

مجلة جامعة البعث

سلسلة العلوم الهندسية الميكانيكية
والكهربائية والمعلوماتية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 45 . العدد 9

1444 هـ - 2023 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب
رئيس جامعة البعث
المدير المسؤول عن المجلة

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

مديرة مكتب مجلة جامعة البعث
بشرى مصطفى

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

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

الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة البعث

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

. هاتف / فاكس : 2138071 31 963 ++

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

المحتوى

الصفحة	اسم الباحث	اسم البحث
36-11	سوزان الملحم د. اسير ابراهيم	تحسس الطيف وكشف الإشارة في أنظمة الراديو الإدراكي باستخدام تقنية الدوري المستقر Cyclostationary
52-37	م. علاء ديوب د. هيثم غندور د. نسمة أبو طبق	تحسين جودة الطاقة الكهربائية في شبكات التوزيع بالاعتماد على مرمم الجهد الديناميكي
86-53	م. فتن خليل د. مهند رجب	تشخيص الإصابة بفيروس كورونا بتحليل الصور المقطعية
112-87	م. فدا جهجاه د. مهند رجب	عوامل النجاح الحاسمة لتنفيذ نظم تخطيط موارد المؤسسات في التعليم العالي في سوريا

142-113	<p>لينا شَنَار د. يمن الأتاسي</p>	<p>تحضير حبيبات الألبينات الحاوية على الكركمين وتوصيفها وضبط بعض شروط التحضير</p>
156-143	<p>م. معن قحيص د. عباد كاسوحة</p>	<p>تحسين الخواص الميكانيكية لسبيكة الألمنيوم 360 بإضافة عنصري التيتانيوم والبورون ومعالجة مصهورها بالأرغون</p>

تحسس الطيف وكشف الإشارة في أنظمة الراديو الإدراكي باستخدام تقنية الدوري المستقر Cyclostationary

طالبة الدراسات العليا: سوزان ايمن الملحم

اختصاص: هندسة اتصالات - القسم: الهندسة الالكترونية والاتصالات

الكلية: الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة البعث

اشراف: د. اسبر ابراهيم

الملخص

فرض الطلب المتزايد على التطبيقات اللاسلكية الكثير من القيود على استخدام الطيف الراديوي المتاح وهو مورد محدود وثمين. ومع ذلك ، فقد أدى تخصيص الطيف الثابت إلى استخدام أقل من الطيف حيث لا يتم استخدام جزء كبير من الطيف المرخص بشكل فعال. يعد الراديو الإدراكي تقنية واعدة توفر طريقة جديدة لتحسين كفاءة استخدام الطيف الكهرومغناطيسي المتاح. يساعد استشعار الطيف على اكتشاف ثقوب الطيف (نطاقات الطيف غير المستغلة بالكامل) التي توفر طيفاً عالي السعة. في هذا البحث، يتم استعراض تقنيات استشعار الطيف. وتتم مناقشة التحديات والقضايا التي ينطوي عليها تنفيذ تقنيات استشعار الطيف مع إعطاء دراسة مقارنة لمختلف المنهجيات في خوارزمية Cyclostationary.

الكلمات المفتاحية: الراديو الإدراكي ، تحسس الطيف، طريقة الدوري المستقر ، خوارزمية FAM ، خوارزمية SSCA.

Spectrum Sensing and Signal Detection in Cognitive Radio Systems Using Cyclostationary Technology

Abstract:

The growing demand of wireless applications has put a lot of constraints on the usage of available radio spectrum which is limited and precious resource. However, a fixed spectrum assignment has lead to under utilisation of spectrum as a great portion of licensed spectrum is not effectively utilised. Cognitive radio is a promising technology which provides a novel way to improve utilisation efficiency of available electromagnetic spectrum. Spectrum sensing helps to detect the spectrum holes (underutilised bands of the spectrum) providing high spectral capability. In this research. A review of spectrum sensing techniques is presented. The challenges and issues involved in implementation of spectrum sensing techniques are discussed in detail giving comparative study of various methodologies in Cyclostationary Technology

Keywords: Cognitive Radio, Spectrum Sensing, Cyclostationay method, FAM method and SSCA Algorithm

المقدمة: Introduction

يعد الطيف الراديوي الكهرومغناطيسي المتاح مورداً طبيعياً محدوداً ويزدحم يوماً بعد يوم بسبب الزيادة في الأجهزة والتطبيقات اللاسلكية. وقد وجد أيضاً أن الطيف المخصص غير مستغل بسبب التخصيص الثابت للطيف. كما أن النهج التقليدي لإدارة الطيف غير مرن للغاية بمعنى أنه يتم منح كل مشغل لاسلكي ترخيصاً حصرياً للعمل في مجال تردد معين. ومع تخصيص معظم الطيف الراديوي المفيد بالفعل ، من الصعب العثور على نطاقات شاغرة لنشر خدمات جديدة أو لتعزيز الخدمات الموجودة. من أجل التغلب على هذا الوضع ، نحتاج إلى التوصل إلى وسيلة لتحسين استخدام الطيف ، مما يخلق فرصاً للوصول الديناميكي إلى الطيف.

يمكن حل مشكلة قلة استخدام الطيف في الاتصالات اللاسلكية بطريقة أفضل باستخدام تقنية الراديو الإدراكي (CR) . حيث تم تصميم أجهزة الراديو الإدراكية من أجل توفير اتصالات موثوقة للغاية لجميع مستخدمي الشبكة ، في أي مكان وكلما دعت الحاجة ، ولتسهيل الاستخدام الفعال للطيف الراديوي .يمكن للراديو الإدراكي تغيير بارامترات جهاز الإرسال الخاص به بناءً على التفاعل مع البيئة التي يعمل فيها. يلعب تحسس الطيف دوراً حيوياً في الراديو الإدراكي لاستشعار الطيف الحامل وتخصيص الطيف الشاغر للمستخدم الثانوي. تشمل طرق استشعار الطيف الرئيسية والبارزة [4] الكشف المعتمد على الطاقة (Energy Detection) ، وكشف المرشح المتوافق (Matched Filter) ، وكاشف ميزات الدوري المستقر (Cyclostationary Feature Detection) ،. يناقش هذا البحث طريقة الكشف المعتمدة على الدوري المستقر (cyclostationary) التي أثبتت قوتها في تحسس الطيف الراديوي ومناعتها القوية ضد الضجيج حيث تستغل الإحصائيات الدورية والارتباط الطيفي للإشارة المستقبلية للكشف عن وجود الإشارة الأولية في القناة وستتم دراسة الخوارزميات الحسابية المتبعة في حساب كثافة الاستطاعة الطيفية للإشارات والخوارزميات هي:

تراكم تحويل فورييه السريع (FAM(FFT Accumulation Method) وخوارزمية الارتباط الطيفي الشرائحي (SSCA(Strip Spectral Correlation Algorithm) والمقارنة بين هاتين الخوارزميتين السابقتين .

أولاً- الهدف من البحث:

يهدف البحث هنا إلى دراسة وتحليل خوارزميات تحسس الطيف المتبعة في الراديو الإدراكي ومقارنة هذه الخوارزميات عبر محاكاتها باستخدام برنامج الماتلاب والتركيز على الطريقة الأفضل وتوضيح نقاط الضعف والقوة لكل خوارزمية.

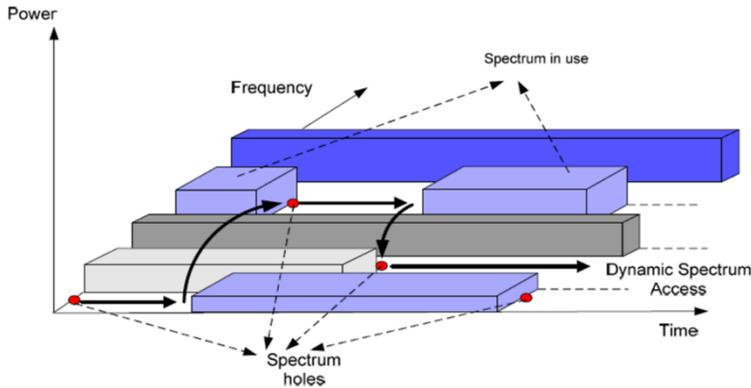
ثانياً- مواد وطرق البحث:

تم استخدام برنامج MATLAB للمحاكاة من خلال استخدام العلاقات الرياضية لكل من خوارزميات تحسس الطيف باستخدام تقنية Cyclostationary.

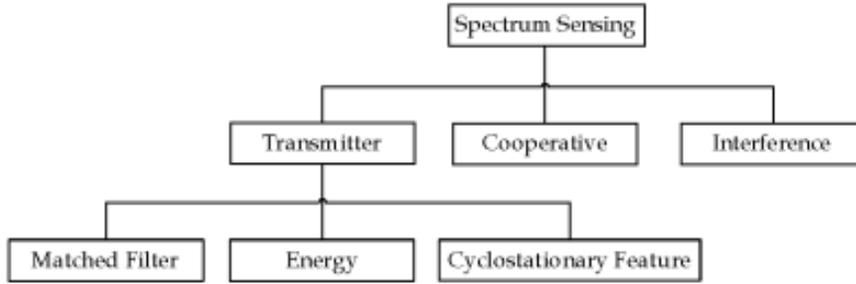
ثالثاً- الراديو الإدراكي:

الراديو الإدراكي (Cognitive Radio) هو راديو للاتصالات اللاسلكية ، والذي يغير سلوكيات الإرسال والاستقبال وفقاً للبيئة المحيطة لأخذ أفضل طيف يمكن الحصول عليه ويتحايل على التداخل مع المستخدم المرخص له. حيث يسمح بالاستخدام الفعال للطيف الراديوي غير المستغل بالكامل ويسمح أيضاً بمشاركة الطيف المتاح من قبل مستخدم ثانوي مع المستخدم الأساسي. في مصطلحات CR ، يُطلق على المستخدم المرخص له الذي يصل إلى طيف معين بحرية تخصصه لجنة الاتصالات الفيدرالية (Federal Communications Commission) اسم المستخدم الأساسي (Primary User) الذي يكون له أولوية أعلى. أما المستخدمون غير المرخص لهم الذين يستغلون التردد غير المستخدم ديناميكياً ، معروفون كمستخدم ثانوي (Secondary User) ولهم أولوية منخفضة.

نظراً لعدم استخدام الطيف المرخص بكل زمن ومكان ومن أجل زيادة استخدامية الطيف وزيادة عدد المستخدمين المستفيدين من موارد الطيف، يقوم الراديو الإدراكي بالبحث عن الهدف الذي يُشار إليه باسم ثقب الطيف أو المساحة البيضاء ولكن عندما المستخدم الأولي (الأساسي) يسجل الدخول فجأة للطيف ينتقل الراديو الإدراكي للحمزة المعينة إلى ثقب طيف آخر. حيث لا يأخذ الإرسال من قبل مستخدم غير مرخص مكانه (مجال الطيف) إلا إذا كان المستخدم الأساسي لا يصل إلى مجال التردد هذا. يجب أن يكون المستخدم الثانوي مؤهلاً لمغادرة النطاق أو الطيف إذا تم التعرف على الإرسال بواسطة مستخدم أساسي. يجب أن يتمتع الراديو المعرفي بالاستطاعة وخصائص إعادة التكوين لجعل ذلك ممكناً.



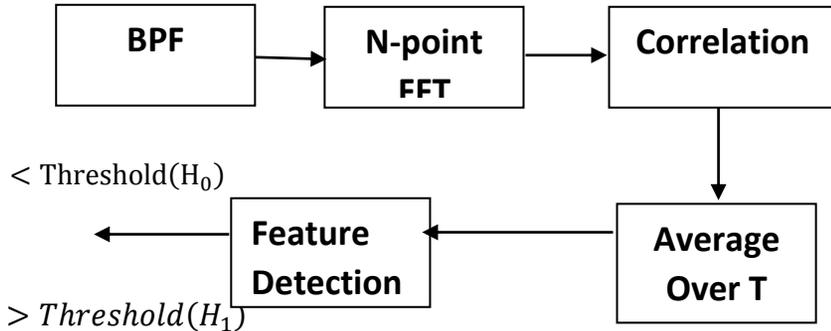
الشكل (1) : مفهوم ثقب الطيف (المساحات البيضاء)[11].



الشكل (2): تقنيات تحسس الطيف المعتمدة في الراديو الإدراكي [19].

رابعا- كشف ميزة Cyclostationary :

يستغل كاشف ميزة Cyclostationary الميزات أو الخصائص الدورية المستقرة للإشارة المستقبلية للكشف عن إشارة المستخدم الأولية في الطيف. الميزات الدورية المستقرة للإشارات لها إحصائيات دورية مثل المتوسط والترابط الذاتي والطور وما إلى ذلك تختلف في الفاصل الزمني الدوري. تتمتع هذه الطريقة بحصانة أعلى للضوضاء في القناة من أي طرق أخرى لاستشعار الطيف لأن الضوضاء عشوائية بطبيعتها ولا تتمتع بخصائص دورية مستقرة . يمكن استخراج هذه الميزات الدورية المستقرة من الإشارة باستخدام بارامتر يسمى تابع الارتباط الدوري الذاتي (CAF).



الشكل(3): طريقة كشف ميزة cyclostationary [4]

يتم إعطاء الارتباط الدوري الذاتي للإشارة المستقبلية بواسطة الصيغة :

$$R_x^\alpha(\alpha) = \lim_{\Delta \rightarrow \infty} \frac{1}{\Delta} \int_{-\frac{\Delta}{2}}^{\frac{\Delta}{2}} x\left(t + \frac{\tau}{2}\right) x^*\left(t - \frac{\tau}{2}\right) e^{-j2\pi\alpha t} dt \quad (1)$$

حيث لدينا:

α هو التردد الدوري ، و τ هو التأخير الزمني ، إذا كان هناك تردد دوري واحد على الأقل غير صفري α بحيث تكون $|R_x^\alpha|$ يجب أكبر من الصفر ثم نقول أن الإشارة المستقبلية $x(t)$ تعرض خصائص دورية مستقرة. يعتمد التردد الدوري على نوع التعديل ومدة الرمز وما إلى ذلك في الإشارات الرقمية المشكلة لفترة الرمز T_b يوجد التردد الدوري عند عدد صحيح مضاعف لمقلوب T_b . يعطي تحويل فورييه للارتباط الدوري الذاتي كثافة الارتباط الطيفية تحدها المعادلة.

$$S_X^\alpha = \int_{-\infty}^{+\infty} R_X^\alpha(\alpha) e^{-j2\pi f \tau} d\tau \quad (2)$$

الإشارة المستقبلية $x(t)$ لها خصائص دورية مستقرة أي أن هناك على الأقل تردد دوري α غير صفري من أجل R_X^α لا يساوي الصفر لبعض τ . بينما الضجيج ثابت لأي تردد دوري α غير صفري و تابع الارتباط الدوري الذاتي للضجيج R_W^α يساوي الصفر من أجل كل τ .

في الكشف عن الإشارة الثنائية أو استشعار الطيف ، هناك فرضيتان تغيب إشارة H_0 ، إشارة H_1 موجودة.

يتم تحديد الإشارة المستقبلية بواسطة:

$$H_0 = n(t) \quad (3)$$

$$H_1 = x(t) + n(t) \quad (4)$$

حيث $n(t)$ يمثل الضجيج و $x(t)$ الإشارة المستقبلية

لنفترض أن α_0 يكون تردداً دورياً غير صفري من أجل R_X^α لا يساوي الصفر بالنسبة لبعض τ

على افتراض أن الضجيج والإشارة مستقلتان عن بعضهما البعض

$$H_0: R_y^{\alpha_0}(\tau) = 0 \quad (5)$$

$$H_1: R_y^{\alpha_0}(\tau) \neq 0 \quad (6)$$

من أجل بعض قيم τ

الفرضية H_0 و H_1 في مجال التردد هي :

$$H_0: S_X^\alpha(\tau) = 0 \quad (7)$$

$$H_1: S_X^\alpha(\tau) \neq 0 \quad (8)$$

من أجل بعض قيم f .

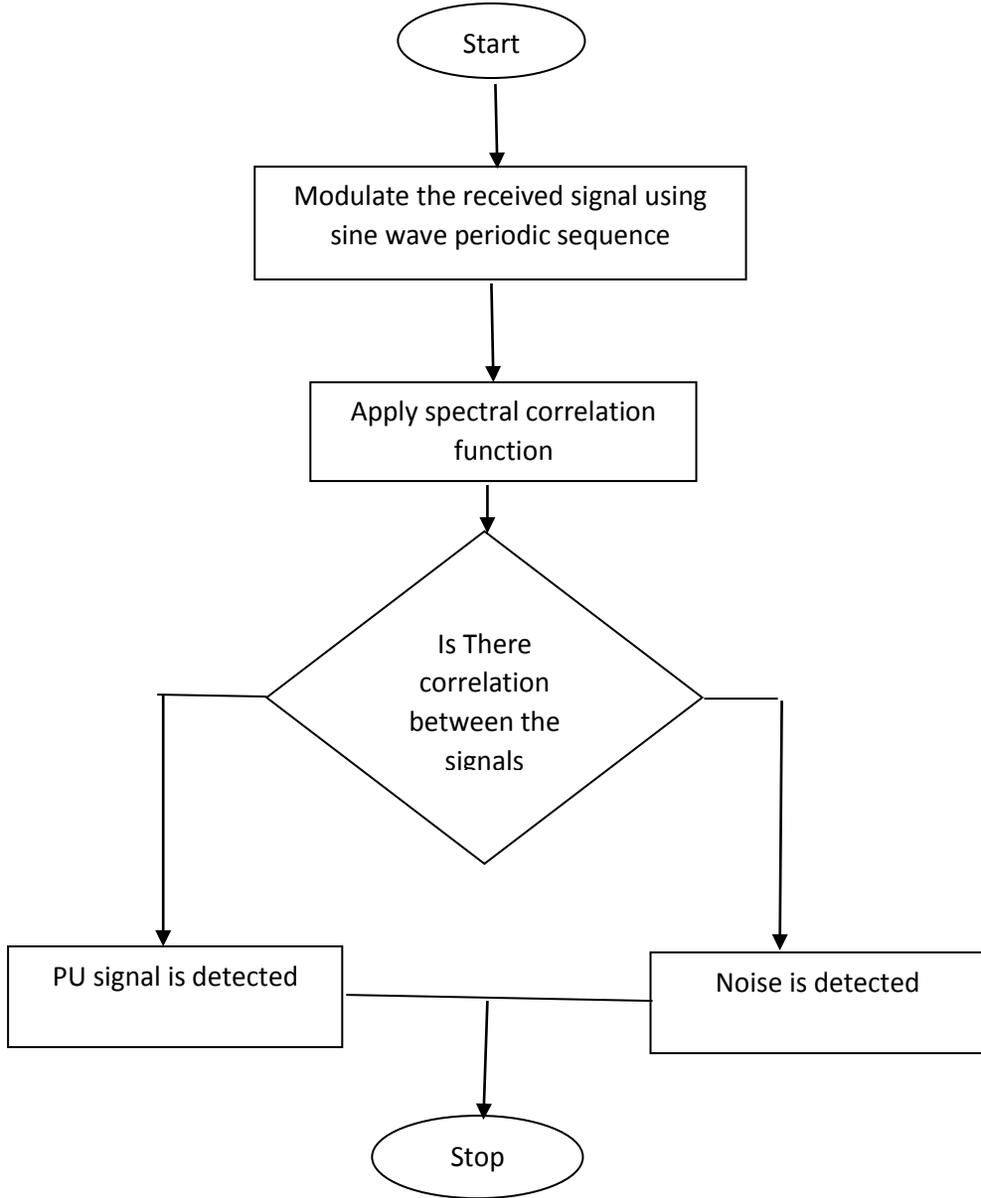
يمكن تمييز H_0 و H_1 عن طريق توليد إحصائية اختبار من الارتباط الدوري الذاتي أو

كثافة الارتباط الطيفي عند التردد الدوري α_0 ومقارنة إحصائية الاختبار بالعتبة. يتم

إعطاء عتبة نموذجية بواسطة المعادلة:

$$C = \int |R_y^{\alpha_0}(\tau)|^2 d\tau \quad (9)$$

من الناحية العملية ، لا يتوفر سوى عدد محدود من العينات. لنفترض أن T هي فترة أخذ العينات و N هي عدد العينات.



الشكل(4): المخطط التدفقي لتطبيق ميزة كشف cyclostationary [5]

يتم إعطاء النسخة المتقطعة من الارتباط الذاتي بواسطة

$$R_Y^\alpha(KT_s) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{M-1} y((n+k)T_s) y^*(nT_s) e^{-2\pi\alpha nT_s} \quad (10)$$

حيث التأخير $k = 0, 1, 2, \dots, M - 1$

وأعظم قيمة للتأخير يجب أن تكون أصغر بكثير من عدد العينات الكلي $M \ll N$.

يتم إعطاء النسخة المتقطعة من إحصاء الاختبار بواسطة عتبة نموذجية محددة في المعادلة رقم (9).

يتم تعيين العتبة بناءً على قوة الضجيج الأبيض في القناة حيث من المستحيل اكتشاف استطاعة الضجيج بدقة في القناة. يمكننا استخدام الحد الأقصى لتخمين الاحتمالية لاستطاعة الضجيج. يتم إعطاء التخمين بواسطة تباين الضجيج:

$$\sigma_n^2 = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} |y(nT_s)|^2 \quad (11)$$

يتم اختيار العتبة على أنها $\beta\sigma_n^4$ حيث β هي قيمة عددية لتلبية الاحتمال المحدد مسبقاً للإنداز الخاطئ واكتشاف الأخطاء.

خامساً - تخمين كثافة الارتباط الطيفي (SCD):

يستخدم التحليل الطيفي الدوري للكشف عن وجود إشارة عبر تابع كثافة الارتباط الطيفي (Spectral Correlation Density (SCD)). لتحقيق هذا الهدف ، تم تطوير سلسلة من الرموز التي تقدر تابع SCD بلغة MATLAB. هذه الرموز عبارة عن تطبيقات لخوارزميتين لتنعيم الزمن تعتمدان على FFT تسمى طريقة تراكم FFT (FAM) وخوارزمية الارتباط الطيفي الشرائحي (SSCA).

تنقسم خوارزميات التحليل الطيفي الدوري عموماً إلى فئتين: هما خوارزميات تنعيم التردد و خوارزميات تنعيم الزمن . على الرغم من أن كلا الفئتين من الخوارزميات تنتج

تخمينات تقريبية مماثلة للطيف الدوري ، إلا أن خوارزميات تنعيم الزمن تعتبر أكثر كفاءة من الناحية الحسابية للتحليل الطيفي الدوري العام.

A. طريقة تراكم (FAM) FFT:

FAM هي إحدى طرق الخوارزمية المنعمة بالزمن والتي تتمتع بكفاءة جيدة وحسابات حكيمة. يمكن تشكيل خوارزمية التنعيم الأساسية بالزمن عن طريق تخمين الزمن المنعم للفترة الزمنية الدورية عند التردد الدوري f_0, α_0 . يُعطى الرسم البياني الدوري المتقاطع للزمن من خلال [14] :

$$S_{xy}^{\alpha_0}(n, f_0)_{\Delta t} = \left[X_T(n, f_0 + \frac{\alpha_0}{2}) Y_T^*(n, f_0 - \frac{\alpha_0}{2}) \right] \quad (12)$$

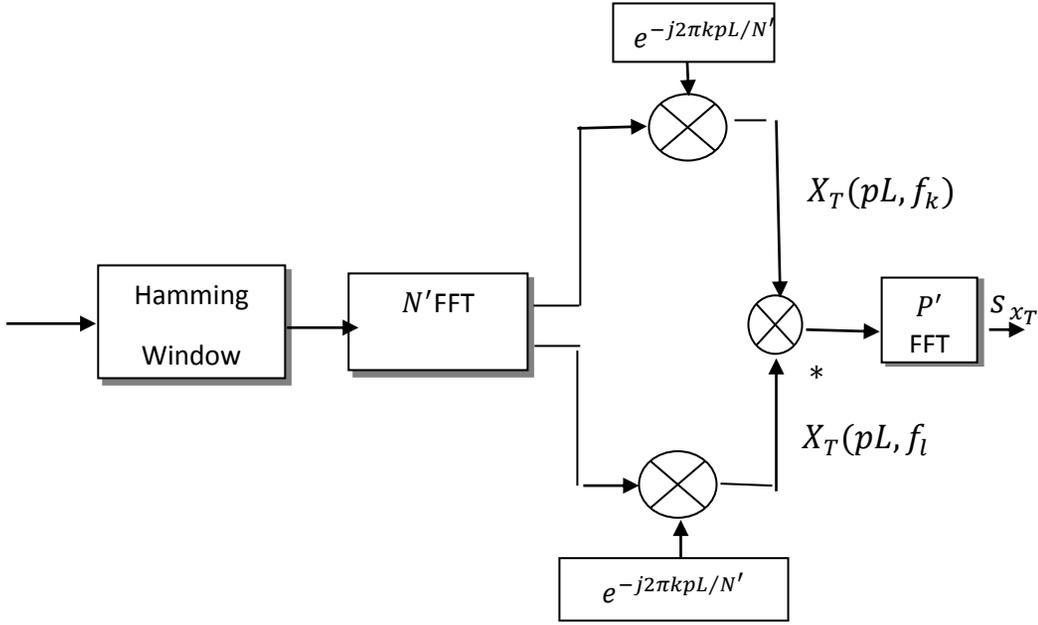
يؤدي التعديل في خوارزمية الزمن المنعمة إلى خوارزميات حسابية مختلفة مثل طريقة تراكم FFT (FAM) وخوارزمية الارتباط الطيفي الشريطي (SSCA). إن FAM عبارة عن تحويل فورييه لنواتج الارتباط بين المكونات الطيفية التي يتم تنعيمها بمرور الزمن. أما SSCA هو تحويل فورييه لنواتج الارتباط بين المكونات الزمنية والطيفية التي تم تنعيمها بمرور الزمن.

مفهوم FAM هو التقاط قطعة من الإشارة الواردة $x[n]$ في مدة زمنية Δt وهي النسخة المعينة من $x[t]$ عند fs ، ويتم حساب الكثافة الطيفية في هذا النطاق. يتم إجراء الحساب بشكل متكرر على مدى قطع متتالية في المجال الزمني $S_x^\alpha(n, f)_{\Delta t}$ حتى يتم تلبية التطبيق. من حيث زمن الحساب وتحقيق تخمين الطيف المتقاطع لـ FAM حسب المعادلة التالية [4]:

$$S_{xy}(pl, f_h)_{\Delta t} = \sum X_T(rL, f_k) Y_T^*(rL, f_l) g_c(p - r) e^{j2\pi r q/p} \quad (13)$$

يُعطى التخمين الطيفي الذاتي لـ FAM بواسطة [4]:

$$S_{xy}(pl, f_h)_{\Delta t} = \sum X_T(rL, F_k) X_T^*(rL, F_l) g_c(p - r) e^{j2\pi r q/p} \quad (14)$$



الشكل (5): المخطط الصندوقي لخوارزمية FAM [14]

يتمثل $X_T(rL, f_k)$ و $Y_T(rL, f_l)$ هي مدخلات فك التعديل العقدي لكتلة FFT وتمثل $g_c(p-r)$ نافذة هامينغ. مخطط الطيف المتقاطع FAM ، وهو ناتج تحويل FFT الأول الذي يملك عدد من الترددات الممثلة في مستوى ثنائي الأبعاد. الشكل (5) . يوضح المخطط الصندوقي لـ FAM.

يتم تنفيذ FAM من خلال تشكيل مصفوفة من $X(kT)$ ، حيث يختلف k من 0 إلى $N-1$. يتم الحصول على المصفوفات ثنائية الأبعاد ذات الأعمدة التي تمثل ترددات ثابتة من خلال تطبيق المدخلات على نافذة هامينغ وتحويل فورييه السريع ثم تحويلها إلى النطاق الأساسي.

B. خوارزمية الارتباط الطيفي الشرائحي (SSCA):

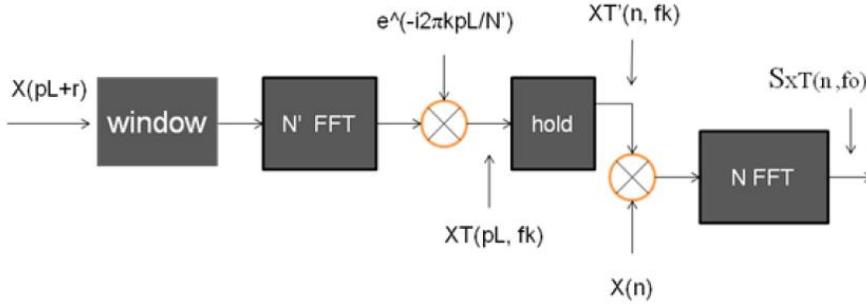
SSCA هي خوارزمية تتعيم للزمن تعتمد على FFT . يتم تنفيذ SSCA من خلال تشكيل مصفوفة من $X(KT)$ مع صفوف طولها N من بيانات عينة الإدخال. يتم إزاحة نقطة البداية لكل صف ناجم عن الصفوف السابقة التي تبدأ من عينات L . يتم استخدام نافذة هامينغ عبر كل صف وإجراء تحويل فورييه السريع وتحويله إلى نطاق أساسي. تسمح خوارزمية الارتباط الطيفي الشرائحي بضرب $X_T(n, f_k)$ بـ $Y^*(n)$ مباشرة.

يتم إعطاء تخمين SSCA عبر الطيف بواسطة [4] :

$$S(n, f_k/2)_{\Delta t} = \sum X_T(r, f) \cdot Y^*(r) g_c(n - r) e^{j2\pi r r q/n} \quad (16)$$

يُعطى التخمين الطيفي الذاتي لـ SSCA بواسطة [4]:

$$S(n, f_k/2)_{\Delta t} = \sum X_T(r, f) \cdot X^*(r) g_c(n - r) e^{j2\pi r r q/n} \quad (17)$$



الشكل (6): المخطط الصندوقي لخوارزمية SSCA [14]

سادساً- دراسات مرجعية:

هناك دراسة مرجعية في مقالة عام (2018) [9] تقوم بالمقارنة بين خوارزميتين حساب كثافة الاستطاعة الطيفية وهما FAM(FFT) و SSCA حيث إن الإشارة المراد حساب كثافة الاستطاعة الطيفية هي عبارة عن نبضة مستطيلة لإشارة BPSK

والبارامترات المعتمدة في التخمين هي:

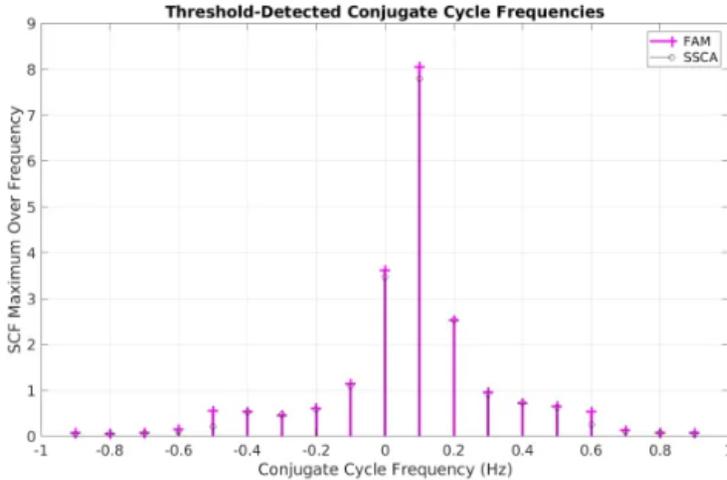
$$N = 32768 \text{ عدد العينات الكلي}$$

$$N' = 32 \text{ وعدد قنوات الدخل}$$

$$L = N'/4 \text{ طول النافذة}$$

$$P_{FA} = 10^{-9} \text{ بارامتر احتمال الكشف الخاطئ}$$

فيكون تابع الارتباط الطيفي للنبضة المستطيلة لإشارة BPSK لكل من FAM(FFT) و SSCA كما هو موضح في الشكل (7)



الشكل(7): نتائج مقارنة تابع الارتباط الطيفي للنبضة المستطيلة لإشارة BPSK حسب الخوارزميتين FAM(FFT) و SSCA بالنسبة للتردد الدوري.

نلاحظ من الشكل السابق بأن قيم تابع الارتباط الطيفي في خوارزمية FAM(FFT) يأخذ قيم أعلى منها بقليل في خوارزمية SSCA. وتكون خوارزمية FAM(FFT) هي الأكثر دقة من خوارزمية SSCA بالرغم من إنها الأكثر تعقيداً.

