

مجلة جامعة البعث

سلسلة العلوم الهندسية الميكانيكية
والكهربائية والمعلوماتية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 45 . العدد 11

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 (40000) ل.س أربعون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.
2. دفع رسم نشر (100000) ل.س مئة الف ليرة سورية عن كل بحث للباحثين من الجامعة الخاصة والافتراضية .
3. دفع رسم نشر (200) مئتا دولار أمريكي فقط للباحثين من خارج القطر العربي السوري .
4. دفع مبلغ (6000) ل.س ستة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.

المحتوى

الصفحة	اسم الباحث	اسم البحث
34-11	د. أحمد ملا	استخدام أكسيد المنغنيز النانوي في تعليب الدارات المتكاملة الميكروية
56-35	د. خلود محمد	استخدام شريحة "Raspberry-Pi" وتقنية إنترنت الأشياء في التطبيقات الزراعية
76-57	د. عبير جربوع	استخدام تقنية ANFIS لتقليل اضطرابات المولدات المتوافقة دراسة حالة
100-77	غيفار محمد د. وسيم الجندي	استخدام القدرات التحليلية للبيانات الضخمة في صنع التقارير المتولدة ذاتيا

120-101	نورا كويس	دراسة دقة تحديد الموقع في شبكة حساسات لاسلكية تحت الماء باستخدام الخوارزمية الجينية
144-121	علياء عيد د. بسيم عمران	تصميم نظام بالاعتماد على الشبكات العصبونية العميقة للتعرف إلى الأرقام الهندية المحررة بخط اليد

استخدام أكسيد المنغنيز النانوي في تغليب الدارات المتكاملة الميكروية

الباحث: د. أحمد ملا

دكتور قائم بالأعمال في كلية الهندسة الكهربائية والإلكترونية، جامعة حلب

الملخص

يعتبر تغليب الدارات المتكاملة الميكروية MIC من الأمور الهامة والحساسة في تصنيع تلك الدارات والذي يؤثر مباشرة على أداء الدارة وعملها، حيث تعمل العلبة كحاضن للدّارة والذي قد يتحول إلى جوف طنيني ضمن شروط معينة مما يؤدي إلى اضطراب في عمل الدارة وعدم استقرارها، ومن أهم العوامل التي تؤثر مباشرة على تلافي هذا الأثر هو استخدام مواد خاصة تقوم بامتصاص الأمواج الميكروية المهيجة ولا تسمح لها بالانعكاس والانتشار ضمن الجوف، لذلك قد تم القيام بدراسة عملية للخواص البنيوية وامتصاصية الأمواج الميكروية لأوكسيد المنغنيز (β -MnO₂) النانوي المنثور في بولي فينيليدين فلورايد (PVDF) بحيث تم تحضير عينات المادة المقترحة بنسب مختلفة والحصول على مركب ماص للأمواج الميكروية.

تمت دراسة طيف انعراج الأشعة السينية XRD للأوكسيد الناتج الذي يمتلك بنية نانوية رباعية الأضلاع والزوايا. أظهرت دراسة ميزات تخميد وامتصاصية الأمواج الميكروية تطابقاً شبه تام بين القيم النظرية والتجريبية، تراوحت قيم التخميد حول 90%، والامتصاص حو 72.5%. كما تم حساب معامل الضياع المغناطيسي μ ودراسة طرائق تحسينه وذلك على الحزمة X GHz (8-12).

الكلمات المفتاحية: تغليب الدارات الإلكترونية، تخميد الأمواج الميكروية، المواد الماصة للأمواج الميكروية، الحزمة X.

Using of Manganese Dioxide Nanostructures in Microwave IC Packaging

Abstract

The packaging of Microwave integrated circuits (MIC) is one of the important and sensitive matters in the manufacture of these circuits, which directly affects the performance of the whole system, as the box acts as a cradle for the circuit, which may turn into a resonant cavity under certain conditions, which leads to disturbance in the circuit's work and instability, to avoid this effect we use a special materials that absorb excited microwaves and do not allow them to reflect and spread within the cavity. β -MnO₂ nanoparticles were prepared by the simple hydrothermal method. β -MnO₂ was dispersed successfully in Poly Vinylidene Fluoride (PVDF) to form the absorber system (β -MnO₂/PVDF) in various percentage ratios.

X-ray diffraction indicates prepared MnO₂ has a nano crystallite structure (Tetragonal) in beta phase. The percentage of attenuation in all studied ratios at the peaks of curves were around 90%, and percentage of absorbing was around 72.5%, which strongly indicates that (β -MnO₂/PVDF) is an excellent absorber material. The dielectric loss arising from PVDF and magnetic loss from β -MnO₂. In X band.

Keywords: Microwave Circuits Packaging, Microwave absorbing material, X band region.

1- مقدمة:

إن الأضرار الناتجة عن استخدام أجهزة الاتصالات الحديثة التي تعمل بالأمواج الكهرومغناطيسية من جهة، وتأثير ظاهرة التداخل الكهرومغناطيسي على الأجهزة الإلكترونية الذي يؤدي إلى تسرب الإشعاع من أجهزة الاتصالات وتداخلها من جهة أخرى [1]، دفع الباحثين على العمل من أجل إيجاد مواد ذات امتصاصية عالية تعمل على الحد من أثر تلك الأشعة وتقليل الضرر الناجم عنها. لقد حازت تكنولوجيا المواد النانوية على اهتمام الباحثين والمختبرات العالمية [2] لما تمتلكه من سطح كبير بالنسبة لحجمها، الأمر الذي يكسبها خصائص كهربائية ومغناطيسية هامة وغيرها من الخواص الأخرى [3,4]. ومن المواد التي لاقت اهتماماً كبيراً هي أكسيد المنغنيز MnO_2 بسبب تكلفته المنخفضة، ووفرة مصادره، وخواصه المغناطيسية ولدونته التي تكسبه خواص فيزيائية وكيميائية مشتركة [2].

تُعد الطريقة الحرارية المائية: (Hydrothermal method) من الطرائق المفضلة في تحضير مواد نانوية مثل أكسيد المنغنيز النانوي، إذ أنه يتم التحكم بأطوارها من خلال درجة حرارة وزمن التفاعل معاً [4]، ويمتلك MnO_2 النانوي بنية MnO_6 بحيث أن كل ذرة منغنيز ترتبط مع ست ذرات أوكسجين بطرائق مختلفة وبنى بلورية متعددة محددة عند درجات حرارة وزمن محددتين وبالتالي يمكن تحضيره ببنى وأطوار متعددة

MnO_2 - ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$) [4]، وتُصنف المواد المُحضّرة تبعاً لتفاعلها مع الأمواج الميكروية فإما أن تتشكل مواد عاكسة للموجة، أو شفافة نافذة للموجة عندما يكون ظل زاوية ضياع العازل $\tan \delta < 0.1$ ، أو ماصة للموجة تمتص طاقة الفوتونات وتبديدها على شكل حراري ضمن المادة $\tan \delta > 0.1$ [5]. بناءً على ما سبق يمكن القول بأن المواد الماصة تعمل على تبديد طاقة الأمواج الواردة على شكل حراري [6]. ويتم

الحصول عليها بنثر أكسيد مادة مغناطيسية في المادة العضوية البوليميرية [7]. إن الضياع في العازل والضياع المغناطيسي في الأوكسيد يجب أن يكون أكبر منه للمادة البوليميرية والتي يتم اختيارها تبعاً لخواصها الفيزيائية (مقاومتها للحرارة، مقاومة العوامل الجوية وغيرها) [8]. فعند نثر $\beta\text{-MnO}_2$ الذي يمتلك مقاومة منخفضة في المادة العضوية PVDF والتي تمتلك مقاومة كبيرة، نحصل على مادة ماصة ذات مقاومة كبيرة [1]، كما وتمتلك البوليمرات عصابة امتصاص ترددية ضيقة وبالتالي فإن عملية نثر مادة ذات خواص مغناطيسية فيها تعمل على توسيع تلك العصابة والحد من انعكاس الأمواج [7]. أيضاً يجب أن تمتلك المادة الماصة المثالية مقاومة عالية، ضياع عازلي ومغناطيسي عالي، عصابة امتصاص ترددية واسعة وسماكة صغيرة [3] ، ويرتبط تخميد وامتصاص الأمواج الميكروية بالسماحية الكهربائية والنفوذية المغناطيسية وملاءمة الممانعة للمادة الماصة (Impedance Matching) [9].

إن نثر $\beta\text{-MnO}_2$ في PVDF بنسب مختلفة يلعب دوراً مهماً في تحسين قيم كلاً من ϵ' و ϵ'' ، μ' ، μ'' التي تضمن الملاءمة والتخميد والامتصاص الأمثل بعرض عصابة ترددية واسعة وسماكة أقل [7]. إن حزمة الأمواج الميكروية ضمن طيف الأمواج الكهرومغناطيسية تعمل على توزيع الشحنة أو التحريض على دوران عزوم ثنائيات الأقطاب للجزيئات (الاستقطاب الدوراني)، كما أن مركبة الحقل الكهربائي تحرض على توليد تيار من الشحنات الحرة (الاستقطاب الالكتروني) والتأخير في دوران تلك العزوم الذي ينتج عنه ضياعاً في العازلية. بينما تحرض مركبة الحقل المغناطيسي على دوران العزوم المغناطيسية (المغنطة) والتأخير في دوران تلك العزوم الذي يؤدي إلى ضياعاً في المغناطيسية [10]. يمكن الإشارة إلى أن هناك ثلاث آليات رئيسية تساهم في تخميد (الامتصاص والتبعثر) وضياع الطاقة بالانعكاس وهي: الضياع العازلي والمغناطيسي وملاءمة الممانعة [11]. كما أن هناك نوعان من العوامل الرئيسية للحصول على

امتصاصية جيدة، الأول الذي يحدده شرط ملائمة الممانعة إذ أن الأمواج الميكروية الواردة يمكن أن تنفذ إلى المادة الماصة بمعامل انعكاس أصغري، والثاني الذي يتعلق بضياح طاقة الأمواج الكهرومغناطيسية العازلي والمغناطيسي إذ أن المادة الماصة يمكن أن توهم وبشكل كبير تلك الأمواج الميكروية النافذة من المادة الماصة [11]. إن معامل الضياح المغناطيسي " μ " يسمح بتحسين الملاءمة، وتوسيع نطاق الامتصاص الترددي، وزيادة التخميد بزيادة التردد [7]. لقد تعددت الأبحاث التي درست تخميد وامتصاصية الأمواج الميكروية في منطقة العصبه X GHz [8,12]، وذلك بسبب استخدامه في الأغراض العسكرية. حيث يتم كشف الهدف بوساطة الرادار، وهنا يتم إضعاف ترددات الأمواج الراديوية وانعكاسها عن المادة الهدف إلى الرادار الأمر الذي يحول دون كشفها [12]، كما وتستخدم في الرادارات عالية الدقة وأجهزة مراقبة الأحوال الجوية [1]. كما تُدرس المواد المستخدمة في تغليف الدارات الالكترونية التي تعمل عند تلك الترددات، للحد من التأثير الكهروضويسي المتبادل ما بين العناصر المتجاورة وهذا يدخل في إطار ابحاث EMC.

2- الدراسة المرجعية:

إن الهدف الأساسي للبحث والتطوير يتمحور حول توفير حلول تقنية ذات أداء عالٍ وسعرٍ منخفض وأكثر تقدماً وتعقيداً عن سابقتها، فكان لزاماً علينا أن نقوم بجمع الدراسات السابقة في المجال ذاته، ويوجد العديد من الدراسات التي درست عملية التغليف من حيث المواد المصنعة إن كانت معدنية أو مغناطيسية أو فيرومغناطيسية وطريقة التغليف وأشكاله والأجواف الناتجة عن عملية التغليف حيث قدم البحث [13] دراسة متكاملة عن عملية تغليف الدارات المتكاملة الميكروية وحيدة البلورة (MMIC) باستخدام طريقة LTCC السيراميك ذو المعالجة الحرارية المنخفضة وقام بمقارنتها مع طريقة HTCC ذات المعالجة الحرارية المرتفعة، كما قام البحث [14] بطريقة مقترحة لعملية

تعليب عدة رقائق تعمل في الحزمة الترددية L لدارات MMIC وتمت المحاكاة باستخدام CST، أما المرجع [15] فقد حسن طريقة التعليب باستخدام أجواف طنينية من النحاس، بينما استخدام المرجع [16] المواد الفيرومغناطيسية كأجواف طنينية وترسيب الكوبالت كمادة أساس لهذا الفيلم. وفي هذا المجال هنالك المئات من الأبحاث ولا يزال البحث مستمراً.

3- أهمية البحث وأهدافه:

تتجلى أهمية البحث بتضمين مواد ذات تخميد كهرومغناطيسي في تعليب الدارات المتكاملة الميكروية وبالتالي تحسين أدائها بشكل كبير والحفاظ على وثوقيتها، وخاصة لتلك العاملة في الحزمة X وهي حزمة العمل الراداري الأشهر.

4- تحضير العينات:

حتى نضمن نتائج دقيقة يجب أن تكون العينات محضرة بطريقة صحيحة ومصنفة بشكل دقيق وتكون مناسبة لأجهزة القياس المتوفرة، وقد تم استخدام المواد التالية في عملية تحضير العينات:

- 1- كبريتات المنغنيز أحادي الماء ($MnSO_4 \cdot H_2O$) بنقاوة 98% من شركة Hi Media Laboratories Pvt. Limited Mumbai – 400 086, India
- 2- فوق كبريتات الأمونيوم ($(NH_4)_2S_2O_8$) بنقاوة 99% من شركة BDH Laboratory Supplies Poole, BH15 1TD, England
- 3- بولي فينيليدين فلورايد (Poly Vinylidene Fluoride) بنقاوة 98% من شركة i T Co. USA
- 4- ديميثيل فورم أميد N, N-Dimethylformamide من شركة SIGMA-ALDRICH Co., Germany

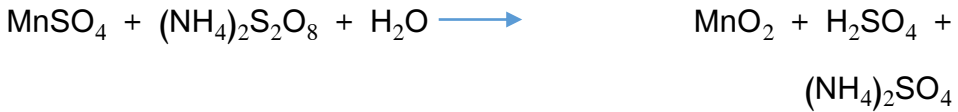
أما أجهزة القياس فقد تم استخدام جهاز دراسة حيود الأشعة السينية (Leybold Didactic) طول موجة مادة الهدف المصنوع من نحاس- كوبالت ($\lambda = 0.15418$ nm).

كما تم استخدام منظومة قياس قيم تخميد وامتصاص وضياح العودة RL للعينات على الأمواج الميكروية المولدة في الحزمة X ضمن المجال الترددي (8-12.4) GHz، الموضح في الشكلين (1، 2).

ليتم تحضير عينات الماصّة (β -MnO₂+PVDF) وفق المرحل التالية:

1-4- تحضير β -MnO₂ النانوي:

تم تحضير أكسيد المنغنيز النانوي β -MnO₂ باستخدام الطريقة الحرارية المائية (Hydrothermal Method). بأخذ 0.01 مول من كبريتات المنغنيز أحادي الماء (MnSO₄.H₂O) مع 0.01 مول من فوق سلفات الأمونيوم ((NH₄)₂S₂O₈) ثم يُوضع المركبين في وعاء زجاجي يحتوي على 80(ml) من الماء المقطر، باستخدام خلاط مغناطيسي والتحرك لمدة 15(min) عند درجة حرارة الغرفة تم الحصول على محلول لزج ومتجانس، ثم يُوضع المحلول الناتج في أوتوكلاف من معدن الستانلس ستيل بسعة 100(ml) بعد ذلك يُنقل ويُوضع في مرمدة عند درجة حرارة 140°C لمدة 12 ساعة. وتعطى معادلة التفاعل الكيميائي بالشكل التالي:



بعد تمام التفاعل يُترك الأوتوكلاف في المرمدة حتى تتعادل حرارته مع الوسط. يتكون ناتج التفاعل من محلول حمضي أخضر باهت اللون ناتج عن حمض الكبريت (PH = 1.45) بناقلية تصل لـ $\sigma = 70$ (ms) ناتجة عن شوارد كبريتات الأمونيوم وحمض الكبريت، وراسب أسود اللون الذي يمثل أكسيد المنغنيز، ثم يُسفل الراسب

الناتج ويُغسل بالماء المقطر لإزالة الأيونات الناتجة عن الملح والحمض، بعد ذلك يُوضع الراسب في الفرن عند الدرجة 120°C لمدة 3 أيام حتى يجف.



الشكل (1): دائرة قياس التخميد على الحزمة X للعينات



الشكل (2): دائرة قياس ضياع العودة RL على الحزمة X للعينات

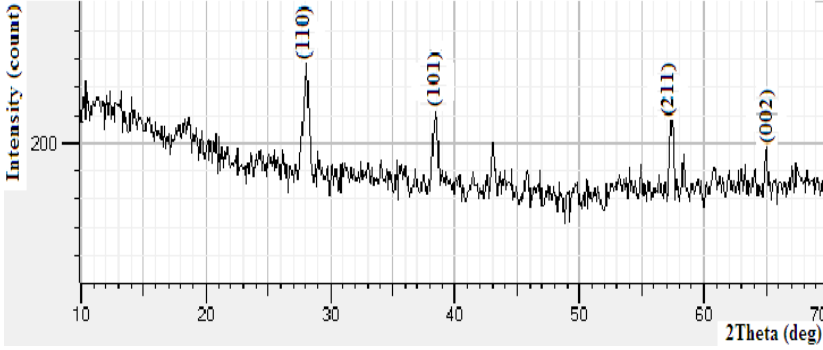
2-4- تحضير المركب الماص ($\beta\text{-MnO}_2$ /PVDF):

تم تحضير المركب الماص للأموح الميكروية وفق النسب المئوية التالية 1:9، 2:8، 3:7، 5:5، 7:3، حيث تدل النسب اليسرى على نسب الأوكسيد. في البداية يتم نثر كل نسبة من نسب الأوكسيد في 70(gr) من المحل (DMF) عن طريق جهاز توليد الأشعة فوق الصوتية عند درجة حرارة الغرفة لمدة ساعة حتى الحصول على محلول معلق. بعدها يُضاف البوليمر (PVDF) إلى المحلول المعلق حسب كل نسبة ومن ثم يُحرك المزيج بواسطة الخلاط المغناطيسي عند الدرجة 80°C لمدة ساعة واحدة. بعدها يُوضع المزيج في جهاز توليد الأشعة فوق الصوتية لنثر الأوكسيد داخل القالب البوليميري عند درجة حرارة الغرفة لمدة 3 ساعات، ليوضع المزيج في الفرن من أجل تجفيفه عند الدرجة 80°C لـ 7 أيام والحصول على فيلم أسود اللون أسطواني الشكل. والجدير بالذكر أننا تمكنا من التحكم بسماكة العينات بناءً على نسبة المواد الداخلة في تركيب المادة وليس بطريقة ضغط العينات.

5- النتائج والمناقشة:

5-1- النتائج البنيوية:

تم استخدام نتائج حيود الأشعة السينية للحصول على البارامترات البنيوية كمقياس للتبلور والبنية البلورية والانفعال من خلال تحليل طيف الـ XRD للأوكسيد $\beta\text{-MnO}_2$ كما في الشكل (3). تؤكد قمم الحيود على أن الأوكسيد المحضّر له طور رباعي الزوايا والأضلاع (Tetragonal) (JCPDS Card, no. 24-0735). ولا توجد أي قمم للأطوار الأخرى مما يدل على التبلور النقي.



الشكل (3): مخطط تحليل الأشعة السينية للأوكسيد المحضّر β - MnO_2 .

يشير الانحراف للتبلور المثالي إلى اتساع قمم الحيود (التعريض الخطي) (β_{hkl}) والذي يُستخدم للتحقق من توزيع الانخلاع في البنية البلورية [17]. مع الأخذ بعين الاعتبار أن تشوه البنية البلورية هو تشوه منتظم في جميع اتجاهات البلورة، وبالتالي نأخذ بعين الاعتبار أن البلورة متماثلة المناحي، وعندها يُعطى التعريض الخطي الكلي XRD تُعطى بالعلاقة التالية:

$$\beta_{measurement} = \beta_{hkl} + \beta_{device} + \beta_{strain} \quad (1)$$

ويفرض أن التعريض الخطي الناجم عن الجهاز β_{device} صغير جداً بحيث يمكن إهماله، عندئذٍ تأخذ العلاقة السابقة الشكل التالي:

$$\beta_{measurement} = \beta_{hkl} + \beta_{strain} \quad (2)$$

يُعدّ مقياس التبلور (Crystallite Size) مقياس لحجم حيود القمم المترابطة، وهو بالنسبة للجزيئات لا يمتلك نفس القيمة، كما في الحجم الجزيئي وهذا يعود لوجود تجمعات جزيئية متعددة التبلور، ويُحسب باستخدام علاقة ديبي-شرر التالية [17]:

$$D = \frac{K\lambda}{\beta_{hkl} \cos\theta} \quad (3)$$

حيث D: مقياس التبلور، K: معامل الشكل (0.9) في حال كان الوسط متجانس متماثل المناحي (isotropic)، λ : طول موجة الشعاع لمادة النحاس (0.1514 nm).

ويعتبر انفعال الشبكة (Lattice Strain) من المتغيرات البنيوية الهامة والذي يُعد مقياس لتوزع ثوابت الشبكة الناجمة عن العيوب والتشوهات البلورية كانخلاع الشبكة، ويُعطى بالعلاقة [17]:

$$\varepsilon = \frac{\beta_{hkl}}{4 \tan \theta} \quad (4)$$

بينما يُعطى انخلاع الشبكة البلورية بالعلاقة:

$$\delta = \frac{15 \varepsilon}{a D} \quad (5)$$

حيث a : ثابت الشبكة البلورية.

ويُلخص الجدول التالي البارامترات الهندسية لجزيئات β -MnO₂ النانوية التي تم حسابها باستخدام علاقات ديبي-شرر.

الجدول (1): البارامترات الهندسية لـ β -MnO₂ النانوي تبعاً لصيغة ديبي-شرر.

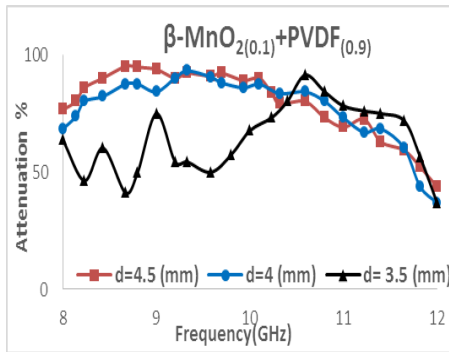
البارامتر	مقياس التبلور	الانفعال	الانخلاع	البعد البلوري	ثابت الشبكة البلورية	ثابت الشبكة البلورية
الرمز	D (nm)	$\varepsilon \times 10^{-4}$ (lin ⁻² .m ⁻⁴)	$\delta \times 10^{14}$ (lin.m ⁻²)	d (nm)	a (A°)	C (A°)
القيمة	9.314	38.09	1.344	0.311	4.483	2.874

5-2- تخميد الأمواج الميكروية:

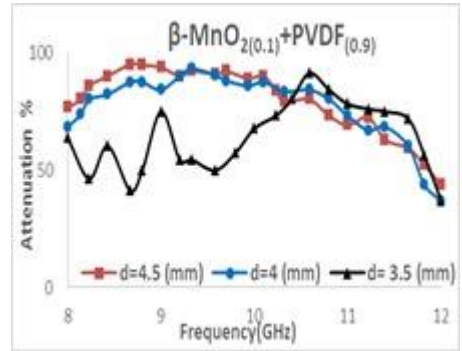
تمت دراسة ميزات تخميد الأمواج الميكروية باستخدام مقاييس ميكروية خاصة عند المجال الترددي (8-12) GHz. وتُظهر الأشكال [4 - 13] قياسات معامل التخميد، والتخميد بالنسبة المئوية للأمواج الميكروية.

تتراوح شدة التخميد الناتج بين % [86-96] مما يؤكد على أن المركب (β -MnO₂ / PVDF) مادة ذات تخميد ممتاز للأمواج الميكروية. لقد أعطت العينة 3:7 أفضل قيمة لمعامل التخميد بلغت 14.8 (dBm) عند التردد (8.23 GHz) بنسبة % 96. ويعود

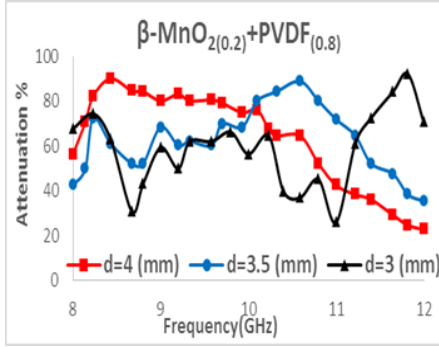
تخميد الأمواج الميكروية إلى أنها تحرض على الفعل التدويري لجزيئات $\beta\text{-MnO}_2$ عند تعريضها لتلك الأمواج، حيث تُستقطب جزيئاته استقطاباً دورانياً، بينما تُستقطب جزيئات البوليمر استقطاباً إلكترونياً، الأمر الذي يؤدي إلى استقطاب متعدد ينتج عنه امتصاص وتبعثر (التخميد) لتلك الأمواج، كما وينتج ضياعاً في العزل، ويُعزى ذلك إلى تردد الأمواج الميكروية الكبير (مرتبة الـ GHz)، حيث أن الجزيئات لا تمتلك الوقت الكافي لتواكب التغيرات السريعة للحقل المطبق وتُستقطب، فينتج عن ذلك تأخير في طور الحركة مسبباً ضياعاً في طاقة الأمواج الميكروية على شكل طاقة حرارية داخل المادة العازلة. بالإضافة إلى ذلك تخضع الجزيئات أثناء دورانها إلى تصادمات فيما بينها تعمل على توليد مقاومة تساهم في زيادة الضياع العازلي وبالتالي زيادة شدة التخميد. وتبين الخطوط البيانية ازدياد شدة التخميد بازدياد سماكة العينة، ويعزى هذا إلى أنه بزيادة السماكة تمتلك العينات كثافة جزيئية أكبر وبالتالي تتشكل عزوم أقطاب أكثر، كما تزداد شدة الاستقطاب والمقاطع العرضية للتبعثر. كما نلاحظ انزياح قمم التخميد بازدياد سماكة العينات ونسبة الأوكسيد نحو الترددات الأصغر، لكن لم نلاحظ أي تأثير لتغير نسبة الأوكسيد على شدة قمم التخميد.



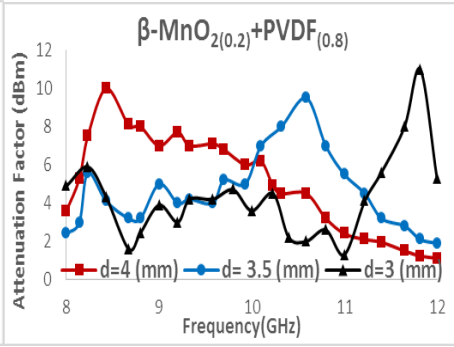
الشكل (5): تغيرات التخميد بالنسبة المئوية بدلالة التردد للعينة 1:9 في المجال GHz (8-12).



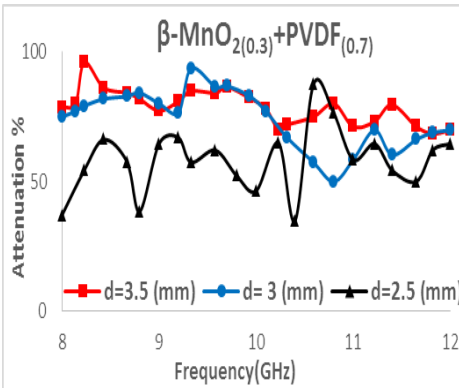
الشكل (4): تغيرات معامل التخميد بدلالة التردد للعينة 1:9 في المجال GHz (8-12).



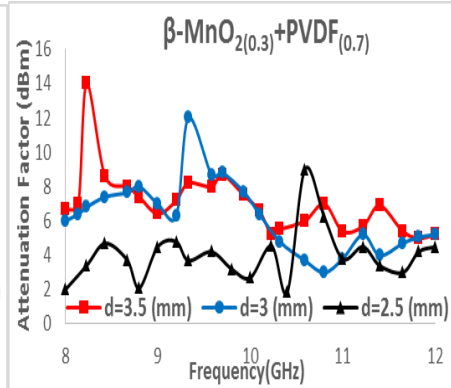
الشكل (7): تغيرات التخميد بالنسبة المئوية بدلالة التردد للعينة 2:8 في المجال GHz (8-12).



