. [12]

5-4 دراسة الفعالية الحفزية ونسبة التفكك للصاد الحيوي المدروس:

تم اختبار الفعالية الحفزية للأكاسيد المحضرة في تفكيك الأموكسيسيلين بوجود مصدرين لأشعة UV الأول لمبة UV باستطاعة 10w والثاني ضوء الشمس.

محلول الأموكسيسيلين (AMO) بوجود الأشعة فوق البنفسجية UV:

حيث حضر 100ml من محلول الصاد الحيوي الأموكسيسيلين (AMO) بتركيز (100 mg/ml) وحضر منه أربعة محاليل بتراكيز (20-40-60-80 mg/ml) على التوالي. ثم أخذ من كل محلول 10ml وأضيف مقدار (0.1 gr) من أكسيد الزنك النانوي المحضر لكل منها وعرضت المحاليل لأشعة لمبة UV لمدة (24h) وذلك عند درجة حرارة الغرفة ثم رشح المحلول الناتج وتم تحديد التركيز المتبقي من الأموكسيسيلين بالطريقة الطيفية عند طول موجة 230nm. وذلك من أجل حساب نسبة الإزالة من العلاقة:

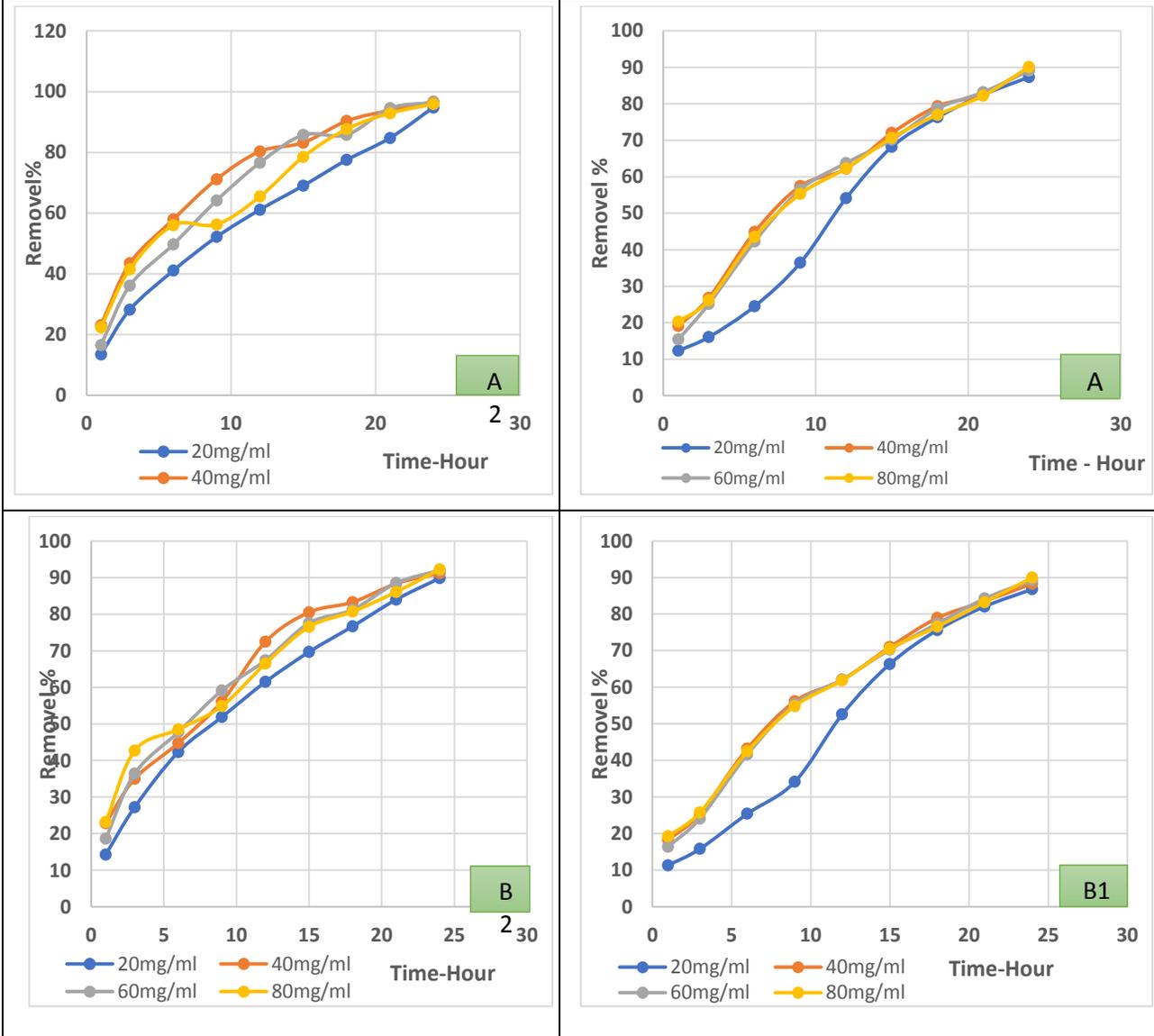
$$Removal\% = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100$$