في دراسة مرجعية أخرى تم نشر مقالة في صحيفة (EJSR) عام 2012 تقوم بالمقارنة بين خوارزمتين حساب كثافة الاستطاعة الطيفة وهما FAM و SSCA نلاحظ التالي:

تتبع طريقتا FAM و SSCA تدفقاً مشابهاً ولكن مع حدوث بعض التغيرات في خوارزمية SSCA واختصار بعض الخطوات ، لذلك يتم تقليل عدد البرامترات في SSCA مقارنةً ب FAM من الضرب مما يعني أنه لن يكون هناك تغيير في التعقيد حتى إذا تم تغيير النافذة. عندما يتم محاكاة الخوارزمتين باستخدام MatlabR2010 ، تزداد سرعة التنفيذ في SSCA مقارنة ب FAM. ويتم تقليل زمن التنفيذ بمقدار النصف في SSCA مقارنة ب FAM. كما هو موضح في الجدولين (1) و (2).

الجدول(1): مقارنة التعقيد بين الخوارزمتين FAM و sscA [10]

Steps	FAM	SSCA
Applying the window	$2PN'$	$2PN'$
First FFT	$2PN' \log_2 N'$	$2PN' \log_2 N'$
Down Conversion	$4PN'$	$4PN'$
Multiplication	$4N'N'P$	$4NN'$
Second FFT	$2PN' N' \log_2 P$	$2NN' \log_2 N$

الجدول(2): مقارنة سرعة تنفيذ كل من الخوارزمتين FAM و sscA باستخدام

MatlabR2010

TRIAL	FAM (TIME IN SEC)	SSCA (TIME IN SEC)
1	0.9592	0.5780
2	1.0101	0.5776
3	0.9500	0.5795

وهكذا يتم مقارنة حساب سرعة التنفيذ لخوارزميات FAM و SSCA ومن النتائج السابقة نستنتج أن خوارزمية SSCA تثبت أنها أفضل من خوارزمية FAM من حيث السرعة وزمن التنفيذ و التعقيد الحسابي.

سادسا- ميزة طريقة الكشف عن Cyclostationary :

يمكن وصف إشارات أنظمة الاتصالات اللاسلكية على أنها ذات خصائص دورية مستقرة والتي تظهر فترات دورية أساسية في هيكلها. تحتوي هذه الفترات الدورية على نمط محدد مميز ينتج فيه ارتباط الإشارة بالإصدار المحول من نفسه بقيمة محددة مما يجعل انتقائية الإشارة ممكنة حتى عند انخفاض نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) للغاية.

بالإضافة إلى ذلك ، يتم الاحتفاظ بالمعلومات الأكثر ثراءً في مجال الطيف الدوري مثل تمثيل التردد والطور للإشارة الواردة المتعلقة بهذه الفترات الدورية. علاوة على ذلك ، من منظور التنفيذ ، فإن النقطة المهمة المتمثلة في أن التداخل والضجيج لا يظهران أي ارتباط طيفي يكون فيه الارتباط الطيفي للضجيج فريداً وكبيراً عند التردد الدوري يساوي صفر مقارنة بالترددات الدورية الأخرى.

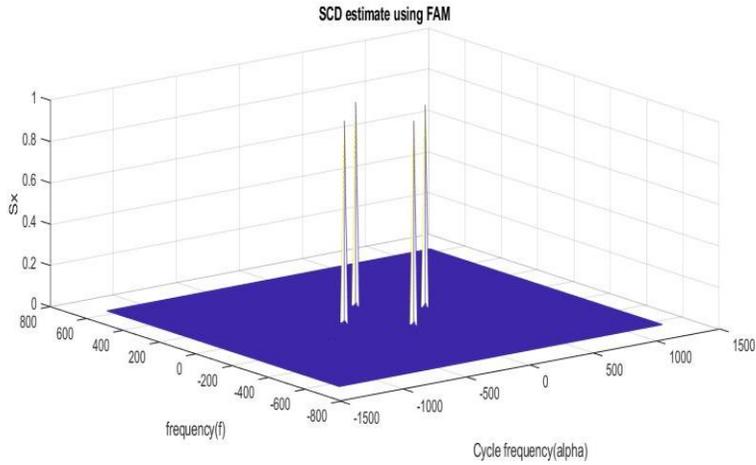
سابعا - نتائج المحاكاة:

سنقوم بإجراء المحاكاة باستخدام برنامج الماتلاب للخوارزميات المتبعة في حساب كثافة الاستطاعة الطيفية لتقنية Cyclostationary في تحسس الطيف الراديوي، والخوارزميات التي سيتم العمل عليها والمقارنة بينهما هما (FAM,SSCA) .
 يبين لدينا الشكل (8) المخطط ثلاثي الأبعاد لحساب كثافة الاستطاعة الطيفية لإشارة BPSK حسب خوارزمية FAM حيث تم الاعتماد على البارامترات التالية الواردة ضمن الجدول (3).

الجدول (3): بارامترات المحاكاة للخوارزميتين FAM,SSCA

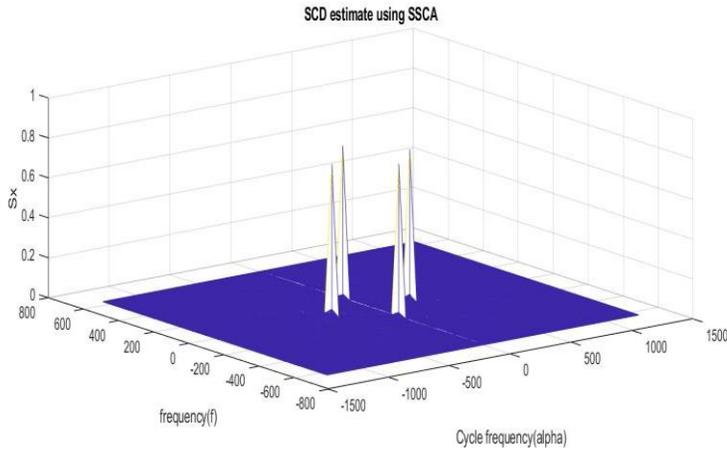
$f_s = 1280 \text{ Hz}$	تردد أخذ العينات
$f_c = 160 \text{ Hz}$	تردد الحامل
$N = 4096$	عدد العينات الكلي
$L = 8$	طول نافذة هامينغ
$f = (-250 \sim 250) \text{ Hz}$	تردد الطيف
$\alpha = (-500 \sim 500) \text{ Hz}$	تردد الطيف الدوري
$S = (0 \sim 1) \text{ dB/Hz}$	كثافة الاستطاعة الطيفية

تحسس الطيف وكشف الإشارة في أنظمة الراديو الإدراكي باستخدام تقنية الدوري المستقر
Cyclostationary



الشكل(8): تخمين SCD باستخدام خوارزمية FAM

يبين لدينا الشكل (8) المخطط ثلاثي الأبعاد لحساب كثافة الاستطاعة الطيفية لإشارة BPSK حسب خوارزمية SSCA حيث تم اعتماد نفس البارامترات المستخدمة في خوارزمية FAM من اجل المقارنة بين الخوارزمتين ، ونلاحظ الشكل التالي:



الشكل(9): تخمين تابع SCD باستخدام خوارزمية SSCA .

نلاحظ من الشكلين (8) و(9) السابقين بأن كثافة ارتباط الاستطاعة الطيفية باستخدام خوارزمية SSCA تأخذ قيمة أقل بالمقارنة مع خوارزمية FAM وهذا يدل على تحسن

جودة الطيف ومقاومته الأفضل للضجيج باستخدام خوارزمية FAM التي تعتبر أكثر دقة من خوارزمية SSCA التي تتأثر أكثر بتعرضها للضجيج والتخميد خلال إرسال الإشارة عبر قناة الاتصال.

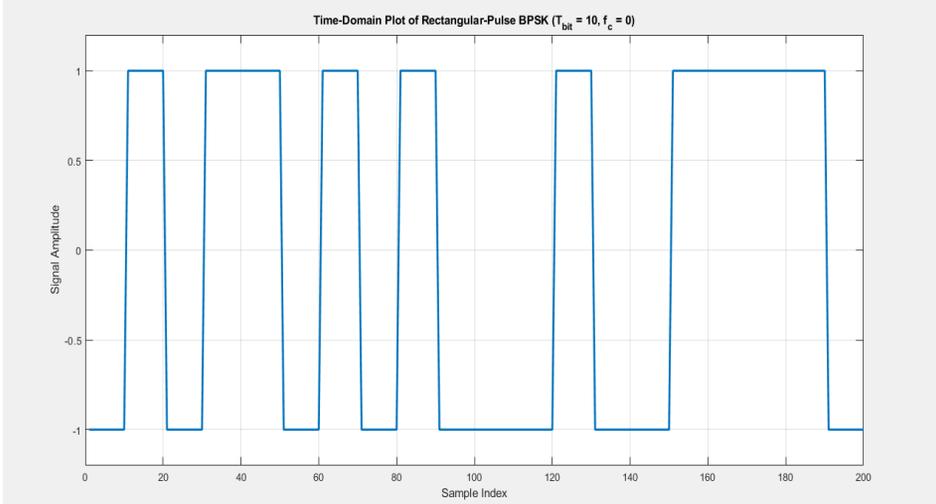
وأيضاً نلاحظ من الشكلين السابقين بأن مجال تردد الطيف في خوارزمية SSCA يكون أكبر منه في خوارزمية FAM وهذه تعتبر سيئة لأنها تستهلك من عرض النطاق الترددي الذي يعتبر مورد ثمين ومحدود.

يبين الشكل (11) تخمين طيف الاستطاعة للنبضة المستطيلة لإشارة BPSK المبينة في الشكل (10) حسب تقنية تحسس الطيف Cyclostationary-FAM والبارامترات المعتمدة في الجدول (4) هي:

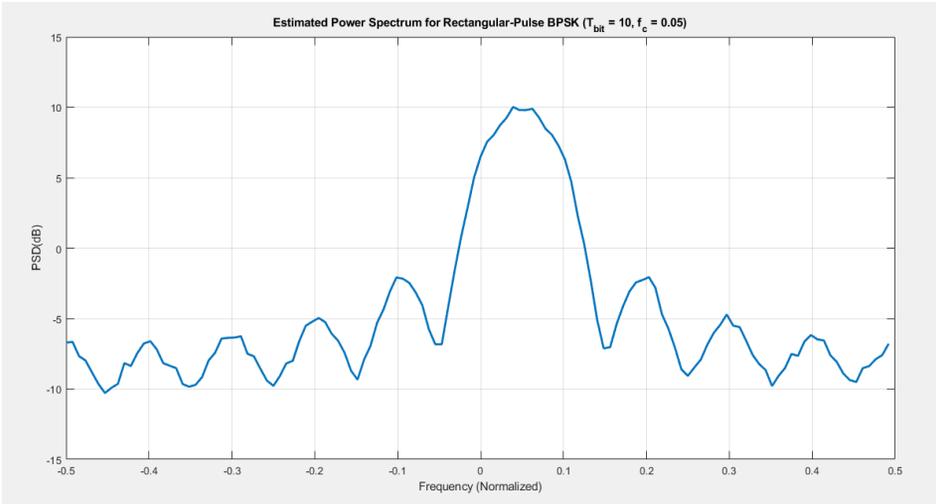
الجدول (4): البارامترات المعتمدة لتخمين طيف الاستطاعة لإشارة BPSK ذات نبضة مستطيلة

$T_{bit}=10s$	زمن البت
num_bits = 4000	عدد البتات في الإشارة المولدة
$f_c = 0.05Hz$	تردد الحامل
$N_0_{dB} = -10.0$	كثافة طيف الضجيج
Power_dB = 0.0	استطاعة الإشارة
$N_{psd} = 128$	عدد الترددات المستخدمة في تخمين PSD

تحسس الطيف وكشف الإشارة في أنظمة الراديو الإدراكي باستخدام تقنية الدوري المستقر
Cyclostationary



الشكل(10): النبضة المستطيلة لإشارة BPSK في المجال الزمني .

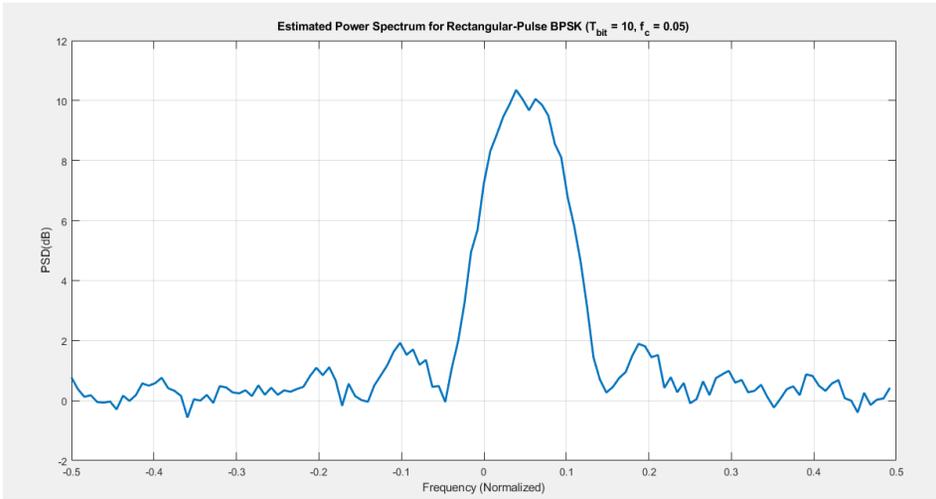


الشكل(11): طيف الاستطاعة المخمن من أجل النبضة المستطيلة لإشارة BPSK من أجل

$$T_{\text{bit}}=10\text{s} , f_c=0.05$$

نلاحظ من الشكلين (10) و (11) بأنه عند تخمين طيف الاستطاعة لإشارة BPSK بأن الإشارة ممكن أن تتعرض لضجيج وتتخادم خلال قناة الاتصال لذلك يتم أخذ قيم مختلفة لاستطاعة الضجيج لمعرفة مدى تأثير الضجيج على الإشارة .

يبين الشكل (12) تخمين طيف الاستطاعة للنبضة المستطيلة لإشارة BPSK نفسها وبنفس البارامترات ولكن مع تغير قيمة استطاعة الضجيج وباعتبارها $N_{0_dB} = 0.0$



الشكل (12): طيف الاستطاعة المخمن من أجل النبضة المستطيلة لإشارة BPSK من أجل

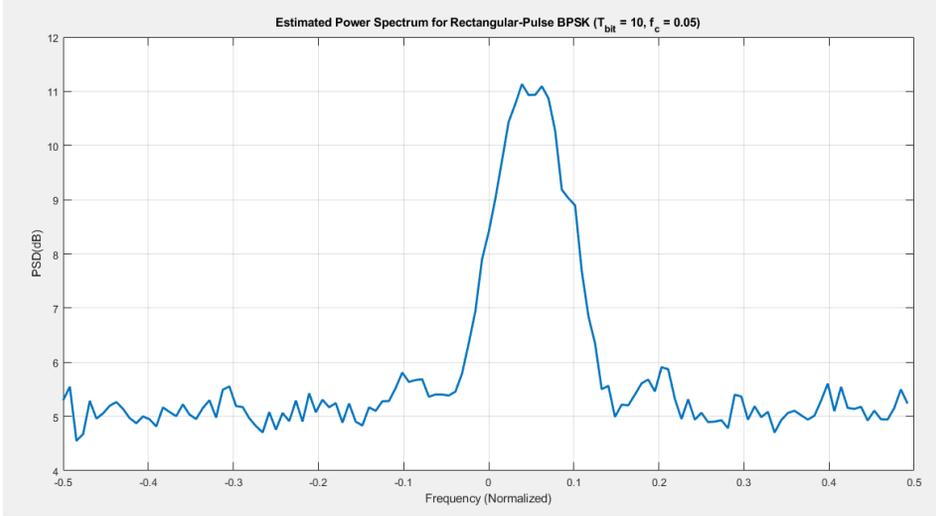
$$T_{bit}=10s, f_c=0.05, N_{0_dB} = 0.0$$

يبين الشكل (13) تخمين طيف الاستطاعة للنبضة المستطيلة لإشارة BPSK نفسها ولكن

$$N_{0_dB} = 5$$

مع تغير قيمة استطاعة الضجيج وباعتبارها

تحسس الطيف وكشف الإشارة في أنظمة الراديو الإدراكي باستخدام تقنية الدوري المستقر
Cyclostationary

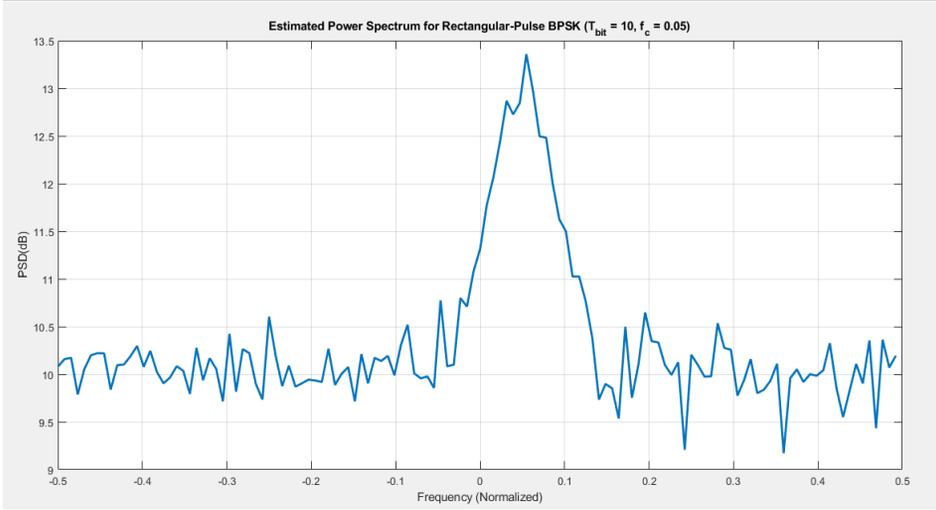


الشكل(13):طيف الاستطاعة المخمن من أجل النبضة المستطيلة لإشارة BPSK من أجل

$$T_{bit}=10 , f_c=0.05, N_0_{dB} = 5$$

يبين الشكل(14) تخمين طيف الاستطاعة للنبضة المستطيلة لإشارة BPSK نفسها ولكن

$$N_0_{dB} = 10 \text{ مع تغير قيمة استطاعة الضجيج وباعتبارها}$$



الشكل(14): طيف الاستطاعة المخمن من أجل النبضة المستطيلة لإشارة BPSK من أجل

$$T_{bit}=10 \text{ s} , f_c=0.05, N_0_{dB} = 10$$

ثامنا - الخلاصة:

نلاحظ من الأشكال (11-12-13-14) بأنه عند أخذ بارامتر استطاعة الضجيج قيم مختلفة ومتزايدة فإن تخمين طيف الاستطاعة يحافظ على كثافة طيفية ثابتة تقريباً مع وجود تشوهات قليلة للإشارة نتيجة تعرضها للضجيج الكبير وهذا يدل هنا على قوة خوارزمية Cyclostationary ومقاومتها الكبيرة للضجيج الذي تتعرض له الإشارة ضمن القناة لذلك هذه التقنية بالرغم من تعقيدها الحسابي تعتبر مناسبة لكشف وتخمين الإشارات التي يتم إرسالها لمسافات طويلة والتي تتعرض لمستويات ضجيج عالية .

وأيضاً نلاحظ من النتائج السابقة بأن خوارزمية FAM تفوقت على خوارزمية SSCA من ناحية حساب كثافة الاستطاعة حيث كثافة الاستطاعة للإشارة تحقق

قيماً أكبر في خوارزمية FAM منها في خوارزمية SSCA وهذا يدل على مقاومة خوارزمية FAM الجيدة للضجيج وبالإضافة بأنها الأكثر دقة من خوارزمية SSCA، بالإضافة إلى أن مجال تردد الطيف في خوارزمية SSCA يكون أكبر منه في خوارزمية FAM وهذا يدل على الاستهلاك الأكبر لعرض النطاق الترددي في خوارزمية SSCA والذي يعتبر سيئاً في مجال تحسس الطيف. ولكن من الدراسات المرجعية والتطبيق العملي على برنامج Matlab أثبتت خوارزمية SSCA تفوقها على خوارزمية FAM من ناحية أنها تحتاج زمن تنفيذ أقل أي إنها الأكثر سرعة وأيضاً الأقل تعقيد حسابي.

إن تقنية استشعار الطيف المستخدمة هنا سيتم العمل على التطورات المستقبلية لها وتقران مع أساليب الكشف عن الطيف الأخرى مثل التحليل المويجي وغيرها من تقنيات الكشف عن الطيف . وأيضاً يتم العمل في المستقبل على اعتماد تقنية Cyclostationary في شبكات استشعار الطيف التعاونية بالإضافة لشبكات استشعار الطيف الغير تعاونية .

ويتضمن العمل المستقبلي تطوير خوارزمية FAM إتباعها نهج جديد في مبدأ العمل من ناحية تقليل التعقيد الحسابي و زمن تنفيذ استشعار مجال الطيف المراد الاستفادة منه من قبل المستخدمين الثانويين مع الحفاظ على خصوصية المستخدمين الأساسيين والأفضلية لهم .

تاسعا-المراجع References:

- [1]Li Jingyi Carol et al(2022) "Fixed-Point FPGA Implementation of the FFT Accumulation Method for Real-time Cyclostationary Analysis", Association for Computing Machinery(ACM).<https://doi.org/10.1145/3567429>.
- [2]Li Xiangwei et al(2022) "A Scalable Systolic Accelerator for Estimation of the Spectral Correlation Density Function and its FPGA Implementation" Association for Computing Machinery(ACM).<https://doi.org/10.1145/3546181>.
- [3]Emeshi Lio.Joseph et al(2020) "Using Covariance Matrix and Fast Fourier Transform for Estimating Spectrum Hole Location in Cognitive Radio Network", International Journal of Communications,ISSN:2367 8887, VOL.5.
<http://www.iaras.org/iaras/journals/ijoc>.
- [4]Prajwal patil et al (2020) "Enhanced spectrum sensing based on Cyclostationary Feature Detection (CFD) in cognitive radio network using Fixed & Dynamic Thresholds Levels", Saudi J Eng Technol, ISSN 2415-6272 ,pp.271-277.
- [5]Eappen Georey et al(2020) "A Survey on Soft Computing Techniques for Spectrum Sensing in a Cognitive Radio Network", SN Computer Science, DOI/10.1007/s42979-020-00372-z,p:1:352.
- [6]George.G.R,Prema.S.C.(2019). "Cyclostationary Feature Detection Based Blind Approach For Spectrum Sensing and Classification", Radio Engineering,Vol.28,no.1,p298-303.
- [7]Kumar,Arun , et al .(2019). "OFDM System With Cyclostationary Feature Detection Spectrum Sensing" .ICT Express . 5(2019),p21-25 .
- [8]Devasis, P., & Priyanka, K.C. (2019). "Effectiveness of Spectrum Sensing in Cognitive Radio toward 5G Technology", Saudi Journal of Engineering and Technology", Dec. 4(12): 473-785.
- [9]Spooner Chad (2018) "CSP Estimators: The FFT Accumulation Method" Cyclostationary Signal Processing. <https://cyclostationary.blog>.
- [10]Khoshkhoo, Milad,et al.(2017). "Blind Estimation of Frequency Features from Telecommunication Signals Using Modified Time Smoothing Algorithm" Iranian Conference on Communications Engineering (ICCE 2017) Shahid Rajaei University, Tehran, Iran, 23-24 February 2017.
- [11]Singh , Kanwaljeet , et al . (2015) . " Study Of Spectrum Sensing Techniques in Cognitive Radio : A Survey" , International Journal Of Soft Computing and Engineering (IJSCE) , ISSN : 2231-2307 ., Vol . 5 ,p97-100 .
- [12]Mishra , Jayanta , et al .(2014) . " Cyclostationary Based Spectrum Sensing In Cognitive Radio : Windowing Approach" , International Journal Of Recent Technology and Engineering (IJRTE) , ISSN : 2277- 3878. , Vol . 3 ,p95 -100.

- [13]Dimc franc, et al(2014).” Experimental detection of mobile satellite transmissions with cyclostationary features” Int. J. Satell. Commun. Network. DOI: 10.1002/sat.1081.
- [14]Vadivelu.R. (2012). ” Implementation of Modified Time – Smoothing Algorithms and Its Comparative Analysis in Spectrum Sensing”, ISSN 1450-216X Vol.80 No.2 , pp.237-243
- [15]Subhedar, Mansi ,et al.(2011).” SPECTRUM SENSING TECHNIQUES IN COGNITIVE RADIO NETWORKS: A SURVEY” International Journal of Next-Generation Networks (IJNGN) ,Vol.3, No.2, June 2011.
- [16]Castro , Marco E . (2011) ” Cyclostationary Detection For OFDM in Cognitive Radio System ” .Electrical Engineering Thesis and Dissertations .Paper 21 .
- [17]Subhedar, M.& Birajdar, G. (2011).”Spectrum sensing techniques in cognitive radio networks: A survey” International Journal of Next Generation Networks, 3(2), 37-51.
- [18]Tani, A., & Fantacci, R. (2010). ”A low-complexity cyclostationary-based spectrum sensing for UWB and WiMAX coexistence with noise uncertainty”. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 59(6), 2940-2950.
- [19]Hu , Hao . (2009) ” Cyclostationary Approach to Signal Detection and Classification in Cognitive Radio System “ , Beijing University of Posts and Telecommunications , P . R . China , p 52 – 76.
- [20]Mekkanen , Mike . (2009) .” Spectrum Sensing Techniques in Cognitive Radio : Cyclostationary Method ” .Master s Thesis of Science in Technology.
- [21] Rateb , Ahmad M . (2008) .” Introduction to Cognitive Radio System ” , Departement of Telematics Optical Engineering Faculty Of Electrical Engineering.
- [22]Arslan Huseyin and Tefic Yucek (2007). ”Spectrum Sensing for Cognitive Radio Applications”. Netherlands: Springer. ISBN 978-1-4020-5541-6., p263-289 .
- [23]Haykin, S. (2005).”Cognitive radio: brain empowered wireless communications”. IEEE journal on selected areas in communications, 23(2), 201-220.

تحسين جودة الطاقة الكهربائية في شبكات التوزيع بالاعتماد على مرمم الجهد الديناميكي

م. علاء ديوب، طالب دكتوراه في قسم هندسة الطاقة الكهربائية - كلية الهك - جامعة تشرين
د. هيثم دغرور، أستاذ مساعد في قسم هندسة الطاقة الكهربائية - كلية الهك - جامعة تشرين
د. نسمة أبو طبق، مدرس في قسم هندسة الطاقة الكهربائية - كلية الهك - جامعة تشرين

الملخص

في هذا البحث ، يتم استخدام مرمم الجهد الديناميكي (DVR) لتحسين جودة الطاقة عن طريق القضاء على التوافقيات وتقليل تدلي الجهد والانتفاخ الملحوظ بكثرة في نظام التوزيع. كما تمت مناقشة مخططات حقن الجهد المختلفة. يتم هنا اقتراح تقنية تحكم جديدة لضمان جودة الطاقة من خلال التحكم في مكثف دعم موصول مع DVR. تُستخدم نظرية الإطار المرجعي المتزامن SRF لتحويل الجهود من المتجهات الدوارة إلى الإطار الثابت. كما تم توضيح استخدام DVR مع نظام تخزين الطاقة بالبطارية للتخلص من مشاكل جودة الطاقة المذكورة أعلاه.

الكلمات المفتاحية: تدلي الجهد، انتفاخ الجهد، جهاز التعويض التسلسلي، مرمم الجهد الديناميكي، توافقيات الجهد، تحويل بارك.

Abstract

In this paper, a dynamic voltage restorer (DVR) is used to improve power quality by eliminating harmonics and reducing voltage droop and swelling frequently observed in the distribution system.

Various voltage injection schemes are also discussed. A new control technology is proposed here to ensure power quality by controlling a support capacitor connected with the DVR.

SRF is used to convert voltages from rotating vectors to the stationary frame. The use of a DVR with a battery energy storage system has also been demonstrated to eliminate the power quality problems mentioned above.

Keywords: voltage sag, voltage swell, serial compensation device, dynamic voltage restorer, voltage harmonics, park transform.

1- المقدمة

أصبحت جودة الطاقة مصدر القلق الرئيسي في أنظمة الطاقة منذ تسعينيات القرن الماضي

تعرف جودة الطاقة الكهربائية على أنها مقياس للطاقة الكهربائية المقدمة للحمل الكهربائي من حيث الجهد والتيار والتردد والشكل الموجي. مع أي انحراف عن هذه البارامترات ، يُقال أن النظام ذو جودة طاقة ضعيفة. بشكل عام ، أي مشكلة فنية تظهر في الجهد أو التيار أو انحراف التردد سوف يؤدي إلى عطل في معدات المستخدم وبالتالي هو مصدر قلق لجودة الطاقة.

في الوقت الحاضر ، تعد جودة الطاقة الكهربائية واحدة من أهم القضايا في العصر الحالي ، حيث لوحظت مشاكل جودة الطاقة في نظام التوزيع مثل تدلي الجهد ، والانتفاخ ، والتوافقيات ، والانقطاعات في جهد التغذية بكثرة أدى الاستخدام الكبير للمعدات الرقمية مثل أجهزة تكنولوجيا المعلومات وتقنيات الاتصال مثل التحكم في سرعة المحركات ووحدات التحكم في معالجة الإشارات التي تعتمد في عملها على دارات الكترونيات القدرة المتقدمة، والإضاءة الموفرة للطاقة إلى تغييرات في تركيب الحمل الكهربائي وجعله أكثر تعقيداً [1].

يتم تعريف تدلي الجهد على أنه انخفاض من (0.1 - 0.9 p.u) في القيمة الفعلية لجهد نظام التغذية والذي يستمر من نصف دورة إلى دقيقة واحدة [2,3]، ومن أسباب حدوثه بدء اقلاع الأحمال ذات الاستطاعة العالية- تهييج المحولات وتشغيل المحركات الضخمة - الأحداث الخارجية مثل تخرب الناقل أو تلف الكابلات تحت الأرض، البرق، سرقة النحاس في محطات التوزيع. في حين أن الانتفاخ هو الزيادة في القيمة الفعلية لجهد التغذية بنسبة (190 - 110) من الجهد الاسمي عند تردد نظام القدرة لمدة 0.5 دورة إلى دقيقة واحدة [4]. يحدث التدلي / الانتفاخ بسبب بدء / إيقاف الأحمال

ذات الاستطاعة الكبيرة ، وإمدادات الطاقة ذات الأبعاد الضعيفة ، والمحولات سيئة التنظيم (خاصة خلال ساعات الذروة) .

من أجل تجنب هذا النوع من مشاكل جودة الطاقة في نظام التوزيع ، فإننا نستخدم أجهزة طاقة مخصصة. تتكون أجهزة الطاقة المخصصة من ثلاث فئات ، وهي المعوضات المتصلة على التسلسل مع نظام التوزيع والمعوّضات المتصلة على التفرع والمعوّضات المتصلة على التسلسل والتفرع معاً.

هنا ، في هذا البحث ، نستخدم معوضاً متصلاً على التسلسل يسمى DVR (مرمم الجهد الديناميكي). DVR عبارة عن معوض متصل على التسلسل مع نظام القدرة يعمل على تنظيم الجهد والحفاظ على قيمة ثابتة لجهد الحمل عند حدوث اضطرابات مثل التخلي والانتفاخ والتوافقيات [5]. لذلك لتحسين جودة الطاقة في نظام التوزيع ، نفضل استخدام DVR والتأكد من أن DVR سيحمي الأحمال الحساسة من الاعطال وتجنب الخسائر الناجمة عنها.

DVR هو أحد أكثر أجهزة الطاقة المخصصة فعالية وكفاءة مع مزايا الاستجابة السريعة والتكلفة المنخفضة والحجم الأصغر. يتكون في بنيته من وحدة تحكم لحساب قيمة الجهد المراد إضافته أو إزالته من أجل الحفاظ على الجهد الثابت [5,6]. يتم التحكم في DVR بواسطة متحكم تناسبي تكاملي (PI) ومولد عرض النبضة PWM. المتحكم PI هو نوع من أجهزة التحكم في التغذية الخلفية (feedback) التي تشغل النظام ليتم التحكم فيه بدقة. تولد الإشارة المرغوبة لمولد النبضات PWM لتشغيل المفاتيح الإلكترونية الموجودة في الانفيرتر VSI. تعد حلقة كشف الطور (PLL) وتحويل dq0 أيضاً من المكونات الأساسية لجهاز DVR. يستخدم في هذا البحث نظرية الإطار المرجعي المتزامن لتحويل الجهود من المتجهات الدوارة إلى الإطار ثابت.