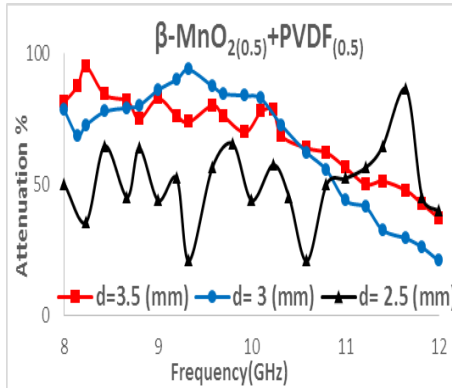
الشكل (6): تغيرات معامل التخميد بدلالة التردد للعينة 2:8 في المجال GHz (8-12).



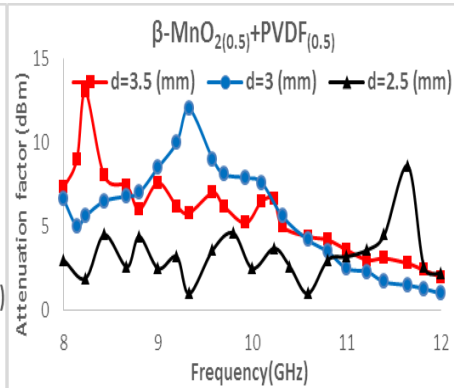
الشكل (9): تغيرات التخميد بالنسبة المئوية بدلالة التردد للعينة 3:7 في المجال GHz (8-12).



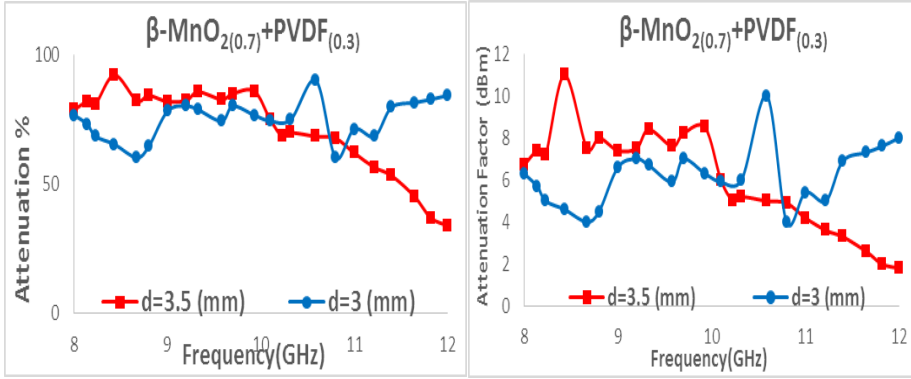
الشكل (8): تغيرات معامل التخميد بدلالة التردد للعينة 3:7 في المجال GHz (8-12).



الشكل (11): تغيرات التخميد بالنسبة المئوية بدلالة التردد للعينة 5:5 في المجال GHz (8-12).



الشكل (10): تغيرات معامل التخميد بدلالة التردد للعينة 5:5 في المجال GHz (8-12).



الشكل (13): تغيرات التخميد بالنسبة المئوية بدلالة التردد للعينة 7:3 في المجال GHz (8-12).

الشكل (12): تغيرات معامل التخميد بدلالة التردد للعينة 7:3 في المجال GHz (8-12).

ويوضح الجدول (2) القيم المثالية لقمم معامل التخميد والتخميد بالنسبة المئوية والمتغيرات الموافقة له عند المجال الترددي GHz (8-12).

الجدول (2): قيم قمم التخميد المثالي والمتغيرات الموافقة له عند المجال GHz (8-12).

μ''	dm (mm)	fm (GHz)	Bandwidth (GHz) RL=8(dBm)	Atten %	Atten optimal (dBm)	Sample (wt %)
1.28	4.5	8.8	9.2-8.43	94.62	12.7	1:9
1.39	3	11.82	12-11.56	92.05	11	2:8
1.45	3.5	8.23	8.43-8.14	96.01	14	3:7
1.65	3.5	8.23	8.43-8.14	94.98	13	5:5
1.88	3.5	8.43	8.67-8.23	92.05	11	7:3

3-5 دراسة ميزات امتصاصية الأمواج الميكروية:

وجدنا في دراسة نظرية سابقة [3]، في حال الورد الطبيعي للموجة الميكروية على سطح المادة الماصة عند نسب و سماكات متغيرة محددة ومدروسة، سنعطى علاقة الطاقة الضائعة بالانعكاس (Reflection Loss) المستخدمة في قياس السماحية الكهربائية والنفوذية المغناطيسية العقدية في مجال ترددات الأمواج الميكروية GHz (8-12) (العصبة X) بناءً على نظرية النفوذ الخطي بالعلاقة: [2,3]

$$RL = 20 \log \left| \frac{Z_{in-1}}{Z_{in+1}} \right| \quad (6)$$

حيث Z_{in} : ممانعة الدخول للوسط الماص والتي تُعطى بالعلاقة: [2,3]

$$Z_{in} = \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} \tanh \left[j \left(\frac{2\pi f d}{c} \right) \sqrt{\mu_r \epsilon_r} \right] \quad (7)$$

حيث ϵ_r : السماحية النسبية العقدية، μ_r : النفوذية النسبية العقدية، f : التردد المطبق،

d : سماكة المادة الماصة، C : سرعة الضوء في الخلاء.

أما معامل الانعكاس فيُعطى بالعلاقة التالية: [3]

$$R = 10^{\frac{RL}{20}} \quad (8)$$

كما تم حساب امتصاصية الموجة باستخدام العلاقة: [3]

$$A = 1 - R \quad (9)$$

اعتماداً على العلاقتين (8)، (9) تم حساب RL عند سماكات ونسب مختلفة للمركب

(β -MnO₂ / PVDF) آخذين بعين الاعتبار تغيرات كل من ϵ_r و μ_r مع تغير التردد

والنسب في المجال (8-12) GHz. وللتحقق من صحة عملنا النظري تم قياس RL ثم

قورنت تلك النتائج التجريبية بالنتائج المحسوبة نظرياً، حيث وجدنا أن القيم كانت متقاربة

جداً لجميع العينات المدروسة، الأمر الذي يعزز صحة تلك الدراسة [3].

إن زيادة نسبة الأوكسيد في المركب لا تلعب أي دور في تغير شدة قمم RL

والامتصاصية، لكنها تعمل على إزاحة تلك القمم تدريجياً نحو الترددات الأصغر. كما أن

تتاقص سماكة العينة، يزيد من نطاق ترددات قمم RL والامتصاصية، وهذا يعود إلى أن

قيم RL ترتبط بقيم Z_{in} وقيم Z_{in} ترتبط بقيم d ، وبالتالي فإن قيم Z_{in} هي التي تلعب

الدور الأبرز في ذلك. لقد أظهرت العينة 2:8 أفضل امتصاصية بمعامل ضياع الطاقة

بالانعكاس (16.6 dBm) بنسبة امتصاص مئوية (امتصاصية) 86% من طاقة الأمواج

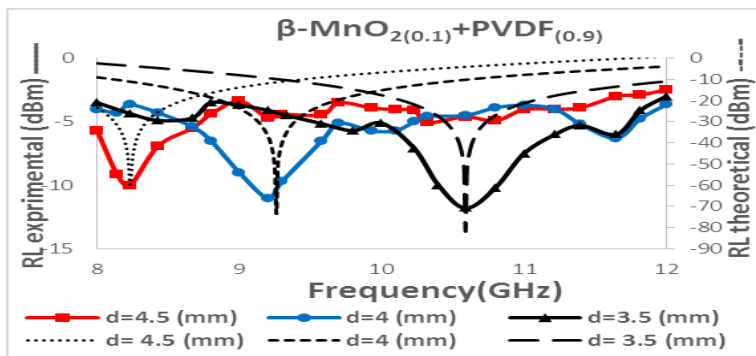
الميكروية عند التردد (11.4 GHz) بعرض عصابة عند $RL = 8$ (dBm) بلغ

(1.16 GHz). كما أظهرت العينات بشكل عام امتصاصية جيدة للأمواج الميكروية،

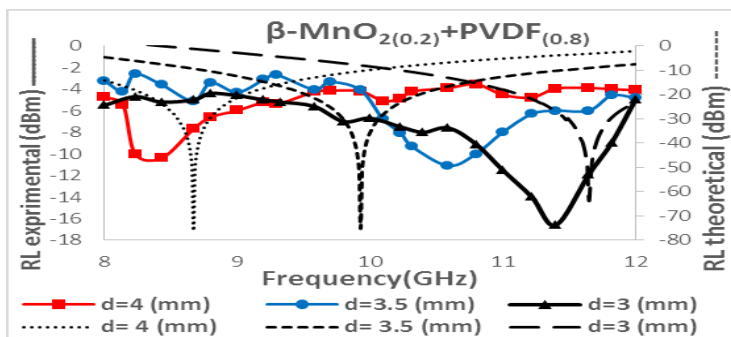
بسبب ملاءمة الممانعة بين قيم السماحية والنفوذية النسبية. ونتيجة لتأثير الحقل الكهرومغناطيسي المتناوب، فإن $(\beta\text{-MnO}_2/\text{PVDF})$ يمتلك أنواع متعددة من الاستقطاب تجعل منه كثائي أقطاب كهربائي في الحقل الكهرومغناطيسي، كما وتُستقطب الجزيئات النانوية بمعدل بليون مرة في الثانية [18]، هذا يقود إلى تكرار الاستقطاب والتذبذبات المخمّدة لثنائيات الأقطاب الذي ينتج عنه امتصاص لتلك الأمواج.

يعود السبب الرئيسي لامتصاص طاقة الأمواج الواردة في المواد العازلة إلى عزم ثنائيات الأقطاب المستقر الدائم والذي يعمل على توجيهها تحت تأثير الحقل الكهرومغناطيسي. أما في مجال ترددات GHz فإن الجزيئات لا تمتلك الاستجابة الكافية لتواكب التغيرات السريعة للحقل المغناطيسي وتتمغنط، فينشأ عن ذلك طور راحة (phase lag) يسبب استرخاء ثنائيات الأقطاب (relaxation dipole)، وبالتالي تمتص المادة طاقة الحقل محققةً بذلك ضياعاً مغناطيسياً. ومنه نجد أن جزيئات المركب الماص $(\beta\text{-MnO}_2/\text{PVDF})$ تميل لأن تُستقطب وتحقق امتصاصاً جيداً، من ناحية أخرى فإن النثر المتجانس للجزيئات النانوية في البوليمر يلعب دوراً في تحديد نوعية الامتصاصية.

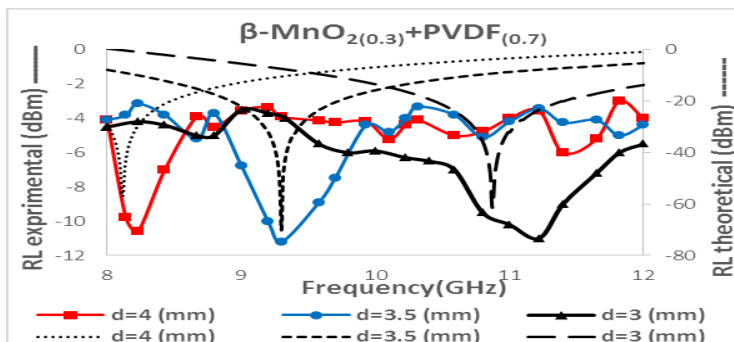
تُظهر الأشكال [14-18] مخططات RL النظرية والمشار إليها بالخطوط المنقطة والقيم التجريبية. بينما تُظهر الأشكال [19 - 23] قيم الامتصاص بالنسبة المئوية بدلالة تغير التردد من 8-12 GHz.



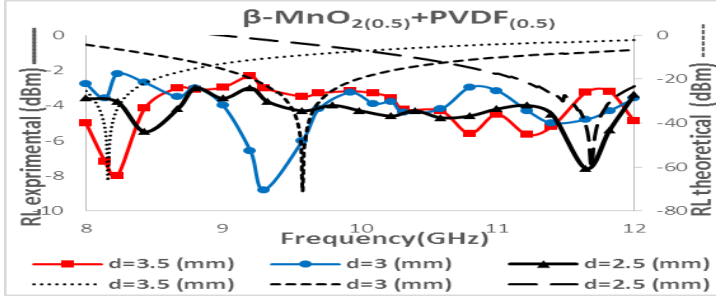
الشكل (14): مقارنة بين قيم ضياع الطاقة بالانعكاس النظرية والتجريبية للعينة 1:9 عند 8-12 GHz.



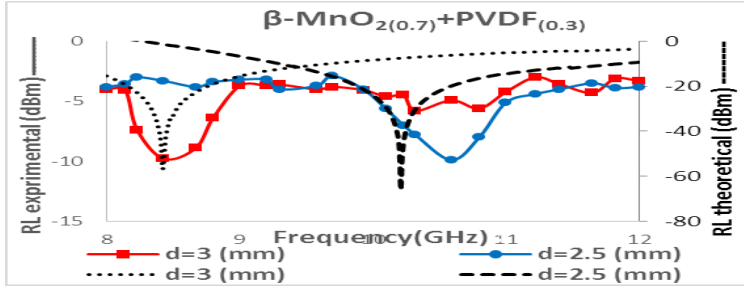
الشكل (15): مقارنة بين قيم ضياع الطاقة بالانعكاس النظرية والتجريبية للعينة 2:8 عند 8-12 GHz.



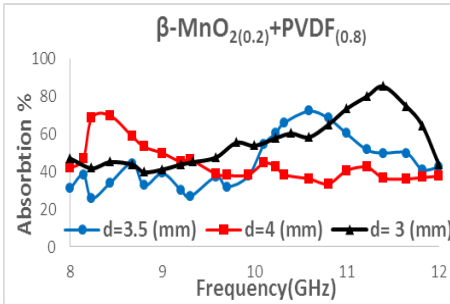
الشكل (16): مقارنة بين قيم ضياع الطاقة بالانعكاس النظرية والتجريبية للعينة 3:7 عند 8-12 GHz.



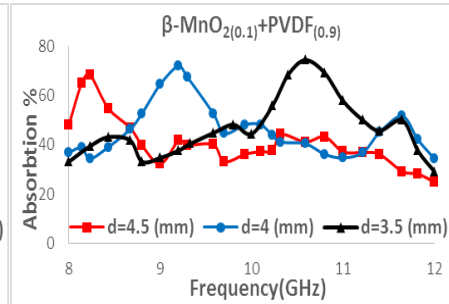
الشكل (17): مقارنة بين قيم ضياع الطاقة بالانعكاس النظرية والتجريبية للعيونة 5:5 عند 8-12 GHz.



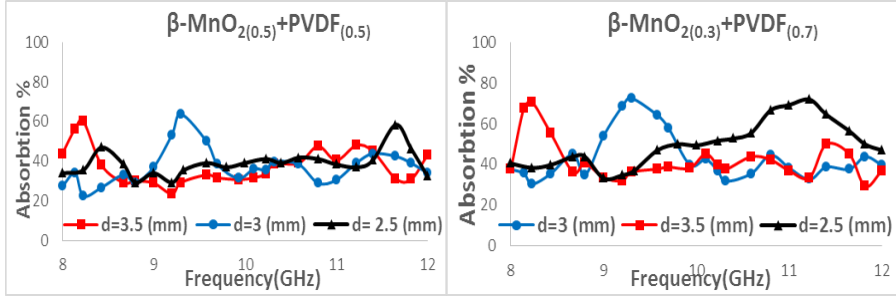
الشكل (18): مقارنة بين قيم ضياع الطاقة بالانعكاس النظرية والتجريبية للعيونة 7:3 عند 8-12 GHz.



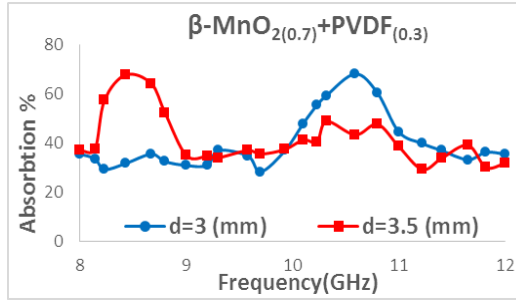
الشكل (19): النسبة المئوية لامتصاص بدلالة التردد للعيونة 2:8 في المجال 8-12 GHz.



الشكل (20): النسبة المئوية لامتصاص بدلالة التردد للعيونة 1:7 في المجال 8-12 GHz.



الشكل (21): النسبة المئوية للامتصاص بدلالة التردد للعيونة 3:7 في المجال GHz (8-12).
الشكل (22): النسبة المئوية للامتصاص بدلالة التردد للعيونة 5:5 في المجال GHz (8-12).



الشكل (23): النسبة المئوية للامتصاص بدلالة التردد للعيونة 7:3 في المجال GHz (8-12).

الجدول (3): يوضح القيم التجريبية للضياح الأمثل للطاقة بالانعكاس والبارامترات المتعلقة به.

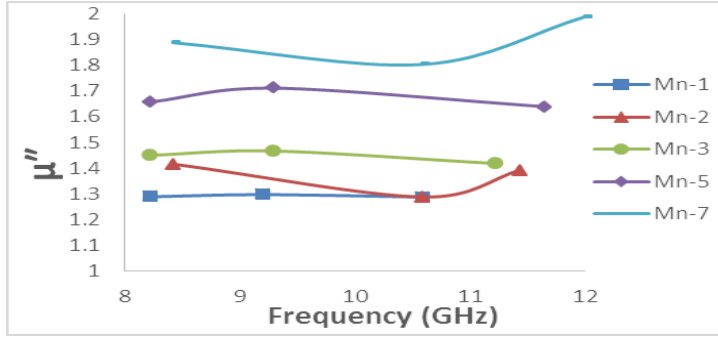
μ''	dm (mm)	fm (GHz)	Bandwidth (GHz) RL =8 (dbm)	%A	RL optimal (dBm)	Sample (wt%)
1.28	3.5	10.59	11-10.23	74.29	11.8	1:9
1.39	3	11.4	11.75-10.59	85.20	16.6	2:8
1.46	3.5	9.3	9.7-9.2	72.45	11.2	3:7
1.71	3	9.3	9.58-9.3	63.69	8.8	5:5
1.8	2.5	10.59	10.8-10.23	68.01	9.9	7:3

بناءً على القيم المبينة في الجدول السابق يمكن أن نحدد كلاً من النسبة، السماكة، التردد، عرض العصابة و μ'' المثالية للمركب ($\beta\text{-MnO}_2 / \text{PVDF}$) والتي تعطي بمجموعها الامتصاصية المثالية لطاقة الأمواج الميكروية.

إن معامل الضياع المغناطيسي μ'' مرتبط بضياع الحقل المغناطيسي الناتج عن مغنطة ثنائيات القطب المغناطيسية، ويتم حسابه عند القمم الموافقة لامتصاص المثالي من العلاقة [9]:

$$\mu'' = \frac{c}{2 \pi f_m d_m} \quad (11)$$

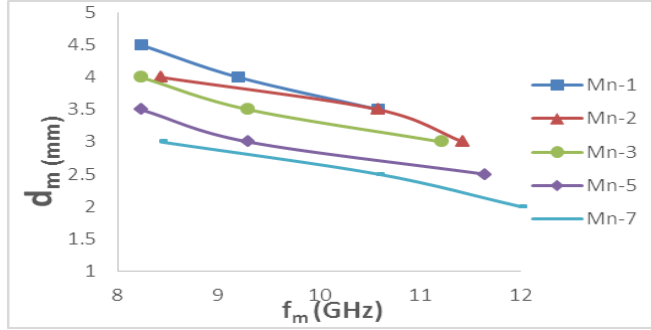
حيث c : سرعة الضوء في الخلاء، f_m : التردد المثالي، d_m : السماكة المثالية. ويمكن تحسين معامل الضياع المغناطيسي من خلال زيادة نسبة الأوكسيد في المركب، وذلك بإنقاص التردد المطبق أو سماكة العينة. والشكل (24) يوضح ذلك.



الشكل (24): يوضح انزياح منحنيات μ'' نحو القيم الأكبر بزيادة نسبة $\beta\text{-MnO}_2$

إذ أنه بزيادة نسبة الأوكسيد تزداد عدد الجزيئات النانوية التي تعمل على تشكيل عدد أكبر من الأزواج الأيونية، وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة عزوم ثنائيات الأقطاب بشكل أكبر والتي لا تمتلك الوقت الكافي لتواكب تغيرات الحقل المغناطيسي المطبق وتغير اتجاه مغنطتها فينشأ تأخر في طور عزوم الدوران (delay phase) مسبباً زيادة الضياع المغناطيسي، الأمر الذي يحدد ميزات امتصاصية الأمواج الميكروية.

نلاحظ من الشكل (25) أنه بزيادة التردد المثالي تتناقص السماكة الموافقة لامتصاصية المثالية وهو ما يتوافق مع العلاقة (11)، لكنها تزداد بزيادة نسبة $\beta\text{-MnO}_2$ في المركب.



الشكل (25): تناقص سماكة العينة الموافقة لقمم الامتصاص المثالية مع زيادة التردد (8-12) GHz.

6- الخلاصة :

مما تقدّم نستخلص مجموعة من النقاط الهامة التالية والتي تعتبر دليلنا في تحديد نسب ومواصفات المادة المقترحة لعملية التعليب:

1- يعتبر المركب (β -MnO₂/PVDF) مادة ذات تخميد وامتصاصية عاليتين للأمواف الميكروية، بنسبة تخميد تراوحت بين % [83-96] ونسبة امتصاصية تراوحت بين % [60-86].

2- أظهرت العينة 3:7 أفضل قيم التخميد، حيث بلغت % 96 عند 8.23(GHz).

3- أظهرت العينة 2:8 أفضل امتصاصية، حيث بلغت % 86 عند 11.22(GHz).

4- تطابق في القيم النظرية لضياع الطاقة بالانعكاس والامتصاصية مع القيم التجريبية مما يؤكد صحة الدراسة النظرية.

5- إن زيادة نسبة الأوكسيد النانوي في المركب تعمل على انزياح قمم التخميد وضياع الطاقة بالانعكاس نحو الترددات الأخفض، وازدياد قيمة معامل الضياع المغناطيسي "μ"، بينما لا تؤثر على تغير شدة تلك القمم.

6- إن تناقص سماكة العينات تعمل على إزاحة قمم التخميد وفقدان الطاقة بالانعكاس نحو الترددات الأكبر، كما وتعمل على توسيع نطاق العمل الترددي

لنتلك القمم، فكلما تناقصت سماكة العينة زاد عرض المجال الترددي والعكس صحيح.

- 7- إن زيادة سماكة العينة تعمل على زيادة معامل التخميد لها والعكس صحيح.
- 8- إن قمم التخميد وقيم ضياع الطاقة بالانعكاس لها نفس التردد من أجل كل نسبة وكل سماكة.
- 9- إن أفضل الطرائق لتحسين معامل الضياع المغناطيسي " μ هو زيادة نسبة الأوكسيد في المركب، تخفيض التردد المطبق، إنقاص سماكة العينة.

المراجع References

- 1- ESWARAI AH V.; SANKARANARAYANAN V.; RAMAPRABHU S., 2011- **Inorganic nanotubes reinforced polyvinylidene fluoride composites as low-cost electromagnetic interference shielding materials.** *Nanoscale Research Letters*, **6(137)**, 1-11.
- 2- WANG G.-S.; NIE L.-Z.; YU S.-H., 2012- **Tunable wave absorption properties of β -MnO₂ nanorods and their application in dielectric composites.** *The Royal Society of Chemistry*, **2**, 6216–6221.
- 3- KARMAN M.B.; HUSSEIN H.; YAKTY BSLAHLLO A., 2015- **Microwave Attenuation Using the System (β -MnO₂+PVDF),** *Res. J. of Aleppo University*, **(101)**,
- 4- SENTHILKUMAR M.; BALAMURUGA N.; JEYAPRAKASH BG., 2013- **Hydrothermal Synthesis of MnO₂ Nanoparticles using Teflon Lined Autoclave.** *Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences*, **4**, 1627-1632.
- 5- SAXENA V.K.; CHANDRA U., 2011- **Microwave Synthesis: A Physical Concept.** *University of Rajasthan, Jaipur*, 1st ed, India, 370.
- 6- ZHAO X., ZHANG Z.; WANG L.; XI K.; CAO Q.; WANG D.; YANG Y.; DU Y., 2013- **Excellent microwave absorption property of Graphene-coated Fe nanocomposites.** *SCIENTIFIC REPORTS*, **3**, 1-5.
- 7- PETROV V. M.; GAGULIN V. V., 2000- **Microwave Absorbing Materials.** *INORGANIC MATERIALS*, **2(37)**, 93–98.
- 8- DIXON P., - **Theory and Application of RF/Microwave Absorbers.** *Emerson & Cuming Microwave Products*, Randolph, .
- 9- JIGBO G.; YUPING D.; LIDONG L.; LIYANG CHEN.; SHUNHUA L., 2011- **Electromagnetic and Microwave Absorption Properties of Carbonyl-Iron/Fe₉₁Si₉ Composites in Gigahertz Range.** *Journal of Electromagnetic Analysis and Applications*, **3**, 140-146.

- 10-STUERGA D., 2006- **Microwave–Material Interactions and Dielectric Properties, Key Ingredients for Mastery of Chemical Microwave Processes.** *Microwaves in Organic Synthesis*, Second edition, Weinheim, 61.
- 11-ZHANG XJ.; WANG GS.; CAO WQ.; WEI YZ.; LIANG JF.; GUO L.; CAO MS.,2014- **Enhanced microwave absorption property of reduced graphene oxide (RGO)-MnFe₂O₄ nanocomposites and polyvinylidene fluoride.** *Pub Med.gov*, **6(10)**.
- 12-FOLGUERAS L.; REZENDE M., 2008- **Multilayer Radar Absorbing Material Processing by Using Polymeric Nonwoven and Conducting Polymer.** *Materials Research*, **3(11)**, 245-249.
- 13-RIDA K., 2013 - **Packaging of Microwave Integrated Circuits in LTCC Technology.** *HAL*, 195.
- 14-GUGULOTHU R.; BHALKE S.; LALKISHORE K.; DASARI R., 2019 - **Multi-chip Module Based GaAs MMICs Packaging for L-Band High Gain Application.** *IEEE*, 4.
- 15-GUGULOTHU R.; BHALKE S.; LALKISHORE K.; DASARI R., 2020 - **Improved Package Isolation for High Gain MMIC Packaging Using offset Port Selection Technique.** *IEEE*, 5.
- 16-HE Y.; CHEN Y.; DREW E.; ZHANG Z., 2019 - **Fabrication and Characterization of CoFe₂O₄ and MnFe₂O₄ Nanomagnetic Thin Films For RF Applications.** *IEEE*, 11.
- 17-MOTWE VD.; PURUSHOTHAM Y.; DOLE BN., 2012- **Williamson-Hall analysis in estimation of lattice strain in nanometer- sized ZnO particles.** *Journal of Theoretical and Applied Physics*, **6(6)**, 1-8.
- 18-HONGTAO G.; GANG C.; SHUBO Z.; YUDE W., 2010- **Microwave absorption characteristics of manganese dioxide with different crystalline phase and nanostructures.** *Materials Chemistry and Physics*, **(124)**, 639–645.

استخدام شريحة "Raspberry-Pi" وتقنية أنترنت الأشياء في التطبيقات الزراعية

الباحثة: م. خلود ياسر محمد

كلية: الهندسة التقنية جامعة: طرطوس

ملخص:

البيت البلاستيكي عبارة عن مكان يتم فيه توفير البيئة المثلى لنمو النبات وتقادي تغيرات المناخ الخارجي، لذلك يهدف هذا البحث إلى تصميم نظام لمراقبة العوامل البيئية داخل البيت البلاستيكي (مثل: رطوبة ودرجة الحرارة الجو، رطوبة التربة، شدة الإضاءة)، وبناءً على قيم هذه العوامل يقوم النظام بالتحكم في المُشغلات (المروحة، جهاز الإنارة، مضخة المياه، الإنذار الصوتي) للحفاظ على بيئة مناسبة لنمو النبات.

تمحور هذا العمل حول تصميم نظام لتحسين انتاجية البيوت البلاستيكية من خلال استخدام لوحة الراسبيري باي "Raspberry Pi model b+"، وتثبيت برمجية "العقدة- الحمراء" (Node-Red) على هذه اللوحة للتحكم بمداخلها ومخارجها إضافةً إلى استخدامها كتطبيق لتقنية أنترنت الأشياء "IoT".

من أجل اختبار النظام المُصمم قمنا بتنفيذ نموذج تطبيقي وأعطت الاختبارات النتائج المرجوة منها، حيث قام النظام باتخاذ القرارات المناسبة تلقائياً لضبط قيم بارامترات البيئة الداخلية للبيت البلاستيكي ضمن الحدود المسموحة، مع توفير المراقبة الأتية محلياً ومن أي مكان من خلال متصفح الويب وخدمة البريد الالكتروني.

الكلمات المفتاحية:

بيت بلاستيكي، الراسبيري باي، IoT، برمجية "Node-Red".