حيث C_0 : تعبر عن التركيز البدئي للأموكسيسيلين

C_e : تعبر عن التركيز المتبقي من الأموكسيسيلين بعد عملية التفكيك. [13]

كررت العملية السابقة على المحاليل المحضرة من الأموكسيسيلين بتغيير الأكسيد المضاف في كل مرة، نلاحظ من مقارنة النتائج لكل المحاليل السابقة والأكاسيد المطبقة عليها، أن نسبة الإزالة كانت كبيرة وواضحة بالنسبة لكل الأكاسيد المضافة ولكن النسبة الأكبر كانت عند استخدام الأكسيد A2 والذي تم تحضيره بإضافة PEG400 حيث بلغت نسبة التفكك 95%.

يبين الشكل (7) منحنيات الإزالة المرسومة وفق العلاقة المطبقة في حساب نسبة الإزالة للأموكسيسيلين بوجود لمبة UV:

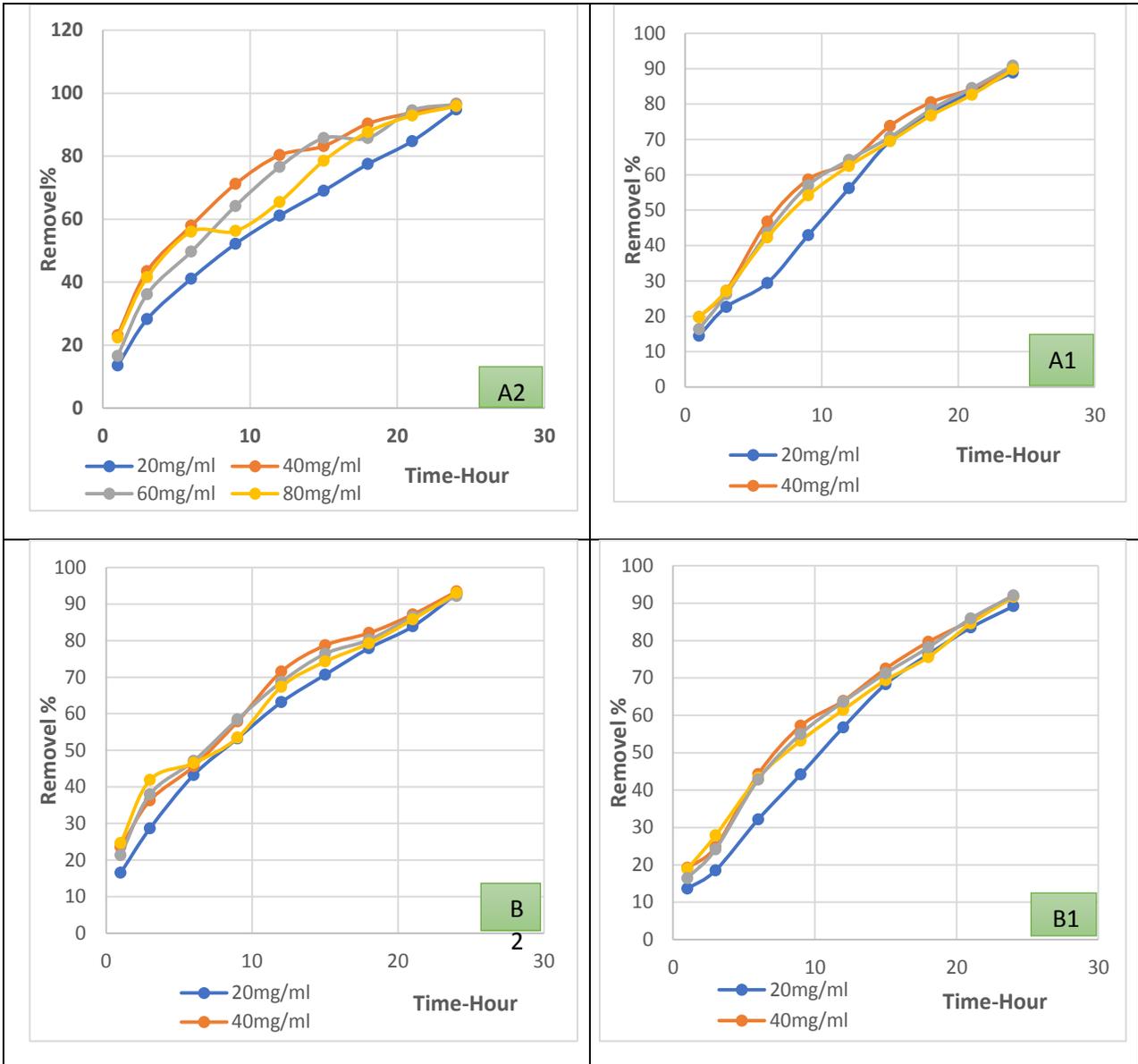


الشكل (7): مقارنة نسبة تفكك AMO بتغير الأوكسيد المضاف المستخدم بوجود لمبة UV

محلول الأموكسيسيلين (AMO) بوجود الأشعة الشمسية:

أعيدت الخطوات السابقة المستخدمة ولكن بوجود أشعة الشمس بدلا من لمبة UV. وتم حساب نسبة الإزالة بعد تعريض العينات لأشعة الشمس لمدة 24h وبمقارنة النتائج لكل المحاليل السابقة والأكاسيد المطبقة عليها، أن نسبة الإزالة كانت كبيرة وواضحة بالنسبة لكل الأكاسيد المضافة ولكن النسبة الأكبر كانت عند استخدام الأكسيد A2 والذي تم تحضيره بإضافة PEG400 حيث بلغت نسبة التفكك 96%.