في هذا العمل تم تطوير أداء DVR لتحسين جودة الطاقة عند حدوث أعطال ثلاثية الطور في فترتين زمنيتين مختلفتين.

2- هدف البحث

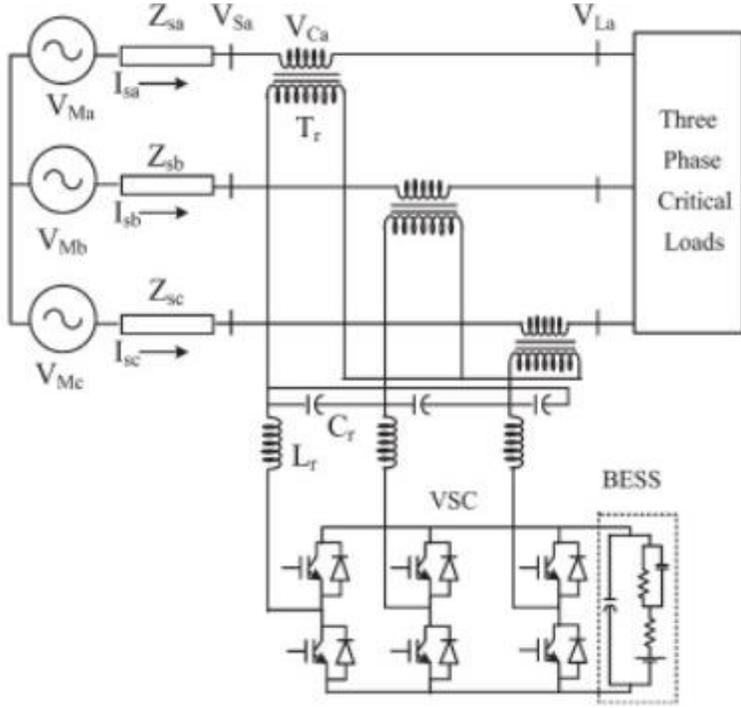
يهدف البحث الى تحسين جودة الطاقة الكهربائية لشبكة توزيع تغذي حمل حساس من خلال استخدام مرمم الجهد الديناميكي DVR ذي الحساسية العالية والاستجابة الديناميكية السريعة بالإضافة الى دراسة النتائج التي يحققها استخدام DVR في تخفيف تدلي الجهد وانتفاخ الجهد الذي يتعرض له الحمل الحساس.

3- مواد وطرق البحث

تعتمد الدراسة على النمذجة وذلك من خلال نموذج يحاكي استخدام جهاز مرمم الجهد الديناميكي مع شبكة توزيع كهربائية تغذي حمل حساس في بيئة (Matlab/siumlink) وذلك من أجل دراسة اضطرابات الجهد وتأثيرها على الحمل الحساس، بما يجعل النموذج مؤهلاً بما فيه الكفاية لتقييم أداء مرمم الجهد الديناميكي في تحسين جودة الطاقة عند ظروف تدلي الجهد وانتفاخ الجهد

3-1- مبدأ تشغيل DVR

في نظام الـ DVR المقترح المتصل بشبكة تغذية ثلاثية الطور تغذي حمل ثلاثي الطور من خلال ثلاثة محولات حقن متصلة على التسلسل . الجهود المكافئة متصلة بنقطة الاقتران المشتركة من خلال ممانعة . عند حدوث أي مشكلة في جودة الطاقة فإن الجهد المطلوب تعويضه سيتم حقنه في الطور باستخدام Lr و Cr والتي تمثل مكونات المرشح ، وبالتالي فإن جهد الحمل سيكون غير مشوه. يتكون الـ DVR المدروس من انفيرتر VSC (محول جهد مصدر التغذية) ثلاثي الطور مفاتيحه الالكترونية من نوع IGBT ومن ناقل للتيار المستمر DC ، يتم توصيل DVR مع نظام تخزين الطاقة بالبطارية BESS. يظهر الرسم التخطيطي DVR المتصل بنظام التغذية في الشكل 1 [7].



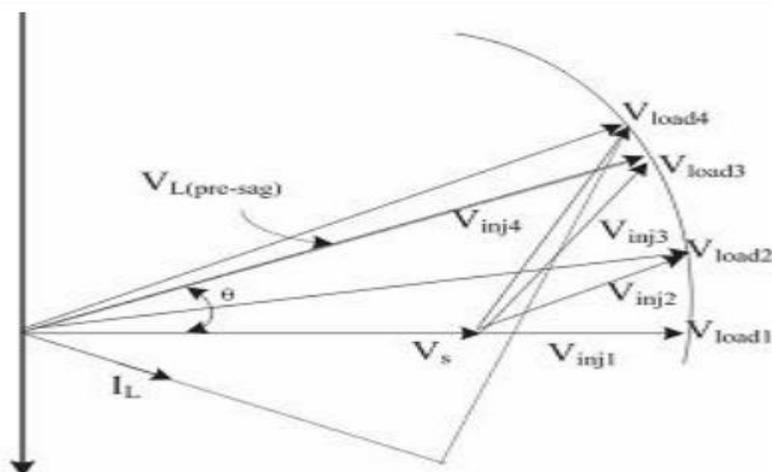
الشكل 1 يظهر المخطط التوضيحي للنظام المتصل بـ DVR

3-2- مخططات حقن الجهد

في هذا البحث تم اقتراح تقنية تحكم جديدة للتحكم في DVR. يتم إدخال الجهد V_{inj} بحيث يكون جهد الحمل V_{load} ثابت من حيث القيمة وغير مشوه ، على الرغم من أن جهد التغذية V_s ليس ثابتاً في القيمة وقد يكون مشوهاً. يمكن حقن الجهد في أربع طرق. في المخطط الأول ، يكون الجهد المحقون في الطور منطبقاً على جهد التغذية. في المخطط 2 الجهد المحقون من قبل DVR يكون بزواوية صغيرة مع جهد التغذية وفي المخطط 3 يكون الجهد المحقون من قبل DVR يكون بزواوية أكبر من تلك التي في المخطط 2 مع جهد التغذية. الجهد المحقون من قبل DVR يكون عمودياً مع التيار في المخطط 4. بالتالي يكون معدل تعويض DVR في المخطط 1 أقل بالمقارنة مع المخطط 4.

لذلك يكون الجهد المحقون أعلى مقارنةً بالجهد المحقون بالطور. المخطط الطوري لمخططات حقن الجهد من قبل DVR موضحة في الشكل 2 و

مقارنة معدلات التعويض التي يقدمها DVR في كل مخطط موضحة في الجدول 1-



الشكل 2 مخططات حقن الجهد

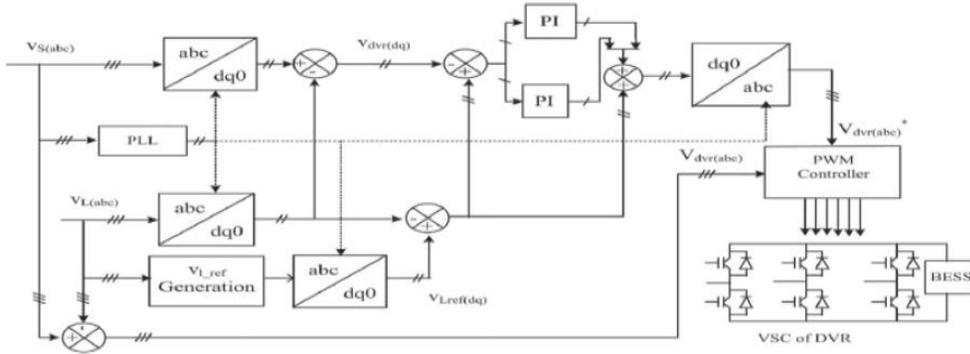
الجدول 1- مقارنة مدى التعويض المقدم من DVR لتخفيف التدلي

	مخطط جهد الحقن الاول	مخطط جهد الحقن الثاني	مخطط جهد الحقن الثالث	مخطط جهد الحقن الرابع
جهد الطور Phase voltage(V)	90	100	121	135
تيار الطور Phase current(A)	13	13	13	13
الاستطاعة المقدمة (VA) per phase	1170	1300	1573	1755
مقدار الاستطاعة المعوضة kVA (% of load)	37.5%	41.67%	50.42%	56.25%

3-2- التحكم في نظام DVR

يتكون DVR مع نظام تخزين الطاقة BESS من انفيرتر ، ومحولات الحقن يتصل بها مرشحات التمرير المنخفض، وحدة تحكم π وأداة تخزين الطاقة. يوضح الشكل 3-3 مخطط دائرة التحكم لـ DVR مع نظام تخزين طاقة بالبطارية. في حالة تدلي الجهد يمكن إجراء التعويض باستخدام DVR عن طريق امتصاص أو حقن الطاقة الفعلية أو الطاقة الردية [8]. إذا كان جهد الحقن عمودي على تيار الحمل ، فإن التعويض يتم من خلال حقن الطاقة الردية [9]، وفق هذا المخطط فإن DVR ذاتي الدعم بالطاقة المستمرة DC. أما إذا كان الجهد المحقون في الطور متوازي مع تيار الحمل ، عندها يقوم DVR بحقن الطاقة الفعلية وفي هذه الحالة يلزم وجود بطارية تغذي الانفيرتر الخاص بـ DVR عبر ناقل التيار المستمر. تقنية التحكم لها بعض الشروط مثل تحسين حجم تخزين الطاقة ونحسين قدرة حقن الجهد إذا كان الجهد المحقون عمودي مع تيار الحمل فإن الجهد المحقون هو V_{inj4} وهذه الحالة مناسبة لـ DVR المدعوم ذاتياً كما في هذا الحقن لا يتضمن حقن أي طاقة فعلية. ومع ذلك، في حالة الجهد المحقون في الطور V_{inj1} متوازي مع تيار الحمل فإن قدرة حقن DVR ستخف عند هذه الحالة DVR يعمل مع نظام تخزين الطاقة بالبطارية (BESS).

في مخطط دائرة التحكم يتم استخدام حلقة كشف الطور المغلقة (PLL). حلقة كشف الطور المغلقة (PLL) عبارة عن دائرة إلكترونية ذات جهد أو تيار متذبذب يتم تعديله باستمرار ليلائم تردد إشارة الدخل. المتحكم PI يزيد من سرعة الاستجابة و مرشحات التمرير المنخفض (LPF) تستخدم أيضاً للقضاء على التوافقيات.



الشكل 3 المخطط الصندوقي لدارة التحكم في DVR باستخدام نظرية SRF

يمثل الشكل 3 المخطط الصندوقي لدارة التحكم في DVR مع نظرية SRF المستخدمة في تحديد الإشارة المرجعية.

هذه البارامترات (V_{la}, V_{lb}, V_{lc}) هي جهد الحمل الذي يتم تحويله إلى الإطار المرجعي الدوار باستخدام تحويل abc-dq0 المعتمد على تحويل بارك ويتم اشتقاقها باستخدام حلقة كشف الطور وفق التالي

$$\begin{bmatrix} vl_q \\ vl_d \\ vl_0 \end{bmatrix} = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} \cos \theta & \cos\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right) & \cos\left(\theta + \frac{2\pi}{3}\right) \\ \sin \theta & \sin\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right) & \sin\left(\theta + \frac{2\pi}{3}\right) \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} vl_{aref} \\ vl_{bref} \\ vl_{cref} \end{bmatrix} \quad (1)$$

وبالمثل ، جهد الحمل المرجعي $(V_{la}^*, V_{lb}^*, V_{lc}^*)$ والجهد V_S في نقطة الاقتران المشترك PCC يتم تحويلهما أيضا الى الاطار المرجعي الدوار . بعد ذلك ، يتم الحصول على جهد DVR في الإطار المرجعي الدوار كالتالي

$$VD_d = V_{S_d} - V_{l_d} \quad (2)$$

$$VD_q = V_{S_q} - V_{l_q} \quad (3)$$

يتم الحصول على الجهد المرجعي لـ DVR في الإطار المرجعي الدوار وفق العلاقات التالية

$$VD_d^* = V_{S_d}^* - V_{l_d} \quad (4)$$

$$VD_q^* = V_{S_q}^* - V_{l_q} \quad (5)$$

يتم تنظيم الخطأ بين الجهد المرجعي لـ DVR والجهد الفعلي في الإطار المرجعي الدوار باستخدام اثنين من المتحكمات التناسبية التكاملية (PI).

يتم تنظيم الخطأ باستخدام وحدة تحكم PI بين القيم الفعلية لجهود DVR والقيم المرجعية وفقاً للإطار المرجعي الدوار.

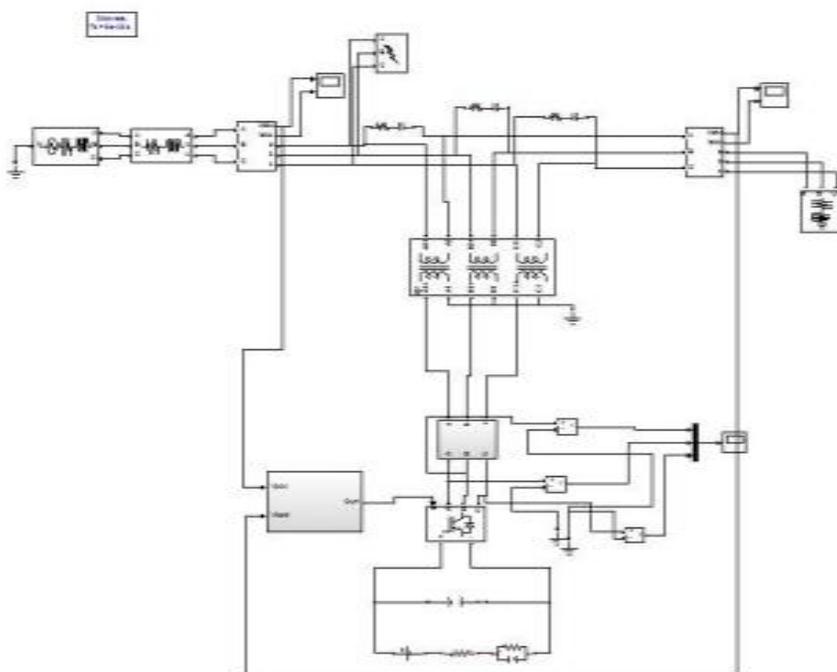
من المعادلة (4)، نأخذ قيمة V_{Dd}^* ومن المعادلة (5) نأخذ قيمة V_{Dq}^* ، وبالنسبة لـ V_{D0}^* ، نعتبر قيمتها صفر، ثم يتم الحصول على قيم الجهود المرجعية لـ DVR وفقاً لإطار abc باستخدام تحويلات بارك العكسية، كما هو موضح في العلاقة

$$\begin{bmatrix} V_{DVRa}^* \\ V_{DVRb}^* \\ V_{DVRc}^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 1 \\ \cos\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right) & \sin\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right) & 1 \\ \cos\left(\theta + \frac{2\pi}{3}\right) & \sin\left(\theta + \frac{2\pi}{3}\right) & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{Dd}^* \\ V_{Dq}^* \\ V_{D0}^* \end{bmatrix} \quad (6) \text{التالية}$$

نلاحظ أن الجهود المرجعية $(V_{DVRa}^*, V_{DVRb}^*, V_{DVRc}^*)$ والجهود الفعلية $(V_{dvra}, V_{dvrb}, V_{dvrc})$ من DVR تُستخدم لتوليد نبضات بوابة الانفيرتر المستخدم في DVR عبر وحدة التحكم PWM، والتي تعمل بتردد تبديل يصل إلى 10kHz.

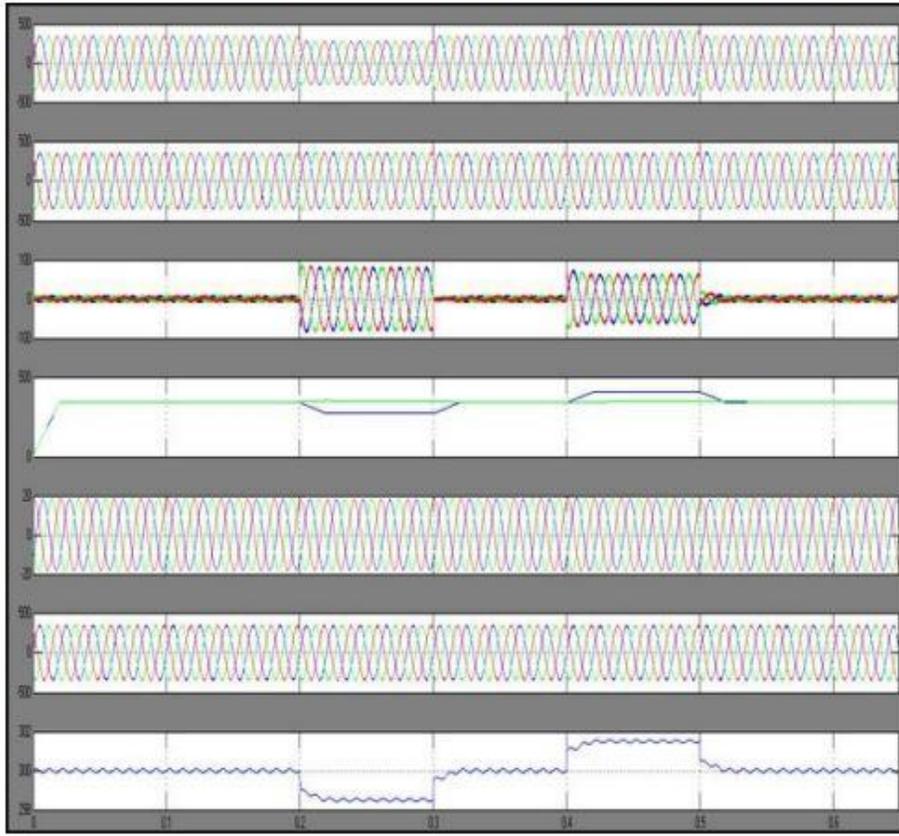
4- نتائج المحاكاة والنمذجة

يتكون نظام التشغيل الذي تتم دراسته في هذا البحث من DVR متصل بنظام تغذية ثلاثي الطور وحمل ثلاثي الطور شديد الحساسية لمشاكل جودة الطاقة. تمت محاكاة DVR المقترح مع نظام تخزين الطاقة بالبطارية BESS وفق برنامج ماتلاب / سيمولينك كما هو موضح في الشكل 4. يعتبر الحمل المدروس حمل خطي استطاعته 10 كيلو فولت أمبير وعامل القدرة له $pf=0.8$. يتم تحليل أداء DVR عند حدوث اضطرابات مختلفة في جهد التغذية، مثل تدلي الجهد وانتفاخه.



الشكل 4 نمذجة الـ DVR مع نظام تخزين الطاقة بالبطارية BESS

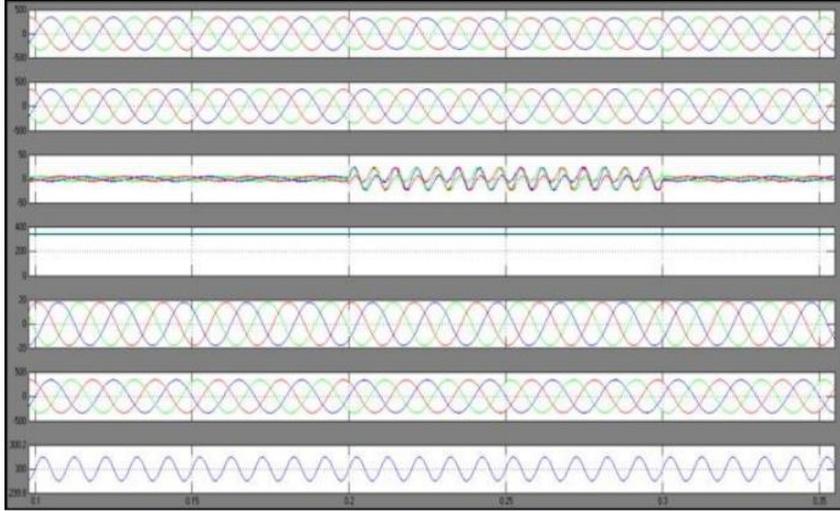
يوضح الشكل 5 الأداء الديناميكي للنظام المدروس عند حدوث تدلي الجهد وانفاخه على الحمل الحساس عند حدوث عطل متوازن. عند 0.2 ثانية ، يتم إنشاء تدلي في جهد التغذية لمدة خمس دورات ، وعند 0.4 ثانية ، يكون هناك انفاخ في جهد التغذية تم إنشاؤها لمدة خمس دورات. ويلاحظ أن جهد الحمل يبقى بقيمة ثابتة عند حدوث كل من التدلي والانفاخ مما يثبت فعالية أداء DVR المستخدم كما هو موضح وفق تسلسل الرسم البياني للنتائج (جهد التغذية عند حدوث التدلي والانفاخ $-V_s$ - جهد التغذية قبل حدوث التدلي والانفاخ $-V_s$ - جهد التعويض $-VDVR$ - جهد الحمل $-V_L$ بعد التعويض المقدم من قبل DVR - تيارات مصدر التغذية $-I_s$ - جهد الحمل المرجعي $-V_{Lref}$ - الجهد المستمر V_{dc} عبر وصلة DC-Link)



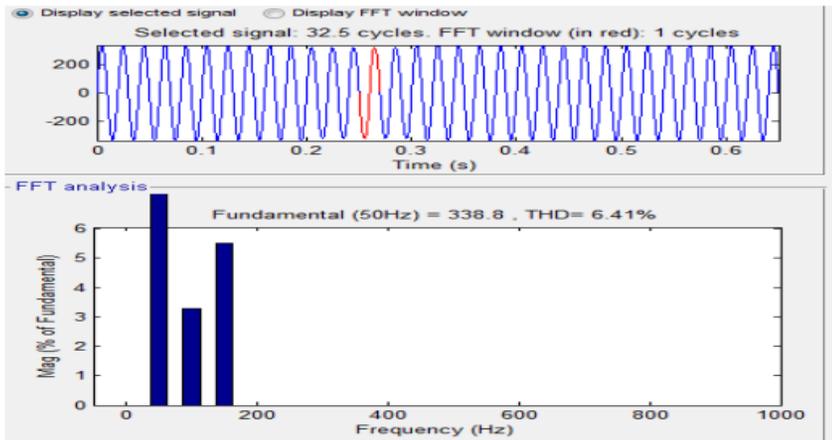
الشكل 5 الأداء الديناميكي لـ DVR عند التعويض في الطور عند حدوث تدلي وانتفاخ الجهد المطبق على الحمل الحساس.

في الشكل 6 يتم توضيح الأداء الديناميكي لـ DVR أثناء حدوث التوافقيات في جهد التغذية، عند 0.2 ثانية ، يكون جهد التغذية مشوهاً ويستمر لمدة خمس دورات. جهد الحمل حافظ على الشكل الجيبي عن طريق الحقن المناسب للجهد بواسطة DVR. كما هو موضح وفق تسلسل الرسم البياني للنتائج (جهد التغذية المشوه بالتوافقيات V_s - جهد الحمل المشوه بالتوافقيات V_L - جهد الحقن V_{DVR} لمنع التوافقيات - جهد الحمل V_L بعد القضاء على التوافقيات من قبل DVR - تيارات مصدر التغذية I_s بعد القضاء على التوافقيات - جهد الحمل المرجعي V_{Lref} - الجهد المستمر V_{dc} عبر وصلة

(DC-Link) ويلاحظ أنه يتم تقليل التشوه التوافقي الكلي THD لجهد الحمل من 6.34% إلى مستوى 0.66% من قيمة التشوه الكلي الموجود مسبقاً في جهد التغذية.



الشكل 6 الأداء الديناميكي للـ DVR أثناء التوافقيات في جهد التغذية المطبق على الحمل الحساس



الشكل 7 الطيف التوافقي أثناء الاضطراب

5- الاستنتاجات والتوصيات

- تم توضيح تشغيل DVR باستخدام تقنية تحكم جديدة تم اختبارها على طرق مختلفة لمخطط حقن الجهد مبينة في الجدول -1.
- تُظهر مقارنة أداء DVR بالمخططات الموجودة في الجدول -1 أن مخطط حقن الجهد الأول V_{inj1} هو الأفضل في تحقيق الكفاءة والأداء الأفضل مقارنة ببقية المخططات
- تم استخدام نظرية SRF لتحديد قيمة جهد DVR المرجعي والتي أثبتت فعاليتها في سرعة الحساب والدقة المضافة الى دائرة التحكم
- يعد نموذج DVR المطور فائدة هندسية مفيدة للتحليل المستقبلي وتطوير أنظمة وتطبيقات تحسين جودة الطاقة الأحدث.
- أخيراً، نوصي باستخدام DVR ذي تصميم مناسب في نظم القدرة الكهربائية لحماية الاحمال الحساسة وخاصة الصناعية منها من الوصول الى الانقطاع الدائم بسبب تدلي الجهد وانتفاخه وتحسين جودة نظام القدرة الكهربائي.

6- المراجع

- [1] C.-C.Fung, W.Thanadechteemapat and D.Harries,2019- Acquiring knowledge and information on alternative energy from the world wide web,in Power & Energy Society General Meeting.
- [2] C.Benachaiba and B.Ferdi,2018-Voltage Quality Improvement Using DVR.Electrical Power Quality and Utilisation,vol. 14, no.1, pp.39-45.
- [3] G.C.Lazaroiu,2013-Power Quality Assessment in Small Scale Renewable Energy Sources Supplying Distribution Systems, Energies, vol.6,no.1,pp. 634-645.
- [4] A.Sadigh and K.Smedley,2012- Review of Voltage Compensation in Dynamic Voltage Restorer (DVR),IEEE Power and Energy Society General Meeting, San Diego.
- [5] S. Pal and S. Nath, 2010- An Intelligent onLine Voltage Regulation in Power Distribution System, in Power, Control and Embedded Systems (ICPCES), International Conference on, Allahabad.
- [6] Zhan,C, Ramachandaramurthy, V. K,Arulampalam, A, Fitzer,C, Kromlidis, S, Bames, M, and Jenkins, 2011- Dynamic voltage restorer based on voltage space-vector PWM control. IEEE transactions on Industry applications, 37(6), 1855–1863.
- [7] Ghosh, A, Jindal, A.K, and Joshi, 2014- Design of a capacitor supported dynamic voltage restorer (DVR) for

unbalanced and distorted loads. IEEE Transactions on Power Delivery, 19(1), 405–413.

[8] A. Ghosh and G. Ledwich, 2011- Structures and Control of a Dynamic Voltage Regulator, in IEEE Power Engineering Society Winter Meeting, Columbus, Ohio.

[9] Nazarpour, D. Farzinnia, and Nouhi, H, 2017- Transformer-less dynamic voltage restorer based on buck-boost converter. IET Power Electronics, 10(13), 1767–1777.

تشخيص الإصابة بفيروس كورونا بتحليل الصور المقطعية

طالبة دكتوراه: م. فتن خليل قسم هندسة البرمجيات ونظم المعلومات

كلية الهندسة المعلوماتية - جامعة البعث

إشراف: د. مهند رجب

ملخص:

منذ ظهور Covid-19 في أواخر 2019 في مدينة ووهان الصينية، أصبح التعرف على COVID-19 من خلال الصور الطبية موضوعاً بحثياً نشطاً وهاماً لكل من يعمل في مجال التعلّم الآلي والمجالات الأخرى المرتبطة. لوقف انتشار COVID-19، من الضروري التعرف على الأشخاص المصابين ثم حصرهم وقد أثبتت العديد من طرق التعرف كفاءتها بما في ذلك RT-PCR والمسح المقطعي والأشعة السينية. على الرغم من أن اختبار RT-PCR يعتبر المعيار الذهبي في تشخيص COVID-19، إلا أنه يحتوي على معدل سلبي زائف كبير، خاصة في المراحل المبكرة من الإصابة. في المقابل، يمكن أن يؤدي استخدام طرق المسح بالأشعة السينية وطرق المسح المقطعي المحوسب إلى نتائج فعالة من حيث الوقت والدقة. ولكن استخدام الأشعة المقطعية والأشعة السينية يتطلب وجود أخصائي أشعة خبير لتحديد العدوى، ولحل هذه المسألة يمكن أن توفر أنظمة الذكاء الاصطناعي وتحديداً التعلّم العميق حلاً بديلاً للتشخيص اليدوي لـ COVID-19. في هذا البحث قمنا بتطبيق طرائق التعلّم العميق الشائعة والهامة وهي التعلّم المتبقي والشبكات الكثيفة الاتصال وبنى Inception على قاعدة بيانات صور مقطعية للرئة للكشف عن الإصابة بـ COVID-19. وقد كانت أعلى دقة وصلنا إليها في التصنيف 85.7% والتي حصلنا عليها من خلال تطبيق Inception-v3 مع مصنف XG-Boost.

الكلمات المفتاحية: خوارزميات التعلّم العميق، التعلّم الآلي، الصور المقطعية، فيروس

كورونا، الشبكات المتبقية، الشبكات الكثيفة

Diagnosis of corona virus by analysing CT scans

Abstract

Since the appearance of the COVID-19 at the end of 2019, Wuhan, China, the recognition of COVID-19 with medical imaging has become an active research topic for the machine learning and computer vision community.

To stop the spread of COVID-19, it is mandatory to recognize and then confine infected persons. Many recognition methods have proved their efficiency including RT-PCR, CT scans, and X-ray scans. Despite the fact that the RT-PCR test is considered as the gold standard in diagnosing COVID-19, it has a considerable false negative rate, especially in early stages of infection. In contrast, using X-ray scan and CT scan methods can give efficient results in both time and accuracy. In fact, using CT scans and X-ray scans requires an expert radiologist to identify the COVID-19 infection. Artificial intelligence (AI) systems can provide an alternative solution for automatic diagnosis of vCOVID-19 infections. In this search we applied the most common and important deep learning methods as residual, dense Nets and Inception-V3 on lung Ct scan dataset to diagnosis the infection of COVID-19. The precision we have got was 85.7% by using Inception-v3 and XG-Boost classifier.

Keywords:

Deep learning algorithms, machine learning, CT scans, COVID-19, Resnets, Densenets

مقدمة:

بعد الإبلاغ عن الإصابة بفيروس كورونا الجديد لأول مرة في ووهان الصينية انتشرت بقوة منذ يناير 2020 في جميع أنحاء العالم. أعلنت منظمة الصحة العالمية [1] أن تفشي مرض فيروس كورونا 2019 (COVID-19) سيكون حالة طوارئ صحية عامة تثير قلقاً دولياً في 30 يناير 2020.

COVID-19 هو مرض تنفسي يسببه فيروس كورونا SARS-CoV-2 [2]. تشمل الأعراض الأكثر شيوعاً الحمى ، والتعب ، والسعال الجاف وفقدان الشهية وآلام الجسم والمخاط [3] إضافة إلى بعض الأعراض غير المحددة التي تشمل التهاب الحلق والصداع وقشعريرة مع اهتزاز في بعض الأحيان ، فقدان حاسة الشم أو الذوق ، سيلان الأنف أو القيء أو الإسهال [4]. قد يتعافى الأشخاص المصابون بأعراض خفيفة من تلقاء أنفسهم. الأشخاص الذين يعانون من حالات صحية أخرى مثل مرض السكري أو مشاكل في القلب قد يعانون من أعراض خطيرة [5].

بالمقارنة مع RT-PCR ، قد يكون التصوير المقطعي (CT) أكثر موثوقية وأسرع لتصنيف وتقييم COVID-19 ، لا سيما في منطقة الوباء.

يوجد في جميع المستشفيات تقريباً فحص بالصور المقطعية ويمكن استخدام التصوير المقطعي للصدر للكشف المبكر عن مرضى كوفيد-19. ولكن التصنيف المستند إلى التصوير المقطعي للصدر يتطلب خبيراً في الأشعة ، ويضيع الكثير من الوقت.

تستغرق نتائج اختبار COVID-19 أكثر من 24 ساعة للكشف عن الفيروس في جسم الإنسان. هناك حاجة ملحة للتعرف على المرض في المرحلة المبكرة ووضع المصابين فوراً تحت الحجر الصحي. ذكرت الحكومة الصينية أن التشخيص لتأكيد COVID-19 يتم بمساعدة تفاعل البلمرة المتسلسل في الوقت الحقيقي (RT-PCR) [6]. يعاني RT-PCR من معدلات سلبية زائفة عالية ويستهلك الكثير من الوقت لأن الجهاز

المستخدم للاختبار يستغرق حوالي 4-8 ساعات لمعالجة عينات المرضى. اختبار RT-PCR منخفض الحساسية غير مرضٍ في حالة الجائحة. في بعض الحالات قد لا يتم التعرف على المصابين في الوقت المحدد ولا يتلقون العلاج المناسب. يمكن تصنيف المصابين في بعض الأحيان على أنهم سلبيون لـ COVID-19 بسبب نتيجة سلبية خاطئة false-negative [7].