Design control and observation system for the greenhouse Using Raspberry-Pi chip and IoT technology

Abstract:

The greenhouse is a place where the optimal environment is provided for plant growth and external climate changes are avoided, so this research aims to design a system to monitor the environmental factors inside the greenhouse (such as: air humidity and temperature, soil moisture, lighting intensity). Based on the values of these factors, the system controls the actuators (fan, lighting, water pump, sound alarm) to maintain a suitable environment for plant growth.

This work is based on designing a system to improve the productivity of greenhouses through the use of the Raspberry Pi "Raspberry Pi model b⁺". And install Node-Red software on this board to control its inputs and outputs, in addition to using it as an application for the Internet of Things (IoT).

In order to test the designed system, we implemented an application model. The tests gave the desired results, as the system automatically took the appropriate decisions to adjust the values of the internal environment parameters of the greenhouse within the permissible limits. Giving real-time monitoring locally and from anywhere through a web browser and e-mail service.

key words: Greenhouse, Raspberry Pi, Internet of Thing, "Node-Red" Software.

1- المقدمة:

هناك العديد من الصعوبات التي تواجه عمل المزارعين في البيوت البلاستيكية، أبرزها المراقبة الآتية للبارامترات داخل البيت البلاستيكي وضبطها على القيم المناسبة للحفاظ على المزروعات من التلف وضمان الحصول على النوعية الجيدة. بالمقابل، هناك تطور تكنولوجي مُتسارع في جميع جوانب العملية التحكّمية، إضافة إلى تطور تقنيات الاتصالات حيث لم يعد الأنترنت وسيلة للتواصل بين البشر فقط، بل أصبح وسيلة للتواصل بين البشر والأشياء، وبين الأشياء فيما بينها بما يُعرف بتقنية أنترنت الأشياء (Internet of Thing) [1].

يتمحور العمل في هذا البحث حول أتمتة العمل ضمن البيت البلاستيكي، وذلك من خلال تصميم نظام للتحكّم والمراقبة باستخدام التقنيات الحديثة يعمل على جمع المُعطيات الضرورية (مثل: رطوبة ودرجة الحرارة الجو، رطوبة التربة، شدة الإضاءة)، بحيث يستطيع المزارع مراقبة هذه المُعطيات أنياً مهماً كان بعيداً عن الموقع. يقوم النظام المُصمم بتنظيم عملية الري وضبط درجة الحرارة على القيم المناسبة لنوعية المزروعات من خلال التحكّم بالمشغلات (كالمروحة، جهاز الإنارة، مضخة المياه، الإنذار الصوتي) [2].

يعتمد النظام الذي قمنا بتصميمه على "الراسبيري باي" (Raspberry-Pi) كبديل متطور عن المُتحكّمات الصغرى (Microcontrollers). تُمثّل لوحة الراسبيري باي حاسب متكامل مصنوع من شريحة الكترونية واحدة تحتوي مكونات الحاسب التقليدي، وتمتاز بأبعاد وبوزن يجعل منها واحدة من أخف وأصغر الحواسيب في العالم. يتوفر "الراسبيري باي" بإصدارات متنوعة، اخترنا الأنسب لعمَلنا. من أجل تحقيق الترابط والتفاعل بين العالم المادي والفضاء الإلكتروني استثمرنا تقنية أنترنت الأشياء "IoT"، وقمنا بتنصيب برمجية "العقدة-الحمراء" (Node-Red) على الراسبيري باي والتي تُعتبر من الأدوات

القوية لبناء تطبيقات إنترنت الأشياء إضافةً إلى أنها تُتيح التحكم بمدخل ومخارج "الراسبيري باي" بسهولة.

تم بناء نموذج تطبيقي يحاكي طبيعة العمل في البيت البلاستيكي من أجل اختبار صحة عمل النظام الذي قمنا بتصميمه.

2- الدراسات المرجعية:

اقترح عدة باحثون استثمار التقنيات التكنولوجية الحديثة، مثل الراسبيري باي وتقنية إنترنت الأشياء "IoT"، في المجال الزراعي من أجل تحسين الجودة والإنتاجية. سنستعرض في هذه الفقرة بعض الدراسات الحديثة ذات الصلة بموضوع البحث.

تنتشر البيوت البلاستيكية على نطاق واسع لتوفير الخضروات والفواكه والمحاصيل الأخرى الموسمية وغير الموسمية، لكن هناك حاجة مستمرة لضبط العوامل المؤثرة على البيئة داخل البيت البلاستيكي من خلال التحكم المؤتمت بالعوامل البيئية [3]. في الدراسة [4]، تم تطوير نظام ذكي لقياس الرطوبة كنموذج أولي لإدارة الري يمكنه مساعدة المزارع على الري في الوقت المناسب واختيار كمية السماد المناسبة. كان الهدف الرئيسي من الدراسة [5] تصميم وبناء وحدة تحكم في البيت البلاستيكي يمكنها الحفاظ على البارامترات البيئية، من خلال قراءات أجهزة الاستشعار وعرضها بشكل آني. أكد الباحثون في [6] أنه في المجال الزراعي يمكن أن تساعد تقنية إنترنت الأشياء "IoT" في التحكم في جميع العوامل المناخية تلقائياً دون أي تدخل بشري مع إمكانية مراقبة هذه البارامترات عن بُعد عن طريق الأنترنت. في البحث [7]، صمم المؤلفون بنية متعددة المستويات بهدف المراقبة الذكية للمزروعات والقائمة على إنترنت الأشياء، وتم اختبار هذه البنية من خلال النمذجة والمحاكاة مع الأخذ بعين الاعتبار مختلف العوامل المؤثرة على المزروعات. تمحور العمل في البحث [8] حول زيادة مردود المحاصيل الزراعية باستخدام التكنولوجيا المعاصرة، حيث تم تصميم نظام ذكي يقوم بمراقبة المزروعات في البيوت

البلاستيكية بالاعتماد على "IoT" باستطاعته تنبيه المستخدمين عبر تطبيقات الهاتف المحمول إلى قيم بارامترات الحرارة والرطوبة ورطوبة التربة وشدة الضوء. بين البحث [9] أن استثمار لوحة الراسبييري باي وفر إمكانية إدارة البيت البلاستيكي من خلال التحكم في قيم العوامل البيئية الداخلية للبيت بشكل يضمن نمو النباتات بشكل صحيح. في [10]، تم تصميم نظام تحكّم باستخدام الراسبييري باي لتحسين ظروف انتاج البطاطا، والنتيجة كانت الحصول على محصول جيد.

3- أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية البحث في ادخال التكنولوجيا المتطورة في مجال الزراعة بشكل عام والبيوت البلاستيكية بشكل خاص، وذلك من خلال استثمار لوحة راسبييري باي متطورة في بناء نظام تحكّم ومراقبة قادر على التنبؤ بالمشاكل التي قد تحدث، وتقوم بحماية المزروعات من الضرر من خلال ضبط أهم البارامترات التي تؤثر عليها (مثل، ضبط درجة الحرارة، وتنظيم عملية الري). يتيح النظام المُصمم المراقبة الأنوية محلياً ومن أي مكان من خلال متصفح الويب وخدمة البريد الالكتروني. يُمكن تلخيص أهداف البحث في النقاط التالية:

- ادخال التقنيات الحديثة من أجل التحكّم الموثوق بالبيت البلاستيكي بهدف الحفاظ على المزروعات من التلف والحصول على مردود أعلى.
- تأمين مراقبة مستمرة (محلياً وعن بعد) للبيت البلاستيكي.
- تقليل الهدر في المياه والتقليل من استخدام الأيدي العاملة.
- تحديث إعدادات النظام بسهولة ليلانم أنواع مختلفة من النباتات.

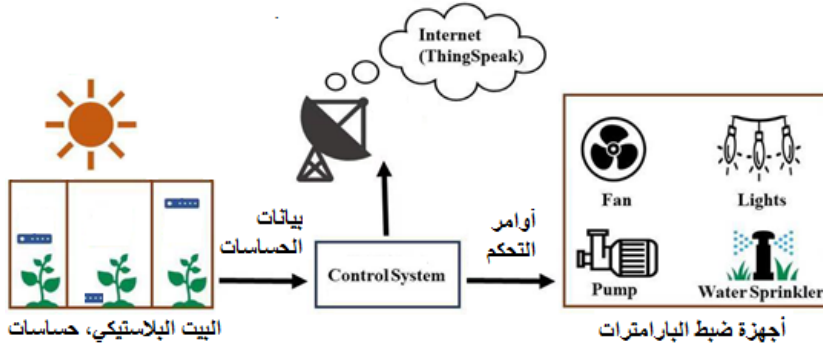
4- أدوات البحث:

يعتمد النظام المُصمم على الـ "Raspberry Pi"، الشريحة Raspberry Pi model b^+ . الأدوات اللازمة لتشغيل الراسبييري باي، هي: لوحة مفاتيح، فأرة، شاشة، وصلة "HDMI-VGA"، مصدر للطاقة، كبل "HDMI"، كبل شبكة، بطاقة الذاكرة لتتصيب

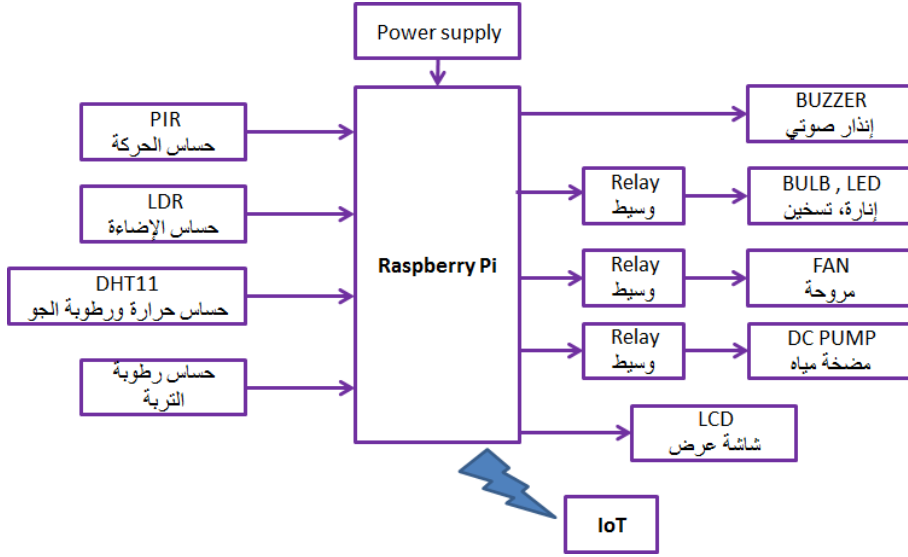
نظام التشغيل عليها من نوع MICROSD. استخدمنا مجموعة من الحساسات والمشغلات اللازمة لتنفيذ النموذج التطبيقي. البرمجيات المستخدمة، هي: نظام تشغيل "Linux" للراسبيري باي توزيعة "Raspbian" النسخة "2018-11-13-raspbian-stretch-full". من أجل التحكم بمدخل ومخارج الـ "Raspberry Pi" وتأمين الاتصال بالإنترنت قمنا بتنصيب برمجية العقدة-الحمراء "Node-Red" (النسخة: (v1.0.6 (npm).

5- مخطط نظام التحكم والمراقبة:

يلعب المناخ دوراً أساسياً في نمو المحاصيل وإنتاجيتها، لذلك لا بد من ضبط العوامل البيئية داخل البيت البلاستيكي من خلال نظام تحكم مؤتمت، الشكل (1).



الشكل (1): مخطط عام لنظام التحكم المقترح بالبيت البلاستيكي.

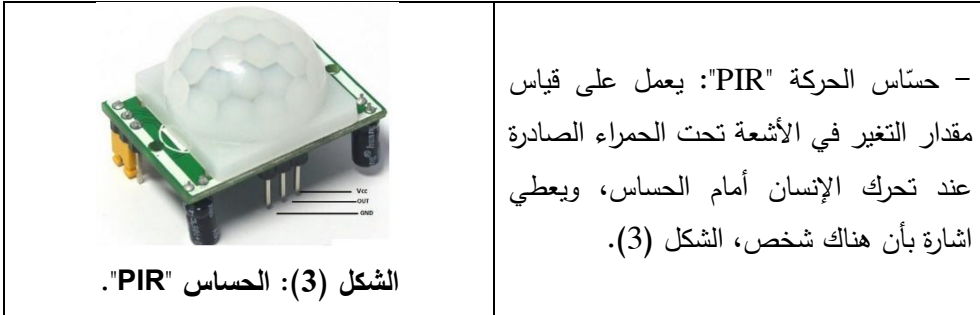



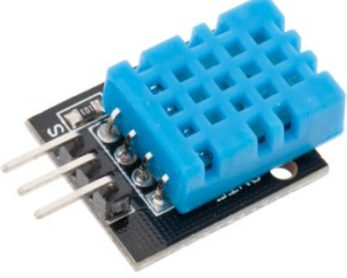
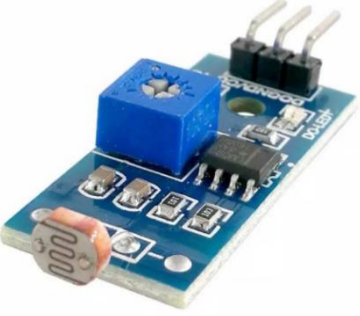
الشكل (2): المخطط الصندوقي للنظام الفراد تصميمه.

يتكون نظام التحكم والمراقبة المراد تصميمه، الشكل (2)، من عدة حساسات (رطوبة ودرجة الحرارة الجو، رطوبة التربة، الإضاءة، حساس الحركة) تتصل بشريحة الـ "Raspberry Pi" المدمجة مع تقنية أنترنت الأشياء "IoT". يقوم الـ راسبيري باي بمعالجة قيم الحساسات والتحكم في المُشغلات (المروحة، جهاز الإنارة، مضخة المياه، الإنذار الصوتي).

5-1- الحساسات والمُشغلات:

استخدمنا مجموعة من الحساسات، سنأتي على ذكرها باختصار.



 <p>الشكل (4): حساس رطوبة التربة.</p>	<p>- حساس رطوبة التربة (Soil moisture): خرج هذا الحساس عبارة عن إشارة جهد تُعبر عن نسبة الرطوبة في التربة، الشكل (4).</p>
 <p>الشكل (5): الحساس "DHT11"</p>	<p>- حساس الحرارة والرطوبة "DHT11": لقياس درجة الحرارة والرطوبة في الجو داخل البيت البلاستيكي، الشكل (5). نطاق قياس درجة الحرارة في هذا الحساس من 0 إلى +50 درجة مئوية، وجهد التشغيل هو (3-5) فولت.</p>
 <p>الشكل (6): الحساس "LDR"</p>	<p>- حساس الضوء "LDR": يعتمد على المقاومة الضوئية، ويعمل بجهد يتراوح بين (3.5-5V) ومزود بمقاومة متغيرة لضبط عتبة القدح على المخرج الرقمي، الشكل (6).</p>

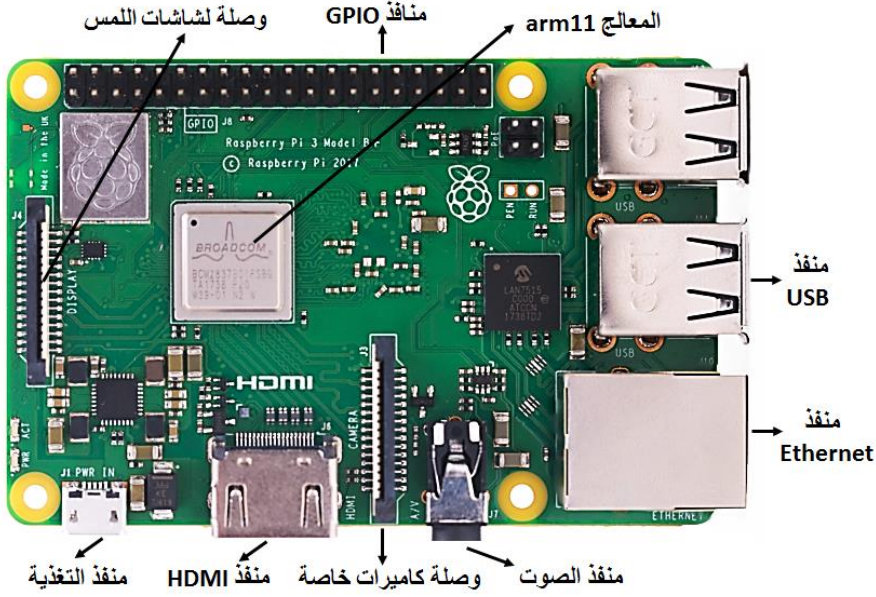
أما بالنسبة للمُشغلات، فهي: مضخة مياه، المروحة، جهاز التدفئة (Bulb)، جهاز الإضاءة (Led)، جهاز الإنذار الصوتي. يبين الشكل (7) توضع المُشغلات (والحساسات) داخل نموذج البيت البلاستيكي. طبعاً، يتم وصل المُشغلات بلوحة الراسبييري باي عن طرق وسيت هو الريليه.



الشكل (7): حساسات ومشغلات البيت البلاستيكي.

5-2- الراسبيري باي "Raspberry Pi":

انطلق الـ Raspberry Pi في عام 2012 كأصغر وأرخص حاسوب في العالم، الشكل (8).



الشكل (8): الشريحة Raspberry Pi 3 model b⁺

ويتكون من مُعالج بيانات أحادي النواة، ومعالج للرسومات (GPU) قادر على تشغيل الأفلام عالية الدقة كما يحتوي على ذاكرة RAM [11, 12, 13]. تتوفر شريحة الراسبيري باي في عدة إصدارات حسب التطبيق، من أجل دراستنا اخترنا الشريحة "Raspberry Pi 3 model b⁺" لأن مواصفاتها تناسب النظام الذي نريد تصميمه وتكفي لاحتياجاته [14].

يعمل الراسبيري باي بنظام تشغيل لينكس (Linux)، وهو نظام تشغيل: مجاني، مفتوح المصدر آمن وموثوق، تحديثاته مستمرة بفضل المجتمع العملاق من المطورين الذين يعملون على تحديثه. يوجد العديد من التوزيعات لنظام Linux التي تدعم Raspberry، اخترنا توزيعه Raspbian النسخة (2018-11-13-raspbian-stretch-full)، وهي نسخة مبنية على نظام Linux Debian وتتميز بسهولة تشغيلها على الراسبيري باي.

قمنا بتهيئة برمجية العقدة-الحمراء "Node-Red" على الـ راسبيري باي (النسخة v1.0.6 (npm) للتحكم بمداخله ومخارجة (أي منافذ GPIO) والتي تُعتبر من الأدوات الهامة لتقنية إنترنت الأشياء "IoT" [15, 16].

5-3- أنترنت الأشياء "IoT":

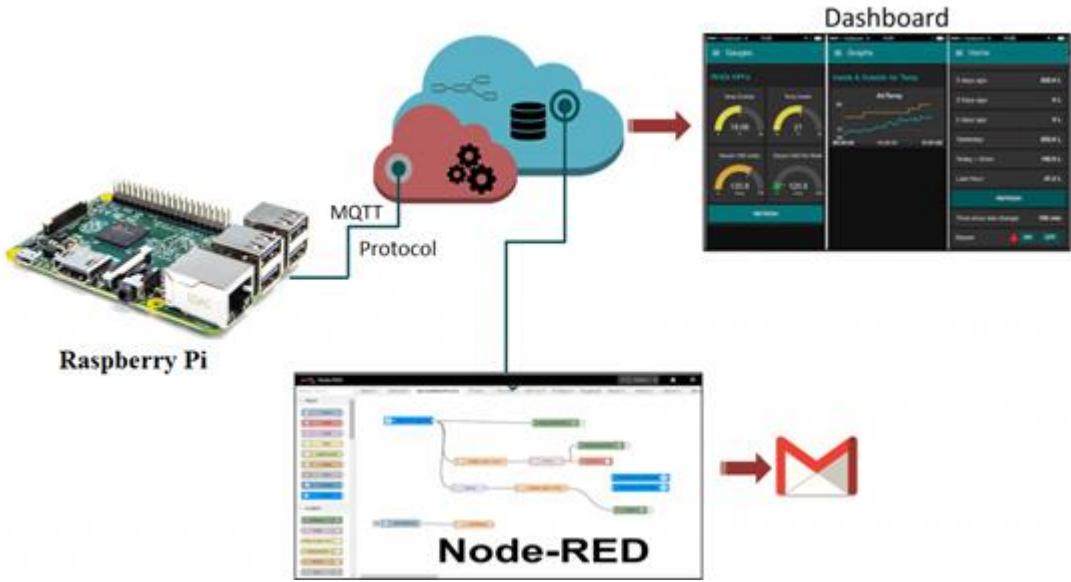
تُعتبر تقنية إنترنت الأشياء (Internet of Things) ثورة جديدة للإنترنت تتيح للحياة البشرية أن تتطور إلى الحياة الذكية، تهدف هذه التقنية إلى تمكين الترابط والتكامل بين العالم المادي والفضاء الإلكتروني. فتحت تقنية الـ "IoT" الطريق من أوسع أبوابه لأنظمة الذكية من ناحية توفيرها للعديد من التطبيقات في المراقبة والتحكم (التي تحتاج إلى جمع كم هائل من البيانات) عن بُعد في الزمن الحقيقي [17].

اعتمدنا على برمجية "العقدة-الحمراء" (Node-Red) لبناء تطبيق إنترنت الأشياء "IoT".

وقد اخترنا الـ "Node-RED" للأسباب التالية: هي برمجية مفتوحة المصدر، وتُبسّط البرمجة لأنها تعتمد على البرمجة المرئية والتي تسمح بتوصيل كتل التعليمات البرمجية بدلاً من إضاعة الوقت على كتابة التعليمات البرمجية، وبالإضافة إلى أنه بإمكان الـ "Raspberry Pi" تشغيل الـ "Node-RED" بشكل مثالي [18, 19, 20].

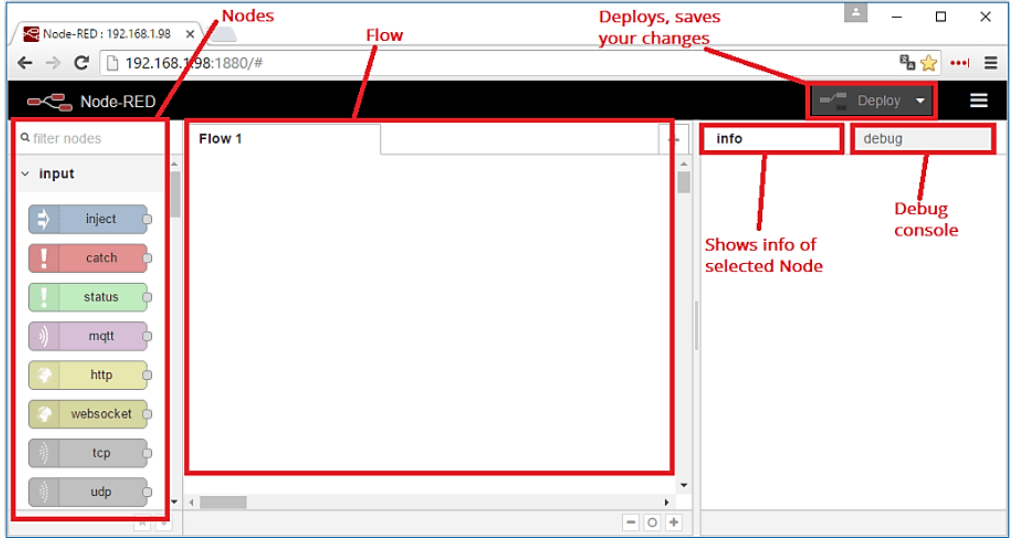
6- التصميم البرمجي:

يمكن من خلال برمجية الـ Node-RED التحكم بالأجهزة عن طريق نافذة الـ "Dashboard" وهي واجهة رسومية تضم صناديق خاصة بكل عنصر من عناصر نظام التحكم والمراقبة، ويتم عن طريق البرنامج المُصمم ربط الـ راسبيري باي مع شبكة الأنترنت، الشكل (9).



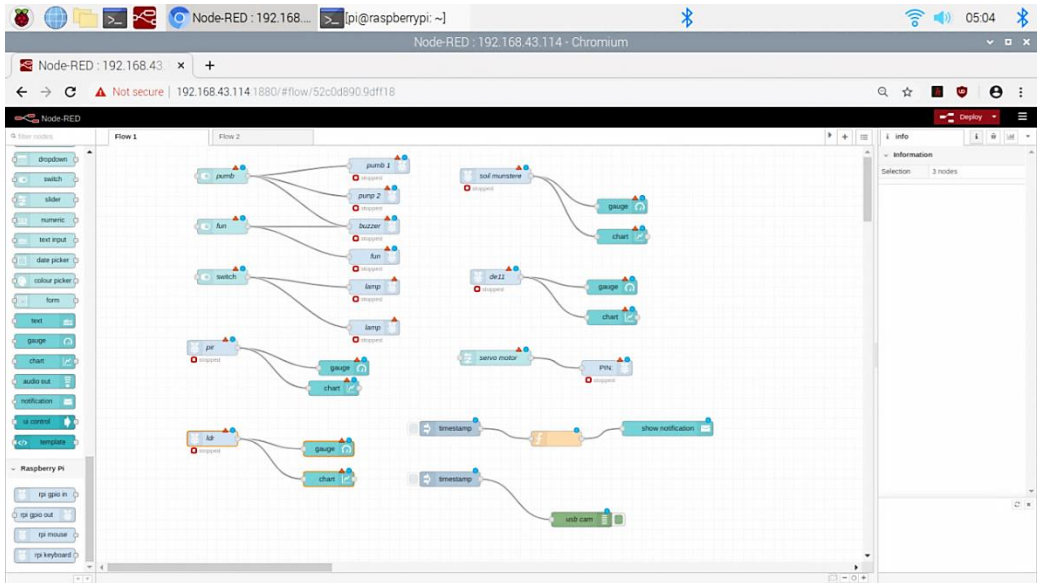
الشكل (9): مخطط ربط ربط الـ راسبيري باي مع الأنترنت عبر الـ "Node-Red".

يبين الشكل (10) واجهة برمجية الـ Node-Red، حيث يوجد على الجانب الأيسر قائمة تحتوي على مجموعة من الصناديق تسمى بالعقد (Nodes) والتي يتم تقسيمها حسب وظائفها (دخول، خروج، ... الخ) (أي منافذ GPIO). في حال تم تحديد أي عقدة فإنه يمكن مراقبة عملها من خلال علامة تبويب المعلومات (info). يتم وضع العقد ضمن القسم (Flow).



الشكل (10): واجهة برمجية الـ Node-Red

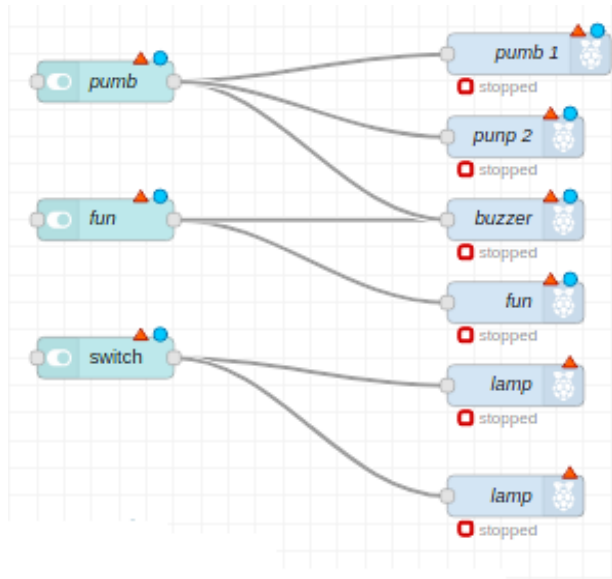
يوضح الشكل (11)، المخطط التدفقي (Flow) للبرنامج المُصمم، حيث تم استخدام العديد من العقد الخاصة بالفصل والوصل، والصناديق الخاصة بالدخل لقراءة قيم الحساسات والصناديق الخاصة بالمشغلات.



الشكل (11): المخطط التدفقي للبرنامج في الـ "Node-Red".

تتقسم واجهة الـ "Node-RED" إلى ثلاثة أقسام: قسم خاص بالعقد المُستخدمة، وقسم آخر يمثل مساحة العمل (المخطط التدفقي للبرنامج المُصمم). والقسم الأخير يُظهر الإعدادات والتغيرات الحاصلة في البرنامج، كما يحدد الأخطاء والمعلومات عن العقد، ويحتوي على جداول بالاختصارات المهمة لعمل البرنامج.

يُظهر الشكل (12) القسم البرمجي الخاص بالمُشغلات، حيث يتم تشغيل كل من المُشغلات (المضخات، والمروحة، والمصابيح، والإنذار الصوتي) الموصولة على منافذ الخرج في الـ راسبيري باي من خلال صناديق المفاتيح.



الشكل (12): القسم البرمجي الخاص بالمُشغلات.