يبين الشكل (8) منحنيات الإزالة المرسومة وفق العلاقة المطبقة في حساب نسبة الإزالة للأموكسيسيلين بوجود الأشعة الشمسية:



الشكل (8): مقارنة نسبة تفكك AMO بتغير الأوكسيد المضاف المستخدم بوجود الأشعة الشمسية

5- الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

تم في هذا البحث تحضير مركب أكسيد الزنك بطريقة الترسيب باستخدام عوامل الترسيب (هيدروكسيد الصوديوم - هيدروكسيد الأمونيوم) مع إضافة عامل موجه للبنية PEG400.

تبين أن أفضل عامل ترسيب كان هيدروكسيد الأمونيوم حيث أكدت نتائج تقنية (XRD) أن الأكسيد المحضر ZnO متبلور ونقي بشكل أفضل من الأكسيد المحضر باستخدام هيدروكسيد الصوديوم.

أظهرت نتائج المجهر الإلكتروني الماسح أن الحبيبات نانوية حيث تراوحت أبعادها (13.58 nm) وأخذت شكلاً إسفنجياً عند استخدام هيدروكسيد الصوديوم كعامل مرسب. وتراوحت أبعادها (41.0 nm) وأخذت شكل زهرة عند استخدام هيدروكسيد الأمونيوم كعامل مرسب. واعتماداً على نتائج تقنية EDX ظهر لدينا تطابقاً كبيراً بين نسبة التحليل العنصري النظرية والتجريبية.