وبالتالي فإن التحليل الآلي للصور المقطعية للصدر أمر مرغوب فيه لتوفير الوقت الثمين للطواقم الطبي المتخصص. سيؤدي هذا أيضاً إلى تجنب التأخير في بدء العلاج.

التعلم العميق هو الأسلوب الأكثر فعالية الذي يمكن استخدامه في العلوم الطبية [8]. فهو طريقة سريعة وفعالة لتشخيص الأمراض المختلفة والتنبؤ بها بمعدل دقة جيد. كما أنه هناك نماذج مدربة بشكل خاص لتصنيف المدخلات إلى الفئات المختلفة التي يرغب بها المبرمجون.

في المجال الطبي ، يتم استخدام التعلم العميق للكشف عن مشاكل القلب والأورام باستخدام تحليل الصور وتشخيص السرطان والعديد من التطبيقات الأخرى [9]. يتم استخدامه أيضاً للتمييز بين صور الأشعة المقطعية للمرضى المصابين بـ COVID-19 على أنها إيجابية أو سلبية.

هدف البحث:

تشخيص الإصابة بمرض Covid19 بتحليل الصور المقطعية للرئة، واكتشاف قدرة خوارزميات التعلم العميق على اكتشاف الإصابة بهذا المرض وخصوصاً البنى الثلاثة المهمة للتعلم العميق Resnet ، Densenet و Inceptionv3 والتي أثبتت فعاليتها في اكتشاف أمراض أخرى في الرئة وغيرها عن طريق تحليل الصور المقطعية.

1. أدوات البحث:

تم إجراء البحث باستخدام حاسب بمعالج انتل core i3 وذاكرة 8 غيغا بايت، ونظام تشغيل Windows 10 64bit.

تم استخدام الموقع www.kaggle.com كونه يعتبر فضاء مفتوح المصدر يسمح بتنفيذ الأكواد بلغة بايثون بشكل سريع.

2. الدراسات السابقة:

تم إجراء العديد من الدراسات والأبحاث في مجال التشخيص بتحليل الصور المقطعية (CT) باستخدام التعلّم العميق.

في البحث الذي أجراه Grewal وزملاؤه [10] تم دمج بنية DenseNet وطبقة الشبكة العصبونية المتكررة لتحليل 77 من الصور المقطعية للدماغ.

أما البحث الذي أجراه Song وزملاؤه [11] تم تصميم ثلاثة أنواع من الشبكات العصبية العميقة (CNN و DNN و SAE) لتصنيف سرطان الرئة. تم العثور على نموذج CNN بدقة أفضل مقارنة بالنماذج الأخرى.

باستخدام التعلّم العميق ، وتحديداً تحليل الشبكة العصبية التلافيفية (CNN) ، غونزاليس و زملاؤه [12] أثبتوا أنه يمكن أن يتم كشف مرض الانسداد الرئوي المزمن (COPD) والتنبؤ بأمراض الجهاز التنفسي الحادة (ARD) ووفيات المدخنين. عند ظهور COVID-19 ، تم اكتشاف أن CT تكون مفيدة في تشخيص مرضى COVID-19.

لاكتشاف العلاقة بين نتائج التصوير المقطعي للصدر والشروط السريرية لمرض COVID-19. تم جمع بيانات عن 101 حالة من حالات الالتهاب الرئوي COVID-19 من أربع مؤسسات في هونان الصينية. تم تقييم ومقارنة الخصائص السريرية الأساسية وميزات التصوير الدقيقة. أجرى بيرنهام وزملاؤه دراسة على التصوير المقطعي

المحوسب للصدر لـ 121 مريضاً مصاباً بفيروس كورونا [13] وحددوا السمات المميزة لعدوى COVID-19 كما تظهر في صور الأشعة المقطعية.

نظراً لصعوبة الحصول على مجموعات البيانات المتعلقة بـ COVID-19 ، قام Zhao وزملاؤه بإنشاء مجموعة بيانات COVID-CT مفتوحة المصدر ، والتي تحتوي على 349 صورة مقطعية لـ COVID-19 من 216 مريضاً و 463 صورة مقطعية سليمة. وباستخدام مجموعة البيانات السابقة ، طور Gozes وزملاؤه نموذج تشخيص قائم على الذكاء الاصطناعي لتشخيص COVID-19 من صور التصوير المقطعي للكشف عن فيروس كورونا وتتبعه [14]. كانت دقة النموذج المطور 95%.

تم تطوير نظام برمجي قائم على التعلم العميق للكشف التلقائي عن COVID-19 من الصور المقطعية للصدر من قبل Zheng وزملائه [15].

باستخدام 3D CT volumes للكشف عن COVID-19. تم استخدام شبكة UNet المدربة مسبقاً وشبكة عصبية عميقة ثلاثية الأبعاد للتنبؤ باحتمالية الإصابة بعدوى COVID-19 في مجموعة من 630 فحصاً بالأشعة المقطعية. من بين 1014 مريضاً، ثبتت إصابة 601 مريضاً بـ COVID-19 بناءً على RT-PCR وتمت مقارنة النتائج مع التصوير المقطعي للصدر، كانت حساسية التصوير المقطعي المحوسب للصدر في اقتراح Ai 97% .

أما الباحث Fang وزملاؤه قاموا بتكوين سلسلة من 51 مريضاً مع اختبارات CT و RT PCR للصدر تم إجراؤها في غضون 3 أيام [16] ، كانت حساسية التصوير المقطعي المحوسب لعدوى COVID-19 بلغت 98 % مقارنة بحساسية RT-PCR البالغة 71%.

3. خوارزميات التعلم العميق المستخدمة:

ResNet .i

الشبكات العميقة المتبقية residual networks مثل نموذج ResNet-50 الشهير عبارة عن شبكة عصبية تلافيفية (CNN) بعمق 50 طبقة. الشبكة العصبية المتبقية (ResNet) هي شبكة عصبية اصطناعية (ANN) من النوع الذي يكس الكتل المتبقية فوق بعضها البعض لتشكيل شبكة. وهي شبكة عصبية مبتكرة تم تقديمها لأول مرة بواسطة Kaiming He و Xiangyu Zhang و Shaoqing Ren و Jian Sun في ورقة بحثية حول الرؤية الحاسوبية لعام 2015 بعنوان "Deep Residual Learning for Image Recognition" [17].

بنية Resnet-34:

كانت بنية ResNet الأولى هي Resnet-34 ، والتي تضمنت إدخال اتصالات مختصرة في الشبكة لتحويل شبكة عادية إلى نظيرتها المتبقية. في هذه الحالة ، كانت الشبكة العادية مستوحاة من شبكات VGG العصبية (VGG-16 ، VGG-19) ، مع وجود فلاتر 3×3 للشبكات التلافيفية. ومع ذلك ، بالمقارنة مع شبكات VGGNets ، فإن شبكات ResNets لديها فلاتر أقل وتعقيد أقل. الشكل (1) يظهر بنية هذه الشبكة مقارنة مع نموذج vgg.

كما اتبعت هذه البنية قاعدتي تصميم بسيطتين حيث كان للطبقات نفس عدد الفلاتر لنفس حجم خريطة بارامترات الخرج ، وتضاعف عدد الفلاتر في حالة خفض حجم خريطة البارامترات إلى النصف من أجل الحفاظ على التعقيد الزمني لكل طبقة. وهي تتكون من 34 طبقة موزونة.

تمت إضافة اتصالات الاختصار إلى الشبكة العادية. بينما بقيت أبعاد الدخل والخرج نفسها ، تم استخدام identity shortcuts بشكل مباشر.

مع زيادة الأبعاد ، كان هناك خياران يجب النظر فيهما. الأول هو أن الاختصار سيستمر في إجراء identity mapping بينما ستتم تعبئة إدخلات صفرية إضافية لزيادة الأبعاد. أما الخيار الآخر هو استخدام projection shortcut لمطابقة الأبعاد.

: ResNet50

هو نوع مختلف من ResNet الذي يحتوي على 48 طبقة التفاف إلى جانب طبقة واحدة MaxPool وطبقة واحدة average Pool. وهو نموذج ResNet مستخدم على نطاق واسع.

تعتمد بنية Resnet50 على نفس النموذج المذكور في بنية Resnet34 ، هناك اختلاف رئيسي واحد حيث تم تعديل الكتلة الإنشائية إلى تصميم عنق الزجاجة بسبب مخاوف بشأن الوقت الذي يستغرقه تدريب الطبقات. تم استخدام مكس من ثلاث طبقات بدلاً من استخدام طبقتين في البنية السابقة.

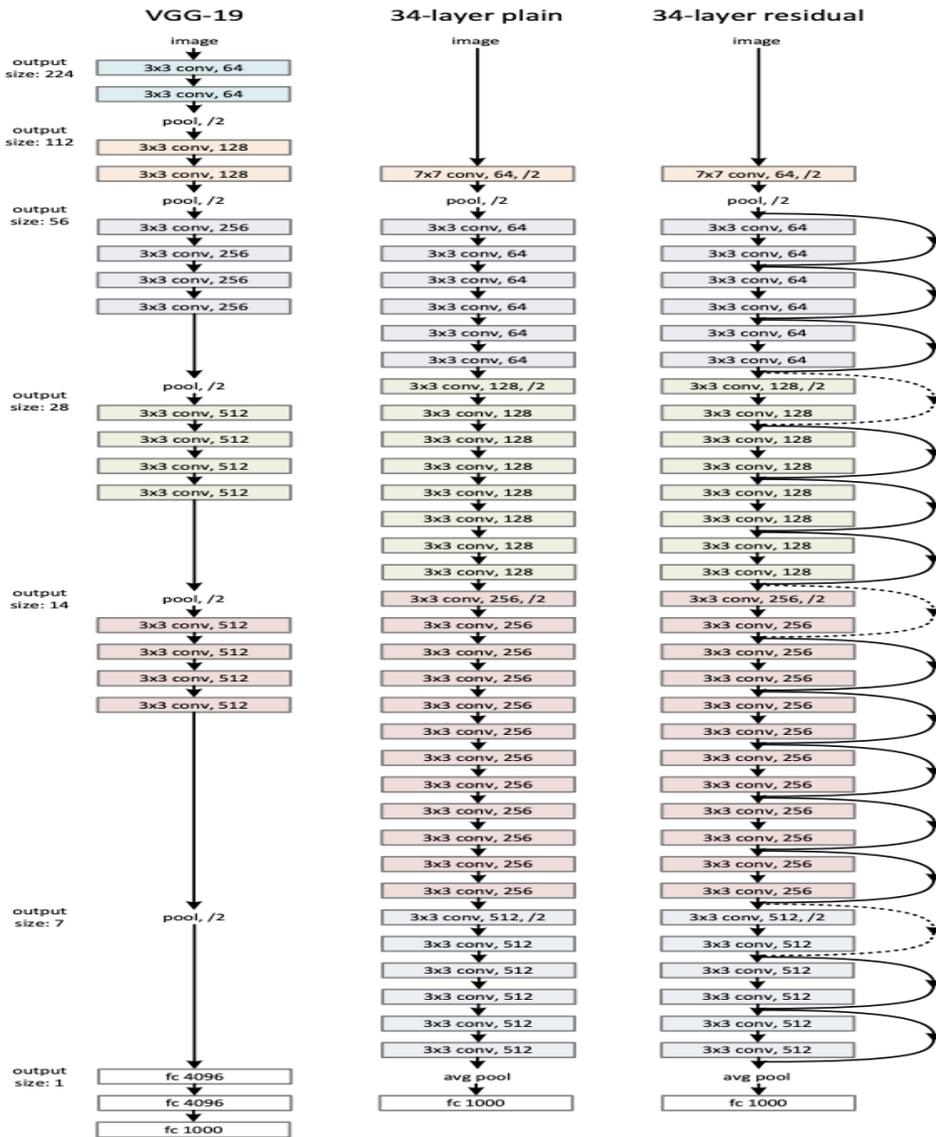
لذلك ، تم استبدال كل من الكتل المكونة من طبقتين في Resnet34 بكتلة عنق الزجاجة المكونة من ثلاث طبقات لتشكيل بنية Resnet 50. هذا التعديل يعطي دقة أعلى بكثير من نموذج ResNet المكون من 34 طبقة [18].

بنية ResNet-101 و ResNet-152

يتم إنشاء الشبكات الكبيرة المتبقية ذات 101 طبقة مثل ResNet101 أو ResNet152 باستخدام المزيد من الكتل ثلاثية الطبقات. وحتى مع زيادة عمق

الشبكة ، فإن شبكة ResNet ذات 152 طبقة لديها تعقيد أقل بكثير من شبكات VGG-16 أو VGG-19.

أي باختصار إن الشبكة المتبقية أو ResNet تعد ابتكارا هاما غير تدريب الشبكات العصبية التلافيفية العميقة للمهام المتعلقة بالرؤية الحاسوبية. بينما كانت Resnet الأصلية تحتوي على 34 طبقة وتستخدم كتل من طبقتين ، فإن التحسينات عليها مثل Resnet50 استخدمت كتل عنق الزجاجاة المكونة من 3 طبقات لضمان دقة محسنة ووقت تدريب أقل [18].



الشكل (1) بنية الشبكة من أجل ImageNet، إلى اليسار نموذج VGG-19 كمرجع، في المنتصف شبكة عادية من 34 طبقة، اليمين Resnet مكونة من 34 طبقة.

التعلم المتبقي Residual العميق للتعرف على الصور:

أدت الشبكات العصبية التلافيفية العميقة إلى سلسلة من الاختراقات في تصنيف الصور، تدمج الشبكات العميقة بشكل طبيعي الميزات والمصنفات ذات المستوى المنخفض / المتوسط / العالي بطريقة شاملة متعددة الطبقات ، ويمكن إثراء "مستويات" الميزات بعدد الطبقات المكسدة (العمق)، تكشف الأدلة الحديثة أن عمق الشبكة له أهمية حاسمة ، والنتائج الرئيسية على مجموعة بيانات ImageNet جميعها تستغل النماذج "العميقة جداً" ، بعمق من ستة عشر إلى ثلاثين. استفادت أيضاً العديد من مهام التعرف المرئي بشكل كبير من النماذج العميقة جداً.

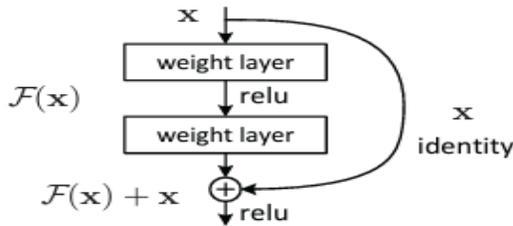
مدفوعاً بأهمية العمق ، يطرح سؤال: هل تعليم شبكات أفضل سهل مثل تكديس المزيد من الطبقات؟ كانت إحدى العقبات التي تحول دون الإجابة على هذا السؤال هي المشكلة المتمثلة في تلاشي / انفجار التدرجات ، مما يعيق التقارب منذ البداية. ومع ذلك ، تمت معالجة هذه المشكلة إلى حد كبير عن طريق التهيئة مع التسوية normalized initialization وطبقات التسوية الوسيطة intermediate normalization layers ، والتي تمكن الشبكات التي تحتوي على عشرات الطبقات للبدء في التقارب من أجل هبوط التدرج العشوائي (SGD) مع الانتشار العكسي. عندما تكون الشبكات الأعمق قادرة على البدء في التقارب ، يتم الكشف عن مشكلة تدهور حيث مع زيادة عمق الشبكة ، تصبح الدقة مشبعة ثم تتدهور بسرعة. بشكل غير متوقع ، لا ينتج هذا التدهور بسبب overfitting ، وإضافة المزيد من الطبقات إلى نموذج عميق بشكل مناسب يؤدي إلى خطأ تدريب أعلى. يشير تدهور (دقة التدريب) إلى أنه ليست كل الأنظمة سهلة التحسين .

في هذه الورقة نضيء على معالجة مشكلة التدهور من خلال تقديم إطار عمل التعلم المتبقي العميق. بدلاً من أن نأمل أن تتلاءم كل مجموعة قليلة من الطبقات المكدسة بشكل مباشر مع الخرائط الأساسية المرغوبة ، فإننا نجعل هذه الطبقات تتناسب residual mapping.

بشكل رسمي ، بالإشارة إلى underlying mapping المطلوب بالاسم $H(x)$ ، نسمح للطبقات غير الخطية المكدسة لتلائم تعيين آخر $F(x) = H(x) - x$. ويتم إعادة صياغة التعيين الأصلي إلى $F(x) + x$. نفترض أنه من الأسهل تحسين residual mapping بدلاً من تحسين mapping الأصلي غير المرجعي.

إذا كان identity mapping هو الأمثل ، فسيكون من الأسهل دفع المتبقي إلى الصفر بدلاً من احتواء تعيين الهوية بواسطة مجموعة من الطبقات غير الخطية. يمكن تحقيق صياغة $F(x) + x$ من خلال الشبكات العصبية الأمامية ذات "وصلات الاختصار" shortcut connections (الشكل 2).

وصلات الاختصار هي تلك التي تتخطى طبقة واحدة أو أكثر. في حالتنا ، تؤدي وصلات الاختصار ببساطة identity mapping، وتضاف مخرجاتها إلى مخرجات الطبقات المكدسة (الشكل 2). لا تضيف الاتصالات المختصرة هذه أي بارامترات إضافية ولا تعقيداً حسابياً.



الشكل (2) التعلم المتبقي، كتلة بناء واحدة

يمكن اختصار ما سبق بنتيجتين رئيسيتين:

(1) من السهل تحسين الشبكات المتبقية العميقة للغاية ، لكن الشبكات "العادية" المقابلة (التي تقوم ببساطة بتكديس الطبقات) تظهر خطأ تدريب أعلى عندما يزداد العمق

(2) يمكن للشبكات العميقة المتبقية أن تتمتع بسهولة بمكاسب الدقة من العمق المتزايد بشكل كبير ، مما ينتج عنه نتائج أفضل بكثير من الشبكات السابقة.

تم تقديم نماذج مدربة بنجاح على مجموعة البيانات هذه مع أكثر من 100 طبقة ، في مجموعة بيانات تصنيف ImageNet والحصول على نتائج ممتازة من خلال شبكات متبقية عميقة للغاية. الشبكة المتبقية ذات 152 طبقة هي أعمق شبكة تم تقديمها على الإطلاق على ImageNet ، بينما لا تزال أقل تعقيداً من شبكات VGG.

مكتشفو الشبكات المتبقية فازو بالمركز الأول في مسابقة تصنيف ILSVRC 2015. تتمتع التمثيلات العميقة للغاية أيضاً بأداء تعميم ممتاز في مهام التعرف ونتوقع أن يكون قابلاً للتطبيق في مشاكل الرؤية وعدم الرؤية الأخرى[17].

.ii DenseNet

شبكة DenseNet هي نوع من الشبكات العصبية التلافيفية التي تستخدم اتصالات كثيفة بين الطبقات ، من خلال Dense Blocks ، حيث نقوم بتوصيل جميع الطبقات (بأحجام خريطة خصائص متطابقة) مع بعضها البعض مباشرة. للحفاظ على طبيعة التغذية الأمامية ، تحصل كل طبقة على مدخلات إضافية من كل الطبقات السابقة وتكرر خرائط الميزات الخاصة بها إلى كل الطبقات اللاحقة.

أظهرت الأبحاث الأخيرة أن الشبكات التلافيفية يمكن أن تكون أعمق بكثير وأكثر دقة وكفاءة للتدريب إذا كانت تحتوي على اتصالات أقصر بين الطبقات القريبة من المدخلات وتلك القريبة من المخرجات.

الشبكة التلافيفية الكثيفة (DenseNet) تربط كل طبقة بكل طبقة أخرى بطريقة التغذية الأمامية. في حين أن الشبكات التلافيفية التقليدية ذات عدد طبقات L لها اتصالات عددها L ، واحدة بين كل طبقة وطبقها اللاحقة ، تحتوي الشبكة الكثيفة على توصيلات مباشرة $(L + 1) / 2$ لكل طبقة ، تُستخدم خرائط الميزات لجميع الطبقات السابقة كمدخلات ، وتُستخدم خرائط الميزات الخاصة بها كمدخلات في جميع الطبقات اللاحقة.

تتمتع DenseNets بالعديد من المزايا: فهي تخفف من مشكلة vanishing-gradient ، وتقوي انتشار الميزات feature propagation، وتشجع على إعادة استخدام الميزات ، وتقليل عدد البارامترات بشكل كبير.

تم تقييم بنية DenseNets على أربع مهام معيارية للتعرف على الأغراض شديدة التنافسية (CIFAR-10 و CIFAR-100 و SVHN و ImageNet).

- ميزات الشبكة الكثيفة وفروقاتها عن الشبكات السابقة

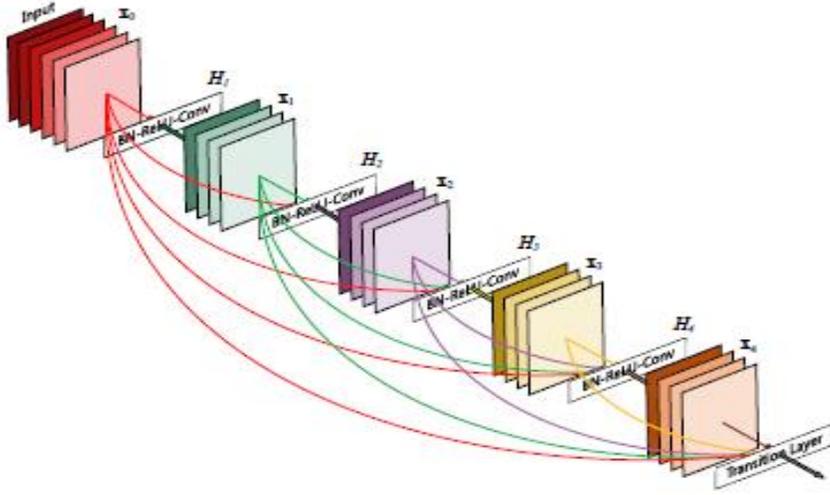
الشبكات العصبية التلافيفية (CNN) هي نهج التعلم الآلي المهيمن للتعرف على الأغراض المرئية. على الرغم من تقديمها في الأصل منذ أكثر من 20 عاماً [19] ، إلا أن التحسينات في أجهزة الكمبيوتر وبنية الشبكة مكنت من تدريب شبكات CNN العميقة بشكل جيد مؤخراً فقط. يتكون LeNet5 الأصلي [19] من 5 طبقات ، وظهر VGG في 19 طبقة [29] ، وفي العام الماضي فقط تجاوزت شبكات Highway والشبكات المتبقية ResNets حاجز 100 طبقة.

عندما تصبح شبكات CNN أكثر عمقاً ، تظهر مشكلة بحثية جديدة لأنه مع مرور المعلومات حول المدخلات أو التدرج عبر العديد من الطبقات يمكن أن تختفي و "تتلاشى" في الوقت الذي تصل فيه إلى نهاية (أو بداية) الشبكة. العديد من المنشورات الحديثة تعالج هذه المشكلة أو المشاكل ذات الصلة.

ResNets وشبكات Highway تجاوز الإشارة من طبقة إلى أخرى عبر identity connections. يعمل العمق العشوائي [20] على تقصير شبكات ResNets عن طريق حذف الطبقات بشكل عشوائي أثناء التدريب للسماح بمعلومات أفضل وتدفق متدرج.

على الرغم من أن هذه الأساليب المختلفة تختلف في طوبولوجيا الشبكة وإجراءات التدريب ، إلا أنها تشترك جميعاً في خاصية رئيسية: فهي تنشئ مسارات قصيرة من الطبقات المبكرة إلى الطبقات اللاحقة.

تم اقتراح بنية DenseNet تقطع هذه الرؤية إلى نمط اتصال بسيط: لضمان أقصى تدفق للمعلومات بين الطبقات في الشبكة ، نقوم بتوصيل جميع الطبقات (بأحجام خرائط ميزات متطابقة) مع بعضها البعض مباشرة. للحفاظ على طبيعة التغذية الأمامية ، تحصل كل طبقة على مدخلات إضافية من كل الطبقات السابقة وتكرر خرائط الميزات الخاصة بها إلى كل الطبقات اللاحقة. يوضح الشكل 3 هذا التخطيط . أي على عكس ResNets ، نحن لا نجمع أبداً الميزات من خلال الجمع قبل أن يتم تمريرها إلى طبقة بل يتم دمج الميزات من خلال ربطها معاً.



الشكل (3) كتلة كثيفة من 5 طبقات مع معدل نمو $k=4$. كل طبقة تأخذ كل خرائط الميزات السابقة كمدخل

ومن ثم ، فإن الطبقة $k\%$ تحتوي على k مدخلا وتتكون من خرائط الميزات لجميع الكتل التلافيفية السابقة. يتم تمرير خرائط الميزات الخاصة بها إلى جميع الطبقات $L-1$ اللاحقة. هذا يقدم اتصالات عددها $(L + 1) / 2$ في شبكة L -layer ، بدلاً من L اتصالاً في البنى التقليدية. بسبب نمط الاتصال الكثيف ، تسمى هذه البنية شبكة تلافيفية كثيفة (DenseNet). من المحتمل أن يكون التأثير غير البديهي لنمط الاتصال الكثيف هذا هو أنه يتطلب بارامترات أقل من الشبكات التلافيفية التقليدية ، حيث لا توجد حاجة لإعادة تعلم خرائط الميزات بشكل زائد عن الحاجة.

يمكن النظر إلى البنى التقليدية ذات التغذية الأمامية على أنها خوارزميات ذات حالة ، والتي يتم تمريرها من طبقة إلى أخرى. تقرأ كل طبقة الحالة من طبقتها السابقة وتكتب إلى الطبقة اللاحقة. إنه يغير الحالة ولكنه يمرر أيضاً المعلومات التي يجب الحفاظ عليها.

تجعل ResNets الحفاظ على هذه المعلومات صريحاً من خلال تحويلات الهوية المضافة additive identity transformations كما تُظهر الأشكال الحديثة لشبكات

ResNet أن العديد من الطبقات تساهم بشكل ضئيل جداً ويمكن في الواقع حذفها عشوائياً أثناء التدريب. هذا يجعل حالة شبكات ResNets مشابهة للشبكات العصبية المتكررة [21] ، لكن عدد بارامترات شبكات ResNets أكبر بكثير لأن كل طبقة لها أوزانها الخاصة.

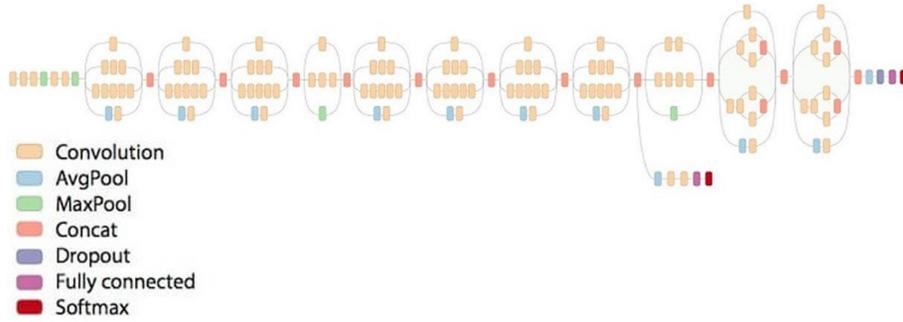
تميز بنية DenseNet بشكل صريح بين المعلومات التي تمت إضافتها إلى الشبكة والمعلومات المحفوظة كما تعد طبقات DenseNet ضيقة جداً (على سبيل المثال ، 12 فلتر لكل طبقة) ، وتضيف فقط مجموعة صغيرة من خرائط الميزات إلى "المعرفة الكلية" للشبكة وتحتفظ بخرائط الميزات المتبقية دون تغيير - ويتخذ المصنف النهائي قراراً بناءً على جميع خرائط الميزات في الشبكة.

إلى جانب كفاءة البارامترات تتمثل إحدى الميزات الهامة لـ DenseNets بتحسين تدفق المعلومات والتدرجات عبر الشبكة ، مما يسهل تدريبها و تتمتع كل طبقة بوصول مباشر إلى التدرجات من خلال loss function وإشارة الدخل الأصلية ، مما يؤدي إلى إشراف ضمني عميق [22]. هذا يساعد على تدريب معماريات أعمق للشبكة. علاوة على ذلك ، نلاحظ أيضاً أن الاتصالات الكثيفة لها تأثير تنظيمي ، مما يقلل من overfitting في المهام ذات أحجام مجموعات التدريب الأصغر

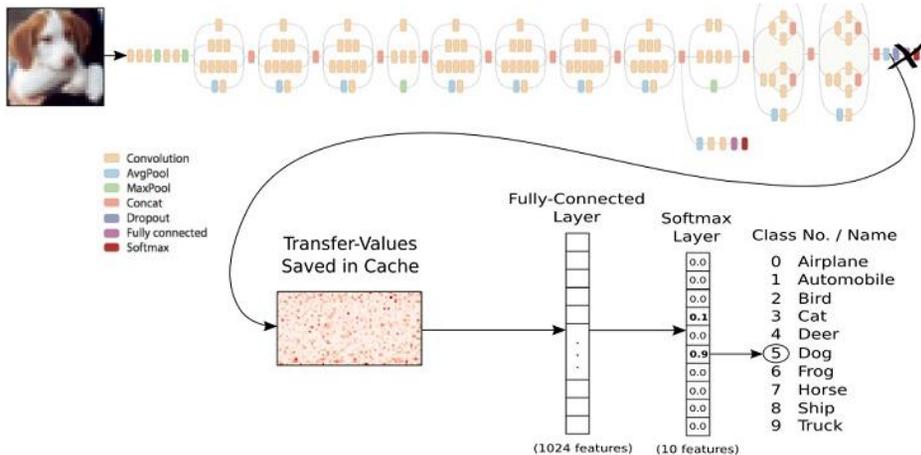
تم تقييم DenseNets على أربع مجموعات بيانات معيارية عالية التنافسية (CIFAR-10 و CIFAR-100 و SVHN و ImageNet). وتم التحقق أن النماذج الكثيفة تميل إلى طلب بارامترات أقل بكثير من الخوارزميات الموجودة بدقة مماثلة. كما أنها تفوقت بشكل كبير على أحدث النتائج الحالية في معظم المهام المعيارية.

.iii Inception V3

Inception V3 by Google هو الإصدار الثالث في سلسلة من البنى التلافيفية للتعلم العميق. تم تدريب Inception V3 باستخدام مجموعة بيانات من 1000 فئة من مجموعة بيانات ImageNet الأصلية التي تم تدريبها بأكثر من مليون صورة تدريبية ، ويحتوي إصدار Tensorflow على 1001 فئة والتي ترجع إلى فئة "background" إضافية ليست مستخدمة في ImageNet الأصلية. تم تدريب Inception V3 على تحدي التعرف البصري الكبير على ImageNet حيث احتل المركز الثاني.



الشكل (4) بنية Inception v3



الشكل (5) استخدام التعلم بالنقل مع Inception V3

يتيح لك التعلم بالنقل إعادة تدريب الطبقة النهائية لنموذج موجود ، مما يؤدي إلى انخفاض كبير ليس فقط في وقت التدريب ، ولكن أيضاً في حجم مجموعة البيانات المطلوبة. يعد Inception V3 أحد أشهر النماذج التي يمكن استخدامها في التعلم بالنقل. تم تدريب هذا النموذج في الأصل على أكثر من مليون صورة من فئة 1000 على بعض الأجهزة القوية جداً.

تعني القدرة على إعادة تدريب الطبقة النهائية أنه يمكنك الحفاظ على المعرفة التي تعلمها النموذج أثناء تدريبه الأصلي وتطبيقه على مجموعة البيانات الأصغر ، مما يؤدي إلى تصنيفات دقيقة للغاية دون الحاجة إلى تدريب مكثف وقوة حسابية.

تمت مراجعة Inception-v3 من خلال إعادة التفكير في بنية inception ، يتم تحقيق الكفاءة الحسابية وعدد أقل من البارامترات لأنه مع عدد أقل من البارامترات ، يمكن تحقيق شبكة التعلم العميق المكونة من 42 طبقة ، مع تعقيد مماثل لـ VGGNet.

AlexNet : 60 مليون بارامتر

VGGNet : 3 × عدد بارامترات أكبر من AlexNet

GoogLeNet / Inception-v1 : 7 مليون بارامتر

من خلال 42 طبقة ، تم الحصول على معدل خطأ أقل ، مما جعله المركز الأول في تصنيف الصور في مسابقة ILSVRC لعام 2015.