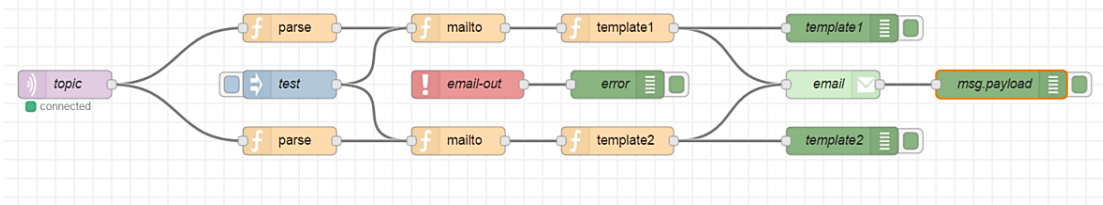
يتم ربط الـ راسبيري باي مع شبكة الأنترنت عن طريق برنامج الـ Node-RED الذي قمنا بتصميمه وذلك من خلال البروتوكول MQTT، حيث قمنا بتعريف (تثبيت) العقد الخاصة بالبريد الإلكتروني لإرسال واستقبال البيانات من خلال التعليمية:

```
npm install node-red-node-email
```


تعمل التعليمات التالية على انشاء عقد جديدة ضمن البيئة البرمجية، واطافة نصوص برمجية ضمن العقدة تسمح بالوصول إلى البريد الالكتروني.

```
pi@raspberrypi:~$ sudo apt-get install npm
pi@raspberrypi:~$ sudo npm install -g npm@2.x
```

بعد تهيئة هذه العقدة، يمكن فتح الواجهة عبر أي مُتصفح للوصول إلى البيئة البرمجية، طبعاً يجب وضع "IP" للجهاز المتصل. يبين الشكل (13) واجهة البيئة البرمجية التي تظهر عليها العقدة الخاصة بالبريد الالكتروني.

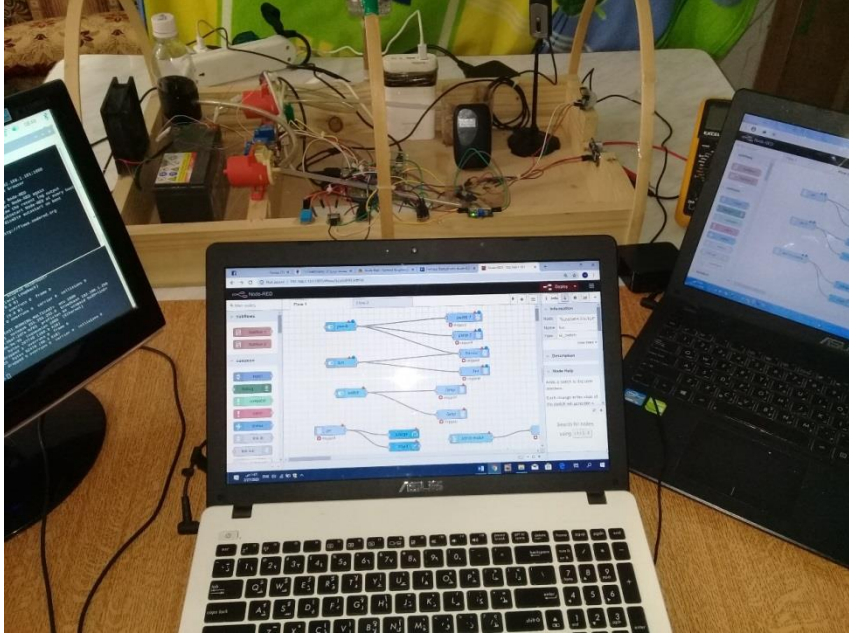


الشكل (13): العقدة الخاصة بالبريد الالكتروني.

7- الاختبارات ومناقشة النتائج:

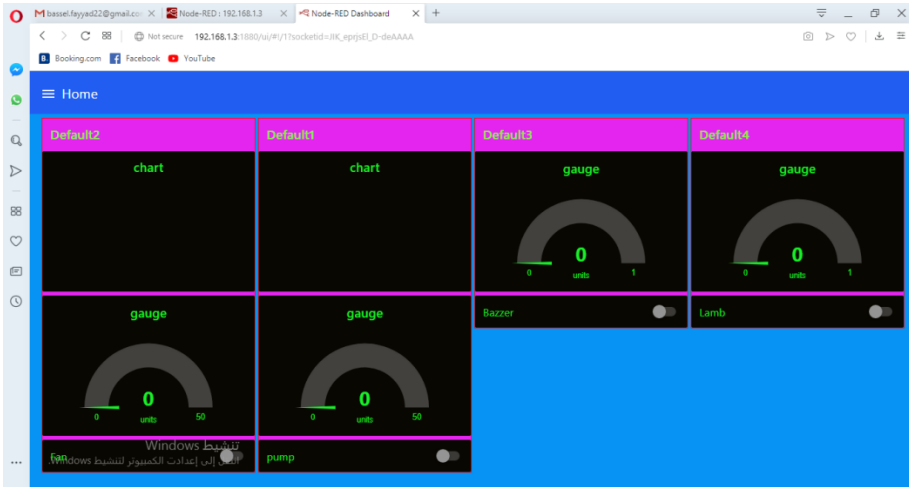
من أجل اختبار نظام التحكم والمراقبة بالبيت البلاستيكي، قمنا بتنفيذ النموذج التطبيقي المبين في الشكل (14).

بعد القيام بتشغيل النظام، قام الراسبيري باي بمراقبة قيم العوامل المناخية داخل البيت البلاستيكي وذلك في الوقت الحقيقي (Real-time)، وقرن القيم المُقاسة بقيم العتبة المُحددة مسبقاً، وذلك من أجل اتخاذ قرارات التحكم لتشغيل/إيقاف الأجهزة لتنظيم قيم البارامترات المناخية غير المستقرة.



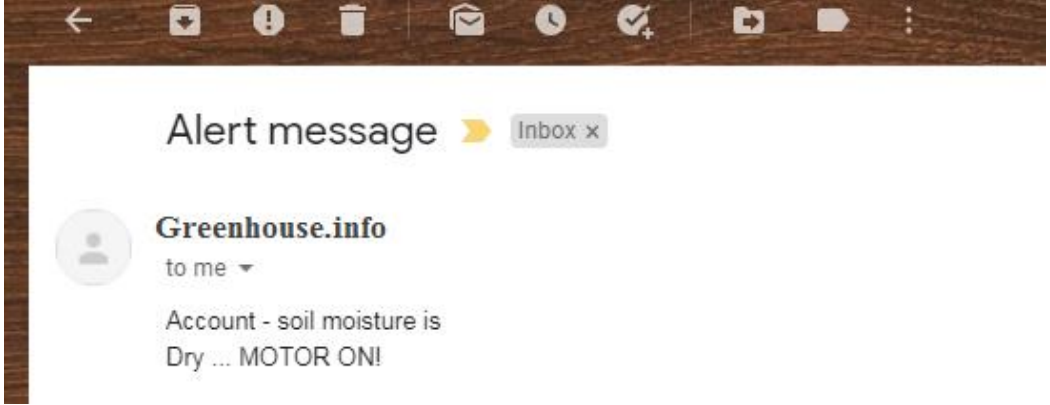
الشكل (14): نظام التحكم والمراقبة بالبيت البلاستيكي.

تمكّن النظام من نقل المعلومات إلى متصفح الويب على الأنترنت لمراقبة حالة الأجهزة (المُشغلات) والتحكّم بها، الشكل (15)، وذلك من خلال استغلال قدرة الـ Raspberry بي على الاتصال مع الأنترنت عن طريق برمجة "Node-Red".



الشكل (15): واجهة التحكّم المراقبة عن بُعد.

كذلك، أتاح النظام إمكانية المراقبة الآتية ومن أي مكان عن طريق ارسال معلومات عن حالة البيت البلاستيكي عبر خدمة البريد الالكتروني، الشكل (16).



الشكل (16): ارسال معلومات عن حالة البيت البلاستيكي عبر البريد الالكتروني.

أيضاً، مكّنتنا النظام من مراقبة حالة البيت البلاستيكي محلياً من خلال قراءة البارامترات المناخية التي يتم استشعارها من على شاشة LCD (قمنا باستخدام كابل HDMI لتوصيل لوحة الراسبييري باي بالشاشة)، الشكل (17).



الشكل(17): عرض قيم خرج مختلفة على شاشة LCD.

من ناحية أخرى، قمنا بإجراء الاختبارين التاليين للتأكد من صحة عمل النظام، كما يلي:
الاختبار الأول: تم إجراء هذا الاختبار عندما تكون درجة الحرارة أكثر من 40 درجة مئوية مع وجود تربة رطبة وفي النهار، وتم الحصول على النتائج التالية:

- تظهر حالة درجة الحرارة والرطوبة على شاشة الـ LCD.
- يقوم النظام بتشغيل المروحة.

- إيقاف تشغيل المضخة (رطوبة في التربة).
- يتم عرض رطوبة التربة على شاشة LCD.
- يقوم النظام بإطفاء ضوء الـ LED (قيمة حساس LDR عالية).
- يتم عرض رسالة النهار على شاشة LCD.

الاختبار الثاني: تم إجراء هذا الاختبار عندما تكون درجة الحرارة أقل من 40 درجة مئوية

بدون تربة رطبة وفي الليل، وتم الحصول على النتائج التالية:

- تظهر قيم درجة الحرارة والرطوبة على شاشة LCD.
- يقوم النظام بإيقاف تشغيل المروحة.
- تشغيل المضخة (التربة غير رطبة).
- يتم عرض رطوبة التربة الجافة على شاشة LCD.
- يقوم النظام بتشغيل ضوء الـ LED (قيمة حساس LDR منخفضة)
- يتم عرض رسالة الوقت الليلي على شاشة LCD.

إذًا، استنادًا إلى البيانات الواردة، يقوم النظام باتخاذ القرار من خلال تنفيذ الترتيبات المناسبة لتنظيم بارامترات مناخ البيت البلاستيكي.

8- الخلاصة والعمل المستقبلي:

تم في هذه الدراسة تصميم نظام مكون من شريحة راسبيري باي، وحساسات، وتقنية أنترنت الأشياء بهدف تحصيل البيانات المناخية وإرسالها إلى المسؤول من خلال متصفح الويب وخدمة البريد الإلكتروني عبر الأنترنت. تتخذ شريحة الراسبيري باي القرار المناسب للتحكم في قيم بارامترات البيئة الداخلية للبيت البلاستيكي من خلال "تشغيل/إيقاف" الأجهزة، مثل: المروحة والأضواء، ومضخة المياه، ... وما إلى ذلك.

شبكة الحساسات بسيطة ومنخفضة التكلفة. النظام قابلاً للتنفيذ على نطاق أوسع، وسيكون مفيداً لتحقيق نمو ملحوظ في الإنتاجية والربحية.

امتاز النظام المُصمم بالفوائد التالية:

- ✓ القدرة على تأمين مراقبة مستمرة محلياً وعن بعد للبيت البلاستيكي.
- ✓ التقليل من تكلفة العمالة البشرية.
- ✓ النظام آمن (نظام تسجيل الدخول وكلمة المرور).
- ✓ إمكانية تحديث إعدادات النظام بسهولة ليلائم أنواع مختلفة من النباتات.

كمشكلة بحث مستقبلية، يمكن استخدام تقنية معالجة الصورة مع النظام الذي قمنا بتصميمه لاكتشاف العيب في الأوراق ومراقبته لاتخاذ تدابير وقائية. أيضاً، يمكن استخدام شريحة الراسبيري باي مع شبكة من الحساسات اللاسلكية بدلاً من الحساسات السلكية لرفع أداء النظام.

المراجع References

- [1] V. MONIKA, and all., "Greenhouse Wireless Network Monitoring and Management Using IoT", International Journal of Pure and Applied Mathematics, Volume 119 No. 10, 2018.
- [2] Neel Pradip Shah, Priyang Bhatt, " Greenhouse Automation and Monitoring System Design and Implementation", International Journal of Advanced Computer Research, 2017.
- [3] Alabassby BFNM, Mahdi JF, Kadhim MA, "IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Design and Implementation WSN Based on Raspberry Pi for Medical Application", 2nd International Conference on Sustainable Engineering Techniques (ICSET-2019), 2019.
- [4] Kiani F., "Reinforcement Learning Based Routing Protocol for Wireless Body Sensor Networks", 7th International Symposium on Cloud and Service Computing (SC2), 2017.
- [5] Kiran Ganesan, Uzma Walele, Namrata Hambire, PIyush Chaugule, Dipthi Oommen: "Raspberry pi based automated greenhouse," International Reasearch Journal Of Engineering and technology volume: 05 issue: 03, march 2018.
- [6] Jayasundara JMSMB, Herath HMSK, Wanniarachchi WKIL, "An Automated Soil and Climatic Conditions Controlling Greenhouse", International Journal of Scientific Engineering and Technology, 2017.
- [7] D. Cavaliere, V. Loia, y S. Senatore, "Towards a layered agent-modeling of IoT devices to precision agriculture", en 2020 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), United Kingdom, 2020.

- [8] C .R. Dongarsane, and all., "Greenhouse Automation using IoT", International Research Journal Of Engineering and Technology(IRJET) ,2017.
- [9] Kiran Ganesan, and all., "Raspberry pi based automated greenhouse", International Reasearch Journal Of Engineering and technology, 2018.
- [10] Shete R, and all., "IoT based urban climate monitoring using Raspberry Pi", International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSPP), 2016.
- [11] T Sujitha and All, "Power Consumption in Smart Home Using Raspberry Pi", International Journal of Pure and Applied Mathematics, 2018.
- [12] Luis Miguel Rocha Jacinto, "Raspberry Pi controlling a process using I/O ports Interconnection of multiple devices", University of Coimbra, Portugal, 2015.
- [13] Saraswati Shelvane, and all., "Greenhouse monitoring using Raspberry Pi ", IRJET, Volume: 06 Issue: 04, Apr 2019.
- [14] Datasheet, "Raspberry Pi 3 Model B+", Raspberry Pi Foundation, raspberrypi.org., 2018.
- [15] M. Jagadesh, and all., "IoT Based Aeroponics Agriculture Monitoring System Using Raspberry Pi", IJCRT, Volume 6, Issue 1, 2018.
- [16] Ranjitha K, "Smart Farm Management using Raspberry-Pi and Internet of Things (IoT)", ISSN(Online): 2320-9801, ISSN (Print): 2320-9798, 2018.

- [17] Laura García, and all., "IoT-Based Smart Irrigation Systems: An Overview on the Recent Trends on Sensors and IoT Systems for Irrigation in Precision Agriculture", *mdpi, Sensors*, 2020.
- [18] Sri Mulyono, and all., "Penggunaan Node-RED pada Sistem Monitoring dan Kontrol Green House berbasis Protokol MQTT", *Jurnal Transistor Elektro dan Informatika (TRANSISTOR EI)*, Vol. 3, No. 1, 2018.
- [19] Sathish Kumar Selvaperumal, and all., " Integrated Wireless Monitoring System Using LoRa and Node-Red for University Building", *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, Vol. 16, 3384–3394, 2019.
- [20] Opto 22, "Build a Raspberry Pi with Node-Red and Industrial I/O", *Technical Note*, 2017.

استخدام تقنية ANFIS لتقليل اضطرابات

المولدات المتوافقة

دراسة حالة

الباحثة: د. عبير الجربوع

كلية: الهندسة الكهربائية والإلكترونية - جامعة: حلب

الملخص

تم في هذا البحث استخدام نظام الاستنتاج العصبوني الغامض ANFIS Adaptive Neuro Fuzzy Inference System لتقليل الاضطرابات في المولدات المتوافقة، حيث تم اختياره كوحدة تحكم إضافية الى نظام تهييج لمولدة متوافقة كونه يحتوي على عدة مزايا مقارنة مع وحدات التحكم الكلاسيكية الأخرى.

هذه المزايا هي مزايا Fuzzy Logic التي تتميز ببساطة التحكم وإمكانية التصميم دون معرفة النموذج الرياضي الدقيق للنظام الكهربائي ومزايا الشبكات العصبونية الصناعية التي تُظهر إمكانات كبيرة لتخميد التأرجحات الكهروميكانيكية منخفضة التردد.

لتحسين الأداء الديناميكي للمولدة المتوافقة والتوصل إلى تخميد سريع للاضطرابات تم اختيار السرعة الدورانية والإستطاعة المتسارعة كمداخل لوحدة التحكم هذه وتمت محاكاة النموذج في بيئة MATLAB/SIMULINK .

أظهرت نتائج المحاكاة قوة المتحكم الجديد ANFIS في تخميد الاضطرابات والاهتزازات الناتجة عن الحالات العابرة بزمان قليل، كما تتميز التقنية المقترحة في هذا البحث بخصائص الهيكل البسيط والاستجابة السريعة والنهج الفعال لتحقيق التخميد السريع للاضطرابات في أنظمة القدرة الكهربائية في ظل ظروف الأعطال الثلاثية الطور

الكلمات المفتاحية: ANFIS، المولدة المتوافقة، الاضطراب.

Using ANFIS Technology To Reduce The Disturbances Of Synchronous Generators - Case Study

Abstract

In this research, the Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) was used to reduce the disturbances in the synchronous generators, as it was chosen as an additional control unit to the excitation system for the synchronous generator because it contains several advantages compared to other classical controllers.

This advantages are: Fuzzy Logic advantages that distinguished Simplicity of control and possibility of design without knowing the exact mathematical model of the electrical system and the advantages of artificial neural networks that show great potential for damping low-frequency electromechanical oscillations.

The rotational speed and accelerated power were selected as inputs to this controller for improving the dynamic performance of the synchronous generator and achieving fast damping of disturbances and the model was simulated in Matlab/Simulink environment.

Simulation results showed the effectiveness of the new controller (ANFIS) in damping disturbances and oscillations resulting from transient states in a short time.

The technique proposed in this research has the characteristics of simple structure, fast response and effective approach to achieve rapid damping of disturbances in electrical power systems under three-phase faults conditions

Keywords: ANFIS, Synchronous Generator, Disturbance

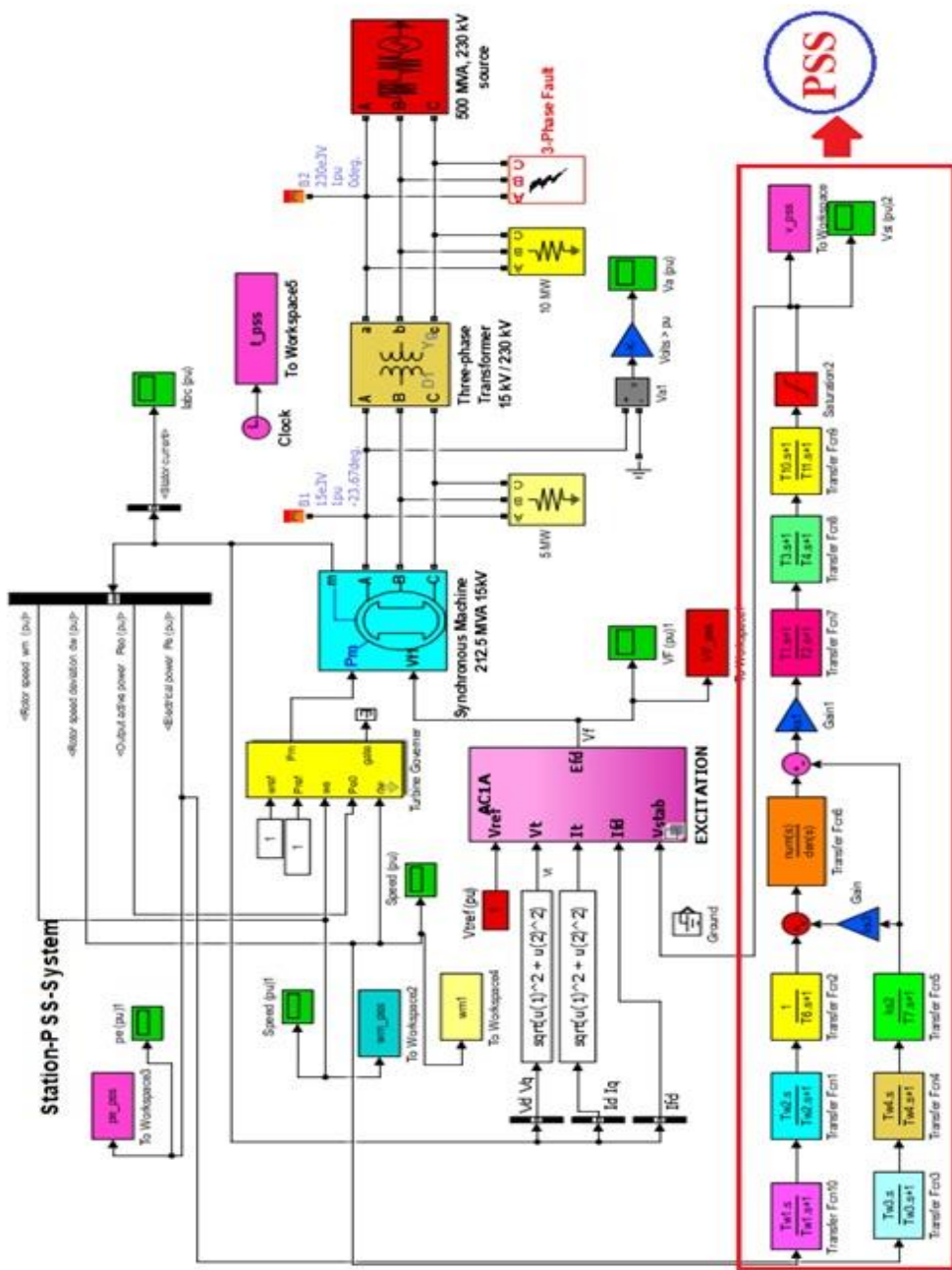
1- مقدمة:

تُعد اضطرابات الشبكة الكهربائية الناتجة عن الحالات العابرة التي تسببها الأعطال الثلاثية الطور والتأرجح منخفض التردد في أنظمة القدرة الكهربائية إحدى الصعوبات التي يواجهها عادةً مهندسو الطاقة الكهربائية [1]. ولتحسين العمل الديناميكي للمولدة المتواقتة وتحسين الاستقرار العابر والتوصل إلى تخميدٍ سريعٍ للاضطرابات، تم استخدام إشارة تحكم إضافية تُضاف إلى نظام التهيج أو نظام التحكم الألي لوحدة التوليد، يتم الحصول على هذه الإشارة الإضافية من مثبتات استقرار القدرة PSS: Power System Stabilizer حيث يتم تطبيق مثبتات استقرار نظام القدرة الكهربائية على نطاق واسع بهدف إخماد تأرجح التردد المنخفض وتعزيز استقرار النظام الديناميكي. من أجل تقليل هذه التأرجحات في أسرع وقت ممكن، يلزم تصميم مثبت استقرار نظام القدرة ديناميكي ذكي ذي قدرة كبيرة لتأمين الاستقرار الكامل لنظام القدرة الكهربائي حيث يتمثل الدور الأساسي لمثبت استقرار نظام القدرة الديناميكي في زيادة التخميد لتأرجح دوار المولد من خلال التحكم في التهيج باستخدام إشارة المثبت المساعد. هناك طرق مختلفة لتصميم PSS أحدث هذه الطرق هي تقنية (ANFIS) نظام الاستدلال العصبوني الغامض التكيفي. هذه الطريقة عبارة عن مزيج من الطريقة الضبابية مع الشبكات العصبونية، ولنمذجة هذا النظام يجب أن يتم الاختيار الصحيح لبارامترات توابع الانتماء لما له من تأثير كبير على تشغيل النظام.

في هذا البحث تم اختيار مولدة متواقتة في محطة حلب الحرارية وتمت نمذجة المولدة مع pss التقليدي الخاص بها في بيئة ماتلاب الشكل (1).

وتمت دراسة تأثير مثبت استقرار القدرة التقليدي للمولدة المتواقتة المدروسة في تخميد الاضطرابات في موجة الاستطاعة الكهربائية والسرعة الدورانية وتم تصميم مثبت استقرار

قدرة ذكي (ANFIS-PSS) والمقارنة بين أداء عملها في تخميد الاضطرابات الناتجة عن الأعطال الثلاثية الطور.



الشكل (1) نموذج المولدة المتوائمة المدروسة مع PSS التقليدي الخاص بها

2- الدراسة المرجعية:

يوجد العديد من الدراسات التي قامت بنمذجة المولدات المتوافقة وقامت بتصميم مثبتات استقرار قدرة ذكية مستخدمة عدة تقنيات وخوارزميات ذكاء صناعي بأساليب وتقنيات مختلفة لتقليل الاضطرابات وتأرجحات القدرة في المولدات المتوافقة ضمن بيئات عمل مختلفة للوصول بالمحاكاة الى أقرب سلوك يحاكي سلوك المولدة الحقيقية وتأثير مثبتات استقرار القدرة على عملها، حيث قدم البحث [2] أسلوباً جديداً لتطوير مثبت استقرار نظام القدرة الكهربائي بالاعتماد على المنطق الضبابي لتخميد تأرجحات المولّد من أجل تحسين استقراره، كما تم اختيار إشارات انحراف السرعة واستطاعة الخرج من دوار المولّد المتواقت كدخل لجهاز تحكم المنطق الضبابي حيث لهذه الإشارات تأثير هام على تخميد تأرجحات عمود المولّد الميكانيكية، بينما حُسيبت إشارات الاستقرار باستعمال تابع الربط الضبابي بالاعتماد على إشارات الدخل، كما قدم البحث [3] طريقة مبسطة لإستخدام النموذج الخطي والمعروف باسم نموذج Heffron-Phillips كنموذج لألة متوافقة موصولة إلى قضيب تجميع لا نهائي وتم باستخدام خوارزمية الشبكة العصبية الموزعة للتأخير الزمني DTDNN للتحكم في بارامترات مثبت استقرار نظام القدرة PSS وتقليل تجاوز السرعة والحصول على موثوقية النظام.

3- أهمية البحث وأهدافه:

تتجلى أهمية البحث في تخميد كافة أنواع التآرجحات منخفضة التردد وتحسين وتعزيز الاستقرار العابر والعمل الديناميكي لنظام القدرة الكهربائي بطريقة أفضل. باستخدام مثبت استقرار قدرة ذو بنية بسيطة وأداء فعال وأفضل من مثبت استقرار نظام القدرة التقليدي وذلك من خلال:

❖ تصميم نموذج مثبت استقرار نظام القدرة الكهربائية PSS يعتمد على نظام الاستنتاج العصبوني الغامض (ANFIS).

❖ مناقشة وتحليل نتائج استخدام (ANFIS_PSS) المقترح استخدامه في المحطة المدروسة ومقارنة أدائه مع مثبتات استقرار القدرة التقليدي (CPSS).

4- الأنظمة العصبونية الغامضة Neuro-Fuzzy Systems:

يعتمد نظام ANFIS على نظام الاستدلال الغامض من النوع (T-S) Takagi Sugeno) ويتألف من خمس طبقات من العقد، تتكون الطبقتان الأولى والرابعة من العقد التكيفية بينما الطبقات الثانية والثالثة والخامسة تتكون من العقد الثابتة، ترتبط العقد التكيفية مع البارامترات الخاصة بكل منها ويتم تحديثها حسب القواعد التالية مع كل التكرارات اللاحقة [4].