بينت نتائج دراسة الفعالية الحفزية أنها تتمتع بكفاءة عالية في تفاعل أكسدة الصاد الحيوي الأموكسيسيلين بوجود أشعة من لمبة UV وبوجود الأشعة الشمسية حيث أبدت العينات المحضرة بوجود العامل الموجه للسطح PEG400 أفضل فعالية حفزية وكانت الفعالية أكبر عند استخدام الأشعة الشمسية حيث كان لPEG400 دوراً في تنظيم شكل

بلورات أكسيد الزنك النانوية واستقرارها. [14]

التوصيات:

- إجراء عمليات تحسين في بنية الأكسيد النانوي المحضر عبر إضافة عناصر أو مركبات تؤدي لزيادة فعاليته الحفزية وبالتالي زيادة في نسبة تحطيم المخلفات الصيدلانية والعضوية.
- استخدام الأشعة الشمسية كمصدر للأشعة فوق البنفسجية بدلاً من استخدام لمبة UV.
- تحضير أكسيد الزنك النانوي بطرائق أخرى مثل الطريقة الهيدروحرارية وطريقة Sol-Gel ودراسة فعاليتها في تحطيم الملوثات.

6- المراجع:

- [1]- <https://www.energy.gov/science/doe-explainscatalysts>.
- [2]- Parvez Mahbub 2023 **Scalability of advanced oxidation processes (AOPs) in industrial applications: A review**, Journal of Environmental Management 345.
- [3]-Subhashish Patra 2018 **ZnO polymer composite based visible blind UV photodetector**, Materials Research Bulletin VOL (101), Pages: 240-245.
- [4]-Michael Aschner 2009 **Nanoparticles: Transport across the olfactory epithelium and application to the assessment of brain function in health and disease**, Progress in Brain Research VOL (180), Pages: 141-152.
- [5]-Takalani Cele 2020, **Preparation of Nanoparticles**, Pages: 1-14.
- [6]- C.C. Vidyasagar, Y. Arthoba Naik 2012 **Surfactant (PEG 400) effects on crystallinity of ZnO nanoparticles**, Arabian Journal of Chemistry.
- [7]- The British Pharmacopoeia 2020, **USP32**.

- [8]-Vera Homem 2011, a review: **Degradation and removal methods of antibiotics from aqueous Matrices.** Journal of Environmental Management, Pages: 2304- 2347
- [9]-Poulopoulos S, Inglezakis V. **Adsorption, ion exchange and catalysis: design of operations and environmental applications.** Elsevier; 2006 Aug 23.
- [10]- Syed Naseem Hussain Shah, Syed Ali, Syed Rizwan Ali, M Naeem. **Synthesis and characterization of zinc oxide nano particles for antibacterial applications.** Journal of nanoscience Apr 2016.
- [11]-Bushra Hussain shnawa, Samir hamed, Payman A.kareem, **Sporicidal activity of biosynthesized zinc oxide nanoparticles by Mentha longifolia L. leaves against Echinococcus granulosus protoscolices.** Journal Emergent Materials. 2021, Pages: 1-11.
- [12]- Sing K.S., Everett D. H., Haul R.W. ,L. Moscou, R. A. Pierotti , J. Rouquerol ,T.Siemieniewska. **Reporting physisorption data for gas/solid systems with special reference to the determination of surface area and porosity (Recommendations 1984).** Pure and applied chemistry. 1985, Pages: 603-619.

[13]-Ibrahim Raheb, Mohammad Sameh Manlla. Kinetic and thermodynamic studies of the degradation of methylene blue by photo-fenton reaction. Journal of Heliyon. Jun 2021

[14]- Akermi Mehdi, Yahya Alajlani , Souhail Bouzgarrou . Effect of PEG-400 on the ZnO morphology activated by gamma rays in the realization of gas sensors. Journal of Solid State Ionics. Nov 2023.