ImageNet ، هي مجموعة بيانات تضم أكثر من 15 مليون صورة عالية الدقة مع حوالي 22000 فئة. يستخدم ILSVRC مجموعة فرعية من ImageNet من حوالي 1000 صورة في كل فئة من أصل 1000 فئة. إجمالاً ، هناك ما يقرب من 1.2 مليون صورة تدريبية و 50000 صورة تحقق و 100000 صورة اختبار.

حول إصدارات Inception

يوجد 4 إصدارات. الإصدار GoogLeNet الأول هو Inception-v1 ، ولكن هناك العديد من الأخطاء المطبعية في Inception-v3 والتي تؤدي إلى توصيفات خاطئة حول إصدارات Inception. ربما يرجع ذلك إلى المنافسة الشديدة لـ ILSVRC في تلك اللحظة. وبالتالي ، هناك العديد من المراجعات في الإنترنت التي تخط بين الإصدارين 2 و 3. حتى أن بعض المراجعات اعتقدت أن الإصدارين v2 و v3 متماثلان مع بعض الإعدادات المختلفة البسيطة فقط. ومع ذلك ، في Inception-v4 ، تمتلك Google وصفاً أكثر وضوحاً حول مشكلة الإصدار [23].

" تم تقديم بنية Inception التلافيفية العميقة باسم GoogLeNet في (Szegedy وآخرون 2015a) ، المسمى هنا Inception-v1. في وقت لاحق تم تحسين بنية Inception بطرق مختلفة ، أولاً من خلال إدخال batch normalization وهو ما يسمى Inception-v2 (Szegedy و Ioffe 2015). ثم إضافة عوامل إضافية في التكرار الثالث (Szegedy وآخرون 2015) والتي يشار إليها باسم Inception-v3 "

وهكذا ، يتحدث BN-Inception / Inception-v2 عن batch normalization
بينما يتحدث Inception-v3 عن factorization ideas.

4. البيانات المستخدمة:

قدم تحدي Covid-19 SPGC 2021 مجموعة بيانات SPGC-Covid لتقييم أساليب المشاركين. تحتوي مجموعة البيانات على صور مقطعية للصدر لمرضى إيجابيين يحملون COVID-19 ، والالتهاب الرئوي المكتسب للمجتمع (CAP) ، والمرضى الطبيعيين أي لا يحملون COVID-19. يتكون كل فحص بالأشعة المقطعية من جميع شرائح التصوير المقطعي بصيغة Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) ، بحجم 512 x 512 .

تم جمع حالات Covid-19 من شباط 2020 إلى نيسان 2020 ، في حين تم جمع حالات CAP والحالات العادية من نيسان 2018 إلى كانون الأول 2019 وكانون الثاني 2019 إلى أيار 2020.

يعتمد تشخيص عدوى COVID-19 على نتائج اختبار سلسلة الاختبار الإيجابية للنسخ العكسي (RRT-PCR) ، والبارامترات السريرية ، ومظاهر المسح المقطعي المحدد من قبل ثلاثة أطباء إشعاعيين صديريين ذوي خبرة. تجدر الإشارة إلى أن كل فحص بالأشعة المقطعية يأتي من مريض مختلف ، وبالتالي فإن عدد من الأشخاص يساؤون عدد المسوحات المقطعية.

هذه البيانات مقسمة إلى ثلاثة أجزاء تدريب ، اختبار و تحقق ، الـ labels للصور المقطعية معروفة من أجل بيانات التدريب والتحقق ولكن بيانات الاختبار غير معروفة . تم الحصول على مجموعات التدريب والتحقق من 307 مسحاً بالأشعة المقطعية للصدر (171 مريضاً إيجابياً لـ COVID-19 ، و 60 مصاباً بالتهاب رئوي مكتسب من المجتمع (CAP) ، و 76 حالة طبيعية).

تم اختيار 30% من هذه الصور المقطعية بشكل عشوائي كمجموعة تحقق ،
واستخدمت 70% المتبقية كمجموعة تدريب.

تم الحصول على جميع فحوصات التصوير المقطعي المحوسب والتدريبات والتحقق من
الصحة بواسطة الماسح الضوئي SOMATOM Scope، SIEMENS بجرعة إشعاع
عادية وسماكة شريحة 2 مم. على الإصابة. بالإضافة إلى مجموعتي التدريب والتحقق
هناك ثلاث مجموعات اختبار.

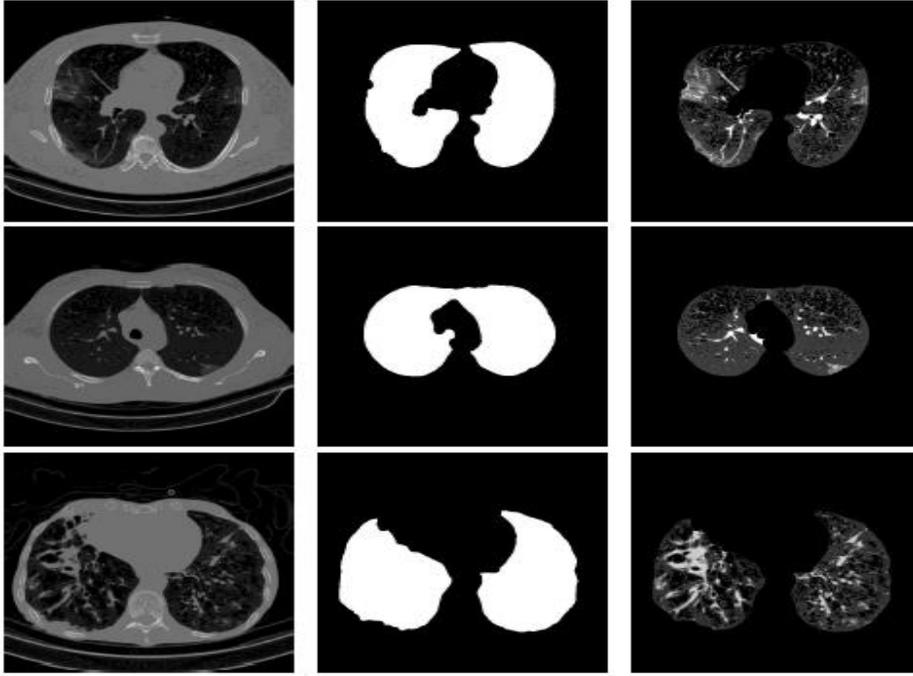
○ ثلاثون صورة مقطعية لـ COVID-19 و CAP وحالات عادية من
نفس المركز الذي تم الحصول منه على مجموعات التدريب / التحقق
من الصحة.

○ ثلاثون صورة مقطعية بجرعة منخفضة (LDCT) لـ COVID-19
والحالات العادية التي تم الحصول عليها بسمك شريحة 2 مم.

○ ثلاثون صورة أشعة مقطعية لـ COVID-19 و CAP وطبيعية مع
وجود تاريخ من أمراض القلب أو عملية يظهر فيها مظاهر غير
طبيعية وقد أخذت هذه المجموعة بسمك شريحة وجرعات إشعاع
مختلفة.

5. تهيئة البيانات والطريقة المتبعة للتصنيف:

5.1- التقطيع segmentation:



الشكل (6) يظهر تقطيع صور الرئة، العمود الأول يظهر الصورة الأصلية، العمود الثاني يظهر قناع الرئة، العمود الثالث يظهر نتيجة التقطيع. السطر الأول والثاني COVID-19 والسطر الثالث Cap.

5.2- التصنيف على مستوى الشريحة:

الهدف من هذه المرحلة هو ضبط نماذج CNN المُدرّبة مسبقاً لتصنيف شرائح التصوير المقطعي المحوسب إلى فئة عادية أو COVID-19 أو Cap. يعد التصنيف على مستوى الشريحة أهم مرحلة لأنها يمكن أن تؤثر على تنبؤ التصوير المقطعي المحوسب بالكامل. في مرحلة المعالجة المسبقة، نقرأ صور الشرائح من ملف ".dcm" الذي يعطي صورة بقناة واحدة (تدرج الرمادي). و لأن معظم معماريات CNN صُممت للصور الملونة، فإننا نقترح تكديس الصورة الرمادية والقناع و نتيجة التقطيع لتصبح

النتيجة صورة ثلاثية البعد مثل RGB. بالإضافة إلى وجود ثلاث قنوات كمدخلات لبنى CNN ، فإن التقسيم يوجه تصنيف الشرائح من خلال التركيز على ميزات فصوص الرئة وإزالة الميزات غير ذات الصلة. لتدريب التصنيف المستند إلى الشرائح ، لدينا 10294 و 2482 و 742 شريحة للفئات العادية و COVID-19 و Cap ، على التوالي. من عدد الشرائح لكل فئة ، نلاحظ أنها غير متوازنة. للتعامل مع هذه المشكلة، استخدمنا تقنيات زيادة البيانات لشرائح COVID-19 و Cap. بالنسبة لفئة COVID-19 ، قمنا بإنشاء 3 صور نتيجة زيادة البيانات من كل شريحة. من ناحية أخرى ، قمنا بإنشاء 10 صور لكل شريحة CAP. في المجموع ، حصلنا على 9928 و 8162 ل COVID-19 و Cap ، على التوالي.

✓ هنا قمنا باستخدام بنى CNN التالية : Resnet-50 و Densenet-161 و Inception-v3 (معماريات CNN الأساسية هي النماذج المدربة مسبقاً التي تم تدريبها على قاعدة بيانات تحدي ImageNet [33]). في بحثنا ، قمنا بتدريب جميع بنى CNN باستخدام استراتيجية متعددة المهام. بمزيد من التفصيل ، قمنا بضبط نماذج CNN المدربة مسبقاً ، حيث تم تهيئة طبقات FC فقط بشكل عشوائي باستخدام تهيئة توزيع موحدة. تتمثل مهمة التدريب متعدد المهام في تصنيف صورة الإدخال إلى : عادية و COVID-19 و Cap.

5.3- التصنيف على مستوى المريض:

نظراً لأن الصور المقطعية تحتوي على عدد مختلف من الشرائح ، فإننا نقترح تقسيم هذه الصور إلى 20 مجموعة حيث تحتوي كل مجموعة على نفس عدد الشرائح. بعد ذلك ، طبقنا البنى المدربة على مستوى الشرائح للتنبؤ بتسميات شرائح كل مجموعة . ثم نحسب النسبة المئوية للشرائح المتوقعة لكل فئة داخل المجموعة. ينتج عن ذلك $60 = 3 \times 20$ ميزة لكل صورة مقطعية باستخدام إحدى بنى CNN المدربة. لتصنيف صور التصوير المقطعي المحوسب ، نقوم بتغذية مجموعة من جميع ميزات بنية CNN المدربة ، ثم نستخدم مصنف XG-Boost .

6. النتائج:

6.1 - التصنيف على مستوى الشريحة:

نظرًا لأن الشريحة التي تمت قراءتها من ملف "dcm." عبارة عن صورة ذات تدرجات رمادية أحادية القناة وإدخال نماذج CNN سابقة التدريب (على ImageNet) يتضمن ثلاث قنوات (صور RGB) ، فقد قمنا بتكديس شريحة التدرج الرمادي للحصول على صورة تشبه RGB ، في هذه الورقة البحثية تم تدريب جميع بنى CNN بشكل كامل باستخدام transfer learning لمدة 20 epochs باستخدام مُحسَّن آدم [36]. معدل التعلم الأولي هو 0.0001 ، والذي ينقص بمقدار 0.1 بعد 10 epochs ، يليه تناقص آخر قدره 0.1 بعد 15 دوراً. يلخص الجدول 1 النتائج التي تم الحصول عليها. من هذه النتائج ، نلاحظ أن بنى CNN الأربعة حققت نتائج متماثلة مع نتائج أفضل قليلاً باستخدام بنية Densenet-161.

النموذج	دقة التصنيف على مستوى الشريحة
Resnet-50	80.6 %
Densenet-161	81.70 %
Inception-v3	81.62 %

الجدول -1- دقة تصنيف النماذج الأربعة على مستوى الشريحة

يحتوي الشكل 7 على confusion matrices الخاصة ببنى CNN على بيانات التحقق من الصحة. من هذه المصفوفات نلاحظ أن بنية Densenet-161 حققت أفضل أداء في التعرف على شرائح COVID-19 و Cap بدقة 65.87% و 56.19% على التوالي. أما بالنسبة للتعرف على الشرائح العادية حققت بنية Inception-v3 أفضل أداء بدقة بلغت 93.73%.

تشخيص الإصابة بفيروس كورونا بتحليل الصور المقطعية

True labels	Normal	3191 92.63%	157 4.56%	97 2.82%
	Covid-19	488 36.61%	830 62.27%	15 1.13%
	CAP	200 45.87%	44 10.09%	192 44.04%
		Normal	Covid-19 Predicted labels	CAP

True labels	Normal	3143 91.23%	211 6.12%	91 2.64%
	Covid-19	446 33.46%	878 65.87%	9 0.68%
	CAP	156 35.78%	35 8.03%	245 56.19%
		Normal	Covid-19 Predicted labels	CAP

True labels	Normal	3229 93.73%	147 4.27%	69 2.00%
	Covid-19	467 35.03%	849 63.69%	17 1.28%
	CAP	216 49.54%	34 7.80%	186 42.66%
		Normal	Covid-19 Predicted labels	CAP

الشكل (7) confusion matrices للبنى الثلاثة Densenet-50،

Inception-v3 و Resnet-161

6.2- التصنيف بعد تطبيق زيادة البيانات augmentation

في هذه التجربة ، اقترحنا زيادة صور الرئة المكسدة والمجزأة للحصول على قاعدة بيانات متوازنة. يلخص الجدول 2 النتائج التي تم الحصول عليها لبنى CNN باستخدام البيانات التي تمت زيادتها. من هذه النتائج ، نلاحظ أن بنية Inception-v3 حققت نتيجة أفضل قليلاً من بنى CNN الأخرى. بالمقارنة مع نتائج الجدول 1 نلاحظ أن أداء البنى قد تحسن.

النموذج	دقة التصنيف على مستوى الشريحة
Resnet-50	% 88.5
Densenet-161	% 88.40
Inseption-v3	% 88.62

الجدول -2- دقة تصنيف النماذج الأربعة بعد زيادة البيانات

يحتوي الشكل 8 على مصفوفات confusion الخاصة ببنى CNN (Resnet-50 و Densenet-161 و Inception-v3) على بيانات التحقق من الصحة. من هذه المصفوفات نلاحظ أن بنى Resnet-50 و Inception-v3 و Densenet-161 حققت أداء أفضل في التعرف على الشرائح الطبيعية (94.43%)، (84.32%) COVID-19 و Cap (68.81) %، على التوالي. في هذا السيناريو ، نلاحظ أن معدل التعرف على شرائح cap قد تحسن مقارنة بالتجربة السابقة. هذا يثبت كفاءة استخدام تقنيات زيادة البيانات.

تشخيص الإصابة بفيروس كورونا بتحليل الصور المقطعية

True labels	Normal	3253 94.43%	135 3.92%	57 1.65%
	Covid-19	212 15.90%	1104 82.82%	17 1.28%
	CAP	126 28.90%	52 11.93%	258 59.17%
		Normal	Covid-19 Predicted labels	CAP

True labels	Normal	3206 93.06%	170 4.93%	69 2.00%
	Covid-19	205 15.38%	1124 84.32%	4 0.30%
	CAP	81 18.58%	75 17.20%	280 64.22%
		Normal	Covid-19 Predicted labels	CAP

True labels	Normal	3217 93.38%	136 3.95%	92 2.67%
	Covid-19	217 16.28%	1105 82.90%	11 0.83%
	CAP	58 13.30%	78 17.89%	300 68.81%
		Normal	Covid-19 Predicted labels	CAP

الشكل (8) confusion matrices للبنى الثلاثة 50-Densenet، 161-Resnet و Inception-v3

6.3- التصنيف على مستوى المريض

في هذا القسم ، استخدمنا بنى CNN المدربة السابقة للتصنيف على مستوى الشريحة.

بعد ذلك ، استخدمنا النسبة المئوية للتنبؤ بالفئات الثلاثة داخل مناطق الصور المقطعية (تقسم كل صورة مقطعية إلى 20 منطقة) لتدريب واختبار اثنين من المصنفات ، وهما SVM و XG-Boost ، لتصنيف الصور المقطعية. تم تلخيص النتائج التي تم الحصول عليها على بيانات التحقق من الصحة في الجدول 3. ومن هذه النتائج ، نلاحظ أن ميزات Inception-v3 مع مصنف XG-boost حققت أفضل أداء مقارنة بميزات البنى الأخرى. من ناحية أخرى ، فإن الجمع بين ميزات جميع النماذج الأربعة مع مصنف XG-Boost حقق أفضل أداء. هذا يثبت كفاءة استخدام المصنف XG-Boost لميزات البنى الفردية بالإضافة إلى الجمع بين جميع ميزات البنى.

النموذج	تصنيف الصور المقطعية	
	SVM	XG-Boost
Resnet-50	81.62	79.59
Densenet-161	82.63	82.63
Inseption-v3	82.65	85.70

الجدول 3 مقارنة نتيجة تصنيف SVM و XGBOOST باستخدام ميزات البنى الثلاثة .

7. مناقشة النتائج:

قمنا بتدريب ثلاثة بنى CNN هي :

Resnet-50, Densenet-161, Inception-v3 ، وباستخدام استراتيجيات زيادة البيانات والمهام المتعددة. كمدخلات لبنى CNN هذه ، قمنا بتكديس صورة شريحة التدرج الرمادي مع تجزئة فص الرئة. في المرحلة الثانية ، استخدمنا بنى CNN المدربة لاستخراج ميزات التصوير المقطعي بالكامل. لتقييم الأداء استخدمنا بيانات التحقق من الصحة لتحدي COVID-19 SPGC 2021 لكل من التقييمات على مستوى الشريحة ومستوى المريض. بالإضافة إلى ذلك ، تم استخدام مجموعات الاختبار الثلاث لتحدي COVID-19 SPGC 2021 للتقييم على مستوى المريض.

وقد حققت النماذج الثلاثة نتائج جيدة في التجربة الأولى قبل زيادة البيانات، ولكن عند زيادة البيانات وجعلها متوازنة ازدادت الدقة للنماذج الثلاثة وكانت الدقة كمايلي: Resnet-50 أعطت أداء أفضل في التعرف على الشرائح الطبيعية (94.43%) أما Inception-v3 أعطت أفضل أداء في التعرف على الشرائح المصابة بدقة (84.32) % و Densenet-161 أعطت أفضل نتيجة في التعرف على Cap بنسبة (68.81) % .

في المرحلة الأخيرة تمت مقارنة مصنفي SVM و XG-BOOST و وجدنا أن XG-BOOST أعطى النتيجة الأفضل في التصنيف مع ميزات Inception-v3. لتحسين النتائج ، خاصة بالنسبة لفئة Cap ، نقترح استخدام المزيد من فحوصات Cap CT لتصنيف مستوى الشريحة ومستوى المريض.

المراجع:

- [1] Wang C, Horby PW, Hayden FG, Gao GF , "A novel coronavirus outbreak of global health concern", Lancet 395(10223):470,2020
- [2] Wang LS, Wang YR, Ye DW, Liu QQ , "A review of the 2019 novel coronavirus (covid-19) based on current evidence", International journal of antimicrobial agents, 105948,2020.
- [3] Singhal T , "A review of coronavirus disease-2019 (covid-19)", The Indian Journal of Pediatrics, 1-6,2020
- [4] Wang R, Pan M, Zhang X, Han M, Fan X, Zhao F, Miao M, Xu J, Guan M, Deng X et al," Epidemiological and clinical features of 125 hospitalized patients with covid-19 in Fuyang", Anhui, China, Int J Infect Dis 95:421,2020
- [5] Li B, Yang J, Zhao F, Zhi L, Wang X, Liu L, Bi Z, Zhao Y , "Prevalence and impact of cardiovascular metabolic diseases on covid-19 in China", Clin Res Cardiol 109(5):531,2020.
- [6] Singh D, Kumar V, Kaur M , "Classification of covid-19 patients from chest ct images using multi-objective differential evolution based convolutional neural networks", European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases, 1-11,2020.

- [7] Anjishnu Das SK ,"Why covid testing is a slow process and types of tests available",2020.
- [8] Shen D, Wu G, Suk HI ,"Deep learning in medical image Analysis", Ann Rev Biomed Eng 19:221",2017.
- [9] Ker J, Wang L, Rao J, Lim T ,"Deep learning applications in medical image analysis", Ieee Access 6:9375,2017
- [10] Grewal M, Srivastava MM, Kumar P, "Radiologist level accuracy using deep learning for hemorrhage detection in ct scans. In: IEEE 15th International symposium on biomedical imaging (ISBI 2018)", IEEE, pp 281–284,2018.
- [11] Song Q, Zhao L, Luo X, Dou X ,"Using deep learning for classification of lung nodules on computed tomography images", Journal of healthcare engineering, 2017
- [12] Gonz´alez G, Ash SY, Vegas–S´anchez–Ferrero G, Onieva,"Disease staging and prognosis in smokers using deep learning in chest computed tomography", Am J Respir Crit Care Med 197(2):193,2017.
- [13] Bernheim A, Mei X, Huang M, Yang Y, Fayad ZA, Zhang N, Diao K, ,"Chest CT findings in coronavirus disease–19 (covid–19): relationship to duration of infection", Radiology, 200463,2017

[14] Gozes O, Frid-Adar M, Greenspan H, Browning PD, Zhang H, JiW, Bernheim A, Siegel E, "Rapid ai development cycle for the coronavirus (covid-19) pandemic: initial results for automated detection & patient monitoring using deep learning ct image analysis", arXiv:2003.05037,2020

[15] Zheng C, Deng X, Fu Q, Zhou Q, Feng J, Ma H, Liu W, Wang X, "Deep learning-based detection for covid-19 from chest CT using weak label", medRxiv,2020

[16] Fang Y, Zhang H, Xie J, Lin M, Ying L, Pang P, Ji W, "Sensitivity of chest CT for covid-19: comparison to RT-PCR" Radiology ,2020.

[17] Kaiming He, Xiangyu Zhang, Jian Sun, "Deep Residual Learning for Image Recognition",2015.

[18] R. K. Srivastava, K. Greff, and J. Schmidhuber, "Training very deep networks", 1507.06228, 2015.

[19] Y. LeCun, B. Boser, J. S. Denker, D. Henderson, R. E. Howard, W. Hubbard, "applied to handwritten zip code recognition" Neural computation,1(4):541-551, 1989

- [20] G. Huang, Y. Sun, Z. Liu, D. Sedra, "Deep networks with stochastic depth", In ECCV, 2016.
- [21] Q. Liao and T. Poggio, "Bridging the gaps between residual learning, recurrent neural networks and visual cortex", arXiv preprint arXiv, 2016.
- [22] Gao Huang, Zhuang Liu," Densely Connected Convolutional Networks",2018.
- [23] Sik-Ho Tsang, "Inception-v3 1st Runner Up (Image Classification) in ILSVRC 2015" ,2018.

عوامل النجاح الحاسمة لتنفيذ نظم تخطيط موارد

المؤسسات في التعليم العالي في سوريا

م. فدا جهجاه* د. مهند رجب**

الملخص

يعد فشل تنفيذ تخطيط موارد المؤسسات (ERP) في مؤسسات التعليم العالي (HEIs) في جميع أنحاء العالم أعلى بكثير من القطاعات الأخرى، مثل البنوك أو التصنيع، وبالرغم من ذلك فقد تم إجراء عدد محدود من الأبحاث في هذا المجال. حتى الآن، حددت الدراسات السابقة بعض عوامل النجاح الحاسمة (CSFs) إما في مجال نظم المعلومات أو في القطاع الصناعي.

يحدد هذا البحث عوامل النجاح الحاسمة فيما يتعلق بتطبيق نظام تخطيط موارد المؤسسات في مؤسسات التعليم العالي في سوريا ويناقش أهمية هذه العوامل. كما يقدم البحث أيضاً بعض الأفكار حول الحاجة إلى نظام تخطيط موارد المؤسسات في القطاع خلال أوقات الأزمات.

حيث يهدف إلى المساهمة في فهم ظاهرة تنفيذ وتقييم تخطيط موارد المؤسسات في مؤسسات التعليم العالي في سوريا وبشكل خاص في جامعة البعث، وتحليل الدراسات الموجودة حول تنفيذ تخطيط موارد المؤسسات لتحديد عوامل النجاح الحاسمة. سيتم الاعتماد على نظام تخطيط موارد المؤسسات المعتمد في جامعة البعث، الجمهورية العربية السورية، كدراسة حالة لقياس النجاح في تنفيذ تخطيط موارد المؤسسات من منظور فني تقني ومنظور المستخدم.

الكلمات المفتاحية: عوامل النجاح الحاسمة، تخطيط موارد المؤسسات، مؤسسات التعليم العالي،

التنفيذ

The Critical Success Factors of ERP implementation in Higher Education Institutions in Syria

Eng. Feda Jahjah

Dr. Mohanad Rajab

Abstract

The failure to implement ERP in higher education institutions (HEIs) worldwide is much higher than in other sectors, such as banking or manufacturing, although a limited number of research has been done in this area. Until now, previous studies have identified some critical success factors (CSFs) either in the field of information systems or in the industrial sector.

This research identifies the critical success factors regarding the application of the ERP system in higher education institutions in Syria and we discuss the importance of these factors. The research also provides some insights into the need for an ERP system in the sector during times of crisis.

It aims to contribute to understanding the phenomenon of implementing and evaluating ERP in higher education institutions in Syria, particularly at Al-Baath University, and analyzing the existing studies on ERP implementation to identify critical success factors.

The ERP system adopted at Al-Baath University, Syrian Arab Republic, will be used as a case study to measure success in implementing ERP from a technical and user perspective.

KEYWORDS: Critical Success Factors, Enterprise Resource Planning (ERP), Higher Educational Institutions, Implementation.

1. المقدمة:

مع ازدياد توجه الشركات الصغيرة والمتوسطة وكبيرة الحجم، الخاصة والحكومية، لتطبيق أنظمة تخطيط موارد المؤسسات قام عدد متزايد من مؤسسات التعليم العالي (HEIs) في جميع أنحاء العالم بتنفيذ أو استكشاف أنظمة تخطيط موارد المؤسسات (ERP). نتيجة للتوجه لتحسين أداء وكفاءة الجامعات، كانت الدوافع للجامعات كثيرة فمثلاً، استمرار الانخفاض في التمويل والدعم الحكومي لكل طالب، المنافسة العالمية، النمو المستمر في أعداد الطلاب، التغيرات في طبيعة العمل الأكاديمي، زيادة المنافسة بين المؤسسات، والضغط الحكومي لتحسين الكفاءة التشغيلية. تطلبت هذه التحولات الكبيرة والمستمرة في قطاع التعليم العالي عمليات إدارة أكثر كفاءة [1] وتحسين العمليات الإدارية. بناء على ذلك استجاب بائعو نظم تخطيط موارد المؤسسات بمنتجات مصممة بشكل أفضل لهذا السوق الجديد واستبدلت العديد من الجامعات أنظمتها الإدارية القديمة بحلول تخطيط موارد المؤسسات.

إن الجامعات مختلفة عن المنظمات الأخرى مما يستدعي اهتماماً بحثياً محدداً. على الرغم من وجود بعض الأبحاث حول أنظمة تخطيط موارد المؤسسات في بيئة التعليم العالي [1] لم يكن هناك اهتمام محدد لأسباب ومقاييس نجاح أو فشل تخطيط موارد المؤسسات في قطاع التعليم العالي.

من منظور الجامعة، يشير تخطيط موارد المؤسسات إلى استخدام الحلول التجارية للأغراض الإدارية والأكاديمية. ومع ذلك، فإن تكلفة تنفيذ نظام تخطيط موارد المؤسسات يمكن أن تكون عالية وهناك مخاطرة كبيرة للفشل لتفوق التكاليف [2].

تمنحنا أنظمة تخطيط موارد المؤسسات ERP والتي تعرف أيضاً باسم حزم التطبيقات المتكاملة، القدرة على التحكم في جميع الوظائف الرئيسية للأعمال باستخدام

هندسة المعلومات المتكاملة. الهدف الرئيسي من تنفيذ أنظمة تخطيط موارد المؤسسات هو ربط جميع وحدات العمل وجميع وظائف المنظمة في نظام موحد ومتكامل يلبي الاحتياجات ويرضي مستخدمي المنظمة بأكملها.

يُعرّف نظام تخطيط موارد المؤسسات بالجامعات بأنه حل تكنولوجيا المعلومات الذي يدمج التوظيف والقبول والمساعدات المالية وسجلات الطلاب ومعظم الخدمات الإدارية والأكاديمية. تشمل الخدمات الإدارية بالجامعة الموارد البشرية والفواتير والمحاسبة والرواتب، وتشمل الخدمات الأكاديمية النشر والقبول وتسجيل الطلاب [16].

تُعرّف الأنظمة القديمة، في سياق هذا البحث، على أنها تطبيقات (غالباً ما تكون مستقلة) تم إنشاؤها باستخدام تقنية سابقة قديمة وكانت موجودة في المؤسسة لسنوات عديدة.

المزايا الرئيسية لتخطيط موارد المؤسسات لمؤسسات التعليم العالي هي [3]:

1. تحسين الوصول إلى المعلومات لتخطيط وإدارة المؤسسة.
2. تحسين الخدمات لأعضاء هيئة التدريس والطلاب والموظفين.
3. تقليل مخاطر العمل وزيادة الدخل وانخفاض النفقات بسبب تحسين الكفاءة.

يعد تخطيط موارد المؤسسات أكثر أهمية في قطاع التعليم العالي لأن أعضاء هيئة التدريس والموظفين والطلاب يتفاعلون مع الأنشطة التعليمية والإدارية الرئيسية من خلال تخطيط موارد المؤسسات. أيضاً، النسبة العالية للفشل في تنفيذ تخطيط موارد المؤسسات أكثر في الجامعات منها في المؤسسات. هذا يزيد من أهمية تقليل فشل تخطيط موارد المؤسسات في قطاع التعليم العالي. تم الاستشهاد بالصعوبات ومعدل الفشل المرتفع في تنفيذ أنظمة تخطيط موارد المؤسسات في البيئات الجامعية في الدراسات السابقة، ولكن

البحث عن عوامل النجاح الحاسمة (CSFs) لتطبيقات تخطيط موارد المؤسسات في هذا القطاع نادرة ومجزأة. لذلك يعتبر هذا البحث هو محاولة لسد هذه الفجوة.

تعد هذه الدراسة الأولى من نوعها لاستكشاف العوامل التي تؤثر على نجاح وفشل أنظمة تخطيط موارد المؤسسات في جامعة البعث وبناءً على ذلك سنحاول الإجابة عن السؤال البحثي:

"ما هي العوامل الحاسمة الرئيسية لنجاح تنفيذ تخطيط موارد المؤسسات في بيئة جامعية (جامعة البعث) نموذجاً؟"

تتطلب الدراسة من الاهتمام المركزي بالنمو السريع لسوق تخطيط موارد المؤسسات في مؤسسات التعليم العالي، والانتشار المتزايد لـ ERP في القطاع ونقص المنشورات العلمية التي تناقش تطبيقات تخطيط موارد المؤسسات في مؤسسات التعليم العالي.

2. الهدف:

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد عوامل النجاح الحرجة لتنفيذ تخطيط موارد المؤسسات في سياق قطاع التعليم العالي في سوريا. سيتم تقديم مراجعة منهجية للدراسات المرجعية ذات الصلة حول ممارسات تنفيذ تخطيط موارد المؤسسات خاصة في سياق مؤسسات التعليم العالي، وتناقش عوامل النجاح الحرجة الرئيسية المحددة في الدراسات السابقة. بعد ذلك، شرحنا اختيارنا للطرق النوعية وعملية جمع البيانات في هذا البحث. يلي ذلك عرض للنتائج.

3. مواد وطرق البحث:

إن منهج البحث المتبع وصفي نوعي من خلال دراسة الحالة في جامعة البعث. تم إجراء العديد من المقابلات شبه المنظمة والاستبيانات مع الفنيين والتقنيين من جامعة

البعث المسؤولين عن تطوير النظام داخل الجامعة. حيث تم تصميم استبيان ركز بشكل خاص على المشكلات الفنية التي عانت منها الأنظمة الحالية في الجامعة، من أجل استخراج عوامل النجاح الحاسمة المحددة اللازمة لتنفيذ أنظمة تخطيط موارد المؤسسات.