القاعدة 1: إذا كان (x هو A_1) و (y هو B_1) فإن $f_1 = p_1x + q_1y + r_1$

القاعدة 2: إذا كان (x هو A_2) و (y هو B_2) فإن $f_2 = p_2x + q_2y + r_2$

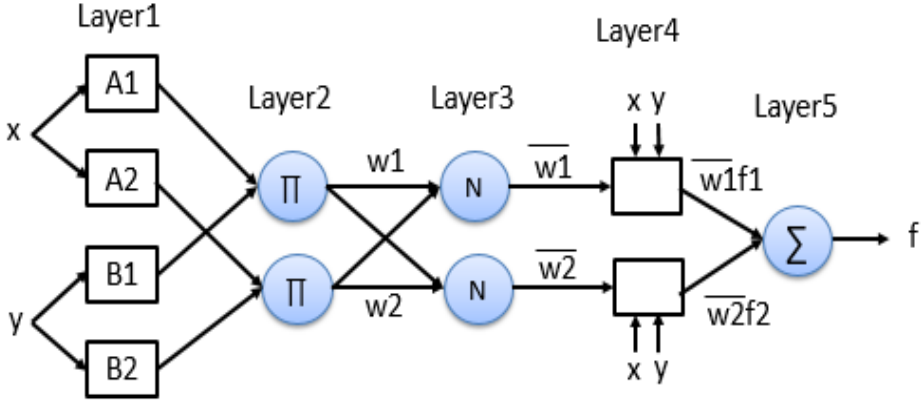
حيث: x و y هي المدخلات، A_1 ، A_2 ، B_1 و B_2 هي مجموعات الانتماء

الغامضة، f_1 ، f_2 هي المخرجات داخل المنطقة الغامضة المحددة بموجب القاعدة

الغامضة. p_1 ، p_2 ، q_1 ، q_2 و r_1 ، r_2 هي بارامترات التصميم التي يتم تحديدها أثناء

عملية التدريب. يبين الشكل (2) البنية العامة لنظام ANFIS الذي يتألف من عدة

طبقات:



الشكل (2) البنية العامة لنظام ANFIS

الطبقة 1 : (L1) تولد كل عقدة تسمية خاصة لكل من توابع الانتماء، حيث أن كل عقدة (i) في هذه الطبقة متكيفة مع تابعها حيث x هي المدخلات إلى العقدة i ، و A_i هي التسمية اللغوية المرتبطة بتابع العقدة هذه.

$$O_i^1 = \mu_{A_i}(x) \quad (1)$$

الطبقة 2 : (L2) تحسب كل عقدة قوة الإطلاق لكل قاعدة باستخدام عامل التفعيل \min أو \prod ، يمكن استخدام أي عملية غامضة أخرى، كل قاعدة في هذه الطبقة تُمثل بعقدة واحدة وخرج هذه العقد هي جداء الإشارات الواردة. يمثل كل مخرج عقدة قوة إطلاق القاعدة.

$$O_i^2 = \mu_{A_i}(x) \times \mu_{B_i}(y) \quad ; i = 1, 2 \dots \quad (2)$$

الطبقة 3 : (L3) وهي تمثل نسبة قوة إطلاق القاعدة إلى مجموع كل قوى إطلاق القواعد، ويُسمى خرج هذه الطبقة بقوى إطلاق عقدة التطابق، والتي تعدل قوة جميع القواعد وفقاً للمعادلة الواردة أدناه:

$$O_i^3 = \bar{\omega}_i = \frac{\omega_i}{\sum_i \omega_i} \quad ; i = 1, 2 \dots \quad (3)$$

الطبقة 4 : (L4) يتم حساب توابع العقد بناءً على مخارج الطبقة 3، كل العقد في هذه الطبقة هي عقد متكيفة وتقوم بحساب جزء النتيجة من القاعدة (then part):

$$O_i^4 = \bar{\omega}_i \times f_i = \bar{\omega}_i \times (p_i \times x_1 + q_i \times x_2 + b_i) \quad (4)$$

حيث : $\bar{\omega}_i$ هو خرج الطبقة 3 ، (p_i, q_i, b_i) تسمى البارامترات المترتبة أو اللاحقة. الطبقة 5: (L5) عادةً عقدة غير متكيفة وهي عقدة واحدة تجمع إجمالي الخرج كجمع لجميع الإشارات الواردة.

$$O_i^5 = y = \sum_i \bar{\omega}_i f = \frac{\sum_i \omega_i f_i}{\sum_i \omega_i} \quad (5)$$

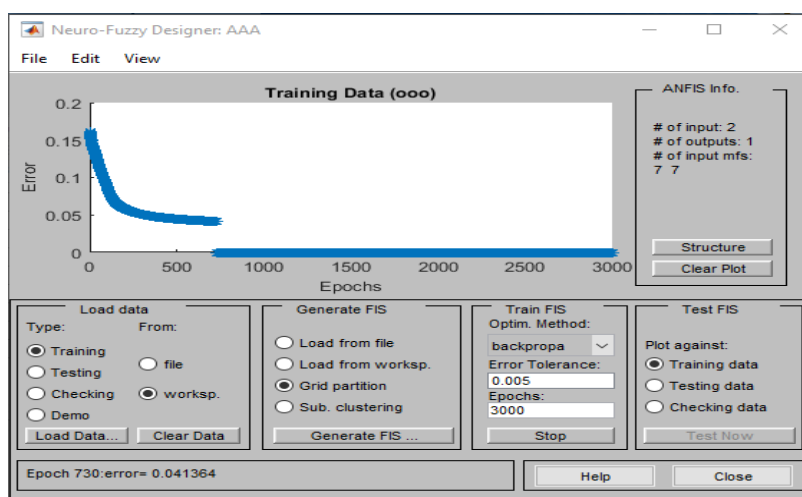
تستخدم الأنظمة العصبونية الغامضة المنطق الغامض لبناء نماذج معقدة بالاستفادة من إمكانيات الشبكات العصبونية [5] ، حيث يتم الدمج بين الشبكة العصبونية التي يتم تدريبها وفق خوارزمية تدريب معينة، وبين المنطق الغامض الذي يعتمد على قواعد معرفة مسبقة تسمى fuzzy rules، حيث يتم إدخال الإشارات المراد معالجتها إلى الشبكة العصبونية وتتم هذه المعالجة من خلال تحديث أوزان الشبكة العصبونية بشكل آلي، ومن ثم تطبيق مخارج الشبكة على النظام الذي يعتمد على المنطق الضبابي وفق قواعد منطقية محددة [6]. وهكذا للحصول على نظام تكيفي وفق خوارزمية تدريب معينة وبالاعتماد على قواعد (If-then) محددة مما يعطي ملاحقة مستمرة لجميع التغيرات التي من الممكن أن تطرأ على النظام بالإضافة إلى الحصول على دقة عالية للنموذج التكيفي [7] .

5- تصميم النموذج العصبوني الضبابي التكيفي المقترح (ANFIS-PSS):

يتم بناء نظام الاستدلال الضبابي (FIS) من محرر ANFIS GUI في Fuzzy Logic Toolbox في MATLAB ويتم ضبط مجموعة بيانات الدخل/الخرج بحيث يتم ضبط بارامترات توابع الانتماء MF FISs إما باستخدام خوارزمية الانتشار الخلفي backpropagation فقط أو بطريقة المربعات الصغرى [8]، [9]. يتلخص تصميم ANFIS-PSS وفق الخطوات التالية:

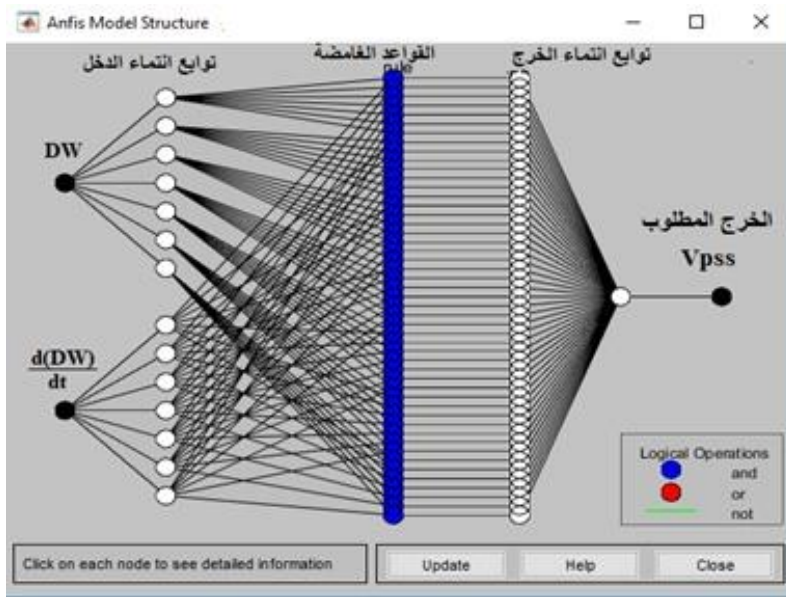
- توليد بيانات الدخل والخرج للنظام باستخدام مصفوفات CPSS الناتجة من محاكاة نموذج المولدة المتوافقة بوجود مثبت استقرار القدرة التقليدي CPSS.

- إنشاء بنية ANFIS مناسب لنموذج المولدة المتواقنة المدروسة
 - تحديد عدد مراحل التدريب ونسبة خطأ التدريب.
 - استخدام أنماط التدريب و الاختبار لتدريب ANFIS حتى يصل أدائه للمستوى المطلوب.
 - التحقق من صحة النموذج.
- في البداية تم محاكاة وتشغيل نموذج CPSS التقليدي الموجود للمولدة المتواقنة في محطة حلب الحرارية وتم تخزين مصفوفاته و المتمثلة بمصفوفات الدخل والخرج الناتجة عن المحاكاة والتي سيتم استخدامها لتدريب نظام ANFIS-PSS وتحوي كل مصفوفة (220557) عينة تدريب في نموذج مولدة حلب الحرارية وذلك لكل دخل من المداخل، تسمى بيانات التدريب و تُحدّد هذه البيانات العلاقة الدقيقة بين الدخل والخرج لـ ANFIS-PSS. ويُستدعى الكود البرمجي الخاص بتوليد مصفوفة التدريب الخاصة بنظام ANFIS في حقل Workspace وذلك بالاعتماد على مصفوفات PSS التقليدية ثم باستخدام تعليمة anfisedit يتم فتح واجهة تصميم ANFIS كما في الشكل (3).



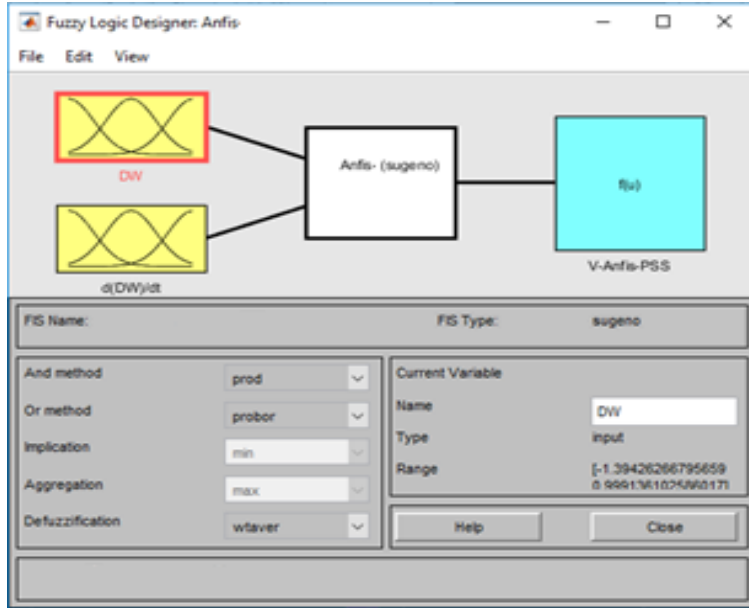
الشكل (3) واجهة تصميم ANFIS

تم تحميل المصفوفة الناتجة عن الكود البرمجي وتم اختيار عدد المداخل إثتان هما: تغيرات سرعة الدوران للمولدة $\Delta\omega$ ومشتق تغيرات السرعة $\frac{d(\Delta\omega)}{dt}$ المتمثلة بالتسارع وتم اختيار خرج واحد وهو V_{pss} جهد متحكم Anfis، كما تم استخدام نموذج FIS من نوع Takagi-Sugeno (T-S) حيث تحوي المداخل سبعة توابع انتماء MFs غاوصية Gaussian لكل دخل التي ينتج عنها 49 قاعدة لغوية تربط توابع انتماء الدخل وفق قاعدة if-then، وهي مطلوبة لتغطية كامل ظروف التشغيل. تُستخدم الشبكات العصبية الصناعية ANN لتكييف توابع الانتماء وتحديد القواعد الغامضة في نموذج FIS. تم الحصول على نموذج Anfis لمولدة واحدة في المحطة المدروسة كما في الشكل (4) ولتدريب Anfis تم اختيار طريقة التقسيم الشبكي Grid partition وخوارزمية الانتشار العكسي backpropagation لتدريب الشبكة العصبونية، و تم اختيار نسبة الخطأ المطلوب (0.005) في نموذج Anfis في محطة حلب الحرارية وعدد مراحل التدريب (3000) مرحلة تدريب .



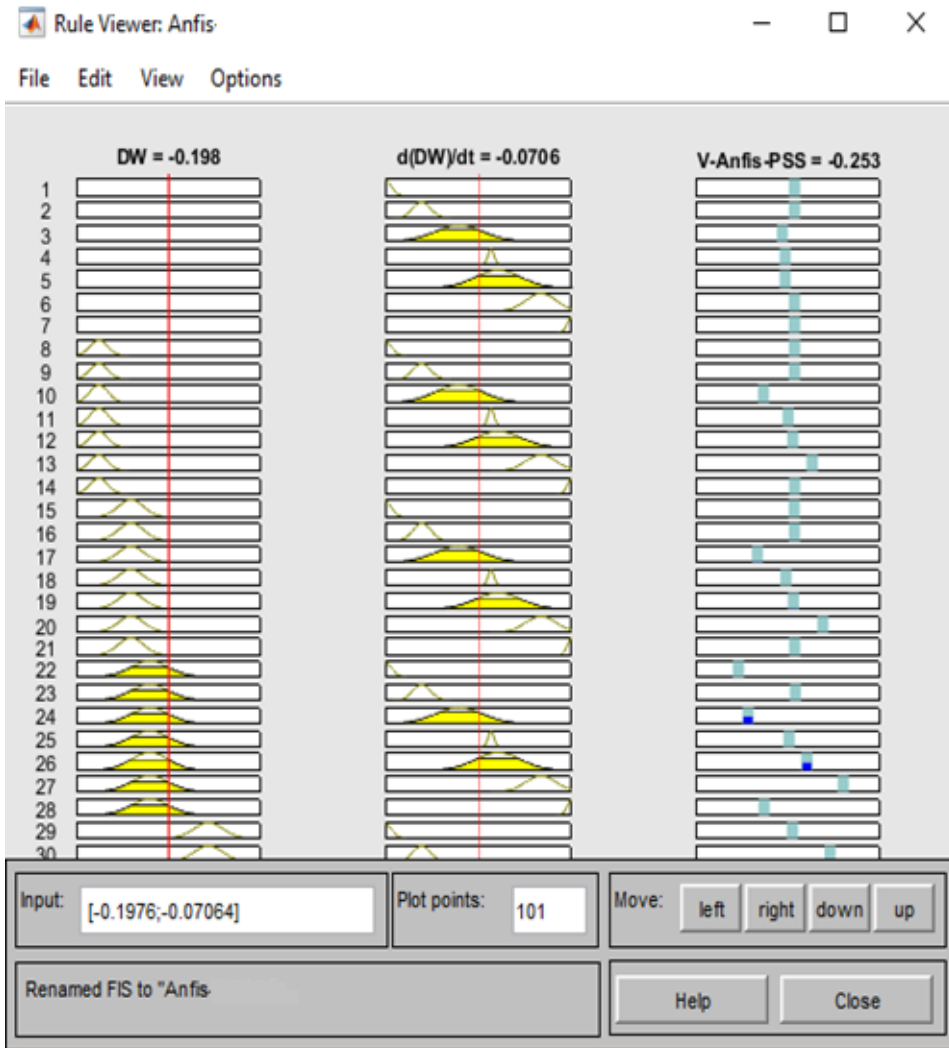
الشكل (4) نموذج Anfis لمولدة واحدة في المحطة المدروسة

تم تشغيل التدريب والاختبار لنموذج Anfis المصمم وبعد انتهاء التدريب والاختبار تم الحصول على نظام مثبت استقرار نظام قدرة كهربائي ANFIS-PSS كما في الشكل:

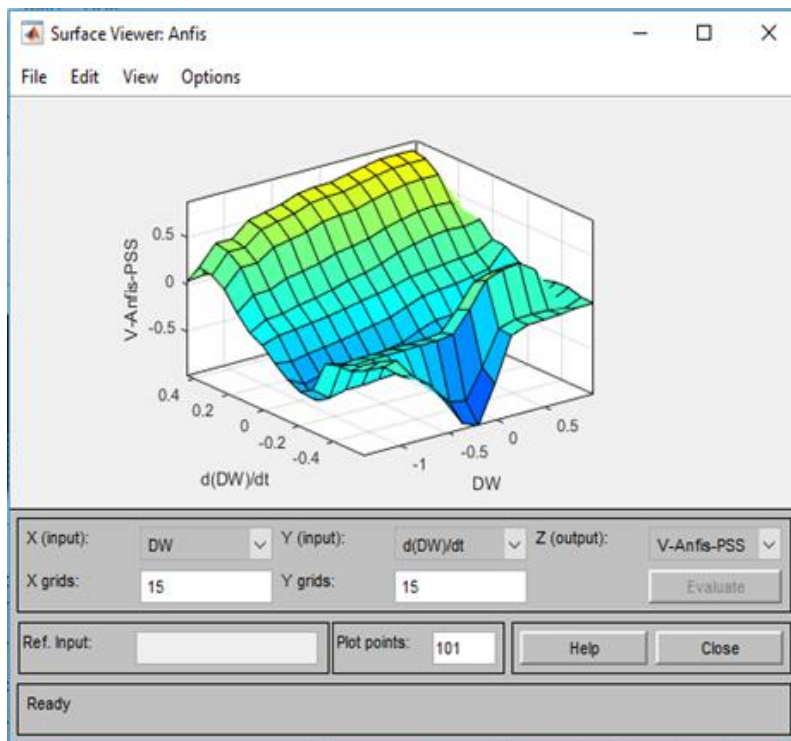


الشكل (5) مثبت استقرار نظام قدرة كهربائي ANFIS-PSS

يوضح الشكل التالي القواعد الغامضة اللغوية التي تربط توابع انتماء الدخيلين للحصول على الخرج المثالي المطلوب الناتج عن تصميم ANFIS-PSS في المحطة المدروسة.

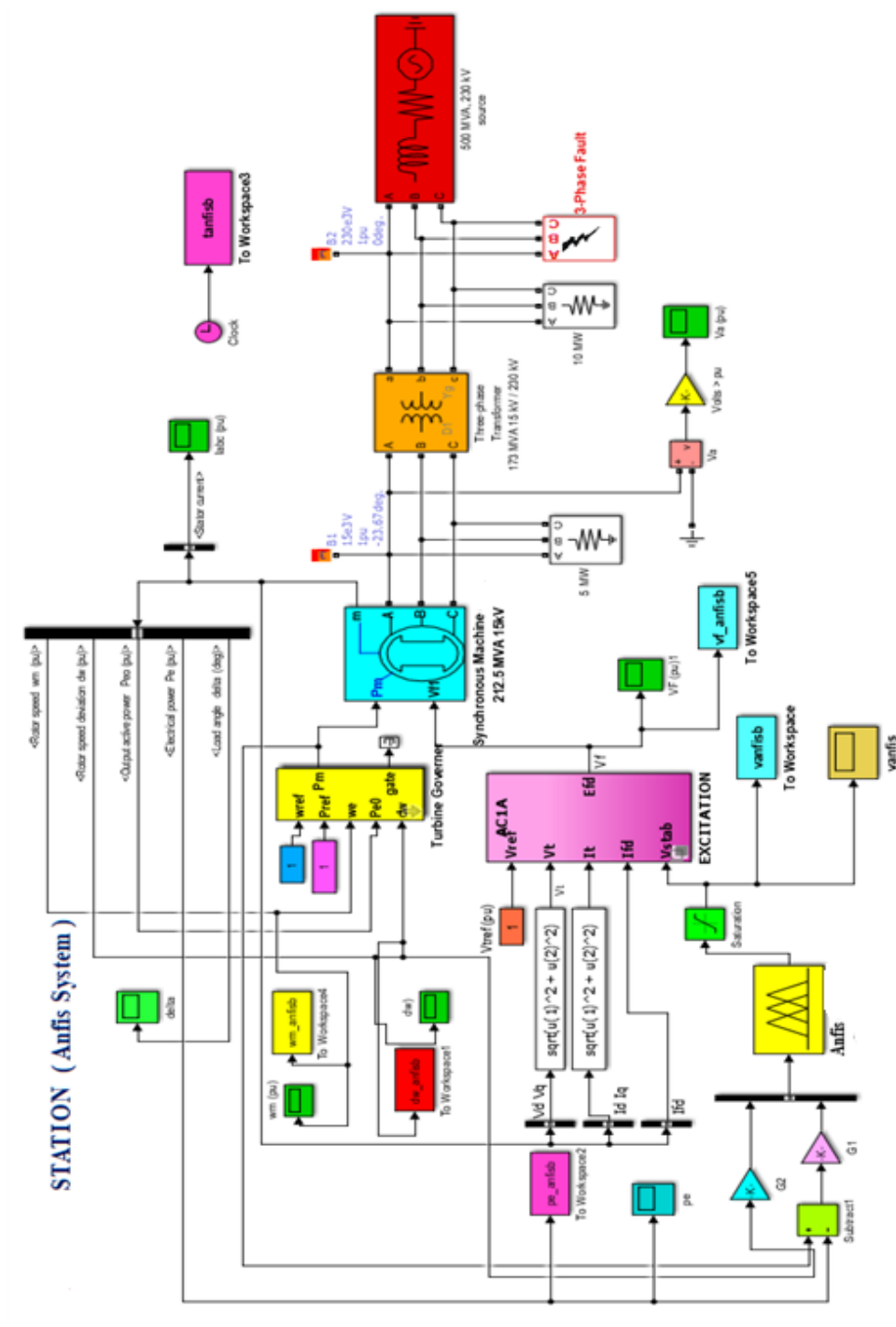


الشكل(6) القواعد الغامضة لنموذج ANFIS-PSS للمولدة المتوائمة في محطة حلب الحرارية
 أما الشكل(7) فيوضح سطوح قواعد المتحكم العصبوني الغامضة لمثبت استقرار القدرة
 المصمم ANFIS-PSS:



الشكل (7) سطوح القواعد الغامضة لنموذج ANFIS-PSS للمولدة المتوافقة المدروسة

بعد الانتهاء من التصميم والتدريب والاختبار والحصول على نموذج مثبت استقرار نظام قدرة عصبوني غامض (ضبابي) ANFIS-PSS، تم استخدامه كمثبت استقرار نظام قدرة بدل من مثبت استقرار القدرة التقليدي. فقد تمت إضافة ANFIS-PSS الخاص بالمولدة المتوافقة في نموذج محطة طلب الحرارية كما في الشكل (8) وتم إجراء المحاكاة والحصول على النتائج ومقارنتها مع نتائج المثبت التقليدي.

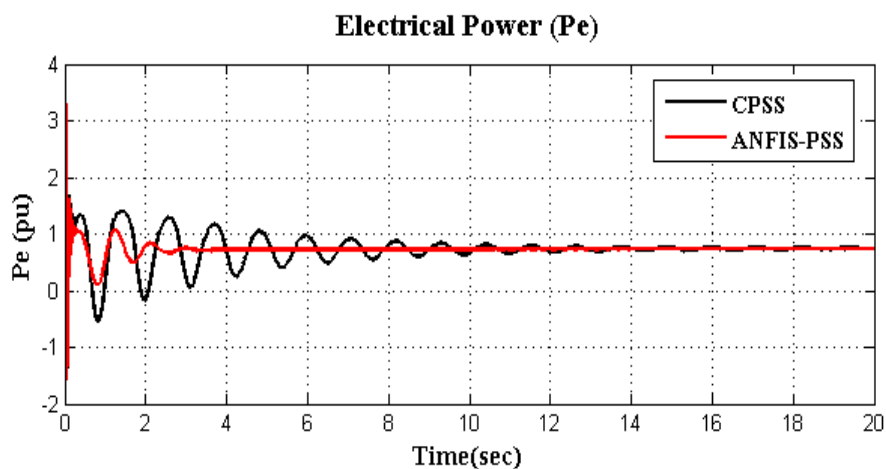


الشكل (8) نموذج ANFIS-PSS للمولدة المتوائفة المدروسة بعد وصله في المحطة

5- نتائج المحاكاة :

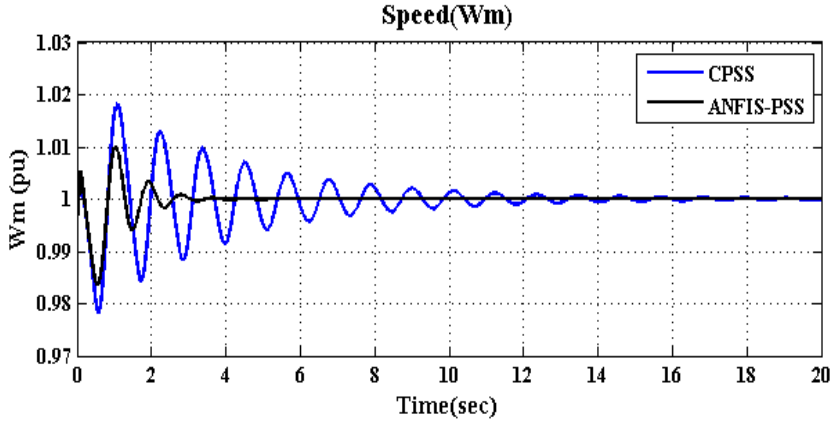
تمت دراسة الاستجابة الديناميكية لكل من السرعة الدورانية والاستطاعة الكهربائية بعد إدخال نموذج ANFIS-PSS المصمم للمولدة المتواقنة في المحطة المدروسة (حلب) الحرارية ومحاكاة هذا النموذج كما تمت مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها مع نتائج محاكاة مثبت استقرار نظام القدرة التقليدي CPSS .

5-1- الاستجابة الديناميكية للاستطاعة الكهربائية (**Pe**) للمولدة المتواقنة المدروسة من أجل PSS التقليدي والذكي التي تم تصميمه في هذا البحث :



الشكل (9) مقارنة الاستجابة الديناميكية للاستطاعة الكهربائية لمثبتات استقرار القدرة

5-2- الاستجابة الديناميكية للسرعة الدورانية (ω_m) للمولدة المتوائمة المدروسة من أجل PSS التقليدي والذكي التي تم تصميمه في هذا البحث:



الشكل (10) مقارنة الاستجابة الديناميكية للسرعة الدورانية لمثبتات استقرار القدرة

نلاحظ من الأشكال السابقة أن مثبت استقرار نظام القدرة الذي تم تصميمه باستخدام نظام الاستنتاج العصبوني الغامض التكيفي ANFIS-PSS يقوم بتحسين الاستجابة الديناميكية الكلية لنظام القدرة لتحقيق النتائج المطلوبة، كما أظهرت نتائج المحاكاة قدرة هذه التقنية الذكية على تخفيف التأرجحات منخفضة التردد وتعزيز الاستقرار الديناميكي لنظام القدرة الكهربائي بشكل أفضل بكثير من مثبت استقرار نظام القدرة التقليدي، وبينت النتائج أن ANFIS-PSS جيد من حيث الموثوقية والوصول إلى الاستقرار وتخميند تأرجحات الحالات العابرة لكل الظواهر الكهرومغناطيسية والظواهر الكهروميكانيكية ولمجال واسع من ظروف التشغيل المختلفة بشكل أفضل من غيره من مثبتات استقرار القدرة المقترحة في بعض الدراسات المرجعية.

6- مقارنة نتائج المحاكاة ومناقشتها:

بالمقارنة بين المنحنيات الموجودة في الشكل (9) نجد أن زمن استقرار تأرجحات الاستطاعة الكهربائية للمولدة المتوافقة في المحطة المدروسة بوجود مثبت استقرار القدرة ANFIS-PSS و CPSS التقليدي يُعطى وفق الجدول التالي:

الجدول (1) الاستجابة الديناميكية و تأرجحات الاستطاعة الفعلية (P_e)

زمن الاستقرار (sec)	
20<	مع (PSS) التقليدي
2.5	مع (ANFIS-PSS)

تُظهر مقارنة النتائج من الجدول السابق (1) والمنحنيات المرافقة له أن مثبت استقرار القدرة العصبوني الغامض التكيفي (ANFIS-PSS) استغرق زمناً أقل من الزمن الذي استغرقه مثبت استقرار نظام القدرة الكهربائية التقليدي CPSS للوصول إلى حد الاستقرار بالنسبة لتأرجحات الاستطاعة الكهربائية، كما أن مطال التأرجحات أثناء الحالة العابرة خلال الفترة الزمنية (0.1-0.001) ثانية وما بعدها قد نقصت بشكل كبير عند استخدام (ANFIS-PSS) مقارنة مع CPSS التقليدي.

أيضاً بالمقارنة بين المنحنيات في الشكل (10) نجد أن زمن استقرار تأرجحات السرعة الدورانية للمولدة المتوافقة في المحطة المدروسة بوجود مثبت استقرار القدرة ANFIS-PSS و PSS التقليدي يُوضح وفق الجدول التالي:

الجدول (2) الاستجابة الديناميكية و تأرجحات السرعة الدورانية (ω_m)

زمن الاستقرار (sec)	
20<	مع (PSS)
3	مع (ANFIS-PSS)

كذلك تُظهر مقارنة النتائج من الجدول السابق (2) و المنحنيات المرافقة له أن مثبت استقرار القدرة العصبوني الغامض (ANFIS-PSS) استغرق زمناً أقل من الزمن الذي استغرقه مثبت استقرار نظام القدرة الكهربائية التقليدي CPSS للوصول إلى حد الاستقرار بالنسبة لتأرجحات السرعة الدورانية، كما أن مطال التآرجحات أثناء الحالة العابرة خلال الفترة الزمنية (0.1-10) ثانية وما بعدها قد نقصت بشكل كبير عند استخدام ANFIS-PSS (PSS) مقارنة مع CPSS التقليدي وهذا يدل على أن مثبت استقرار القدرة العصبوني الغامض التكيفي فعال في تخميد تأرجحات الظواهر الكهروميكانيكية التي قد تحدث للمولدات أثناء الحالات العابرة والحالات تحت العابرة .

7- مقارنة نتائج البحث مع الدراسات المرجعية:

الجدول(3) مقارنة نتائج البحث مع نتائج بعض الدراسات المرجعية

زمن استقرار تأرجحات السرعة الدورانية (ω_m)	زمن استقرار تأرجحات الإستطاعة الفعلية (P_e)	
12 sec	8.5 sec	المرجع [2]
10 sec	6 sec	المرجع [3]
3 sec	2.5 sec	نتائج البحث

8- الخلاصة:

إن كافة مثبتات استقرار أنظمة القدرة التقليدية (CPSS) تأخذ قيم ثابتة لا تتغير خلال الحالات العابرة وال فوق عابرة وخلال الحالة المستقرة وهذا يؤثر سلباً على أداء نظام التهيج ويؤثر سلباً على استقرار المولدات المتواقتة، إذ من المفترض أن (CPSS) يجب أن يُغير قيم ثوابته زيادة أو نقصاناً تبعاً لتغير الحالة الفوق عابرة والحالة العابرة ثم يأخذ القيمة الصفرية في الحالة الثابتة بعد استقرار النظام حتى لا يؤثر على عمل منظمات الجهد خلال الحالة المستقرة والثابتة لنظام القدرة. ولتلافي هذه المشكلة تم تصميم مثبت استقرار نظام القدرة التكيفي العصبوني الضبابي (ANFIS-PSS) بحيث أنه يُغير من قيمته ويتغير جهد الخرج لهذا المثبت تبعاً لتغير الحالة الفوق عابرة والحالة العابرة ثم يأخذ القيمة الصفرية بعد استقرار المولدة المتواقتة وإزالة العطل والإضطراب واستقرار نظام القدرة بزمن قليل. وهذا يدل على فعالية مثبت استقرار نظام القدرة العصبوني الغامض ANFIS-PSS في تخميد تأرجحات الظواهر الكهرومغناطيسية والكهروميكانيكية التي قد تحدث للمولدات أثناء الحالات العابرة والحالات فوق العابرة وسرعة استجابته لتغيرات الجهود الحاصلة نتيجة الحالات العابرة الناتجة عن الأعطال ثلاثية الطور.

المراجع References

- [1] B.BAYATI CHALOSHTORI, S.HOGHOUGHI ISFAHANI, A.KARGAR, N.R.ABJADI, 2011- **Power System Stabilizer (PSS) Design Using ANFIS Algorithm and Comparing the Results with conventional and fuzzy PSS**, J. Basic. Appl. Sci. Res., 1(10)1458-1469, ISSN 2090-424X.
- [2] ARUN KUMAR SAHU ET AL, 2017- **Stability Enhancement of Power System using Fuzzy Logic Based Power System Stabilizer/** ISSN (Online): 2348-4098.
- [3] WIDI ARIBOWO, 2018 - **Tuning for Power System Stabilizer Using Distributed Time-Delay Neural Network**, Sinergi, Vol. 22, No.3, October, 2018 :205 – 210.
- [4] MAYSOON ELTAYEB ABD AL WAHAB ABD ALLA, 2014 - **Design and Analysis of Power System Stabilizer Using Neuro-Fuzzy Controller**, Sudan University Of Science And Technology College Of Graduate Studies, M.Sc. thesis.
- [5] MR. IBRAHIM F JASIM (LECTURING ASSISTANT),2010 - **Fuzzy Neural Design of Power Systems Stabilizers**, Journal of Kerbala University , Vol. 8 No.1 Scientific .
- [6] DURAISWAMY MURALI, MARIMUTHU RAJARAM,2013 - **Comparison Of Damping Performance Of Conventional And Neuro-Fuzzy Based Power System Stabilizers Applied In Multi-Machine Power Systems**, Journal of Electrical Engineering, vol. 64, no. 6, 2013, 366–370.
- [7] AK SWAGAT RANJAN SWAIN.2012 - **Design of Power System Stabilizer**. PhD thesis, National Institute of Technology, Rourkela, 2012.
- [8] MF OTHMAN, IQ MAHFOUF. AND DA LINKERIS, 2012 - **Designing power system stabilizer for niultimacliine power system using neuro-fuzzy algorithm**. jurnal Teknologi. 35(1):55-64.
- [9] B. GIRIDHARAN, DR. P. RENUGA, 2014 - **Design of Power System Stabilizer using Intelligent Controller**, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), ISSN: 2278-0181, Vol. 3 Issue 3, March.

استخدام القدرات التحليلية للبيانات الضخمة في

صنع التقارير المتولدة ذاتيا

طالب الماجستير : غيفار محمد

ماجستير علوم الويب - الجامعة الافتراضية السورية

إشراف الدكتور: وسيم الجندي

الملخص

مع التزايد الكبير في البيانات الهائلة المنتشرة على مواقع الويب أصبحت عملية النقاظ هذه البيانات وتحليلها واستخلاص النتائج الإحصائية منها أمرا ضروريا ومفيدا بالنسبة للشركات العاملة في هذا المجال من أجل خلق بيئة تنافسية وابتكار أفكار جديدة تساعد في تحقيق متطلبات الزبون وبالتالي تحقيق الربح.

يهدف هذا البحث إلى استخدام أدوات تحليل البيانات من أجل توليد تقارير تحليليه وإحصائية يمكن أن تساعد وتدعم متخذ القرار والشركات في تعزيز القدرة الديناميكية للتلاؤم مع بيئة العمل المتطور، واستخدام خوارزميتن أساسيتن للتنبؤ بالسلاسل الزمنية (XGBOOST - Auto Regressive) والمقارنة بينهما ومن ثم دمج نتيجة الخوارزمية الأولى في الخوارزمية الثانية ومناقشة النتائج.

الكلمات المفتاحية: تحليل البيانات الضخمة - التعليم الآلي - التنقيب في البيانات - القدرات الديناميكية - البيئة غير المستقرة.

Big Data Analytics Capabilities for Self- Reported Data

Abstract

With the huge increase in the huge data spread on websites, the process of capturing this data, analyzing it and extracting statistical results from it has become a necessary and useful matter for companies working in this field in order to create a competitive environment and invent new ideas that help achieve customer requirements and thus achieve profit.

This research aims to use data analysis tools in order to generate analytical and statistical reports that can help and support decision-makers and companies in enhancing the dynamic ability to adapt to the evolving work environment, and the use of two basic algorithms for forecasting time series (XGBOOST – Auto Regressive) and comparison between them and then integrating the result of the first algorithm in the second algorithm and discuss the results.

Key words: Big Data Analytics – Machine Learning – data mining – Dynamic capabilities – environmental uncertainty.

1- المقدمة:

يزدهر "عصر البيانات" حاليًا ، حيث يتم إنتاج بيانات جديدة من جميع الصناعات والهيئات العامة بمعدل غير مسبوق. أدت هذه الظاهرة إلى ضجة كبيرة ، حيث تسعى المؤسسات جاهدة للاستفادة من تحليلات البيانات الضخمة من أجل خلق قيمة [1] . نتيجة لذلك ، هناك اهتمام كبير من الأكاديميين والباحثين على حد سواء بالقيمة التي يمكن أن تخلقها المؤسسات من خلال استخدام تحليلات البيانات الضخمة [2] . بعد التوسع السريع في حجم البيانات وسرعتها وتنوعها ، تم توثيق تطورات جوهرية من حيث التقنيات اللازمة لتخزين البيانات وتحليلها وتصورها. ومع ذلك ، هناك القليل من الأبحاث حول كيفية حاجة المؤسسات إلى التغيير لاحتضان هذه الابتكارات ، وما القيمة التجارية التي يمكن الحصول عليها من [3]. لا يزال البحث التجريبي حول قيمة تحليلات البيانات الضخمة في حالة بدائية ، وهو أمر مثير للدهشة ، نظرًا لطفرة الشركات التي تستثمر في البيانات الضخمة. جاءت معظم التقارير حول القيمة التجارية للبيانات الضخمة حتى الآن من الشركات الاستشارية والصحافة الشعبية ودراسات الحالة الفردية التي تفتقر إلى الرؤية النظرية. ونتيجة لذلك ، هناك فهم محدود لكيفية تعامل الشركات مع البيانات الضخمة الخاصة بها ، والدعم التجريبي نادرًا ما يدعم الادعاء بأن هذه الاستثمارات تؤدي إلى أي قيمة تجارية قابلة للقياس [4].

تعتبر معالجة هذه الفجوات الحرجة أمرًا مهمًا نظرًا لوجود القليل من المعرفة حول كيفية الاستفادة من تحليلات البيانات الضخمة على مستوى الشركة ، ومن خلال الآليات التي يمكن إنشاء القيمة بها. في هذه الدراسة ، نبني على فكرة القدرة على تحليل البيانات الضخمة BDAC ، نفترض هذه الدراسة أن البيانات الضخمة هي مورد ضروري ، ولكنها ليست شرطًا كافيًا لإحداث مكسب لقيمة العمل. من أجل التمكن من الاستفادة من البيانات الضخمة لدعم وتوجيه عملية صنع القرار الاستراتيجي ، من الضروري وجود

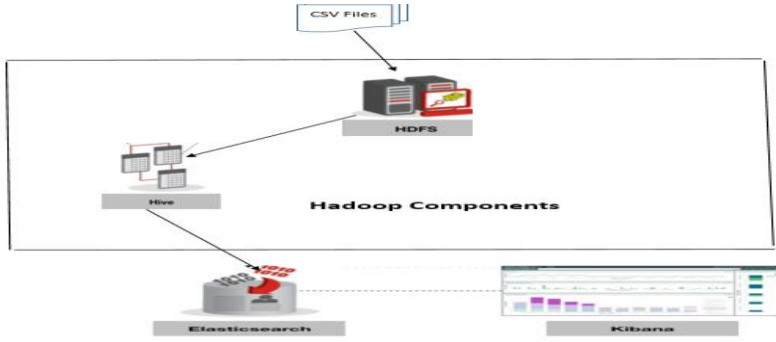
عدد من الموارد التكميلية ، والتي تعمل بشكل متواز على دفع BDAC بشكل عام للشركات. على هذا النحو ، يجب على الشركات أن تكتسب وتطور مزيداً من الموارد التكنولوجية والبشرية والمالية وغير الملموسة لإنشاء BDAC التي يصعب تقليدها ونقلها. على الرغم من بعض الدراسات النادرة التي تفحص البيانات الضخمة من خلال هذا المنظور الشامل [5] لا يزال هناك فهم تجريبي محدود للآليات التي يمكن من خلالها لـ BDAC توليد قيمة تجارية. نتج عن ندرة العمل في هذا الاتجاه عدم فهم القيمة المحتملة لتحليلات البيانات الضخمة ، وترك المجرىين في وضع غير مؤكد عند مواجهة مثل هذه التطبيقات في شركاتهم. للحصول على أي آثار نظرية وعملية ذات مغزى ، وكذلك لتحديد المجالات الحاسمة للبحث في المستقبل ، من المهم فهم كيفية تشكيل المكونات الأساسية لتحليلات البيانات الضخمة وكيف تؤدي إلى قيمة العمل [1] .

2- الهدف من البحث:

يهدف هذا البحث إلى استخدام أدوات تحليل البيانات من أجل توليد تقارير تحليلية وإحصائية يمكن أن تساعد وتدعم اتخاذ القرار والشركات في تعزيز القدرة الديناميكية للتلاؤم مع بيئة العمل المتطور من خلال دراسة العلاقة بين قدرة تحليل البيانات الكبيرة ومدى تأثيرها على ابتكار أفكار جديدة بنوعيتها (الجزئية -الإضافية).

استخدام خوارزميتين أساسيتين للتنبؤ بالسلاسل الزمنية (Auto - XGBOOST Regressive) حيث يتم استعراض نتائج الخوارزمية الأولى ومن ثم تحسين النتيجة عن طريق دمج نتائجها مع الخوارزمية الثانية.

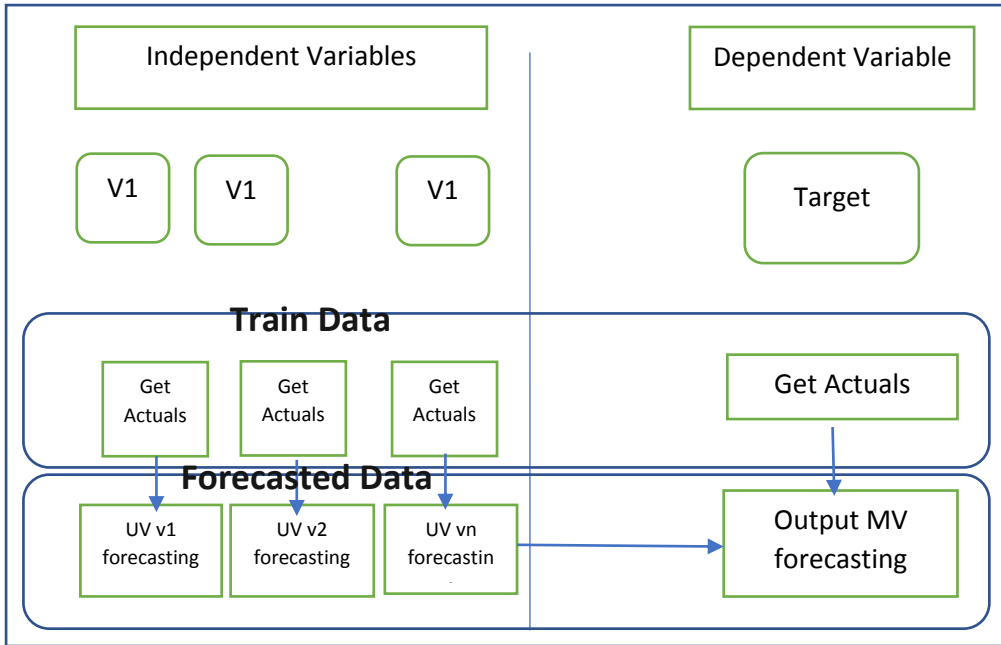
ما يهدف الباحث لبناؤه:



الشكل يبين المخطط التفصيلي لسير عملية تحليل البيانات.

طريقة العمل:

- 1- تحميل ملفات CSV وجعلها متاحة وقابلة للمعالجة من قبل Hive
- 2- تحميل البيانات إلى Elastic search باستخدام Map-Reduce
- 3- عرض البيانات وتحليلها باستخدام KIBANA
- 4- التنبؤ بالنتائج بالاعتماد على خوارزميات التنبؤ للسلاسل الزمنية (Auto Regressive - XGBoost)



الشكل يبين: مخطط التنبؤ بالبيانات

3- مواد وطرق البحث:

أساليب تحليل البيانات الضخمة:

تحتاج البيانات الضخمة إلى تقنيات غير عادية لمعالجة حجم كبير من البيانات بكفاءة خلال أوقات تشغيل محدودة. يتم تشغيل تقنيات البيانات الضخمة بواسطة تطبيقات محددة. تتضمن تقنيات البيانات الضخمة عدداً من التخصصات، بما في ذلك الإحصاء، واستخراج البيانات، وتعلم الآلة، والشبكات العصبية، وتحليل الشبكات الاجتماعية، ومعالجة الإشارات، والتعرف على الأنماط، وطرق التحسين، وأساليب التصور. هناك العديد من التقنيات المحددة في هذه التخصصات، وتتداخل مع بعضها البعض كل ساعة [6]

اعتمد الباحث في بحثه على الطريقتين التاليتين:

- **التقيب في البيانات: (Data mining)** استخراج البيانات هو مجموعة من التقنيات لاستخراج المعلومات القيمة (الأنماط) من البيانات، بما في ذلك تحليل المجموعات والتصنيف والانحدار وتعلم قواعد الارتباط. أنها تتطوي على أساليب تعلم الآلة والإحصاءات. يعد التقيب عن البيانات الضخمة أكثر صعوبة مقارنة بخوارزميات التقيب عن البيانات التقليدية. إذا أخذنا التجميع كمثال، فإن الطريقة الطبيعية لتجميع البيانات الضخمة تتمثل في تمديد الأساليب الحالية (مثل التجميع الهرمي و K-Mean و Fuzzy CMean) حتى يتمكنوا من التعامل مع أعباء العمل الضخمة [7] تعتمد معظم الإضافات عادة على تحليل كمية معينة من عينات البيانات الكبيرة، وتختلف في كيفية استخدام النتائج المستندة إلى العينة لاشتقاق قسم للبيانات الإجمالية.
- **تعلم الآلة (Machine learning)** : تعلم الآلة هو موضوع مهم للذكاء الصناعي يهدف إلى تصميم خوارزميات تسمح لأجهزة الكمبيوتر بتطوير

سلوكيات تستند إلى بيانات تجريبية. السمة الأكثر وضوحا لتعلم الآلة هي اكتشاف المعرفة واتخاذ القرارات الذكية تلقائيا. عندما يتعلق الأمر بالبيانات الضخمة، نحتاج إلى توسيع نطاق خوارزميات تعلم الآلة، كل من التعلم الخاضع للإشراف والتعلم غير الخاضع للإشراف، للتعامل معها. أصبح التعلم العميق بالآلات بمثابة واجهة بحثية جديدة في مجال الذكاء الصناعي [8].

سلسلة القيمة للبيانات الضخمة:

تم استخدام سلاسل القيمة كأداة لدعم القرار لنمذجة سلسلة الأنشطة التي تؤديها المنظمة من أجل تقديم منتج أو خدمة ذات قيمة إلى السوق [9].
تحدد هذه السلسلة الأنشطة الرئيسية عالية المستوى التالية

- **الحصول على البيانات (Data Acquisition):** هي عملية جمع وتصفية وتنظيف البيانات قبل وضعها في مستودع بيانات أو أي وسيلة تخزين أخرى يمكن إجراء تحليل البيانات عليها.
- **تحليل البيانات (Data Analysis):** تهتم هذه المرحلة بجعل البيانات الخام المكتسبة القابلة للاستخدام في صنع القرار وكذلك للاستخدام في المجال المحدد.
- **معالجة البيانات (data Curation):** هي الإدارة الفعالة للبيانات على مدار دورة حياتها للتأكد من أنها تقابل متطلبات جودة البيانات اللازمة للاستخدام الفعال.
- **تخزين البيانات (Data Storage):** هو الاستمرارية وإدارة البيانات بطريقة قابلة للتطوير التي تلبي احتياجات التطبيقات التي تتطلب الوصول السريع إلى البيانات.

- استخدام البيانات (Data Usage): يغطي أنشطة الأعمال التي تعتمد على البيانات والتي تحتاج إلى الوصول إلى البيانات وتحليلها والأدوات اللازمة لدمج تحليل البيانات في نشاط الأعمال.

تخزين البيانات	استخدام البيانات	معالجة البيانات	تحليل البيانات	استحواد البيانات
<ul style="list-style-type: none"> • دعم القرار • التنبؤ • التحليلات قيد • الاستخدام • المحاكاة • الاستكشاف • التصوير • النمذجة • التحكم • الاستخدام المحدد للنطاق 	<ul style="list-style-type: none"> • قواعد البيانات الداخلية • قواعد بيانات no sql • قواعد بيانات sql الجديدة • التخزين السحابي • واجهات الاستعلامات • قابلية التوسع والأداء • نماذج البيانات • التناقص، الإتاحة • الأمان والخصوصية • المعالجة 	<ul style="list-style-type: none"> • جودة البيانات • الثقة • التحقق من صحة البيانات • تفاعل البيانات البشرية • أسفل أعلى/ أعلى أسفل • المجتمع/ الحشود • الحسابات البشرية • معالجة واسعة النطاق • التشغيل الآلي • العمل المشترك 	<ul style="list-style-type: none"> • التعدين التدفقي • التحليل الدلالي • تعلم الآلة • استخلاص المعلومات • البيانات المترابطة • استكشاف البيانات • دلالات "العالم كله" • النظام البيئي • تحليل بيانات المجتمع • تحليل البيانات القطاعية 	<ul style="list-style-type: none"> • بيانات مهيكلة • بيانات غير مهيكلة • تجهيز الحدث • شبكات الاستشعار • البروتوكولات • الوقت الفعلي • تدفقات البيانات

الشكل سلسلة القيمة للبيانات الكبيرة

بعض خوارزميات تعلم الآلة المستخدمة في منصة البيانات الضخمة

خوارزميات التنبؤ بالسلاسل الزمنية (Time Series Forecasting Algorithms):

هناك العديد من الخوارزميات التي تستخدم للتنبؤ بالسلاسل الزمنية وتم التركيز في الدراسة على خوارزميتين أساسيتين:

1. خوارزمية الانحدار الذاتي (Auto Regressive)

نموذج الانحدار الذاتي (نموذج AR) هو في الأساس الطريقة المستخدمة لنمذجة سلوك مستقبلي أو حالي في سلسلة زمنية ، باستخدام بيانات من

السلوكيات السابقة في نفس السلاسل الزمنية. العملية هي في الأساس انحدار خطي للأداء المتغير في السلسلة الزمنية الحالية مقابل الأداء السابق لمتغير واحد في السلسلة. تشير السلسلة الزمنية في هذا السياق إلى تسلسل نقاط البيانات المدرجة في الرسم البياني وعادة ما يتم أخذها بالترتيب الزمني ، على سبيل المثال ، ارتفاع المد والجزر في المحيط الذي يتم التقاطه في نقطة زمنية محددة. لذلك ، في نموذج AR ، يستخدم المرء البيانات السابقة في مثل هذه السلسلة الزمنية للتنبؤ بنمذجة السلوك المتوقع إذا كان هناك ارتباط بين القيم المحددة أو نقاط البيانات والقيم التي تسبقها وتتبعها. الانحدار الخطي هو نموذج إحصائي يفترض أن جميع الظواهر الطبيعية مرتبطة خطياً ، أي أنها تتبع خطأً. على الرسم البياني ، فإن المتغيرات المستقلة والتابعة سترسم خطأً مستقيماً عند محاولة تحديد العلاقة. وبالمثل ، ينتهي نموذج AR بإعطاء علاقة رسومية خطية [10].

طريقة العمل

تعطى علاقة الانحدار الذاتي بالشكل:

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + a_t$$

Y_t : يمثل قيم الظاهرة المدروسة في الزمن t .

ϕ_1 ، ϕ_2 ، ϕ_p هي معاملات الانموذج .

t . Y_{t-1} , , Y_{t-p} : هي قيم الظاهرة المرتردة زمنيا خلال الزمن

a_t : الخطأ العشوائي المستقل ويسمى التشويش الابيض

2. خوارزمية تعزيز التدرج الأقصى (XGBOOST Extremely Gradient Boosting)

خوارزمية XGBoost: وهي خوارزمية مطورة عن خوارزمية شجرة التعزيز التدرجي تستخدم نموذج أكثر تنظيمًا للتحكم في مشكلة التعلم الزائد، الأمر الذي يمنحها أداءً أفضل. تم تطوير هذه الخوارزمية في عام 2016 حيث فازت بالمركز الأول في مسابقة كاغل Kaggle لتحليل البيانات وتم نشر ورقة بحثية بطريقة عملها. في تعريف ويكيبيديا ، تعزيز التدرج هو تقنية التعلم الآلي المستخدمة في مشاكل الانحدار والتصنيف ، فهي تولد نموذجًا للتنبؤ في شكل مجموعة من نماذج التنبؤ الضعيفة (عادةً ما تكون أشجار القرار). أصبحت شائعة في الأيام الأخيرة وتهيمن على التعلم الآلي التطبيقي ومسابقات Kaggle للبيانات المنظمة بسبب قابليتها للتوسع.

XGBoost هو امتداد لأشجار القرار المعزز بالتدرج (GBM) وهو مصمم خصيصًا لتحسين السرعة والأداء.

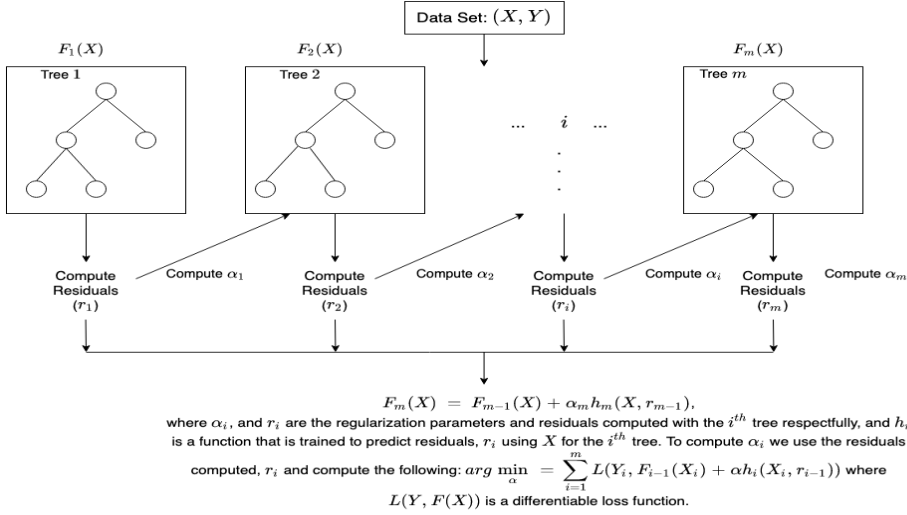
يستخدم XGBoost لمشاكل التعلم تحت الإشراف ، حيث نستخدم بيانات التدريب (مع ميزات متعددة) للتنبؤ بالمتغير المستهدف، حيث تحاول التنبؤ بدقة بالمتغير المستهدف من خلال الجمع بين تقديرات مجموعة من النماذج الأبسط والأضعف [11].

طريقة العمل

يتكون التعلم الجماعي من مجموعة من المتنبئين (أشجار قرار) وهي نماذج متعددة لتوفير دقة تنبؤ أفضل. في تقنية التعزيز ، يستمر التدريب بشكل متكرر، بإضافة أشجار جديدة تنبأ ببقايا أو أخطاء الأشجار السابقة التي يتم دمجها بعد ذلك مع الأشجار

السابقة لعمل التنبؤ النهائي. يطلق عليه تعزيز التدرج لأنه يستخدم خوارزمية النسب المتدرج لتقليل الخسارة عند إضافة نماذج جديدة.

تتم محاولة تصحيح الأخطاء التي ارتكبتها النماذج السابقة من خلال النماذج التالية عن طريق إضافة بعض الأوزان إلى النماذج.



الشكل يوضح مخطط عمل خوارزمية XGBOOST

معايير القياس والمفاضلة (Criteria for trade-offs between models):

هناك معايير متعددة يمكن عن طريقها تقييم الافضلية بين النماذج المتنبئ بها واعتمد الباحث على المعيار التالي:

جذر متوسط مربعات الأخطاء (Root Mean Squared Error RMSE)

إنه الجذر التربيعي لنسبة مجموع مربعات الانحرافات (الفوارق) بين الملاحظات والقيمة الحقيقية لعدد المشاهدات [12].

يستخدم لقياس الانحراف بين القيمة المتنبئة والقيمة الحقيقية ومعادلتها من الشكل:

$$\text{RMSE}(X, h) = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (h(x^{(i)}) - y^{(i)})^2}$$

بحيث أن $h(x)$ هي القيمة الحقيقية

$y(i)$ هي القيمة المتنبئة

m عدد المشاهدات

4- النتائج ومناقشتها:

تم الحصول على بيانات من الانترنت حيث استخدم الباحث ملفات CSV مختلفة:

بيانات الطقس (weather): تحتوي على مجموعة من السجلات records والبالغ عددها 8760 تتضمن بيانات عن الطقس وسرعة الرياح ودرجات الحرارة والرطوبة خلال عام 2020.