4. نظم تخطيط موارد المؤسسات ERP

إن تعريف تخطيط موارد المؤسسات ERP هي أكثر من مجرد برمجيات. تسمى أنظمة تخطيط موارد المؤسسات أيضاً حلول المعلومات المتكاملة أو قد تسمى حزم التطبيقات المتكاملة، تمنحنا القدرة على التحكم في جميع الوظائف الرئيسية للأعمال في المنظمة باستخدام بنية المعلومات المتكاملة. الهدف الرئيسي من تنفيذ أنظمة تخطيط موارد المؤسسات هو ربط جميع وحدات العمل وجميع وظائف المنظمة في نظام كمبيوتر موحد أو متكامل يلبي الاحتياجات ويلبي مستخدمي المؤسسة بأكملها [13].

يعرف نظام تخطيط موارد المؤسسات كحزمة برمجيات تجارية وقابلة للتكوين تدير وتدمج جميع المعلومات المتدفقة من خلال المجالات الوظيفية في المنظمة، أي المعلومات المالية والمحاسبية وسلسلة التوريد ومعلومات العملاء والمبيعات والتوزيع وتخطيط الإنتاج وإدارة المواد وإدارة الموارد البشرية [7] كما هو موضح في الشكل 1.



الشكل 1 نظم تخطيط موارد المؤسسات [7]

لا يعد نظام تخطيط موارد المؤسسات مجرد أتمتة للعمليات التجارية للمؤسسة ولكنه يتيح فرصة لإعادة هندسة العمليات التجارية فيها ويمكن أن يؤدي ذلك إلى نجاحها على المدى الطويل.

يوفر نظام تخطيط موارد المؤسسات المعلومات في الوقت الفعلي، والمشاركة والسماح لجميع الأقسام بالتواصل مع الإدارات الأخرى في الشركة. كما أنه يقدم عدداً من الفوائد، وتشمل القدرة على تحليل أفضل للبيانات، وتحسين مستويات الأداء التنظيمي والكفاءة بسبب العمليات المعززة المعمول بها والتي تسمح بتحسين مستويات خدمة العملاء.

في الآونة الأخيرة، بدأت الجامعات في قطاع التعليم العالي في تطبيق أنظمة تخطيط موارد المؤسسات والبدء في اعتمادها لتحل محل أنظمتها القديمة. يهدف اعتماد نظام تخطيط موارد المؤسسات في الجامعات إلى تحسين مستويات الكفاءة والأداء بحيث

تتمتع الكليات والأقسام والمدارس بقدرة محسنة على التدريس والبحث بتكلفة منخفضة أو بتكلفة عملية [16].

أشار الباحثون في [14] إلى أوجه التشابه والاختلاف التي ترتبط بالجامعات ومؤسسات الأعمال الأخرى من أجل إعادة تشكيل هوية الجامعات. لذلك اعتبرت الجامعات نفسها قطاعاً منفصلاً له متطلبات واحتياجات خاصة، والتي يجب أن تتميز بعملياتها المختلفة عن منظمات الأعمال التقليدية. لذلك، فإن حزم تخطيط موارد المؤسسات القياسية ليست مناسبة لبيئة الجامعة.

هناك العديد من الأسباب التي تجذب الجامعات لتطبيق أنظمة تخطيط موارد المؤسسات منها: الاتجاهات العالمية، النمو في أعداد الطلاب، بيئة التعليم التنافسية، متطلبات الجودة والأداء. يتطلب ذلك من قطاع التعليم العالي تطوير واستبدال أنظمة الإدارة والتنظيم الحالية بأنظمة تخطيط موارد المؤسسات التي توفر العديد من أدوات الإدارة والمرافق التي تضمن الكفاءة وإمكانية الوصول لجميع المستخدمين.

في قطاع التعليم العالي، هناك حاجة صارمة لاستكشاف العوامل الحاسمة التي تؤدي إلى التنفيذ الناجح لنظام تخطيط موارد المؤسسات. وهناك القليل من الاهتمام والأبحاث التي تقيس نجاح أو فشل تخطيط موارد المؤسسات في هذا القطاع.

وفقاً لبعض الأبحاث [7,16]، تحقق العديد من مشاريع تنفيذ تخطيط موارد المؤسسات نجاحاً محدوداً ومعدل فشل مرتفع بين 60% و 90%. كما أشارت إلى أن السبب الرئيسي لفشل أنظمة تخطيط موارد المؤسسات هو مقاومة المستخدمين للتغيير أو عدم قبول الأنظمة الجديدة.

تم اعتماد نظام تخطيط موارد المؤسسات ليحل محل أنظمة الكمبيوتر المتعلقة بالإدارة الحالية [3]، من أجل زيادة فعالية أداء المستخدمين النهائيين من خلال توفير أدوات إدارية أفضل لتعزيز مستويات الكفاءة والأداء [4]. لذلك، يلعب نظام تخطيط موارد المؤسسات دوراً مهماً في دمج معلومات المنظمة لزيادة كفاءة عمليات الخدمة لمؤسسات التعليم العالي.

يحدد [18] خصائص ووظائف تخطيط موارد المؤسسات بما يتماشى مع سياق التعليم العالي الذي يمكن مؤسسات التعليم العالي من رفع كفاءتها التشغيلية وتقليل ازدواجية الموارد.

يشمل الجدول 1 على جميع خصائص نظام تخطيط موارد المؤسسات وفوائدها.

جدول 1 خصائص نظام تخطيط موارد المؤسسات وفوائدها

الصفات	توضيح	الفائدة
التكامل Integration	الترابط بين الوظائف والمستويات الهرمية، والتفاعل بين العمليات المختلفة.	التكامل على مستوى الحرم الجامعي في نظام مشترك. زيادة سلامة البيانات وصلاحياتها وموثوقيتها.
الاكتمال Completeness	مجموعة واسعة من الوظائف، قابلة للتطبيق على أنواع مختلفة من الشركات، والاتصال بالخارج.	إنشاء تكامل أكثر سلاسة بين التكنولوجيا وتقديم التعليم من خلال توفير منصة واحدة تعتمد على التقنيات الجديدة.
التجانس Homogenization	مرجعية فريدة للبيانات، وتوحيد واجهات الآلة، ووحدة إدارة النظام.	دعم تحليل البيانات المتطورة لاستخدامها في صنع القرار. تطوير والحفاظ على تعريفات متنسقة للبيانات.
الوقت الحقيقي -Real time	تحديث واستشارة في الوقت الحقيقي.	الوصول إلى البيانات في الوقت الحقيقي
القدرة على التكيف (المرونة) Adaptability (flexibility)	القدرة على اتباع القواعد وتغييرات المنظمة	تحسين بيئة الخدمة الذاتية للطلاب وأعضاء هيئة التدريس. تمكين توافر أعلى للأنظمة الإدارية.
أفضل الممارسات Best practices	يدمج النظام أفضل الممارسات في هذا المجال.	توفير دعم إداري وطلابي يسهل الوصول إليه وسهل الاستخدام. تقليل أو إزالة العمليات اليدوية. سير عمل متكامل.

5. الأعمال السابقة:

كانت المنظمات والشركات في قطاع الأعمال هي الرائدة في تنفيذ أنظمة تخطيط موارد المؤسسات. في الآونة الأخيرة، بدأت الجامعات في قطاع التعليم العالي في تطبيق أنظمة تخطيط موارد المؤسسات واعتمادها لتحل محل أنظمتها القديمة. ومع ذلك، فقد تم إجراء القليل من الأبحاث حول تنفيذ تخطيط موارد المؤسسات في قطاع التعليم العالي.

حدد البحث [5] عشرة عوامل نجاح حرجة خاصة بتخطيط موارد المؤسسات مصنفة إلى بعدين، وهما عوامل العملية وعوامل الأشخاص.

كما اختبر البحث [6] العديد من عوامل النجاح الحرجة، والتي تم تحديدها من الدراسات السابقة وتوسيعها بشكل أكبر من دراسة حالة تنفيذ تخطيط موارد المؤسسات. كانت العوامل مزيجاً من الأبعاد الفنية والإدارية بالإضافة إلى جوانب العملية والأفراد.

يقدم البحث [7] نهج عملي يعالج القرارات الحاسمة من أجل تنفيذ ناجح لتخطيط موارد المؤسسات في المؤسسات المتوسطة الحجم. تحدد هذه الورقة خارطة طريق لتنفيذ تخطيط موارد المؤسسات في أربع مراحل. تم تحديد هذه المراحل في دورة حياة مشروع تخطيط موارد المؤسسات، وهي: تقييم الجاهزية، إعادة هندسة العمليات التجارية، واختيار حزمة تخطيط موارد المؤسسات وتنفيذها. كما تحدد ثمانية عوامل رئيسية للنجاح في مرحلة تقييم الجاهزية وهي كالتالي: حالة العمل القوية، وضوح الرؤية، تغيير القيادة، تغيير الاتصالات المحددة، زيادة القدرة على التغيير، التخطيط والفرق المتكاملة، التزام أصحاب المصلحة، الأداء والثقافة المتناسقين.

يهدف البحث [21] إلى دراسة حالة جامعة كبيرة من المملكة العربية السعودية حيث تم استبدال نظام تخطيط موارد المؤسسات المحلي بنظام ERP وفقاً للنتائج الأولية التي تم الحصول عليها، فإن قرار استبدال نظام ERP يتأثر بعدة عوامل مهمة. هذه العوامل هي ضغط الاتجاه، والاعتماد على الخبراء الأجانب، وضعف التكامل والسلبية العامة حيث يقدم هذا البحث ملخصاً لهذه العوامل المتصورة.

فحص الباحث في [4] برنامج SAP وهو تطبيق لبرنامج تخطيط موارد المؤسسات لإدارة معلومات الطلاب في التعليم العالي في إحدى جامعات الغرب الأوسط. كما استكشفوا بعض عوامل النجاح الحاسمة من أجل تنفيذ ناجح لتخطيط موارد المؤسسات مثل التخطيط والإعداد والتواصل والتدريب ورضا المستخدم. كشفت دراستهم أن رضا المستخدم هو جزء مهم من نجاح تنفيذ تخطيط موارد المؤسسات.

جمع [9] المراجعات النقدية حول الأبحاث السابقة في أنظمة تخطيط موارد المؤسسات في التعليم العالي، مع التركيز بشكل خاص على التعليم العالي في أستراليا. كما أنها تظهر صعوبة تحديد مزايا أنظمة تخطيط موارد المؤسسات من حيث أداء موظفيها الذي ينعكس في نتائج وخدمات المؤسسات. لذلك، يحاولون الحصول على تقييم لتكنولوجيا تخطيط موارد المؤسسات مع الأخذ في الاعتبار وجهات نظر المستخدمين والمنظمة.

حدد [8] عوامل النجاح الحاسمة لتنفيذ نظام تخطيط موارد المؤسسات في بيئة جامعية في إحدى الجامعات الأسترالية. لقد طوروا إطاراً نظرياً يتكون من ستة عوامل واسعة: العوامل الاستراتيجية، السياق التنظيمي، جودة معلومات

تخطيط موارد المؤسسات، جودة نظام تخطيط موارد المؤسسات، نطاق مشروع تخطيط موارد المؤسسات، ورضا المستخدم.

يستكشف الباحث في [10] تطبيق نظام تخطيط موارد المؤسسات في جامعة الملك سعود (KSU) في المملكة العربية السعودية. ويسلط الضوء على العوامل الإيجابية المطلوبة في تنفيذ تخطيط موارد المؤسسات بطريقة مقبولة. كما يصف التحديات المختلفة التي تمت مواجهتها أثناء عملية التنفيذ.

قام الباحثون في [12] بالتحقيق في استراتيجيات إدارة التغيير الفعالة والأكثر فائدة، والعمليات والأدوات الهامة لإدارة التغيير لتنفيذ نظام تخطيط موارد المؤسسات الناجح. لقد اتخذوا نظام مؤسسة ناجح (مدار) كدراسة حالة وقاموا بقياس تأثير إدارة التغيير على الموظفين.

على الرغم من أن تنفيذ تخطيط موارد المؤسسات في مؤسسات التعليم العالي غالباً ما يوصف بأنه صعب ومكلف ومحفوف بالمخاطر، إلا أنه استمر الايمان بالحل واعتماده عبر القطاع التعليمي.

أجريت معظم الدراسات في قطاعات أخرى غير قطاع التعليم العالي العام، كما أجريت دراسات قليلة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. وهناك نقص في البحث الأكاديمي حول تطبيقات تخطيط موارد المؤسسات في سوريا. من خلال البحث في قواعد بيانات أكاديمية باستخدام كلمة ERP وجدنا دراستين فقط [11,12].

إن وجود دراسات كافية حول عوامل نجاح تخطيط موارد المؤسسات وأسباب الفشل سيساعد الإدارة في فهم مفهوم النجاح وأداء التنفيذ الناجح. أيضاً، تعطي

المقالات التي تناقش دورة حياة تخطيط موارد المؤسسات فكرة عن أهم النقاط التي يجب التركيز عليها في كل دورة وتسهيل إجراء التقييم المستمر للتنفيذ. مهدت هذه الثغرات البحثية الطريق نحو الدراسة الحالية التي تهدف إلى اكتشاف عوامل النجاح الحاسمة في تنفيذ تخطيط موارد المؤسسة في سياق قطاع التعليم العالي العام في بيئة الجامعات السورية. وأهمية استخدام أنظمة تخطيط موارد المؤسسات المستدامة في المستقبل، ولا سيما الاستجابة للتغيرات الحرجة أثناء الطوارئ والأزمات مثل COVID-19.

6. عوامل النجاح الحاسمة CSFs

نظراً لأن البحث في تخطيط موارد المؤسسات موضوع واسع، فقد ركزنا في دراستنا المرجعية على تنفيذ تخطيط موارد المؤسسات في مؤسسات التعليم العالي، والتي تعطي تحليلاً أكثر تفصيلاً وفهماً أعمق لعوامل النجاح الحرجة في تنفيذ تخطيط موارد المؤسسات في هذا القطاع.

يجب أن نفهم المنظمات أن CSF هي مؤشرات ويجب مراقبتها بانتظام من أجل تحقيق النجاح في النتائج المتوقعة. يتم تعريف عوامل النجاح الحاسمة (الشكل 2) على أنها مجموعة من الأنشطة التي تحتاج إلى اهتمام مستمر من أجل تخطيط وتنفيذ نظام تخطيط موارد المؤسسات [13]. إن عوامل النجاح الحرجة هي الموضوع الرئيسي الذي تركز عليه دراسات تخطيط موارد المؤسسات، ودراستها، وتطويرها، واقتراحها، وتحديدتها، وتحليلها.

عوامل النجاح الحاسمة لتنفيذ نظم تخطيط موارد المؤسسات في التعليم العالي في سوريا

Category	Success Factors
Organizational Factors	Top Management Support
	Management of Expectations
	Change Management
	Business Process Re-engineering (BPR)
	ERP Project Team Composition and Competence
	Education and Training of Users
	Interdepartmental Cooperation and Communication
	ERP Project Management
	Project Champion
	Organizational Environment and Characteristics
	Organizational Structure and Management Style
	User Involvement and Resistance
	Organization Politics and Decision Making
	Alignment with Organizational Vision, Strategies, and Planning
Funding	
Clear Organizational Goals, Objectives, and Scope	
Technical Factors	Perceived Ease of Use/Complexity
	Minimum customization
	Data Quality, Analysis, and Conversion
	Software Development, Testing, and Troubleshooting
	Architecture Choices, Technological Implementation, and Infrastructure
	Appropriate business and IT legacy
Individual Factors	systems
	Perceived Usefulness
	Network Reliability
	Suitability and Attitude to Standardization
	Robustness and Error Prevention
	User Friendliness, Help, and Documentation
	Awareness
	Satisfaction and Systems Satisfaction
	Attitude
	Behavior
	Motivation
	Education Level of Users
	Trust
	Interest groups
Roles	
Norms	
Values	
Social Factors	National and Organizational Cultures
	Rules and Practices
	Cultural resistance
Cultural Factors	Vendor and Consultant Support
	Systems Changes and Upgrade
	Use of Vendors' Tools
	Vendor Customer- Partnership
Vendor factors	Governmental Policies
	Obsolescence of Hardware and Software
	Political Influence
Political and National Level Factors	

الشكل 2 عوامل النجاح الحاسمة وتصنيفاتها [13]

تهتم بعض الدراسات بتحديد مجموعة جديدة من عوامل النجاح الحرجة، وتفحص دراسات أخرى أحد عوامل النجاح الحرجة بالتفصيل، ويقدمها البعض الآخر وفقاً لعوامل محددة مثل المنطقة المعنية أو القطاع المدروس. وعلى الرغم من مجموعة الدراسات التي تم إجراؤها، لا توجد عوامل النجاح الحرجة محددة وذلك بسبب البيئات المختلفة التي تمتلكها المنظمات. تلعب عوامل النجاح الحرجة الدور المطلوب الذي يساعد على ضمان التنفيذ الناجح لأنظمة تخطيط موارد المؤسسات وإدارتها [19].

لا تهتم العديد من المنظمات بأهمية عوامل النجاح الحرجة ثم يواجهون مشكلات غير متوقعة أثناء دورة حياة تخطيط موارد المؤسسات، حيث ذكر [19] أن: 90% من أنظمة تخطيط موارد المؤسسات قللت من تقدير الميزانية المطلوبة، وفشلت 40% من مشروعات البرمجيات الضخمة، ولم تلبى 67% من مؤسسات التطبيق الاحتياجات والأهداف.

تعد عوامل نجاح تخطيط موارد المؤسسات أكثر أهمية في قطاع التعليم العالي منها في مؤسسات الأعمال نظراً لأن الأنشطة التعليمية والإدارية للكليات والموظفين والطلاب تكون أكثر تفاعلاً في نظام تخطيط موارد المؤسسات. علاوة على ذلك، فإن نسبة الفشل في تنفيذ نظام الجامعات ERP أعلى من الفشل في المنظمات [4].

6.1 عوامل النجاح الحاسمة لنظام تخطيط موارد المؤسسات في الجامعات

على الرغم من الاختلافات بين المنظمات وبيئاتها، فإن الفئة الرئيسية من عوامل النجاح الحرجة التقنية التي ستتم مناقشتها في هذا البحث شائعة للجامعات ومناسبة لظروفها. هناك الكثير من العوامل التي تم تحديدها في الدراسات التي تؤثر بشكل مباشر على تنفيذ نظام تخطيط موارد المؤسسات ولها تأثير واضح على نتيجة التنفيذ.

في هذه الدراسة، العوامل التي سنركز عليها هي العوامل المرتبطة بالتأثيرات تجاه الجامعات. ووفقاً للعوامل التي حددتها الدراسة [20]، حيث حدد الباحثون عوامل النجاح الحرجة في دراسة حالة للتعليم العالي، وقاموا بتنظيم العوامل في فئات: تنظيمية، تقنية، بائع، فردية، ثقافية، اجتماعية، سياسية، ووطنية.

هناك 9 عوامل CSF تكنولوجية سنقوم بدراستها هي:

جدول 2 العوامل الحاسمة التي سيركز عليها البحث

العامل	Factor
التعقيد	Complexity
موثوقية الشبكة	Network reliability
مرونة وكفاءة الاستخدام	Flexibility and efficiency of use
وقت استجابة النظام لطلبات المستخدمين	System's response time to users' requests
الحد الأدنى من التخصيص	Minimum Customization
سهولة الاستخدام والمساعدة والتوثيق	User friendliness, help, and documentation
حالة النظام	visibility of the system's status
المتانة ومنع الخطأ	Robustness and error prevention
تطوير البرمجيات والاختبار واستكشاف الأخطاء وإصلاحها	Software development, testing and troubleshooting

7. تنفيذ تخطيط موارد المؤسسات في مؤسسات التعليم العالي السورية

ظهرت حلول تخطيط موارد المؤسسات ERP في سورية في عام 2000 تقريباً عندما بدأت المؤسسات كبيرة الحجم في كل من القطاعين العام والخاص في تطبيق حلول ERP ، والتي تقدم الوعود بالعديد من الفوائد والفرص والتعزيزات للمنظمات بما في ذلك تعزيز التكامل بين النظم الفرعية المختلفة للمنظمة و أيضا تبسيط العمليات داخل المنظمة ونتيجة لذلك تعزيز الإنتاجية والوضع المالي.

ومع توجه الجمهورية العربية السورية نحو تطبيق الحكومة الإلكترونية، والتي تتسبب فوائدها الكبيرة للمؤسسات والاقتصاد، وبسبب ضغط الحكومة لتحسين الكفاءة التشغيلية داخل مؤسساتها، بدأت مؤسسات التعليم العالي بتطبيق أنظمة تخطيط موارد المؤسسات لزيادة كفاءتها وأتمتة إجراءاتها الإدارية.

أخذنا جامعة البعث كدراسة حالة من أجل المساعدة في إعداد تنفيذ تخطيط موارد المؤسسات وتحسين نظام المعلومات في الجامعة. اختارت بعض المنظمات

شراء نظام تخطيط موارد المؤسسات من السوق العالمية كالبرامج المخصصة والتي تطلبت الكثير من التخصيص لتلائم البيئة السورية. كذلك الأمر اختارت جامعة البعث شراء نظام Oracle ERP من بائع محلي وذلك في العام 2007 والذي يشمل الوحدات التي تحقق الخدمات الإدارية في الجامعة وهي: الموارد البشرية (قسم ذاتية الموظفين)، نظام الإدارة المالية، إدارة المستودعات، المكتبات، أرشفة قسم القضايا القانونية و أرشفة سجلات الديوان.

تم البدء باستثمار مجموعة الوحدات انطلاقاً من قسم الموارد البشرية بتهيئة بيئة العمل وتنصيب البرامج والأدوات اللازمة والقيام بإدخال بيانات الموظفين حتى عام 2010 تقريباً ثم توقف العمل به وذلك لعدة أسباب :

1. عدم ملائمة البرنامج لسياسة عمل قسم الذاتية

2. إصدار تقارير خاطئة

3. قابلية التعلم والتدريب ضعيفة

كانت هناك تكاليف كبيرة دون جدوى لتنفيذ أنظمة تخطيط موارد المؤسسات كما أنه تمت خسارة جميع البيانات القديمة التي تم إدخالها. وبالتالي الوضع الحالي مجزأ وغير متكامل.

لا يوجد عامل حاسم واحد يمكن أن يضمن نجاح نظام تخطيط موارد المؤسسات. حيث يتطلب تخطيط موارد المؤسسات مزيجاً من العوامل الحاسمة لتحقيق النتائج المرجوة من وجهة نظر تخطيط موارد المؤسسات.

من أجل تحديد عوامل النجاح الحاسمة المحددة اللازمة لتنفيذ أنظمة تخطيط موارد المؤسسات في بيئة جامعة البعث، تم تصميم استبيان يركز بشكل خاص على المشكلات الفنية التي عانت منها الأنظمة الحالية في الجامعة. حيث تم استخراج

هذه المشكلات من مراجعات الدراسات وفقاً لعوامل النجاح التي تؤثر على بيئة الجامعة بشكل خاص، وترجمة كل مشكلة إلى عامل نجاح واحد. الأشخاص الذين تمت دراستهم هم التقنيون من جامعة البعث والمسؤولون عن تطوير النظام داخل الجامعة.

التحقق من صحة الاستبيان: من خلال عرضه على مجموعة من الأساتذة المتخصصين في جامعة البعث (كلية الهندسة المعلوماتية- قسم البرمجيات ونظم المعلومات) وتسجيل الملاحظات وأخذها في الاعتبار عند توجيه الدراسة بشكلها النهائي.

يشتمل الاستبيان على 15 سؤالاً تهدف إلى دراسة المشاكل الفنية المختلفة لأنظمة الحالية، ومقدار التزام الموظفين الفعلي بالتفاصيل والمفاهيم المرتبطة بها مع عملية التطوير.

كانت موضوعات الأسئلة هي: التعقيد، وموثوقية الشبكة، والمرونة، والكفاءة، ووقت استجابة النظام لطلبات المستخدمين، والحد الأدنى من التخصيص، وسهولة الاستخدام، وقائمة المساعدة والوثائق، وإمكانية رؤية حالة النظام، المتانة والوقاية من الأخطاء، وتطوير البرمجيات، واختبار البرامج واستكشاف الأخطاء وإصلاحها. بالإضافة إلى الوثائق الداخلية، وتمت إضافة عوامل إضافية: تكرار البيانات وسير عمل العملية وتنبهات النظام.

الاستبيان يستخدم 5 مستويات من مقياس ليكرت على النحو التالي: (1 = غير موافق للغاية، 2 = غير موافق، 3 = متردد، 4 = موافق، 5 = موافق للغاية) من أجل دراسة أهمية هذه العوامل.

8. النتائج

بعد جمع البيانات، قمنا بمراجعتها من أجل الإعداد وإجراء المعالجة الإحصائية المطلوبة. تم إجراء التحليل الإحصائي للبيانات عن طريق استخراج الأرقام والنسب المئوية والمتوسط والانحرافات المعيارية باستخدام برنامج الاكسل.

تم استخراج المتوسط والانحراف المعياري لأسئلة الدراسة كما هو موضح في

الجدول 2

جدول 3 المتوسط والانحراف المعياري لأسئلة الدراسة

الانحراف المعياري	المتوسط	عامل النجاح	السؤال
1.12	4.64	سهولة الاستخدام	تم تصميم واجهات النظام الحالية لتكون سهلة الاستخدام
0.924	4.36	الحد الأدنى من التخصيص	تم تخصيص الأنظمة الحالية بشكل كبير مع العمليات
1.12	2.363	حالة النظام	حالة النظام الحالي مرئية بالنسبة إلى المستخدم
0.646	2.272	تكرار البيانات	الأنظمة الحالية ليس لديها بيانات زائدة عن الحاجة ومكررة
1.103	3.77	قائمة المساعدة والتوثيق	يتم توفير أدلة المساعدة والوثائق دائماً للمستخدم في الأنظمة الحالية
0.934	3.95	استجابة النظام	استجابة النظام الحالي لطلبات المستخدم سريعة
0.687	2.545	مرونة النظام	تم تصميم النظام الحالي ليكون مرناً
0.831	2.91	فعالية النظام	استخدام النظام الحالي فعال
0.981	1.818	تعقيد النظام	تم تصميم النظام الحالي ليكون ذو هيكلية أقل تعقيداً
1.09	2.727	منع الخطأ	إحدى خصائص الأنظمة الحالية هي منع الأخطاء
1.044	1.09	تنبيهات النظام	تم تصميم الأنظمة الحالية لتقديم تنبيهات مفيدة ومطلوبة
0.924	3.636	سير عمل العمليات	تتوافق الأنظمة الحالية مع سير عمل العمليات في الجامعة بشكل صحيح
0.632	2.01	موثوقية الشبكة	الشبكة في النظام الحالي موثوقة
0.539	1.9	تطوير واختبار البرامج	يسمح النظام الحالي بالتطوير والاختبار المتكرر
0.981	1.81	متانة النظام	المتانة هي إحدى خصائص الأنظمة الحالية

يجب مراعاة العوامل التي كانت أقل من 3. وهم: القائمة والتوثيق، سير عمل العمليات، تنبيه النظام، وتكرار البيانات.

وبالتالي، يمكن تحويل عامل سير عمل العملية إلى إعادة هندسة عملية الأعمال (BPR) لأنه يجب أن يكون هناك تغيير في بعض عمليات العمل لتحسين تنفيذ أنظمة تخطيط موارد المؤسسات. أيضاً يمكن دمج عامل تكرار البيانات مع تكامل النظام لأنه سيتم التخلص منه عند تحقيق التكامل. بالإضافة إلى دمج تنبيه النظام مع تكامل النظام لأنه سيتم توفير التنبيهات المطلوبة وأتمنتها بسهولة عند اكتمال التكامل بنجاح. في مجموعة "الإجابات التي لم يتم تحديدها (متعدد)"، لاحظنا أن هناك مشكلة تتمثل في عدم قدرة الأشخاص التقنيين على اختيار الإجابات المتعلقة بجوانب أنظمتهم، وتحديد الأنظمة التي يعملون عليها بأنفسهم.

وبالتالي، فإن العوامل التي حصلت على ارتفاع معدل المتردد (< 2.5) ذات أهمية كبيرة ويجب الاعتناء بها عند التنفيذ، وهي: فعالية النظام، وتعقيد النظام، ومنع الأخطاء، ومرونة النظام.

علاوة على ذلك، تضمن الاستبيان أيضاً أسئلة مفتوحة سعت إلى عوامل إضافية يعتقد الموظفون أنه يجب اعتبارها جوانب فنية للأنظمة في جامعة البعث.

وبالتالي وفقاً للنتائج نجد أن عوامل النجاح الحاسمة التي يجب أن نهتم بها عند دراسة تنفيذ أنظمة ERP الجديدة في الجامعة هي:

جدول 4 عوامل النجاح الحاسمة لتنفيذ أنظمة ERP في جامعة البعث

العامل	Factor
التعقيد	Complexity
قائمة المساعدة	Help menu
الكفاءة	Efficiency
التوثيق	Documentation
المتانة ومنع الخطأ	Robustness and error prevention
الأمن	Security
البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات	IT infrastructure
إعادة هندسة العمليات	engineering-Business process re
تكامل النظام	System integration
التدريب	Training

9. الخلاصة

تمنح نظم تخطيط موارد المؤسسات أو حلول المعلومات المتكاملة القدرة على التحكم في جميع وظائف الأعمال الرئيسية للمؤسسات والشركات باستخدام بنية المعلومات المتكاملة. وبالتالي، تستغل الجامعات نظام تخطيط موارد المؤسسات للاستفادة من مزاياها وتحسين نظم المعلومات التي تمتلكها.

في هذه الدراسة أخذنا جامعة البعث كدراسة حالة من أجل المساعدة في إعداد تنفيذ تخطيط موارد المؤسسات وتحسين نظام المعلومات في مؤسسات التعليم العالي في سورية. حيث أن الوضع الحالي مجزأ وغير متكامل، بالإضافة إلى وجود بيانات تعريف مختلفة ومتكررة.

ركزنا على وضع الجامعة أثناء الإعداد لتطبيق نظام تخطيط موارد المؤسسات بالإضافة إلى تحديد عوامل النجاح الحاسمة التي تتوافق بشكل عام للحصول على نظام ERP ناجح.

من المتوقع مستقبلاً استخدام هذه النتائج بشكل تجريبي لتحسين إطار عمل تخطيط موارد المؤسسات من أجل التحضير والتخطيط لتطبيق نظام تخطيط موارد المؤسسات الفعال.

10. المراجع

- [1] Pollock, N. and Cornford, J. (2004), "ERP Systems and the University as a "unique"organisation", Information Technology and People , (17:1), pp. 31.52
- [2] Kumar, V. Maheshwari, B. and Kumar, U. (2003), "An investigation of critical management issues in ERP implementation: emperical evidence from Canadian organizations", Technovation, Volume 23, Issue 10, Pages 793–807
- [3] King, P., R. Kvavik and John,V.(2002). "Enterprise Resource Planning Systems in Higher Education." EDUCAUSE 22: 1–5.
- [4] Davis, M. J. (2007). ERP in Higher Education: A Case Study of SAP and Campus Management.
- [5] Verville et al. (2005), So you're thinking of buying an ERP? Ten critical factors for successful acquisitions, Journal of Enterprise Information Management, Volume 18 Issue 6
- [6] Umble, E., Haft, R., & Umble, M. (2003). Enterprise resource planning: Implementation, procedures and critical success factors. European Journal of Operational Research, 146(2), 241–257

- [7] Xia, L., Yu, W., Lim, R., & Hock, L. (2010). A Methodology for Successful Implementation of ERP in Smaller Companies, Service Operations and Logistics and Informatics (SOLI). 380–385.
- [8] Laurits, J., & Binftch, N. (2002). Critical success factors for implementing an ERP system in a university environment: A case study from the Australian HES
- [9] Abugabah, A., & Sanzogni, L. (2010). Enterprise Resource Planning (ERP) System in Higher Education: A literature Review and Implications. Engineering and Technology, 49–53.
- [10] Alghathbar, K. (2008). Practical ERP implementation in Government Organization. International Conference on E-Learning, E-Business, Enterprise Information Systems, and EGovernment. 343–349.
- [11] Shammout, H. 2007. ERP in Syria: Propositions for ERP success. Damascus: Arab Academy for banking and financial science.
- [12] Alazwar, S. 2013. The role of ERP in controlling and improving the control processes in the project/applied study on the Syrian food companies 2013. Aleppo: University of Aleppo.

[13] Leo Zornada and Tamara Bertok Velkavrh. Implementing erp systems in higher education institutions. In Information Technology Interfaces, 2005. 27th International Conference on, pages 307–313. IEEE, 2005

[14] Neil Pollock and James Cornford. Erp systems and the university as a “unique” organisation. Information technology & people, 17(1):31–52, 2004

[15] Jing, R., & Qiu, X.(2007). A Study on Critical Success Factors in ERP Systems Implementation. IEEE International Conference on Service Systems and Service Management.

[16] Al-Shamlan, H. M., & Al-Mudimigh, A. S. (2011). The Chang Management Strategies and Processes for Successful ERP Implementation: A Case Study of MADAR. International Journal of Computer Science, 8, 431–435.

[17] Rico, D. F. (2006). ERP in Higher Education. from: <http://davidfrico.com/rico04f.pdf>

[18] Soliman, M. and N. Karia, Enterprise Resource Planning Systems in Higher Education Context: Functionalities and Characteristics.

International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 2015. 4(11): p. 10408–10413.

[18] Soliman, M. and N. Karia, Enterprise Resource Planning Systems in Higher Education Context: Functionalities and Characteristics. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 2015. 4(11): p. 10408–10413.

[19] Levi Shaul and Doron Tauber. Critical success factors in enterprise resource planning systems: Review of the last decade. ACM Computing Surveys (CSUR), 45(4):55, 2013.

[20] Oludayo Olugbara, Billy Mathias Kalema, and Ray M Kekwaletswe. Identifying critical success factors: The case of erp systems in higher education. 2014

[21] Aljohani, A., Peng, A., & Nunes, M. (2015). Critical factors leading to ERP replacement in Higher Education Institutions in Saudi Arabia: A case study. Saudi Arabia.

تحضير حبيبات الألبينات الحاوية على الكركمين وتوصيفها وضبط بعض شروط التحضير

الباحثة: لينا بديع شنار/ ماجستير + الدكتور المشرف: د. يمن الأتاسي
قسم علوم وهندسة المواد - المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا

الملخص

يهدف هذا البحث إلى استخدام البوليميرات طبيعية المنشأ في كبسلة مواد دوائية فعّالة، ضمن حبيبات تستخدم كأنظمة حاملة للدواء في تطبيقات صيدلانية متعدّدة.

ولهذه الغاية جرى تحضير حبيبات من ألبينات الصوديوم وركائز سكريّة أخرى كالكتوزان وكربوكسي متيل السيللوز، وتحميلها بمادة الكركمين التي تمّ استخلاصها من الكركم التجاري، حيث كان مردود الاستخلاص 1.6%، كما جرى دراسة بعض العوامل المؤثرة في كفاءة الكبسلة %EE وكانت قيمتها 84% من أجل تركيز 2% لمحلول الألبينات كبوليمير، وباستخدام أيون الكالسيوم (0.1M) كعامل مصالب، وزمن (30min) لعملية المصالبة. كما لوحظ أن وجود بوليمير آخر مع الألبينات خفّض كفاءة الكبسلة، وأنّ استخدام Span80 كعامل فعّال على السطح أعطى كفاءة كبسلة أعلى من Tween80. كما جرى توصيف الحبيبات المحضّرة مورفولوجياً وبنيوياً باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح SEM، ومطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية UV-vis، ودُرست فلورة الكركمين باستخدام مطيافية التألّق الضوئي PL.

كلمات مفتاحية: الكبسلة، حبيبات، ألبينات الصوديوم، الكيتوزان، كربوكسي ميتيل سيللوز، الكركمين.

Preparation and characterization of Curcumin-loaded calcium alginate beads and optimization of some preparation parameters

Abstract

The aim of this research is to utilize natural polymers in encapsulation of active pharmaceutical materials within beads, which is used as drug carriers in multiple pharmaceutical applications.

For this purpose, beads from sodium alginate and other polysaccharides like chitosan and carboxymethylcellulose were prepared as a matrix for curcumin that was extracted from turmeric, The extraction yield was 1.6 %.

The factors affecting encapsulation efficiency EE% were studied and EE% was about 84% for sodium alginate 2% as polymer solution, and Ca^{2+} (0.1M) as a cross-linking agent, the duration of cross-linking (30min) were applied. It was noticed that when we used a second polymer with sodium alginate, the EE% was decreased, further more using Span80 as surfactant gave a higher EE% than Tween80.

The prepared beads were characterized by scanning electron microscopy SEM, UV-visible spectroscopy. The fluorescence of curcumin was studied by photoluminescence spectroscopy PL.

Keywords: Encapsulation, Beads, Sodium Alginate, Chitosan, carboxymethylcellulose, Curcumin.

1. مقدمة:

يعدّ الكركمين (1,6 Curcumin (4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-(1E,6E)heptadiene-3,5dione (الشكل 1) من أهم الأغذية الوظيفية functional food التي جذبت أنظار الباحثين إليها وبقوة في العقود الماضية [2]. يُستحصل على الكركمين من جذور الكركم الطويل *curcuma longa* الذي ينتمي للفصيلة الزنجبيلية Zingiberaceae [3]؛ ويستخدم في المعالجة الكيميائية للسرطان بجرعة يومية تتراوح من 0.5-8g [4]، فضلاً عن كونه مضاد أكسدة يضاهي فيتامين A، كما ويشكّل معقدات قوية مع أيونات المعادن الثقيلة [5].



الشكل 1: بنية الكركمين

وبالرغم من كلّ المزايا الطبية والصيدلانية التي يتمتع بها الكركمين إلا أنّ استخدامه محدود، بسبب مشاكله الكثيرة مثل اللون القوي الذي يسبّب تصبغات على الجلد، النكهة

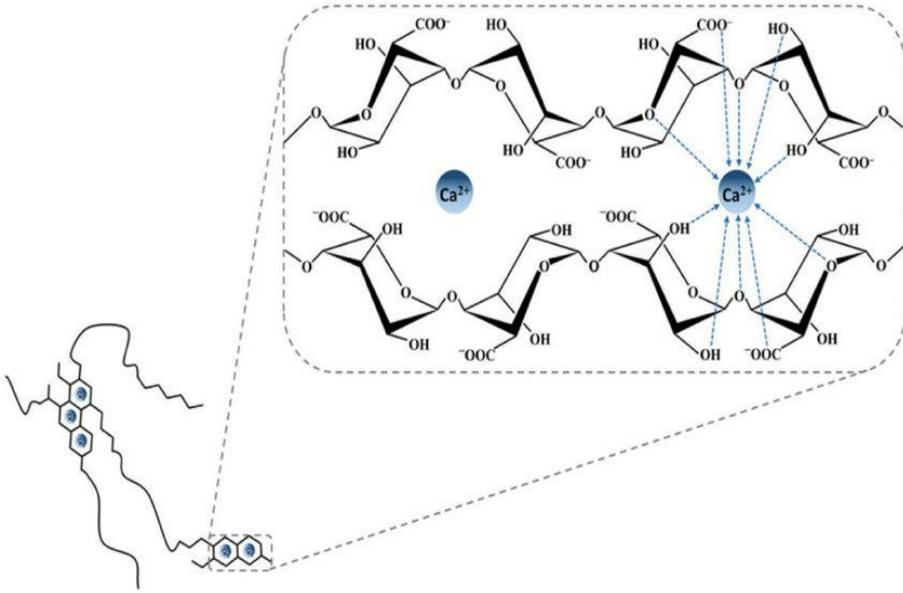
القوية، ضعف ذوبانيته في الماء [6]، وقلة ثباته الكيميائي [7]، والاستقلاب السريع في السبيل الهضمي، وتوافره الحيوي المنخفض، تأثيره بالضوء والأكسجين [8].

يمكن التغلب على المشاكل السابقة عن طريق كبسلة الكركمين Encapsulation، ضمن حاضنة بوليميرية [8]، وتستخدم البوليميرات طبيعية المنشأ على نطاق واسع في عمليات الكبسلة لما تتميز به من ثبات، ومأمونية، واحتوائها على عدد كبير من الزمر الفعالة، ووفرته في الطبيعة، بالإضافة إلى خواصها الفريدة (مثل تنوع الكتل المولية والتركيب الكيميائي، وقابليتها للتعديل الجزيئي) [9].

ومن أهم هذه البوليميرات الألبينات (وخاصة ألبينات الصوديوم SA)، الكيتوزان CS، كربوكسي مثيل السيللوز CMC، حيث تستخدم لتشكيل الحبيبات beads المحملة بالدواء والتي تعدّ أحدّ أهمّ الأشكال البوليميرية المستخدمة كنظم لضبط تحرر الدواء [10]. وفي هذه الدراسة تم استخدام حبيبات الألبينات لكبسلة الكركمين والتحكّم في تحرره؛ حيث تنتج هذه الحبيبات من حصول التصالب الشبكي (الشكل 2) عند إجراء التهلّم الأيوني بين ألبينات الصوديوم مع أيونات ثنائية التكافؤ مثل Ca^{2+} [11].

تمّ استخدام الكيتوزان لأنّ إضافته ستزيد محتوى المركبات الفلوية المتحررة، وتحسّن امتصاص الكركمين داخل الجسم بسبب التوافقية الحيوية الممتازة للكيتوزان [12]، كذلك تمّ استخدام CMC مع SA بسبب التأثيرات القويّة بين الزمر الكربوكسيلية في كلا البوليميرين والتي ستشكّل نتيجة تشكّل الروابط الهيدروجينية، كذلك ستشكّل زمر

الكربوكسيل الحرّة في كلا البوليميرين روابط هيدروجينية مع زمرة الهيدروكسيل في الكركمين [10]، ممّا سيؤثّر على احتباس الكركمين في الحبيبات، وتحرّره منها.



الشكل 2: نموذج صندوق البيض للكاتيونات الثنائية (Ca^{2+}) المتصالبة مع الألجينات

2. هدف البحث

يهدف هذا البحث إلى:

- 1- تحضير حبيبات من الألجينات وركائز سكرية أخرى كالكيتوزان وكربوكسي متيل سيللوز، متضمنة مادة الكركمين المستخلصة من مسحوق الكركمين المتوفّر محلياً، وهي شكل صيدلاني جديد لدواء الكركمين، غير متوفّر في السوق الداخلية، وبكلفة منخفضة.

2- توصيف هذه الحبيبات مورفولوجياً وبنيوياً بهدف الحصول على نظام إيتاء للكركمين يتغلب على المشاكل التي يعاني منها هذا الدواء.

3. مواد وطرائق البحث

1.3 المواد المستخدمة:

1- ألبينات الصوديوم، كربوكسي متيل سيللوز، الكيتوزان، Span80، Tween80 من شركة (Sigma-Aldrich/UK).

2- كلوريد الكالسيوم، كلوريد الزنك، إيتانول نقي، حمض كلور الماء من شركة (MERCK/Germany).

3- الكركمين من شركة (Fulka/Germany).

2.3 الأجهزة المستخدمة:

مجففة (PROLABO/France)، محرّك مغناطيسي (BOECO/Germany)، ميزان إلكتروني حسّاس (SHIMADZU/Japan)، قمع بوخنر، مضخة للتريش، محقن طبي 5mL مجهز بإبرة قطرها 0.86 mm، أدوات زجاجية (بياسر، دوارق معايرة، ممصات، إرلينات)، هاون سيراميكي للطحن، مقياس pH (Sartorius/Germany)، حمام

الأمواج فوق الصوتية (Elma/Germany)، المجهر الإلكتروني الماسح SEM (Brno/Czech) في هيئة الطاقة الذرية (دمشق)، جهاز مطيافية فوق البنفسجي والمرئي (JASCO/Japan)، جهاز قياس التألق الطيفي Spectrofluorometer (JASCO/Japan) في المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا (دمشق).

3.3 إجراء التجارب

1.3.3 استخلاص الكركمين

يتم استخلاص الكركمين انطلاقاً من مسحوق الكركم الموجود في الأسواق المحلية وفق الخطوات الآتية [13]:

1- تُطحن كمية من مسحوق الكركم التجاري باستخدام هاون سيراميكي لضمان الحصول على مسحوق ناعم ومتجانس.

2- يُذاب 12.5 غ من الكركم في 50 مل من الإيثانول النقي.

3- يُوضع المزيج في حمام الأمواج فوق الصوتية عند درجة الحرارة 25°C لمدة نصف ساعة.

4- يُحرّك المزيج باستخدام محرّك مغناطيسي لمدة ساعتين.

5- يُجفّف المزيج باستخدام فرن تجفيف كهربائي عند درجة 75°C لتبخير الإيثانول.

6- يُؤخذ 5g من المسحوق الجاف، ويُذاب باستخدام 10mL من الإيثانول النقي، ويتم تحريك المزيج لمدة نصف ساعة في حمام الأمواج فوق الصوتية، ومن ثمّ الترشيح باستخدام قمع بوخنر للتخلّص من البقايا الصلبة، وتحفظ الرشاحة في عبوة داكنة.

2.3.3 التحليل الكمي للكركمين

تمّ تعيين تركيز الكركمين المستخلص باستخدام مطيافية UV-VIS ، حيث تمّ أولاً تحضير سلسلة عيارية من الكركمين النقي، ثمّ قيست الامتصاصية عند طول الموجة الموافق للامتصاص الأعظمي في طيف الكركمين $\lambda_{\text{max}}=420$ نانومتر [14]، ثم قيست شدّة الامتصاص لمحلول الكركمين المستخلص من الكركم بالإيثانول الشكل (3).



الشكل 3: محلول الكركمين الذي تم استخراجه في الإيثانول النقي

3.3.3 تحضير حبيبات أجيئات الصوديوم المحمّلة بالكركمين

تمّ تغيير عدد من العوامل أثناء تحضير الحبيبات كما هو موضح في الجدول التالي:

الجدول 1: ملخص العوامل المدروسة وشروط تحضيرها

العامل المدروس	شروط التحضير
تركيز أجيئات الصوديوم (%)	1%, 2%, 3%
نوع العامل المصالب	CaCl ₂ , ZnCl ₂
تركيز العامل المصالب (M)	0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 1
زمن عملية المصالبة (min)	30, 60
وجود بوليمير آخر مع الأجيئات	CS, CMC
نوع العامل الفعّال على السطح	Span 80, tween 80
الأداة المستخدمة في التنقيط	محقن مزود بإبرة سعة 5mL (القطر الخارجي لفوهة التنقيط 0.86mL)
	ممص بلاستيكي سعة 1mL (القطر الخارجي لفوهة التنقيط 2.81mL)
	سحاحة سعة 25mL (القطر الخارجي لفوهة التنقيط 1mL)
ارتفاع أداة التنقيط	10cm

تمت كبسلة الكركمين باستخدام ألبينات الصوديوم بطريقة التهلم الأيوني (الشكل 4) وفق الخطوات التالية:

1- يُحضّر 100mL من محلول ألبينات الصوديوم بتشتيت كمية مناسبة من البوليمير في الماء باستخدام محرّك مغناطيسي حتى تمام التجانس.

2- يُمزج محلول الكركمين المستخلص بالإيتانول، مع العامل الفعّال على السطح بنسبة 1:1(w/w) باستخدام محرّك مغناطيسي لمدة 20 دقيقة وهي مدة كافية لحصول التجانس [15].

3- تُضيف الطور العضوي (محلول الكركمين مع العامل الفعّال على السطح) إلى الطور المائي (ألبينات الصوديوم) بنسبة 1%(w/w)، ويتمّ التحريك باستخدام محرّك مغناطيسي لمدة نصف ساعة [16].

4- يتمّ تعبئة مزيج ألبينات الصوديوم مع الكركمين والعامل الفعّال على السطح في أداة الحقن.

5- نقوم بإجراء الكبسلة من خلال تنقيط المزيج السابق من المحقن على وعاء يحوي محلول التسالب وحجمه 50mL مع التحريك المستمر [17]، وعلى ارتفاع 10cm من الوعاء، فيحصل تصالب شبكي بين ألبينات الصوديوم وأيونات عامل التسالب وتتشكل الحبيبات (الشكل 4) في درجة حرارة المخبر.

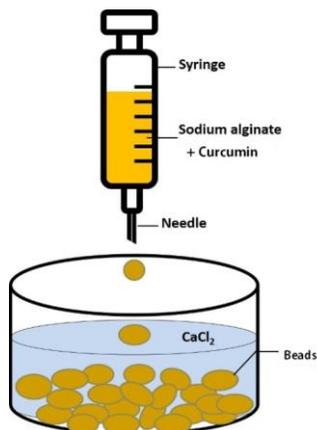
6- تُترك الحبيبات في محلول التصلب الشبكي لمدة مدروسة، ثم تفصل بالترشيح، وتُغسل بالماء المقطّر للتخلص من آثار عامل التصلب.

7- تُترك الحبيبات في جو المخبر لتجفّ في الهواء وبمعزل عن ضوء الشمس، ثم تُعبأ بعد ثبات الوزن وتُحفظ في عبوة خاصة.

دُرس تأثير كلّ عامل من العوامل المذكورة سابقاً على كفاءة الكبسلة Encapsulation Efficiency (EE)، والتي تعبر عن فعالية احتباس الدواء داخل الحبيبات، وتُحسب من العلاقة الآتية [10]:

$$(1) \times 100 = \frac{\text{كتلة الكركمين ضمن الحبيبات}}{\text{كتلة الكركمين الكلية}} \text{ كفاءة الكبسلة } \%$$

ولحساب كفاءة الكبسلة %EE تمّ قياس الامتصاصية لمحلول التصلب بعد فصل الحبيبات منه بالترشيح، باستخدام مطيافية UV-vis عند طول الموجة 420 نانومتر، وفي درجة حرارة المخبر وتم إعادة كل تجربة ثلاث مرات n=3.



الشكل 4: تحضير حبيبات ألبينات الكالسيوم بطريقة التهلم الأيوني

4. التوصيف المورفولوجي والبنوي

1.4 التوصيف المورفولوجي

تمّ التوصيف المورفولوجي بالفحص العياني ومن ثمّ تمّ استخدام المجهر الإلكتروني الماسح Scanning Electron Microscope SEM، حيث تمّ أخذ صور SEM للكرويّة Bead، ومن ثمّ تمّ قطعها بشكل طولي باستخدام أداة حادة (مشرط)، وأخذت صور SEM لداخل الكرويّة.

2.4 التوصيف البنيوي

1.2.4 مطيافية الأشعة المرئية وفوق البنفسجية UV -vis

تمّ الاعتماد على هذه المطيافية في تعيين تركيز الكركمين المستخلص، ولدراسة كفاءة الكبسلة، وذلك من خلال تحضير سلسلة عيارية من الكركمين النقي بتراكيز (1-3-5-)

7-10 ppm)، انطلاقاً من محلول أم تركيزه 100ppm تمّ تحضيره بإذابة الكمية المطلوبة من الكركمين النقي في الإيتانول، ثمّ قيست شدّة الامتصاص للسلسلة العيارية وعند طول الموجة $\lambda_{max}=420nm$.

2.2.4 مقياس التآلق الضوئي (الفلورة)

تمّ تحضير محاليل من الكركمين النقي بتركيز مختلفة على نطاق واسع، وباستخدام الإيتانول النقي كمذيب ثمّ رُسمت السلسلة العيارية لشدّة إصدار فلورة الكركمين، بعد إثارة الكركمين عند $\lambda_{ex} = 420nm$.

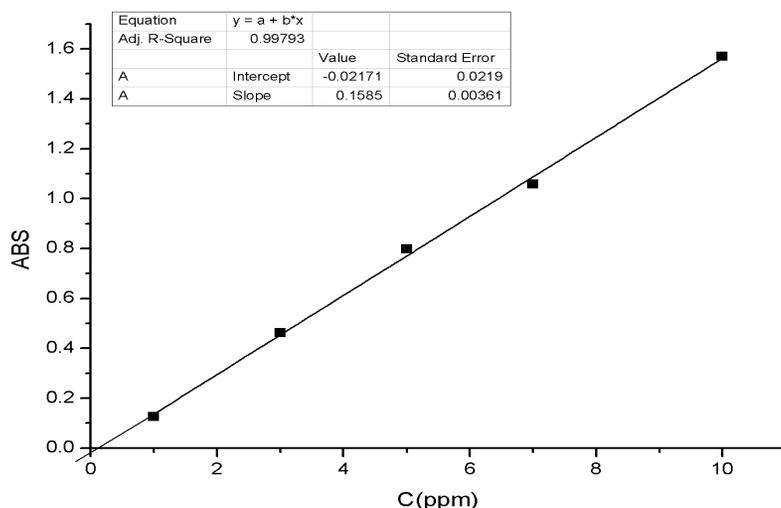
5. النتائج والمناقشة

1.5 التحليل الكمي للكركمين المستخلص

تمّ حساب تركيز الكركمين النقي المستخلص من الكركم من السلسلة العيارية لامتصاص الكركمين باستخدام مطيافية UV-vis (الشكل 5)، ومن ثمّ حُسبت النسبة المئوية للكركمين من العلاقة:

$$\% \text{ الكركمين النقي} = \frac{\text{كتلة الكركمين النقي}}{\text{كتلة الكركم}} \times 100 \quad (2)$$

وكانت النسبة مساوية لـ 1.6%، علماً أنّ نسبة الكركمين في جذور نبات الكركم الطازج 3% فقط [18].



الشكل 5: السلسلة العيارية لامتناص محلول الكركمين النقي باستخدام مطيافية

Uv-vis

2.5 الفحص العياني

لقد كانت الحبيبات المحضرة كروية الشكل ضمن محلول التصالب وبعد الجفاف كما هو

موضح في الشكل:



(c)

(b)

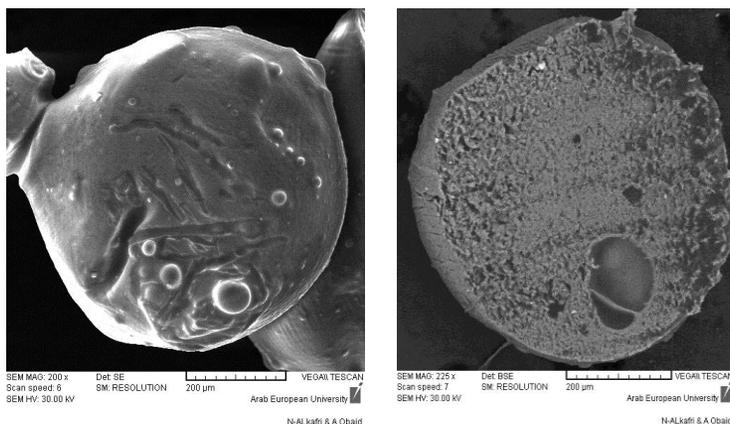
(a)

الشكل 6: حبيبات الألبينات في محلول التصالب (a)، في مرحلة الجفاف (b)، وبعد

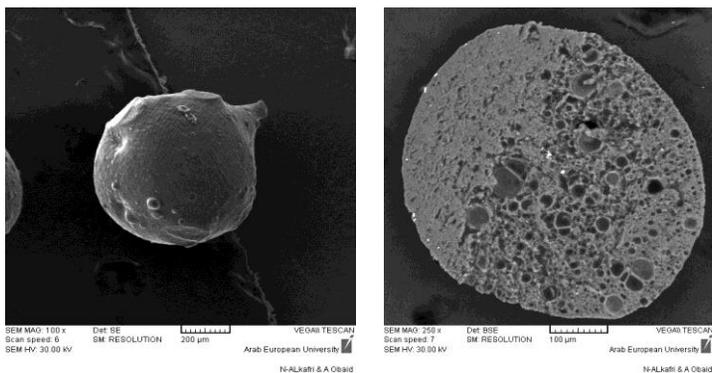
الجفاف (c)

3.5 الفحص المجهرى

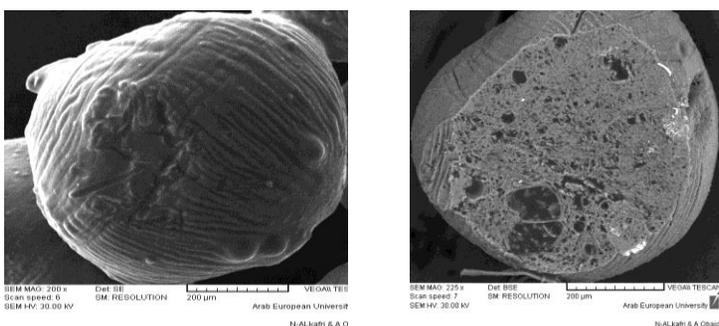
بيّنت صور SEM لصيغ الحبيبات الثلاث (الأشكال 7-8-9) بنية ذات طبقات صلبة وكتيمة، وكانت أبعاد الحبيبات متقاربة تتراوح بين (500-600) ميكرومتر، وأوضحت الصور سطحاً يحوي نتوءات عديدة وشقوقاً في كل منها، تحتجز حبيبات الألجينات الكركمين داخلها، وتتحزّر عبر السطوح، حيث لعب الكيتوزان دور مغلف لإعطاء الشحنة الموجبة لسطح الحبيبات بسبب وجود زمر الأمين [12]، في حين كان كربوكسي ميثل سيللوز بوليميراً بنيوياً للحبيبات المصنّعة [10].



الشكل 7: صور SEM لحبيبات SA/curcumin



الشكل 8: صور SEM لحبيبات SA/CS/curcumin

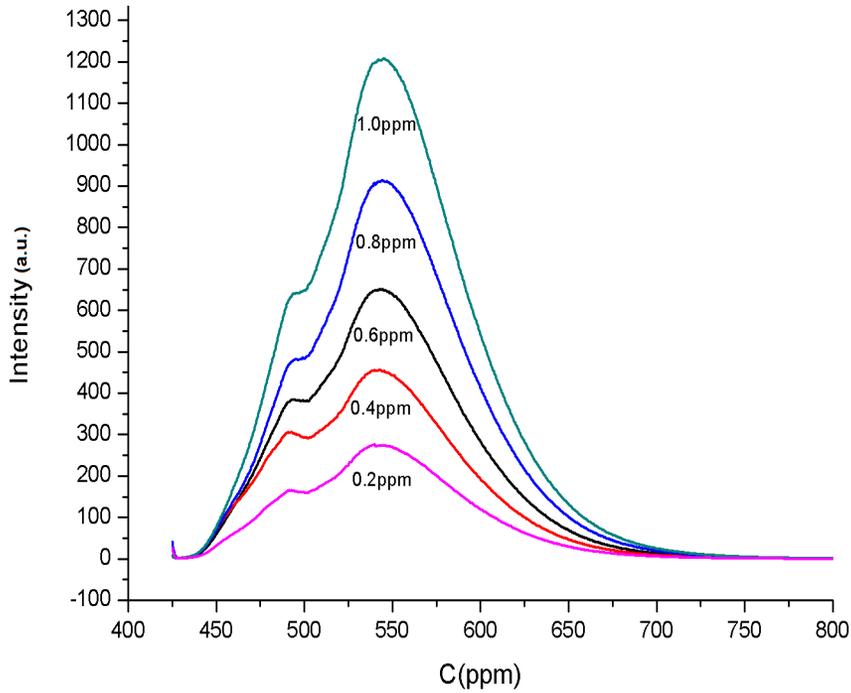


الشكل 9: صور SEM لحبيبات SA/CMC/curcumin

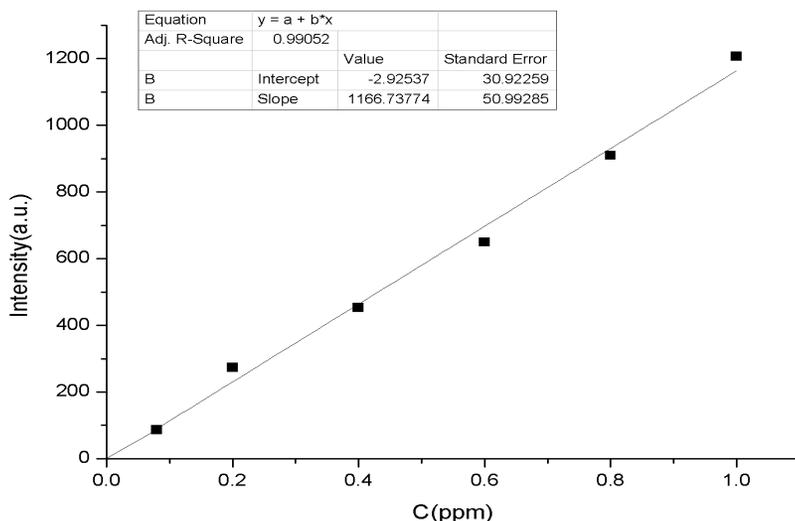
4.5 مقياس التآلق الضوئي (الفلورة) Spectrofluorometer

لوحظ حدوث فلورة للكركمين بعد إثارته عند طول الموجة $\lambda_{ex} = 420\text{nm}$ ، تمّ قيس شدّة إصدار الفلورة لتراكيز مختلفة من محلول الكركمين النقي (الشكل 10)، ورُسم الخط البياني للسلسلة (الشكل 11)، ومن تمّ إعادة حساب النسبة المئوية للكركمين المستخلص من العلاقة (2) وكانت مساوية لـ 1.6%، أي كانت النتيجة متطابقة مع تلك

التي توصلنا إليها باستخدام مطيافية UV-vis، مما يبيّن إمكانية الاعتماد على الفلورة كطريقة بسيطة وسهلة لتحديد تركيز الكركمين.



الشكل 10: منحنيات شدة إصدار فلورة الكركمين من أجل تراكيز مختلفة



الشكل 11: السلسلة العيارية لشدة إصدار فلورة محلول الكركمين النقي

5.5 شروط تحضير حبيبات الألجينات

1.5.5 تركيز العامل المصالب

لوحظ أنّ أعلى قيمة لكفاءة الكبسلة %EE كانت من أجل تركيز 0.1M من أيونات Ca^{2+} ، وعند استخدام تركيز أقلّ من 0.1M تفكّكت الحبيبات بعد تجفيفها، وعند استخدام تركيز أعلى من هذه القيمة انخفضت كفاءة الكبسلة (الجدول 2)، ويفسر ذلك بأنّه عند ازدياد تركيز Ca^{2+} بشكل كبير، ستزداد التصالبات الشبكية عند حدوث الكبسلة، ممّا يقلّل حجم المسامات ضمن حبيبات الألجينات فتتخفّض كمية الكركمين المحتجز [19].

الجدول 2: تأثير تغير تركيز Ca^{2+} على كفاءة الكبسلة (المتوسط الحسابي \pm الانحراف المعياري من أجل $n=3$)

تركيز العامل المصالب (M)	EE \pm SD (%)
0.1	84.11 \pm 0.92
0.25	80.25 \pm 1.13
0.5	71.10 \pm 0.63
0.75	50.01 \pm 1.08
1	57.09 \pm 0.87

2.5.5 نوع العامل المصالب

أُستخدم كلوريد الزنك (0.1M) كعامل تصالب بدلاً من Ca^{2+} لعدة أسباب، منها فعاليته كمضاد سرطان، وكونه معزز لنظام المناعة وتوافره، ودوبانيتيه في الماء.

لوحظ أنّ أيون الكالسيوم أعطى تصالباً شبكياً أفضل من أيون الزنك (الجدول 3)، وذلك بسبب الربط الأيوني ذي الانتقائية العالية [20]، ومن جهة ثانية إنّ نصف القطر الأيوني للكالسيوم أكبر من نصف القطر الأيوني للزنك.

الجدول 3: تأثير نوع العامل المصالب على كفاءة الكبسلة (المتوسط الحسابي \pm)

الانحراف المعياري من أجل $n=3$)

العامل المصالب	EE \pm SD (%)
Ca ²⁺	84.11 \pm 0.92
Zn ⁺²	70.14 \pm 1.53

3.5.5 تركيز ألبينات الصوديوم

لُوحظ ازدياد كفاءة الكبسلة بازدياد تركيز محلول الألبينات (الجدول 4) يعزى ذلك إلى ازدياد متانة بنية الحبيبات بازدياد تركيز محول الألبينات، فيسبب ذلك إعاقة تسرب الدواء من الحبيبات إلى وسط المصالبة أثناء عملية التصالب، الأمر الذي يؤدي إلى تحسّن كفاءة الكبسلة [21]، وتمّ اعتماد التركيز 2% في تحضير الحبيبات لأنه أدى إلى شكل كروي أكثر انتظاماً من التركيز 3% الذي أعطى شكل دمة للحبيبات المحضرة؛ بسبب تغيّر التوتر السطحي عند زيادة لزوجة الألبينات [21].

الجدول 4: تأثير تركيز SA على كفاءة الكبسلة (المتوسط الحسابي \pm الانحراف

المعياري من أجل $n=3$)

تركيز ألجينات الصوديوم %	EE \pm SD (%)
1	61.40 \pm 1.33
2	84.11 \pm 0.92
3	86.79 \pm 0.51

4.5.5 زمن عملية المصالبة

لوحظ أنّ كلما زاد زمن عملية التصالب الشبكي انخفضت كفاءة الكبسلة (الجدول 5)، يمكن أن يعزى ذلك إلى خروج الكركمين من الحاضنة البوليميرية لاحقاً بسبب الانتشار [22].