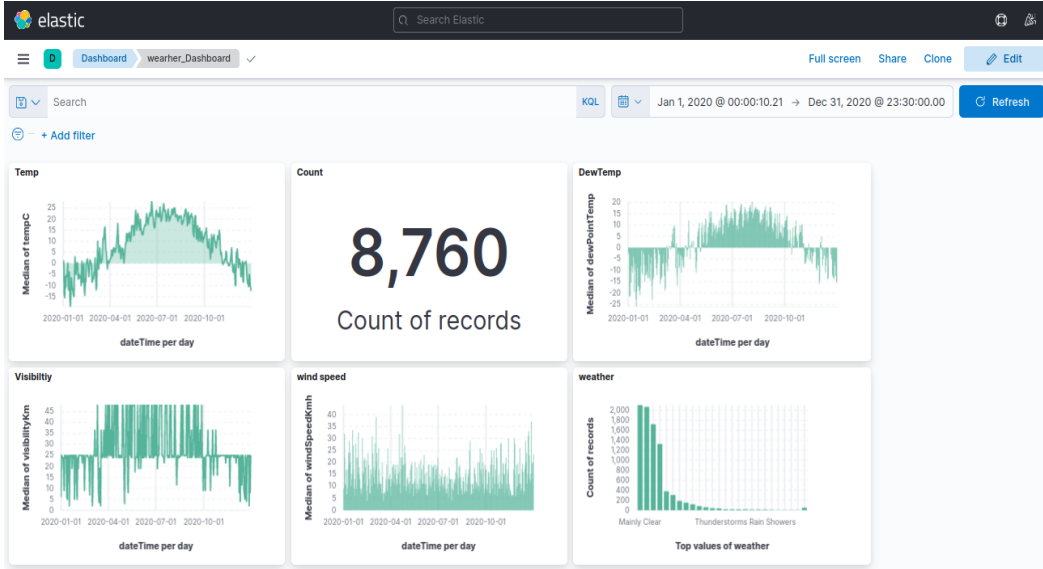
بيانات بيع منتجات (Products): تحتوي على مجموعة من السجلات records والبالغ عددها 5000000 تتضمن معلومات عن مجموعة المنتجات ومناطق بيعها واجمالي الربح والتكاليف الخاصة بها خلال 15 عام.

تم إدخال هذه الملفات إلى elastic search باستخدام طريقة map reduce المضمنة مع Hadoop ، ومن ثم تم استخدام Kibana من أجل إنشاء Dashboard خاصة لكل ملف وتم فيها عرض النتائج الإحصائية مع تطبيق فلاتر معينة.

ومن ثم إجراء مقارنة بين نتيجة الخوارزمية Auto recursive لوحدها باستخدام متغير دخل واحد فقط ، وبين دمجها مع الخوارزمية xgboost باستخدام عدة متغيرات دخل للنتيجة بالمتغير الهدف.

المثال الأول

نتائج تحليل Weather Data



يمثل الشكل جميع البيانات المتعلقة بالطقس خلال العام 2020

التغير الزمني باليوم

الشكل الأول يبين معدل تغير الحرارة مع الزمن

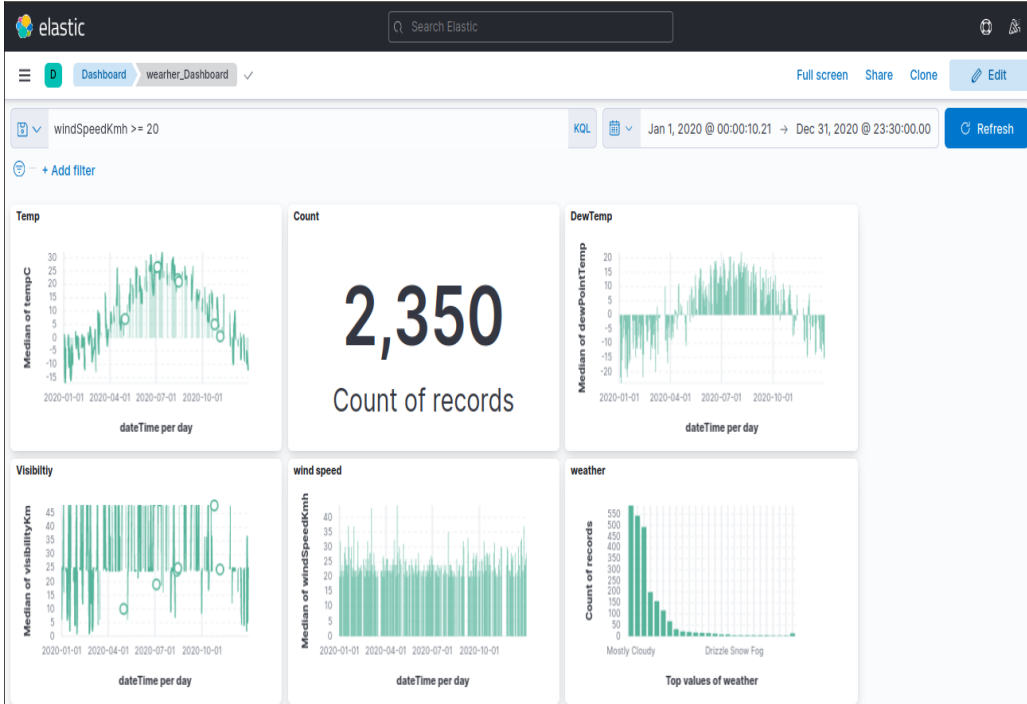
الشكل الثاني يمثل عدد السجلات

الشكل الرابع يبين معدل تغير الرؤية

الشكل الخامس يوضح تغير سرعة الرياح

الشكل السادس يبين تصنيفات الطقس (ضباب - مثلج - ماطر - إلخ)

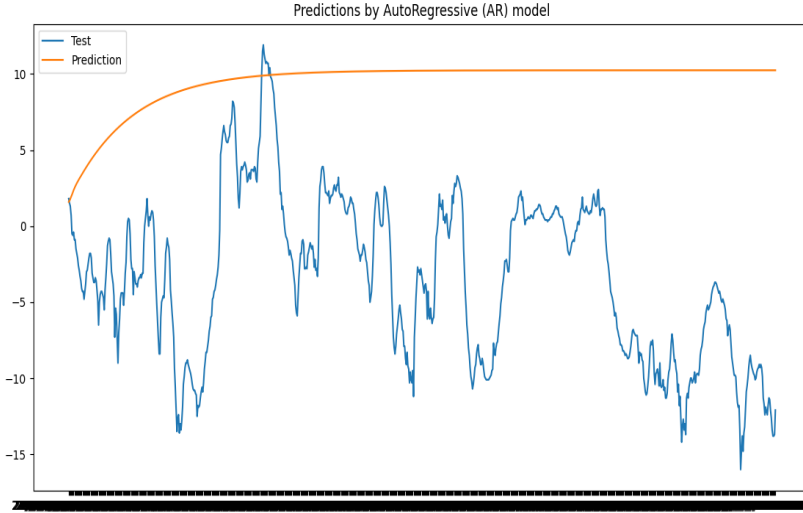
بعد تطبيق فلتر محدد (سرعة الرياح ≤ 20) نلاحظ النتيجة التالية:



يمثل الشكل البيانات المتعلقة بالطقس بعد تطبيق فلتر محدد

تم استخدام خوارزمية auto recursive للتنبؤ بدرجة الحرارة بالاعتماد على متغير دخل واحد فقط واستعراض النتيجة.

Figure 1



x=24/Nov/2020:12:00:00 y=1.67

الشكل يبين نتائج التنبؤ للمثال الأول باستخدام خوارزمية AutoRegressive

بحيث أن الخط البياني الأزرق يمثل القيم الفعلية للداتا والخط البياني الآخر يمثل القيم التنبؤية. وقيم التنبؤ (العمود الأخير) ونسبة الخطأ

	Date	temp_c	dew_point_temp	rel_hum	...	visibility_km	press_kpa	weather	Predictions
7884	24/Nov/2020:12:00:00	1.8	-5.0	61	...	24.1	99.60	Snow Showers	1.593732
7885	24/Nov/2020:13:00:00	1.5	-7.4	52	...	24.1	99.64	Cloudy	1.668077
7886	24/Nov/2020:14:00:00	1.3	-6.3	57	...	24.1	99.65	Mostly Cloudy	1.782671
7887	24/Nov/2020:15:00:00	0.7	-6.4	59	...	2.4	99.70	Snow Pellets	1.932043
7888	24/Nov/2020:16:00:00	-0.5	-5.1	71	...	24.1	99.74	Mostly Cloudy	2.054483
...
8755	30/Dec/2020:19:00:00	-13.4	-16.5	77	...	25.0	101.47	Mainly Clear	10.241194
8756	30/Dec/2020:20:00:00	-13.8	-16.5	80	...	25.0	101.52	Clear	10.241196
8757	30/Dec/2020:21:00:00	-13.8	-16.5	80	...	25.0	101.50	Mainly Clear	10.241197
8758	30/Dec/2020:22:00:00	-13.7	-16.3	81	...	25.0	101.54	Mainly Clear	10.241198
8759	30/Dec/2020:23:00:00	-12.1	-15.1	78	...	25.0	101.52	Mostly Cloudy	10.241199

[876 rows x 9 columns]
AR - Root Mean Square Error (RMSE): 14.101

نلاحظ أن قيم التنبؤ أخذت منحنى موجب تماما والمنحنى أخذ منحنى أسي

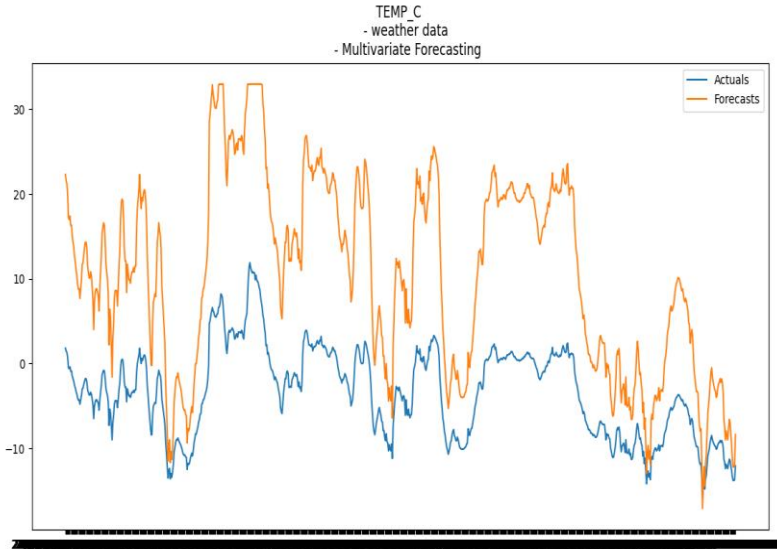
استخدام القدرات التحليلية للبيانات الضخمة في صنع التقارير المتولدة ذاتياً

تم تعزيز الخوارزمية السابقة باستخدام خوارزمية XGBOOST وهذه الخوارزمية تأخذ عدة متغيرات دخل وتتنبأ بالخرج

في البداية تم استخدام خوارزمية AUTO REGRESSIVE للتنبؤ بمتغيرات الدخل (الرطوبة - سرعة الرياح - الضغط - الرؤية)

بعد تطبيق خوارزمية XGBOOST تم الحصول على المخطط التالي

Figure 1



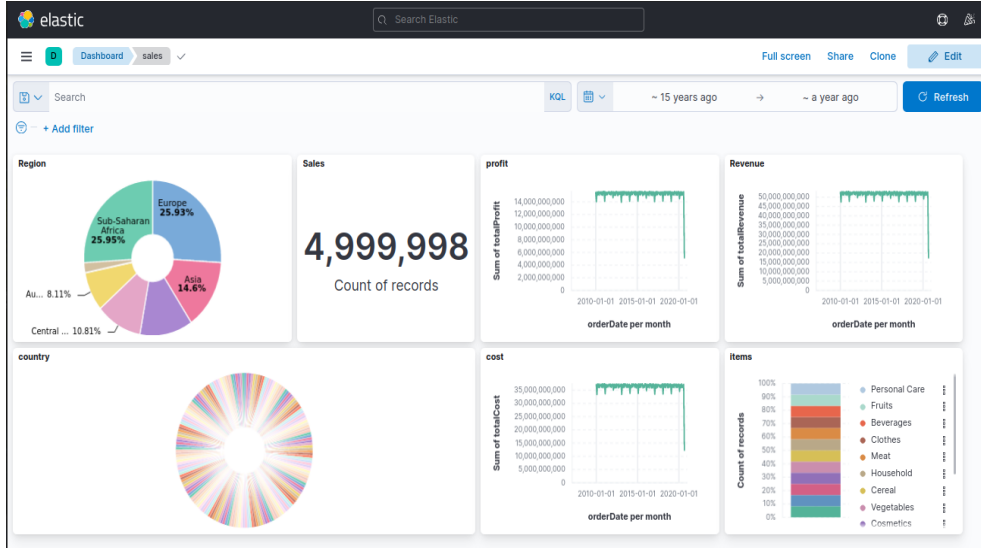
الشكل يبين نتائج التنبؤ للمثال الأول باستخدام خوارزمية Xgboost

ونسبة الخطأ للخوارزمية

XGBoost - Root Mean Square Error (RMSE): 15.296

المثال الثاني

نتائج تحليل Products Data



يمثل الشكل جميع البيانات المتعلقة ب Products على مدى خمسة عشر عام

يمثل الشكل الأول المنطقة

يمثل الشكل الثاني عدد التسجيلات

يمثل الشكل الثالث منحنى تغير مجموع الأرباح مع الزمن (التغير الزمني شهريا)

يمثل الشكل الرابع منحنى تغير مجموع العائدات مع الزمن (العائدات = التكاليف +

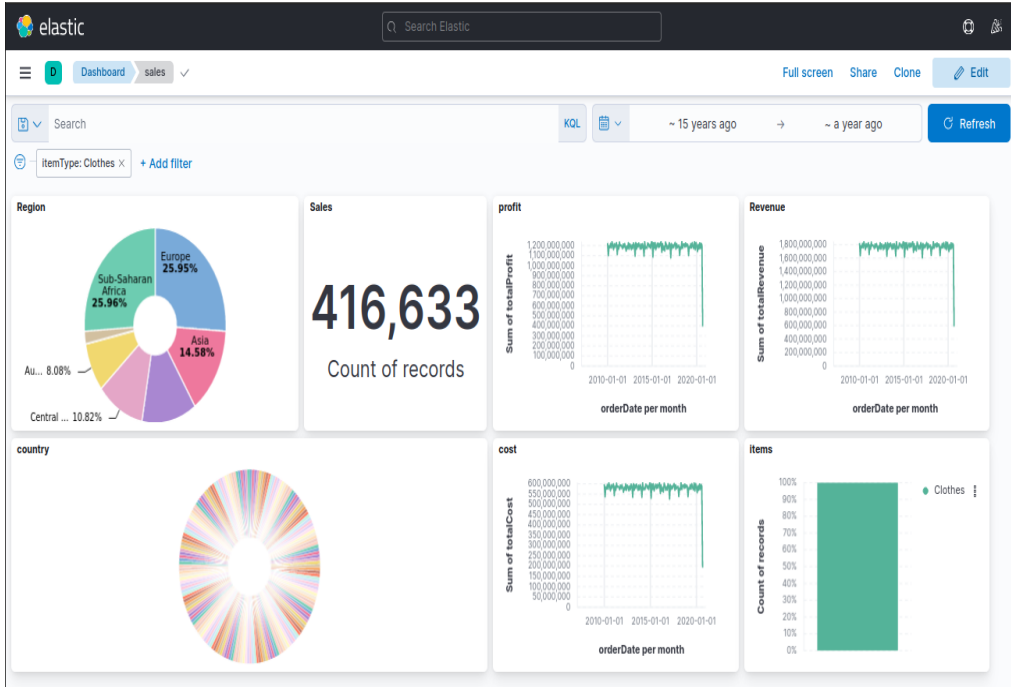
الأرباح)

يمثل الشكل الخامس البلدان

يمثل الشكل السادس منحنى تغير مجموع التكاليف مع الزمن

يمثل الشكل السابع المنتجات

بعد تطبيق فلتر (clothes = المنتج)

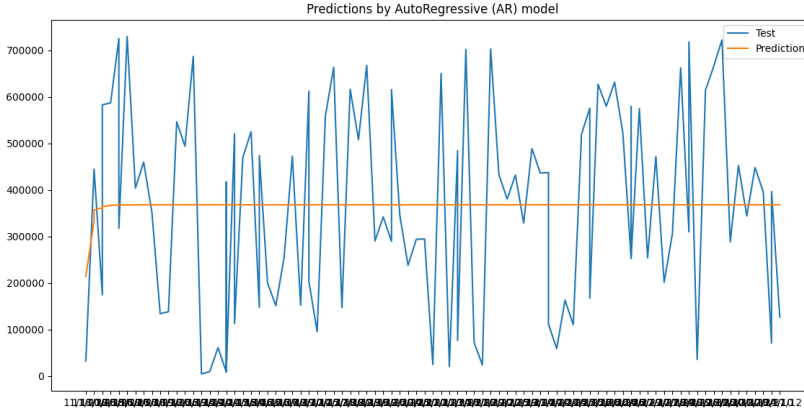


يمثل الشكل البيانات المتعلقة ب Products بعد تطبيق فلتر محدد

تم فلتره البيانات بحيث يتم التنبؤ بالأرباح لمبيعات الملابس في القارة الآسيوية في بلد الصين

أولا باستخدام خوارزمية AUTO REGRESSIVE

Figure 1



x=12/21/12 y=1.95e+05

الشكل يبين نتائج التنبؤ للمثال الثاني باستخدام خوارزمية AutoRegressive

قيم التنبؤ ونسبة الخطأ:

Region	Country	ItemType	SalesChannel	OrderPriority	...	UnitCost	TotalRevenue	TotalCost	TotalProfit	Predictions
2030	Asia	China	Clothes	Online	C ...	35.84	47755.36	15662.08	32093.28	214229.286230
2031	Asia	China	Clothes	Online	H ...	35.84	661799.68	217047.04	444752.64	333244.738002
2032	Asia	China	Clothes	Online	H ...	35.84	661799.68	217047.04	444752.64	350616.688624
2033	Asia	China	Clothes	Online	H ...	35.84	661799.68	217047.04	444752.64	357032.463450
2034	Asia	China	Clothes	Online	H ...	35.84	259977.12	85263.36	174713.76	361994.850459
...
2251	Asia	China	Clothes	Online	L ...	35.84	590330.56	193607.68	396722.88	368134.871440
2252	Asia	China	Clothes	Online	L ...	35.84	105236.64	34513.92	70722.72	368134.871440
2253	Asia	China	Clothes	Online	L ...	35.84	590330.56	193607.68	396722.88	368134.871440
2254	Asia	China	Clothes	Offline	L ...	35.84	188398.72	61788.16	126610.56	368134.871440
2255	Asia	China	Clothes	Offline	L ...	35.84	188398.72	61788.16	126610.56	368134.871440

[226 rows x 15 columns]
AR - Root Mean Square Error (RMSE): 10.319

تم التحسين على الخوارزمية السابقة بإدخال متغيرين هما العائدات والتكاليف

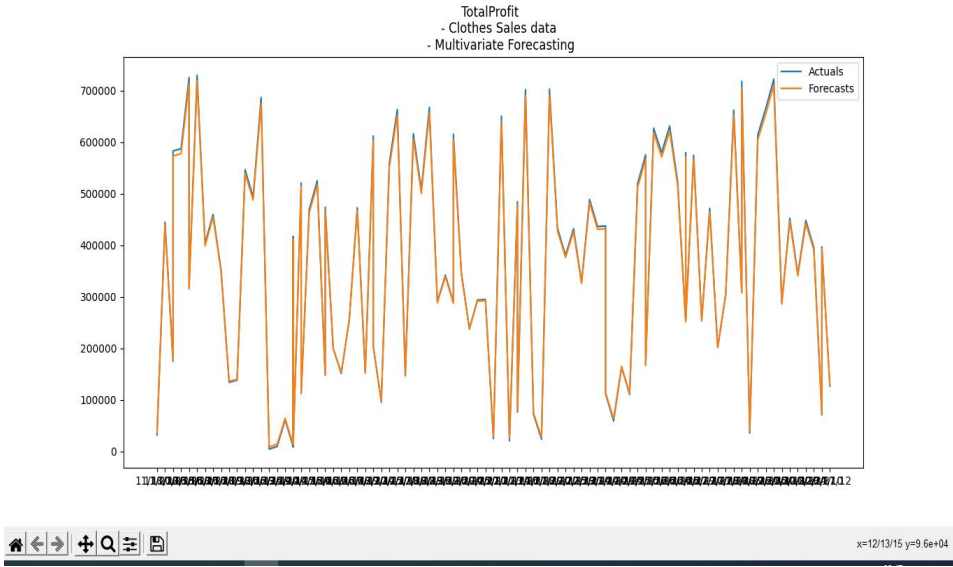
حيث تم استخدام خوارزمية AUTO REGRESSIVE للتنبؤ بالمتغيرين أعلاه ثم تم

إدخال النتيجة إلى خوارزمية XGBOOST

المخطط البياني بعد إدخال النتائج إلى خوارزمية XGBOOST

استخدام القدرات التحليلية للبيانات الضخمة في صنع التقارير المتولدة ذاتيا

Figure 1



الشكل يبين نتائج التنبؤ للمثال الثاني باستخدام خوارزمية xgboost

ونسبة الخطأ

XGBoost - Root Mean Square Error (RMSE): 0.046

1. أثرت سرعة تحليل البيانات باستخدام منصة البيانات الضخمة بشكل مباشر على الحملة التسويقية كما في مثال (Products) وذلك من خلال إتاحة إمكانية تحليل ملايين السجلات وتقديم النتائج في الزمن الحقيقي وبالتالي طرح العروض التسويقية في الزمن الحقيقي بالنسبة لسلوك المستهلك أو مكان وجود الزبائن.
2. تمكن منصة البيانات الضخمة من توليد سمات إضافية للمستخدمين وكان من أهم نتائجها توقع المنتجات الأكثر مبيعا من خلال تحليل سلوك المبيعات

- واستخراج سمات تعبر عن هذه السلوكيات وهو ما يمثل ركيزة أساسية لمعظم الحملات التسويقية.
3. يمكن من خلال منصة البيانات الضخمة بناء نظام متكامل يحقق جميع مراحل دورة حياة البيانات من تحصيل البيانات ومعالجتها وتحليلها وتخزينها وحتى واجهات الويب التي تؤمن سهولة الاستخدام للمختصين.
4. ساهمت منصة البيانات الضخمة في تخفيض تكلفة استخدام العتاد الصلب بشكل كبير وذلك بسبب اعتمادها على استثمار الموارد بطريقة موزعة وبالتالي إمكانية استخدام مخدمات في نهاية عمرها مما يؤدي إلى تخفيض التكاليف عن التكاليف الفعلية.
5. يسهم استخدام بيانات التواصل الاجتماعي في توليد رؤى جديدة للشركات وتحسين جودة المنتجات مع تخفيض في التكاليف مما يسهم في زيادة المبيعات وزيادة القدرة التنافسية للشركات وبالتالي زيادة قيمة المنشأة.
6. إمكانية التنبؤ بالمشاكل قبل حدوثها وتحسين التنبؤ بالأرباح.
7. اهم معوقات انتشار تحليل البيانات الضخمة هو المخاطر المتعلقة بعنصر تحقيق الأمان نتيجة تعدد مصادر وضخامتها وبالتالي صعوبة تخزينها.
8. لم يتم قياس مدى تأثير تحليل البيانات بشكل فعلي على قدرات الديناميكية للشركة لأن البيانات التي تم تحليلها هي بيانات وهمية وليست حقيقية وبالتالي لم يستطع قياس مدى تأثيرها على قدرات الابتكار التزايدية والجزرية.
9. نلاحظ أن خوارزمية `xgboost` قد حققت أداء أفضل من خوارزمية `autoregressive` لاسيما أنها تأخذ عدة مدخلات وبالإضافة إلى نسبة الخطأ الأقل من نظيرتها.

5- الاستنتاجات والتوصيات:

1. زيادة البحث في مجال تحليل البيانات الضخمة في وسائل التواصل الاجتماعي وغيرها لمعرفة أهمية وتأثير هذه البيانات في الوسط المحيط والعمل على زيادة دقة النتائج.
2. إمكانية الاعتماد على النماذج المستخرجة من تحليل البيانات الضخمة لبناء نظام لتوليد العروض بشكل آلي وإعطاء العرض الأفضل بناء على التحليل.
3. يجب على الشركات التي تركز على الزبائن استخدام منصة تحليلات البيانات الضخمة لتحسين العروض المقدمة لزبائنهم والتركيز على توقيت عمل زبائنهم من أجل تحسين أرباحها.
4. إمكانية الاعتماد على منصة البيانات الضخمة في توقع الوقت الأفضل لنشر منتجات معينة بناء على نتائج تحليل سابقة وبالتالي زيادة الأرباح أيضا.
5. إمكانية الاستفادة من منصة البيانات الضخمة في تحديد فرص عمل جديدة وزيادة نمو المنظومات التي تركز على العملاء حيث يظهر اللجوء إلى خدمات جديدة حتى لو قدمت إلى جمهور صغير تمحورا حول العميل ينم عن عقلية مبتكرة.
6. وضع نتائج البحث أمام مختلف المنظمات التي تعتمد في عملها على تحليل البيانات من مصادر مختلفة والتي قد تتجه إلى تطبيق هذا النوع من التقنيات للاستفادة منها كالجهاز الحكومية ومؤسسات الأعمال حيث يمكن أن تستفيد من هذه التحليلات في زيادة أرباحها وتعزيز وضعها التنافسي من خلال معرفة رغبات الزبائن وميولهم وبالتالي توفير منتجات وخدمات بناء على تلك الرغبات، وبالتالي تحقيق رضا العملاء بعيدا عن التخمين والمجازفة.
7. ضرورة قيام الشركات الكبيرة بتوفير الموارد اللازمة وعقد دورات تدريبية لتدريب المختصين على كيفية تحليل البيانات الضخمة كأحد أدوات التحول الرقمي وتوفير سبل أمان المعلومات.

6- المراجع:

1. Constantiou, I. D., & Kallinikos, J. (2015). New games, new rules: big data and the changing context of strategy. *Journal of Information Technology*, 30(1), 44-57.
2. Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C., & Byers, A. H. (2011). Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity.
3. McAfee, A., Brynjolfsson, E., & Davenport, T. H. (2012). Big data: the management revolution. *Harvard Business Review*, 90(10), 60-68.
4. Mikalef, P., & Pateli, A. (2017). Information technology-enabled dynamic capabilities and their indirect effect on competitive performance: Findings from PLS-SEM and fsQCA. *Journal of Business Research*, 70, 1-16.
5. Gupta, M., & George, J. F. (2016). Toward the development of a big data analytics capability. *Information & Management*, 53(8), 1049-1064.
6. Chen, C.P. & Zhang, C. Y. (2014) "Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: A survey on Big Data", *Information Sciences*, pp. 275-314-347.

7. Zhou, J & Chen, P. & Chen, L. & Li, H.X & Zhao, W. (2013) "A collaborative fuzzy clustering algorithm in distributed network environments", IEEE Trans. Fuzzy Syst. PP. 99.
8. Yu Dong, Deng Li. (2011) "Deep learning and its applications to signal and information processing", IEEE Signal Process. Mag. 28 (1) pp. 145–154.
9. J.M. Cavanillas, E. Curry, and W. Wahlster. (2016) New Horizons for a Data-Driven Economy: A Roadmap for Usage and Exploitation of Big Data in Europe: Springer International Publishing, ISBN 9783319215686
10. https://thebusinessprofessor.com/en_US/research-analysis-decision-science/autoregression-definition
11. Chen Tianqi, Guestrin Carlos (2016) XGBoost: A Scalable Tree Boosting System, Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, August 13–17, San Francisco, California, USA.
12. https://en.wikipedia.org/wiki/Root-mean-square_deviation

دراسة دقة تحديد الموقع في شبكة حساسات لاسلكية تحت الماء باستخدام الخوارزمية الجينية

الباحثة: نورا عماد كويس ***

الملخص

تشكل شبكات الحساسات اللاسلكية Wireless Sensors Networks والتي يشار لها اختصاراً WSNs، ثورة علمية في مجال الاتصالات اللاسلكية والنظم المدمجة. تقوم WSN على فكرة الاستغناء عن العامل البشري الذي كان يشكل عائقاً في كثير من الأحيان لعدم إمكانيته التواجد في الأماكن التي توضع فيها هذه الشبكات وخاصة إذا استلزم جمع المعلومات زمناً طويلاً، حيث يمكن نشر عقد الحساسات اللاسلكية تحت الماء من أجل المراقبة والاستكشاف ولأجل الحماية من الكوارث، وهذا ما يسمى شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء (UWSNs) Under Water Wireless Sensor Networks.

تم في هذا البحث دراسة كيفية تغير بارامترات الخوارزمية الجينية عند تحديد مواقع الحساسات تحت الماء، منها نسبة الخطأ، عدد العقد في الشبكة بالإضافة إلى الزمن المستغرق في التنفيذ.

الكلمات المفتاحية: شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء، الخوارزمية الجينية، تغير الدقة، عدد العقد في الشبكة.

*** حاصلة على درجة الماجستير في هندسة تكنولوجيا الاتصالات - من قسم هندسة تكنولوجيا الاتصالات - في كلية هندسة المعلومات والاتصالات - جامعة طرطوس - سوريا

Studying the accuracy of positioning in a network of wireless underwater sensors using the genetic algorithm

Noura Emad Kwaes ***

□ ABSTRACT □

Wireless Sensors Networks (WSNs) are a scientific revolution in wireless communications and embedded systems.