الجدول 5: تأثير زمن التصالب على كفاءة الكبسلة (المتوسط الحسابي \pm الانحراف

المعياري من أجل $n=3$)

زمن التصالب (min)	EE \pm SD (%)
30	84.11 \pm 0.92
60	78.34 \pm 0.96

5.5.5 وجود بوليمير آخر مع ألبينات الصوديوم

حضّر ثلاث صيغ من الحبيبات: الصيغة الأولى تحوي SA فقط، الثانية تحوي الألبينات مع (0.25%)CS، أما الصيغة الثالثة تحوي الألبينات مع (2%)CMC.

نلاحظ أن EE% انخفضت عند وجود بوليمير ثانٍ مع بوليمير ألبينات الصوديوم (الجدول 6) سواءً كان بوليميراً بينيوياً في تصيغ الحبيبات مثل CMC أو مغلفاً يعطي الشحنة الإيجابية لسطح الحبيبات مثل CS، حيث أنّ التأثيرات الحاصلة بين البوليميرين ستجعل المسامات في الحبيبات أصغر، ومن ثمّ ستقلّ كمية الدواء المحتجزة ضمنها، ولكنّه سيؤدّي إلى إطالة زمن تحرّر الدواء من الحبيبات [10].

الجدول 6: تأثير صيغة المزيج البوليميري على كفاءة الكبسلة (المتوسط الحسابي ±

الانحراف المعياري من أجل n=3)

صيغة الحبيبات	EE ± SD (%)
SA فقط	84.11 ± 0.92
SA + CS	79.50 ± 1.08
SA + CMC	74.65 ± 2.01

6.5.5 نوع العامل الفعال على السطح

لوحظ أن Span80 أعطى نتيجة أفضل لكفاءة الكبسلة من Tween80 (الجدول7)، وشكلاً كروياً أكثر انتظاماً [23]، ويمكن أن يعزى ذلك إلى أن قيمة التوازن المحب الكاره للماء HLB التي يمتلكها Span80 (HLB=4.3) أصغر من تلك التي يمتلكها Tween80 (HLB=15)، أي سيخفّض لزوجة البوليمير بشكل يسمح بحدوث ارتباطات أقوى بين السلاسل البوليميرية للأجينات، فتنتج حبيبات بحجم أقل، وتزداد كفاءة الكبسلة عند استخدام Span80 [10].

الجدول 7: تأثير نوع العامل الاستحلابي على كفاءة الكبسلة (المتوسط الحسابي ±

الانحراف المعياري من أجل n=3)

العامل الفعال على السطح	EE ± SD (%)
Span 80	84.11 ± 0.92
Tween 80	71.90 ± 1.82

7.5.5 الأداة المستخدمة في التنقيط

نلاحظ أن استخدام المحقن المزود بإبرة أعطى الحبيبات ذات كفاءة الكبسلة الأعلى (الجدول8)؛ حيث إن حجم فوهة أداة التنقيط يؤثر على التوتر السطحي، حيث ينقص

التوتر السطحي بنقصان قطر الفوهة، مما يتيح تشابكاً أفضل بين السلاسل، ومن ثم احتباساً أكبر للدواء [24].

الجدول 8: تأثير القطر الخارجي لفوهة أداة التنقيط على كفاءة الكبسلة (المتوسط

الحسابي \pm الانحراف المعياري)

أداة التنقيط	EE \pm SD (%)
محقن مزود بإبرة	84.11 \pm 0.92
ممص بلاستيكي	71.25 \pm 2.04
سحاحة	80.01 \pm 1.49

8.5.5 ارتفاع الأداة المستخدمة في التنقيط

لم يؤثر ارتفاع أداة التنقيط على كفاءة الكبسلة، ولكن شكل الحبيبات كان أكثر كروية وانتظاماً، وأقل تشوهاً في شكل الحبيبات بعد الجفاف من أجل ارتفاع 10cm [24].

6. الاستنتاجات والتوصيات

فمنّا في هذا البحث باستخدام بوليميرات طبيعية المنشأ وهي ألبينات الصوديوم، بالإضافة إلى ركائز سكرية أخرى مثل الكيتوزان وكربوكسي مثيل السيللوز لكبسلة الكركمين، وهي مادة فعّالة صيدلانياً، ولها تطبيقات مهمة كمضاد أكسدة ومضاد

سرطان، لذا تمّ تحضير صيغ مختلفة من حبيبات الألبينات المتضمنة على الكركمين المستخلص من الكركم التجاري، واستخدمت الحبيبات المحضّرة كحامل دوائي للكركمين، وتمّ ضبط بعض شروط تحضير الحبيبات للحصول على كفاءة كبسلة عالية (84-86%)=EE، كما تمّ توصيف الحبيبات المحضّرة مورفولوجياً وبنويماً باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح، ومطيافية الضوء المرئي وفوق البنفسجي UV-Vis ومطيافية التألّق الضوئي (الفلورة).

تبيّن أنه يمكن استخدام حبيبات الألبينات المحمّلة بالكركمين كنظام إيّناء دوائي للتغلّب على مشاكل الكركمين مثل ضعف الذوبانية، وانخفاض التوافر الحيوي، وقلة الثبات، وتأثره بالعوامل الخارجية مثل الضوء والأكسجين.

نوصي بإجراء دراسة تحرّر الكركمين من الحبيبات في الزجاج *In vitro* ومن ثمّ في العضوية الحية *In vivo* لتقييم الفعالية العلاجية لهذا الشكل الصيدلاني.

7. المراجع

1. S Prasad, SC Gupta, AK Tyagi, BB Aggarwal, 2014, Curcumin, a component of golden spice: from bedside to bench and back, **Biotechnology advances**, 32. 1053–1064.
2. H Turasan, S Sahin, G Sumnu, 2015, Encapsulation of rosemary essential oil, **science and technology**, 64(1). 112–119.
3. Y Zhang, Y Bai, H Chen, Y Huang, P Yuan, 2017, Preparation of a colon-specific sustained-release capsule with curcumin-loaded SMEDDS alginate beads, **RSC advances**, 7(36). 22280–22285.
4. EA Alkhader, 2018, Curcumin containing chitosan–pectinate nanoparticulate drug delivery system for colon cancer treatment, **Thesis**, 19–20.
5. KI Priyadarsini, 2014, The chemistry of curcumin: from extraction to therapeutic agent, **Molecules**, 19. 20091–20112.
6. CM Zamarioli, RM Martins, EC Carvalho, 2015, Nanoparticles containing curcuminoids (Curcuma longa): development of topical delivery formulation, **Revista Brasileira**, 25. 53–60.

7. Z Zhang, R Zhang, L Zou, L Chen, Y Ahmed, 2016, Encapsulation of curcumin in polysaccharide-based hydrogel beads: Impact of bead type on lipid digestion and curcumin bioaccessibility, **Food Hydrocolloids**, 58. 160–170.
8. AS Kulkarni, SS Bhujbal, 2019, Design and development of microparticulate delivery system for Curcumin, **Pharmacognosy Research**, 11(3). 321–328.
9. Q Huang, H Yu, Q Ru, 2010, Bioavailability and delivery of nutraceuticals using nanotechnology, **Journal of food science**, 75. 50–55.
10. CH Lee, LP Nalluri, SR Popuri, 2019, Optimization studies for encapsulation and controlled release of curcumin drug using Zn^{+2} cross-linked alginate and carboxy methylcellulose blend, **Journal of Polymer Research**, 26. 13.
11. AS Loquercio, 2014, Preparation and Characterization of Chitosan-Alginate Nanoparticles for Trans-Cinnamaldehyde Entrapment, **Thesis**, 31–32.

12. JO Akolade, HOB Oloyede, PC Onyenekwe, 2017, Encapsulation in chitosan-based polyelectrolyte complexes enhances antidiabetic activity of curcumin, **Journal of functional foods**, 35. 584–594.
13. T Perko, M Ravber, Ž Knez, M Škerget, 2015, Isolation, characterization and formulation of curcuminoids and in vitro release study of the encapsulated particles, **The Journal of Supercritical Fluids**, 103. 48–54.
14. R Li, C Xiang, M Ye, HF Li, X Zhang, DA Guo, 2011, Qualitative and quantitative analysis of curcuminoids in herbal medicines derived from Curcuma species, **Food Chemistry**, 126. 1890–1895.
15. S Song, Z Wang, Y Qian, L Zhang, 2012, The release rate of curcumin from calcium alginate beads regulated by food emulsifiers, **Journal of agricultural and Food Chemistry**, 60. 4388–4395.
16. R Stoica, SF Pop, RM Ion, 2013, Evaluation of natural polyphenols entrapped in calcium alginate beads prepared by the ionotropic gelation method, **journal of optoelectronics and advanced materials**, 15. 893–895.

17. B Lupo, A Maestro, JM Gutiérrez, C González, 2015, Characterization of alginate beads with encapsulated cocoa extract to prepare functional food: Comparison of two gelation mechanisms, **Food Hydrocolloids**, 49. 25–34.
18. S Prasad, SC Gupta, AK Tyagi, BB Aggarwal, 2014, Curcumin, a component of golden spice: from bedside to bench and back, **Biotechnology advances**, 32. 1053–1064.
19. SA Riyajan, J Nuim, 2013, Interaction of green polymer blend of modified sodium alginate and carboxymethyl cellulose encapsulation of turmeric extract, **International Journal of Polymer Science** , 3. 1–10.
20. JP Quintal Martínez, JC Ruiz Ruiz, 2018, Release Kinetic Studies of Stevia rebaudiana Extract Capsules from Sodium Alginate and Inulin by Ionotropic Gelation, **Advances in Materials Science and Engineering**, 2108. 1–8.
21. IT Leirvåg, 2017, Strategies for stabilising calcium alginate gel beads: Studies of chitosan oligomers, alginate molecular weight and concentration, **Thesis**, 35–38.

22. F Lotfipour, S Mirzaeei, M Maghsoodi, 2012, Evaluation of the effect of CaCl_2 and alginate concentrations and hardening time on the characteristics of *Lactobacillus acidophilus* loaded alginate beads using response surface analysis, **Advanced pharmaceutical Bulletin**, 2(1). 71–78.
23. L Deng, X Kang, Y Liu, F Feng, 2017, H Zhang, Effects of surfactants on the formation of gelatin nanofibres for controlled release of curcumin, **Food chemistry**, 231. 70–77.
24. F Davarci, D Turan, B Ozcelik, D Poncelet, 2017, The influence of solution viscosities and surface tension on calcium–alginate microbead formation using dripping technique, **Food Hydrocolloids**, 62. 119–127.

تحسين الخواص الميكانيكية لسبيكة الألمنيوم 360 بإضافة عنصري التيتانيوم والبورون ومعالجة مصهورها بالأرغون

د.م. عباد كاسوحة

م. معن قحيص

ملخص:

تم إجراء هذا البحث للتحكم بجودة مصهور الألمنيوم قبل سكبته، وذلك للحصول على مسبوكات خالية من المسامية ذات مواصفات ميكانيكية عالية.

تقترح الدراسة أن معالجة مصهور الألمنيوم 360.0 بالأرغون النقي مع إضافة مواد تحسين البنية ($Al\ Ti5B$) تنتج عنه مسبوكات عالية الجودة. حيث أن فقاعات الأرغون ترتفع في المصهور حاملةً فقاعات الهيدروجين والشوائب إلى سطح المصهور بهدف التخلص منها.

يتطلب الإجراء العملي جهاز إزالة غازات دوار، واسطوانة أرغون، وفرن صهر ألمنيوم، وأجهزة اختبار.

تم إجراء ست تجارب لمقارنة المعالجة بغاز الأرغون، وأقراص إزالة الغازات ($FOSECO\ Degasser\ 200$) مع وبدون استخدام مواد تحسين البنية ($Al\ Ti5B$)، بينت النتائج أن استخدام غاز الأرغون مع مواد تحسين البنية ($Al\ Ti5B$) كان له أثر جيد جداً على الخواص الميكانيكية التي تم قياسها، وتضمن ذلك:

قساوة عالية حتى ($80\ HB$)، قوة شد ($337\ MPa$)، مسامية منخفضة، بنية ناعمة، قوة صدم عالية ($0.573\ kgm/cm^2$)، قوة خضوع ($187\ MPa$)، مطيلية (3.4%)، عامل يونغ مرتفع ($85966\ MPa$).

كلمات مفتاحية: سبيكة الألمنيوم 360.0، جهاز إزالة الغازات الدوار، أرغون، $Al\ Ti5B$ ، أقراص إزالة الغازات.

Improving the mechanical properties of Aluminum Alloy 360 by adding Titanium or Boron, and degassing the melt with Argon

Abstract

This research was carried out to control the quality of the liquid Aluminum before casting, in order to obtain porosity free castings with high mechanical properties. It was supposed that treating Al 360.0 melt with pure Argon in conjunction with adding structure refining (Al Ti5B) materials produces high quality castings. Since Argon bubbles rise in the melt holding Hydrogen bubbles and impurities to the melt surface in order to get rid of them. The practical procedures required a rotary degassing device, Argon cylinder, Aluminum melting furnace and test equipment. Six experiments were done comparing the use of Argon gas, Degassing tablets (FOSECO Degasser 200) with/ without using refining materials (Al Ti5B). The results showed clearly that using Argon gas with had very good results on the mechanical properties measured which (Al Ti5B) included high hardness up to 80 HB, tensile stress 337 MPa, low porosity, fine structure, high impact strength 0.573 kgm/cm², yield strength 187 Mpa, ductility 3.4% and elevated young modulus 85966 MPa

Key words: Aluminum Alloy 360.0 , Rotary Degasser, Argon, Al Ti5B, Degassing tablets.

Introduction:

In order to obtain sound castings of Aluminum 360.0, mechanical properties must be adopted well. That can't be achieved with the presence of Hydrogen in the melt. So that, it's important to get rid of this harmful gas and other impurities found in the melt.

Some casting plants use special degassing tablets which are not always available. Furthermore, it has harmful affection on human's health.

A lot of researches are carried out to study the results of treating the Aluminum melt with inert gasses, especially Argon and Nitrogen.

A. Bahmani et al. [1] studied the effects of Hydrogen ratio and cooling rates on the tensile strength of commercial grade Aluminum Al-319. The results showed that high Hydrogen content in the melt reduced the tensile strength. While increasing cooling rate couldn't cease the bad effects of high Hydrogen levels. However, increasing cooling rates resulted in higher tensile strength in all Hydrogen levels.

Another study on the effect of Hydrogen and Oxides on tensile properties of Al-Si-Mg was carried out by G. Eisaabadi et al. [2] Results showed that Hydrogen has a worse affection on the tensile properties compared with Oxides. Also, Hydrogen bubbles changed the changed morphology of oxides from two dimensional (2-D) to three dimensional (3-D) one.

Ga'bor Gyarmati et al. [3] studied the effect of using rotary degassing treatment with Nitrogen on the melt quality of AN Al-Si casting alloy. They found that degassing the melt using the rotary degasser, with adding melting fluxes raises the quality of melt.

However, degassing the melt without flux addition caused impurities which increased the porosity in castings produced.

M. Mostafaei et al. [4] evaluated the results of degassing variables on the quality of Aluminum alloy A357 castings. The degassing variables are the device rotating speed and gas flow rate. As the combination of these two factors can cause the casting structure not to develop or even descend.

This study assumes that degassing Aluminum Alloy 360.0 with Argon using rotary degasser and structure refining material Al Ti5B produces a high quality melt before casting, which is Hydrogen and oxides free. That reflects on the low porosity of final solid casting with fine particles. Obtaining high mechanical properties especially tensile strength, hardness, impact strength, ductility, yield strength and young modulus.

In order to prove the previous assumption and compare using Argon gas with degassing tablets Degasser 200, 6 experiments were done as follows:

- 1- Melting AA 360.0 without degassing or any addition of structure refining materials Al Ti5B.*
- 2- Melting AA 360.0 with adding Degasser 200 tablets, but without adding Al Ti5B.*
- 3- Melting AA 360.0 with adding Degasser 200 tablets and Al Ti5B.*
- 4- Melting AA 360.0 with Argon degassing, but without adding Al Ti5B.*
- 5- Melting AA 360.0 without degassing, but with adding Al Ti5B.*

6- Melting AA 360.0 with Argon degassing and with adding Al Ti5B.

Other parameters of degassing were fixed values:

- Melting furnace: Aluminum induction melting furnace with Graphite crucible 100 kg .
- Furnace actual charge: 50 kg.
- Gas pressure : 0.2 bar.
- Gas flow rate: 5 l/min.
- Degassing period: 12 min.
- Degasser 200 addition: 0.1 kg.
- Al Ti5B addition: 3 kg.
- Degasser rotational speed: 300 rpm.
- Argon gas purity: 99.998 - 99.999 %

All the experiment were computed accurately with an excel program, which calculates the addition ratios needed.

A spectro-metal analyzer was used to validate the charge composition during and after melting.

1. Problem Identification:

Improving the mechanical properties of Aluminum Alloy 360.0 in the liquid status in order to obtain porosity free sound castings.

2. Materials and methods:

The material selected for the research is AA 360.0 which is composed of the chemical elements shown in table 1:

Table 1. AA 360.0 chemical composition [5]

<i>Chemical element</i>	<i>Cu</i>	<i>Mg</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Fe</i>	<i>Ni</i>
<i>Percentage %</i>	≤ 0.6	0.4-0.6	≤ 0.35	9-10	≤ 2.0	≤ 0.5
<i>Chemical element</i>	<i>Zn</i>	<i>Sn</i>	<i>Others</i>	<i>Al</i>		
<i>Percentage %</i>	≤ 0.5	≤ 0.15	≤ 0.25	<i>Remainder</i>		

To obtain this chemical composition accurately the charge was calculated with an Excel program designed for this purpose considering the oxidization ratios of every cast element. Then Pure Aluminum ingots and other cast elements were prepared according to the addition ratios shown in Table 2.

Table 2. Charge calculation with the Excel program

<i>Main charge</i>			<i>Fluxes</i>		
<i>Material</i>	<i>Qu. (kg)</i>	<i>Purity %</i>	<i>Material</i>	<i>Qu. (kg)</i>	<i>Trade code</i>
<i>Pure Al</i>	7	99.8	<i>Coveral</i>	0.5	11
<i>Al-Si</i>	41	11.7			
<i>Al Ti5B</i>	0.4	4.2			
<i>Mg</i>	0.331	99.5			

In the experiments contain Degasser 200 degassing tablets it was added 200 g for each 100 kg melt charge i.e. for 50 kg of melt, 100g of Degasser200 was added.

After each experiment three specimens were taken as described in table 2.

Table 2. Specimens used for each experiment

<i>Test type</i>	<i>No. of specimens</i>
<i>Tensile strength</i>	3
<i>Yield strength</i>	3
<i>Hardness</i>	3
<i>Spectro-metal Analysis</i>	3
<i>Ductility</i>	3
<i>Micro- structure</i>	3
<i>Impact strength</i>	3
<i>Young's modulus</i>	3

Then the average values were taken for each experiment.

3. Results and discussion:

The best results were attained from experiment No.6 which are shown in table 3.

Table 3. Specimens used for each experiment

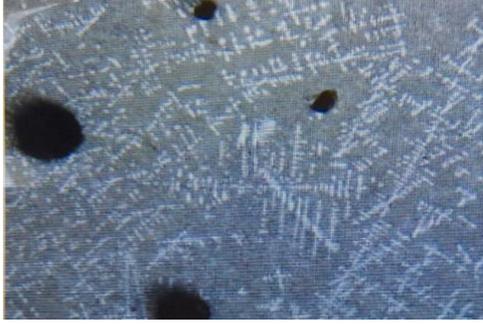
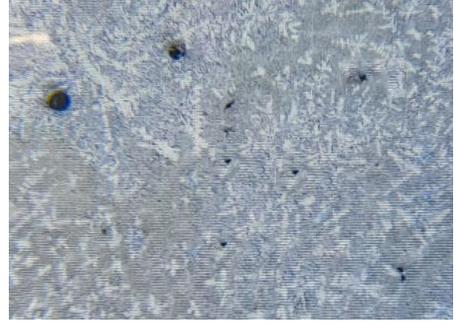
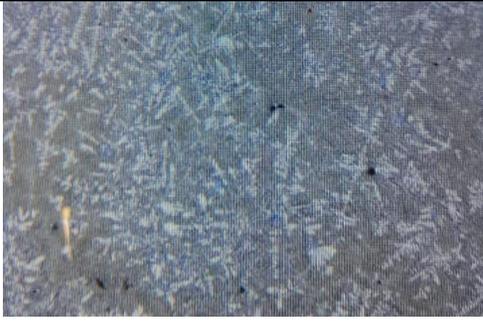
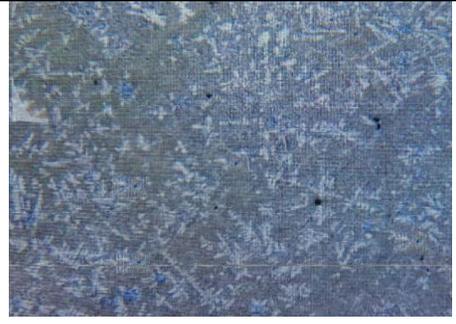
<i>Test type</i>	<i>Average test value</i>	<i>Unit</i>
<i>Tensile strength</i>	337	MPa
<i>Yield strength</i>	187	MPa
<i>Hardness</i>	80	HB
<i>Impact strength</i>	0.573	Kg.m/cm ²
<i>Young's modulus</i>	85966	MPa

The chemical composition attained in experiment No.6 is shown in table 4:

Table 4. Specimens used for each experiment

<i>Chemical element</i>	<i>Cu</i>	<i>Mg</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Fe</i>	<i>Ni</i>
<i>Percentage %</i>	0.11	0.53	0.21	9.7	0.05	0.02
<i>Chemical element</i>	<i>Zn</i>	<i>Sn</i>	<i>Others</i>	<i>Al</i>		
<i>Percentage %</i>	0.03	0.04	≤ 0.25	<i>Remainder</i>		

Micro-structural images were taken by Nikon SMZ800 stereoscopic zoom microscope .The results are shown in figure (1) :

	
<p><i>a) Without treatment Scale 200%</i></p>	<p><i>b) With Al Ti5B addition Scale 200%</i></p>
	
<p><i>c) Treated with Degasser 200 tablets Scale 200%</i></p>	<p><i>d) Treated with Argon gas Scale 200%</i></p>
	
<p><i>e) Treated with Degasser 200 tablets and Al Ti5B Scale 200%</i></p>	<p><i>f) Treated with Argon gas and Al Ti5B Scale 200%</i></p>

In figure (1-a) large gas pores appeared in the micro-structure because the melt wasn't treat at all. However, adding Al Ti5B the micro-structure was finer but still has large pores which must be treated as shown in figure (1-b).

Treating with Degasser 200 tablets only (figure (1-c)), the pores obtained were smaller and the particles were coarse so that they had to be treated.

So another experiment was done using Degasser 200 tablets and Al Ti5B (figure 1-e) to obtain approximately pores free structure with finer particles.

Another experiment was conducted using Argon gas only, which achieved very good porosity results as shown in figure (1-d).

The best results were achieved by treating with Argon gas and Al Ti5B together, since a fine micro-structure with the least percentage of pores was obtained as illustrated in figure (1-f).

To validate the results, volume density method of measuring porosity [6] was used. This method calculates the percentage of pores in the specimens. However it doesn't show how the pores are distributed or where are their positions.

The volume density is measured by dividing the actual density by the theoretical density. Since the actual density is the mass divided by the volume according to the relation:

$$\rho_{act} = m/v$$

The volume is a fixed value in all sample, because the samples were operated with the same dimensions as shown in figure (2).

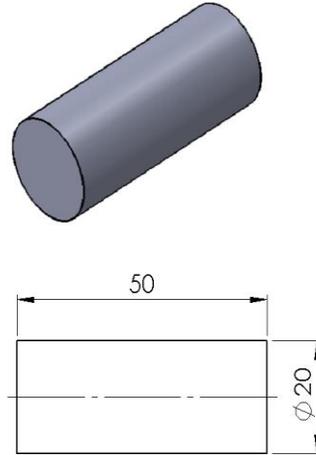


Figure 2. Actual density specimens

The results are illustrated in table (5) :

Table 5. Pores percentage in the specimens

Specimen No.	Treatment Method	Specimen Dimensions			Density Obtained	Mass (g)	Pores %
		Diameter (cm)	Length (cm)	Volume (cm ³)			
1	No treatment	2	5	62.832	2.387	150	9.227
2	Al Ti5B	2	5	62.832	2.403	151	8.622
3	Degasser 200 tablets	2	5	62.832	2.515	158	4.386
4	Degasser 200 tablets & Al Ti5B	2	5	62.832	2.546	160	3.176
5	Argon gas	2	5	62.832	2.562	161	2.571
6	Argon gas & Al Ti5B	2	5	62.832	2.594	163	1.360

Figure (3) illustrates the percentage of pores in specimen (1), which includes large pores ratio indicated by the density obtained.



Figure 3. Pores percentage in the specimens (1)

Figure (4) illustrates the percentage of pores in specimen (2) using Al Ti5B only. The pores are smaller but still large which reduces the mechanical properties of the alloy.

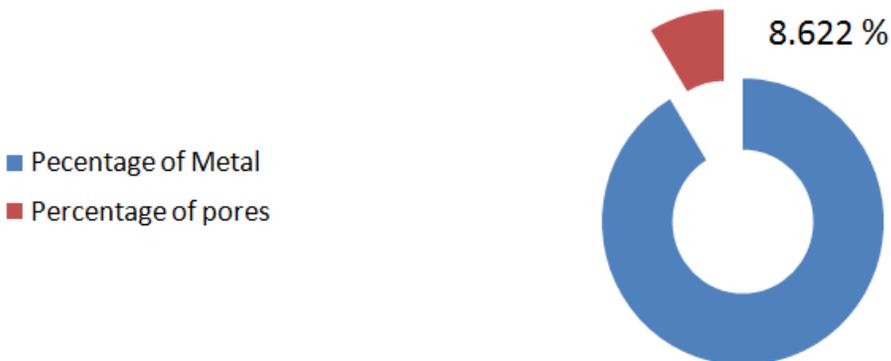


Figure 4. Pores percentage in the specimens (2)

Figure (5) illustrates the percentage of pores in specimen (3) using Degasser 200 tablets only. A small pores ratio is obtained.

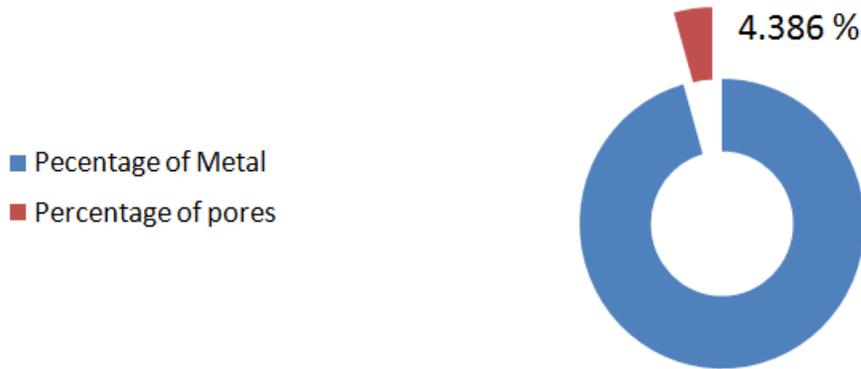


Figure 4. Pores percentage in the specimens (5)

Figure (6) illustrates the percentage of pores in specimen (4) using Degasser 200 tablets with Al Ti5B. The pores percentage is obviously smaller.

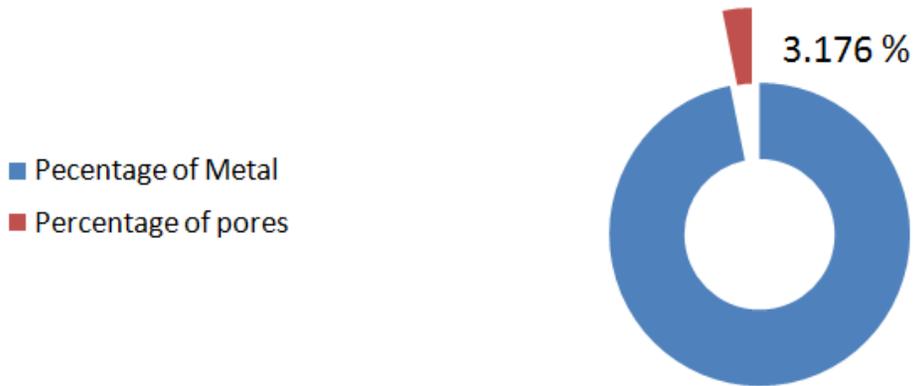


Figure 6. Pores percentage in the specimens (4)

Figure (7) illustrates the percentage of pores in specimen (5) using Argon gas only. The pores percentage is about 2.5% and the density is near to the standard density of AA 360.0 .

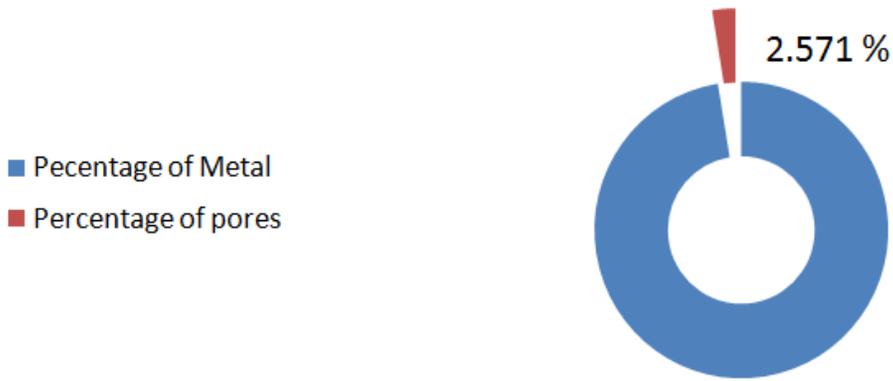


Figure 7. Pores percentage in the specimens (5)

Figure (8) illustrates the percentage of pores in specimen (6) using Argon gas with Al Ti5B, which obtained the best results and the best mechanical properties as mentioned above in table (3) and the finest .

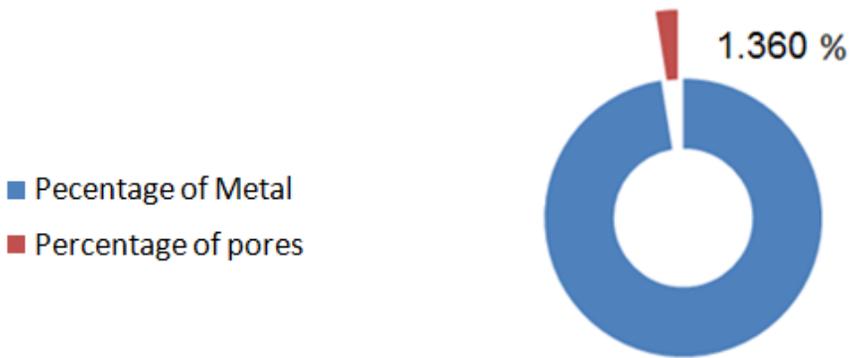


Figure 8. Pores percentage in the specimens (6)

4. References:

- 1- Bahmani A, 2014 - *Effects of Hydrogen Level and Cooling Rate on Ultimate Tensile Strength of Al A319 Alloy*, **PHYSICAL METALLURGY AND HEAT TREATMENT**, Vol (55), 365–370.
- 2- Eisaabadi G, 2012 - *Effects of hydrogen and oxides on tensile properties of Al–Si–Mg cast alloys*, **Material science and engineering A** ,Vol 552, 36-47.
- 3- Gyarmati G, 2021- *The Effects of Rotary Degassing Treatment on The Melt Quality of an Al-Si Casting Alloy*, **International Journal of Metalcasting** ,Vol 15, 141-151.
- 4- Mostafaei M, 2016- *Evaluation of the Effects of Rotary Degassing Process Variables on the Quality of A357 Aluminum Alloy Castings*, **Metallurgical And Materials Transactions B** ,Vol 47 B, 3469-3475.
- 5- Nunes R, 1990- **ASM Handbook** (Properties and Selection: Non-ferrous Alloys and Special Purpose Materials). Asm International, 10th edition, Russell Township, Geauga County, Ohio, United States, 3470p.
- 6- Slotwinski J, 2014- *Porosity Measurements and Analysis for Metal Additive Manufacturing Process Control*, **Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology**, Vol 119, 494-528.