WSN is based on the idea of abandon the human factor, which was often an obstacle because it was not possible to be in the places where these networks are placed, especially if the collection of information required a long time, Underwater wireless sensor nodes can be deployed for monitoring , exploration , and for disaster protection, and this is what is called Underwater Wireless Sensor Networks (UWSNs).

In this paper, we will study how the parameters of the genetic algorithm change when locating sensors under water, Including the error rate, the number of nodes in the network and the time taken to implement.

Keywords: Underwater Wireless Sensor Networks, Genetic Algorithm, Change of Accuracy, the Number of Nodes in the Network.

*** Master Degree, from Communication Technology Engineering Department, Information and communication Technology Engineering , Tartous University, Syria

1- مقدمة

تقدم شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء تطبيقات عديدة مثل مراقبة التلوث وتجنب الكوارث والمساعدة في الملاحة البحرية وغيرها من التطبيقات الهامة في حياة الإنسان ، كما حلت هذه الشبكات بديلاً عن الإنسان في استكشاف أعماق البحار والمحيطات والتي تعد غير آمنة إضافة إلى صعوبة التنقل فيها والبقاء لفترة طويلة ، وبالتالي تمّ استبدال أجهزة مراقبة المحيط التقليدية الكبيرة والمكلفة والفردية بأجهزة تحسس صغيرة تحت سطح الماء قادرة على الاتصال ببعضها البعض من خلال إشارات صوتية ، حيث أن الترددات الراديوية لا تنتشر بشكل جيد في بيئة تحت الماء لذلك نستخدم القنوات الصوتية.

2- أهمية البحث وأهدافه

يعدّ تموضع عقد الحساسات تحت الماء أحد أهم التقنيات لأنه يلعب دوراً مهماً في العديد من التطبيقات، ويعود ذلك للفائدة المكتسبة من معرفة مواقع العقد في تسهيل عمل الشبكة بشكل عام حيث أن أهمية معلومات مواقع العقد تأتي من السهولة التي تقدمها هذه المعلومات في عمليات التوجيه والتحكم بالشبكة [3] ، وبمعنى آخر "حدوث الظاهرة دون معرفة موقعها أقل أهمية أو ليس له معنى أحياناً.

يهدف هذا البحث إلى دراسة تغير البارامترات في شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء بعد تحديد مواقع العقد في الشبكة باستخدام الخوارزمية الجينية [11].

3- طرائق البحث ومواده

قمنا في هذا البحث باختبار دقة الخوارزمية الجينية عند تحديد مواقع العقد المنشورة في شبكات حساسات لاسلكية تحت الماء باستخدام عدد من عقد المرساة. توجد العديد من برامج المحاكاة العاملة مع شبكات الحساسات اللاسلكية، مثل NS2 و OMNET++

وغيرها، ولكن تم اختيار خوارزمية تعتمد على العمليات الحسابية لذلك تم استخدام برنامج MATLAB (Matrix Laboratory) الذي يعتمد على لغة برمجة عالية المستوى ويوفر بيئة متكاملة من الحساب الرقمي والرسومات مما جعله الأنسب في هذا البحث[11].

4- أنواع العقد في شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء

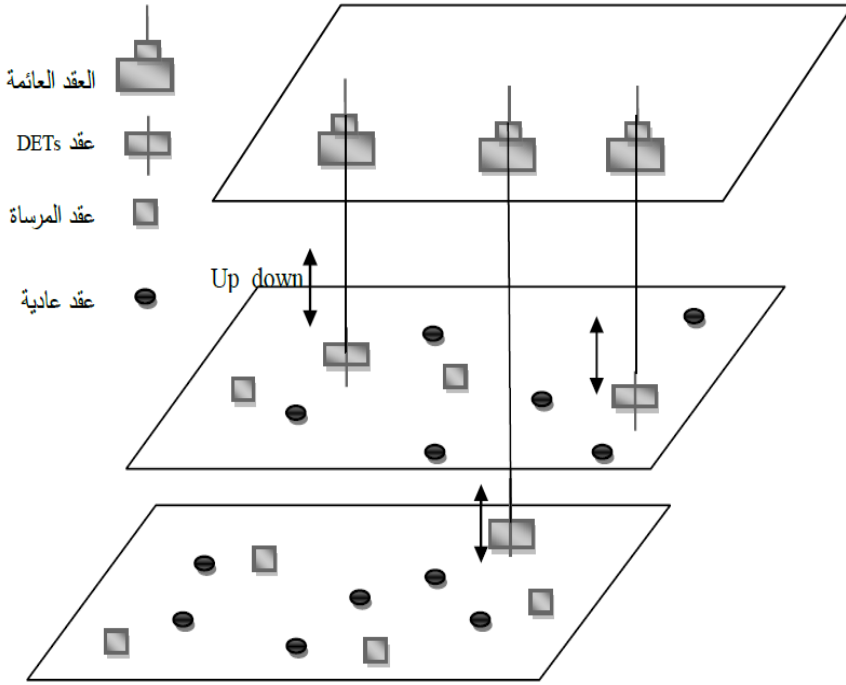
تتكون شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء بشكل رئيسي من أربعة أنواع من العقد[12] كما في الشكل(1):

4-1العقد العائمة: هي عقد مثبتة على سطح الماء ، و مجهزة ب GPS ، تلعب دوراً هاماً في الملاحة والتوجيه.

4-2عقد مرسله/مستقبلة صاعدة منفصلة: تتكون هذه العقد بشكل أساسي من مصعد وأجهزة إرسال واستقبال صوتية. يساعد المصعد العقدة في الارتفاع أو الغطس بشكل عمودي في الماء، أما جهاز الإرسال والاستقبال فيتصل مع عقد المرساة على أعماق مختلفة.

4-3عقد المرساة: دورها الأساسي هو المساعدة في تحديد مواقع عقد الحساسات العادية.

4-4عقد الحساسات العادية: مهمتها الأساسية هي تحسس الوسط المحيط، وقد صممت بحيث تستهلك طاقة منخفضة.



الشكل (1) أنواع عقد الحساسات اللاسلكية تحت الماء

5- الخوارزمية الجينية (GA) Genetic Algorithm

تعدّ الخوارزمية الجينية خوارزمية تحسين عالمية مستمدة من التطور والانتقاء الطبيعي، تم طرحها من قبل جون هولاند وطلابه في جامعة ميتشيغان في عام 1975م وتستند إلى نظرية داروين البيولوجية التي هي "البقاء للأصلح" ومبدأ التغيير الجيني ل Mendel وهو "التطور الجيني البيولوجي الذي يحدث أساساً في الكروموسوم، وتمثل الاستغلال الذكي للبحث العشوائي داخل مساحة بحث محددة لحل مشكلة ما.

تعمل GA مع بارامترات مشفرة وليس مع البارامترات نفسها، ويتم استخدام الجينات لتمثيل البارامترات المشفرة، يمكن تمثيل وتشفير البارامترات في GA بطرق مختلفة مثل

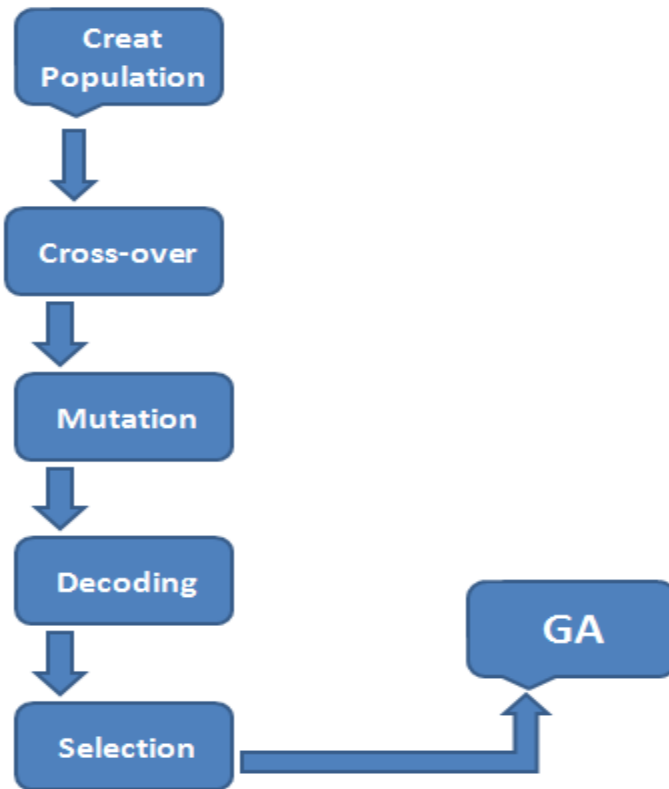
ثنائي أو عشري أو أي قاعدة أخرى ، تسمى مجموعة محددة سلفاً من الجينات كروموسوماً. تتعامل الخوارزمية مع مجموعة من الأفراد ، حيث يمثل كل فرد حلاً محتملاً ممثلاً ككروموسوم، كل مجموعة تتطور من خلال عدد من الأجيال حيث يتم تطبيق وظيفة التطابق على كل عضو (كروموسوم) من الأفراد [13].

بنية الكروموسوم: كل حساس أو عقدة في الشبكة لها 3 إحداثيات هما x و y و z وبالتالي يتكون كروموسومنا من 3 جينات ، أحدهما للمحور x والآخر للمحور y والثالث للمحور z والتي تمثل طول وعرض وعمق العقدة.

5-1 الفكرة الأساسية للخوارزمية الجينية

- (1) إنتاج السكان الأصليين عشوائياً والذين عدد أفرادهم ثابت (N).
- (2) إنتاج الجيل القادم من خلال العبور والتغير والطفرة بين الأفراد.
- (3) تشكيل السكان الجدد للأفراد N من الجيل 2.
- (4) إنتاج السكان التاليين عن طريق تكرار الخطوة 2 و 3 حتى الحصول على الفرد الذي يستوفي الشروط.

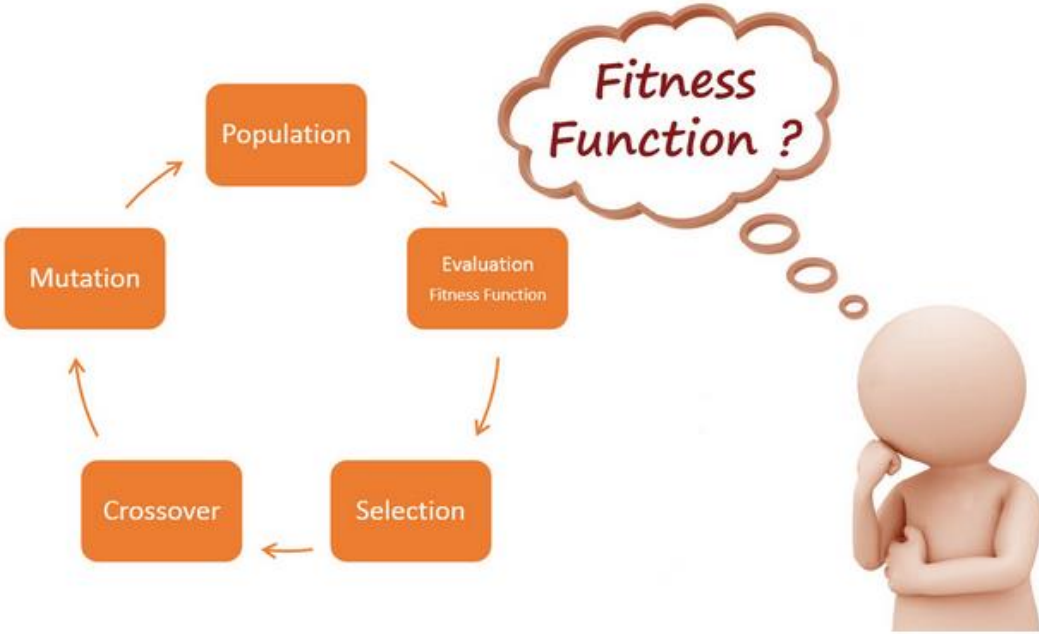
يبين الشكل (2) المخطط الصندوقي لمراحل الخوارزمية الجينية:



الشكل (2) المخطط الصندوقي لمراحل الخوارزمية الجينية

5-2 تابع التطابق (Fitness Function)

- كيفية تعريف دالة التطابق في الخوارزمية الجينية؟



الشكل (3) تابع التطابق

- ما هي دالة التطابق ؟

تقوم دالة التطابق (المعروفة أيضًا باسم دالة التقييم) بتقييم مدى قرب حل معين من الحل الأمثل للمشكلة المطلوبة (إنه يحدد مدى ملائمة الحل).

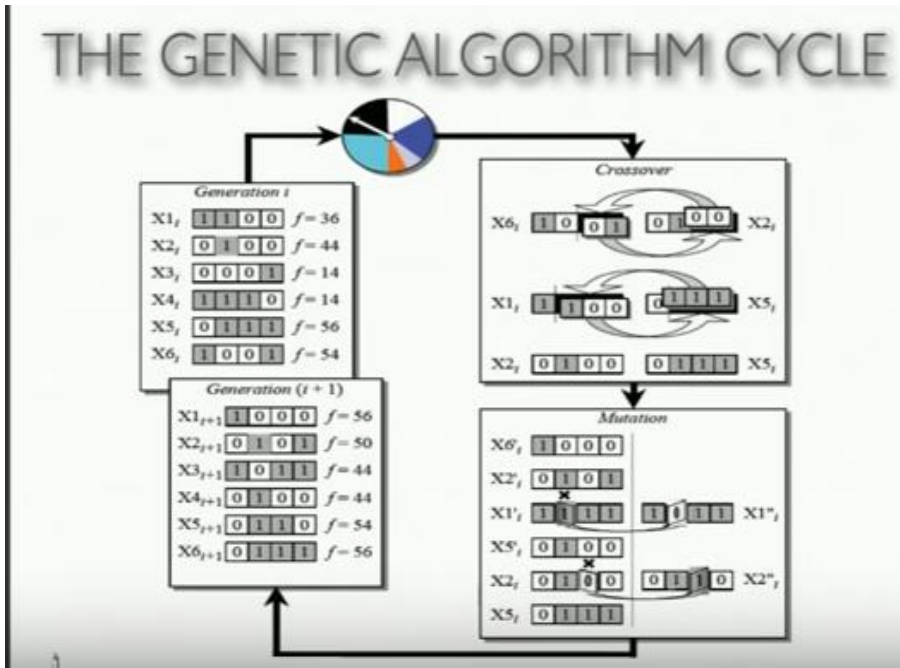
- لماذا نستخدم دالة التطابق ؟

في الخوارزميات الجينية ، يتم تمثيل كل حل بشكل عام كسلسلة من الأرقام الثنائية ، والمعروفة باسم كروموسوم، علينا اختبار هذه الحلول والتوصل إلى أفضل مجموعة من الحلول لحل مشكلة معينة. لذلك ، يجب منح كل حل درجة ، للإشارة إلى مدى قرب من

تلبية المواصفات العامة للحل المطلوب، يتم إنشاء هذه النتيجة من خلال تطبيق دالة التطابق على النتائج التي تم الحصول عليها من الحل المختبر.

3-5 دورة عمل الخوارزمية الجينية

تمرّ الخوارزمية الجينية بثلاث مراحل هي الاختيار (Selection) والنقاط (CrossOver) والطفرة (Mutation) كما في الشكل (4)



الشكل (4) دورة عمل الخوارزمية الجينية

3-5-1 الاختيار (Selection): هناك عدة طرق للاختيار ، في هذا البحث استخدمنا

طريقة عجلة الروليت.

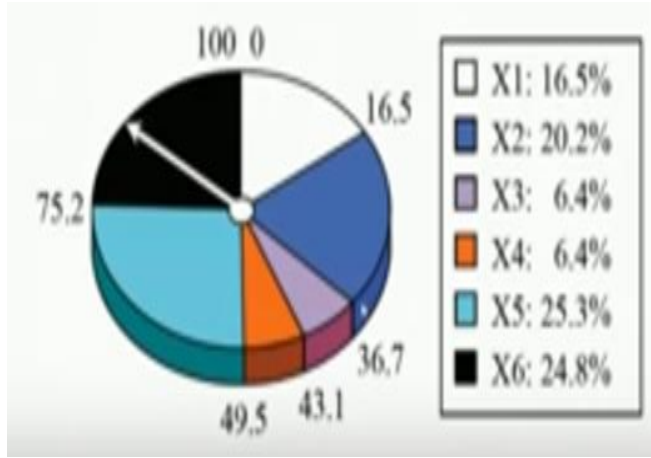
- roulette wheel selection (RWS) : هو أسهل وأبسط طريقة للتنفيذ ويستهلك

أقل قدر من الوقت.

تعطى احتمالية اختيار فرد من الوالدين للتقاطع أو لحصول crossover بينهما بالعلاقة التالية:

$$p(i) = \frac{f(i)}{\sum_{j=1}^n f(j)}$$

أو من الممكن أن يتم الاختيار بشكل عشوائي عن طريق عجلة الروليت ، كمثال على ذلك الشكل (5) التالي :

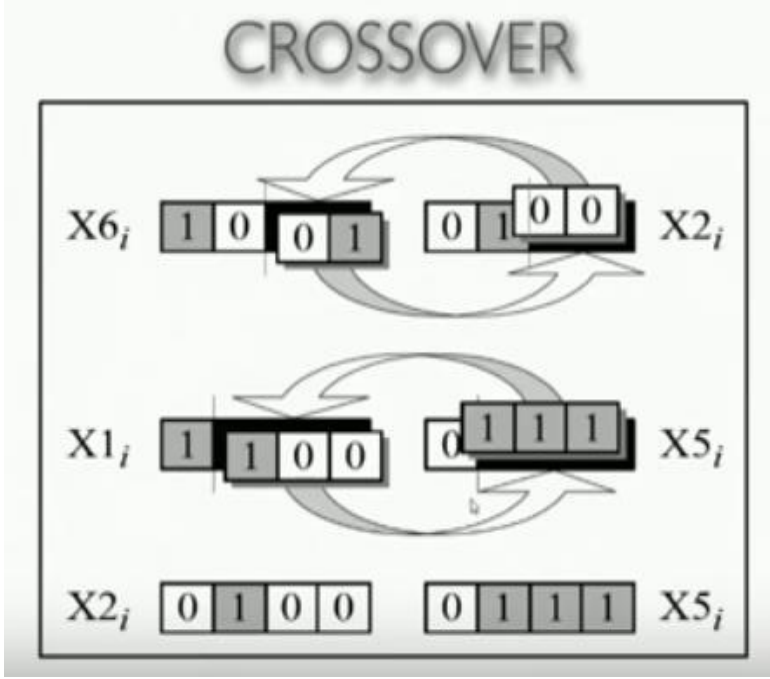


الشكل (5) طريقة عجلة الروليت

حيث أن السهم الأبيض سوف يدور بشكل عشوائي ويقف عند لون معين ، ومن المنطق أن الذي نسبته أكبر أي مساحته أو قيمته أعلى سوف تكون فرصة اختياره أكبر .

5-3-2 التقاطع (Crossover): هي عملية تبادل عشوائي للبيانات بين حلين أو كروموسومين بناءً على قيم عشوائية لاحتمالات حدوثه ، حيث أن البرنامج سوف يعطي قيم عشوائية لاحتمالات حدوث crossover أي probability of crossover ونرمزها pc وتكون بقيم صغيرة جداً ، فإذا كانت x مثلاً ، حيث x هي قيمة ال fitness value لكروموسوم معين أصغر من pc يحصل crossover

وإلا تبقى الجينات على حالها وتمر الكروموسومات للجيل التالي بدون حدوث أي تغيير في بناتها.



الشكل (6) التقاطع

5-3-3 الطفرة (Mutation): هي تغيير بت معين في كروموسوم من الصفر للواحد أو العكس بناءً على قيم عشوائية لاحتمالات حدوثه ، حيث أن البرنامج سوف يعطي قيم عشوائية لاحتمالات حدوث mutation أي probability of mutation ونرمزها pm وتكون بقيم صغيرة جداً ، فإذا كانت x مثلاً ، حيث x هي قيمة ال fitness value لكروموسوم معين أصغر من pm يحصل mutation وإلا تبقى الجينات على حالها وتمر الكروموسومات للجيل التالي بدون حدوث أي تغيير في بناتها.

MUTATION

<i>Generation (i + 1)</i>					
$X1_{i+1}$	1	0	0	0	$f = 56$
$X2_{i+1}$	0	1	0	1	$f = 50$
$X3_{i+1}$	1	0	1	1	$f = 44$
$X4_{i+1}$	0	1	0	0	$f = 44$
$X5_{i+1}$	0	1	1	0	$f = 54$
$X6_{i+1}$	0	1	1	1	$f = 56$

الشكل (7) الطفرة

6- النموذج المقترح

يقوم النظام المقترح بزرع الخوارزمية الجينية ضمن الحساسات بحيث تصبح قادرة على إرسال موقعها إلى العقد الطافية.

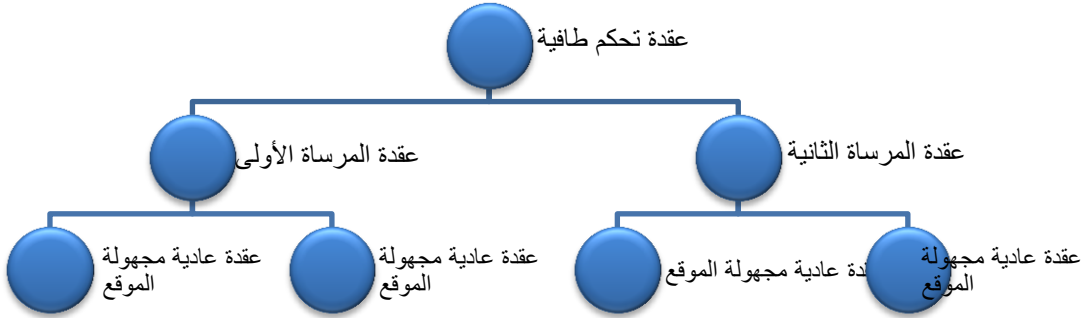
سندرس الحالة بوجود عدة عقد مرصاة لنرى تأثير عدد العقد على بعض البارامترات في الخوارزمية.

1-6 مخطط الشبكة

يظهر الشكل (8) سيناريو العمل للشبكة التي نعمل عليها والذي يتكون من:

- عقدة طافية لها مهام التحكم والمراقبة .

- عقدة أو عقدتين أو ثلاثة أو أربعة تعمل كعقد مرصاة ومكانها محدد تماماً ومعلوم.
- عدة عقد موزعة عشوائياً يطلب تحديد مواقعها في أية لحظة .



الشكل (8) سيناريو العمل للشبكة

6-2 معلومات شبكة الاتصال

- 1- عدد الحساسات : 4 حساسات أو أكثر تمثل العقد غير المتموضعة مرمزة من S1 وحتى S4.
- 2- نقطة التنسيق (Service Access Point) : نقطة وحيدة تمثلها العقدة الطافية.
- 3- قناة الاتصال : شبكة لاسلكية تعتمد الأمواج فوق الصوتية (UAN).
- 4- تقنية الاتصال : أمواج فوق صوتية انتشارها طولي.
- 5- ضياعات الانتشار : تحسب وفق Standard propagation loss Model.
- 6- نمط الطاقة : طاقة إرسال عظمى 40dBm- (الأمواج تحت الماء صوتية فقط).

7- نمط الاتصال : الاتصال نشط عند الحاجة.

8- مكان تواجد الشبكة: بيئة بحرية ضياعات الإرسال والاستقبال تحكمها عوامل العمق ولزوجة المياه والبعد.

9- بنية الشبكة (Network topology) : هرمي.

6-3 النتائج والمناقشة

في هذا البحث يتم زراعة الخوارزمية الجينية ضمن الحساسات بحيث تصبح قادرة على إرسال موقعها إلى العقد الطافية، سندرس تغير الدقة وغيرها من البارامترات بزيادة عدد عقد المرساة [14].

6-3-1 دراسة تغير بارامترات الخوارزمية على دقة تحديد الموقع

بعد أن وجدنا أن استخدام أربع نقاط مرساة سيعطي أفضل دقة في تحديد موقع الحساس [14] سندرس تأثير بعض بارامترات الخوارزمية على هذه الحالة بالتحديد (وجود أربع نقاط مرساة).

6-3-2 تغير الدقة بتغير حجم العينة الأولى

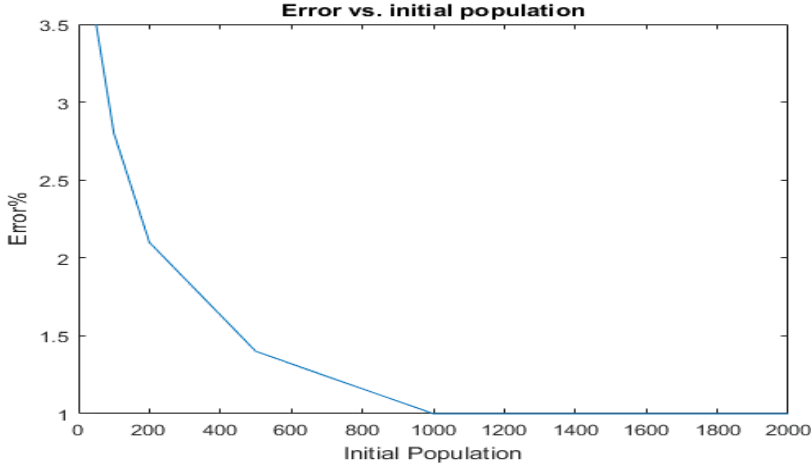
تم تنفيذ الخوارزمية بحجم عينة 50,100,200,500,1000,2000 فرداً لإيجاد إحدائيات حساس مجهول الموقع بالنسبة للخوارزمية لكن افتراضياً يقع في المكان (14,14,14) وكانت النتائج كالتالي:

جدول (1) نسبة الخطأ والزمن المستغرق بتغير تعداد العينة الأساسية

Initial pop	X	Y	Z	Error(%)	Time(sec)
50	14	11	13	3.5	2.76
100	12	15	15	2.8	2.91
200	13	13	13	2.1	3.25
500	15	13	14	1.4	4.3
1000	13	14	14	1	7.7
2000	14	14	13	1	14.2

نلاحظ أن دقة الخوارزمية ترتفع بشكل ملحوظ عند تعداد أولي للعينة يفوق 200 بينما لا تغيير يذكر فوق 1000 .

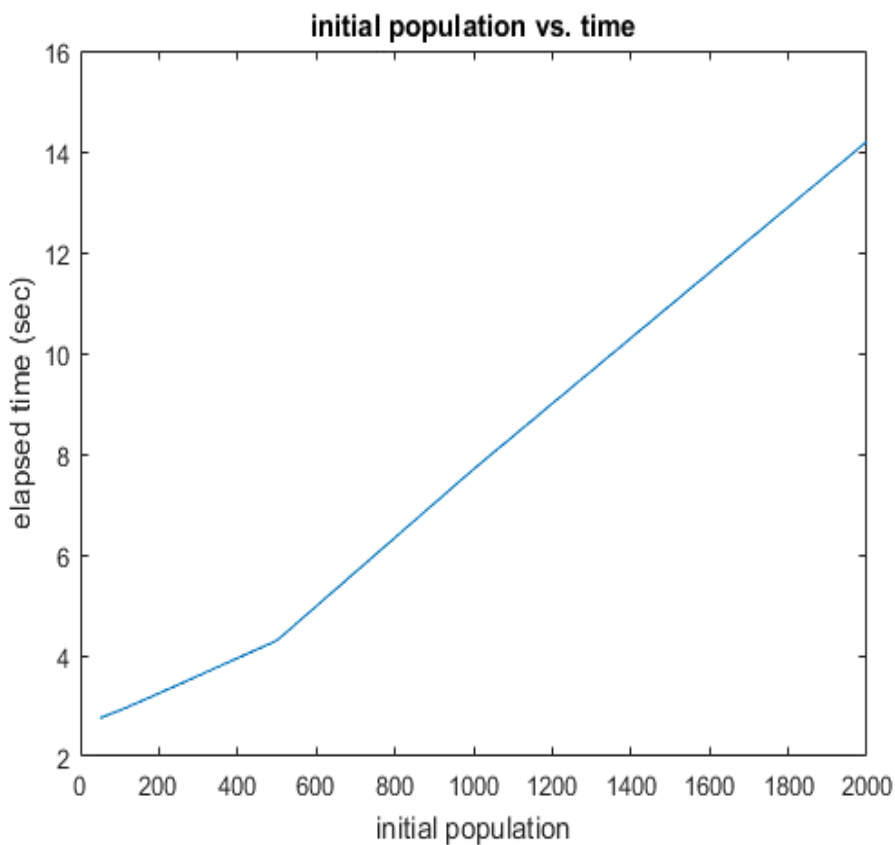
3-3-6 تغير نسبة الخطأ بتغير حجم العينة الأولي



الشكل (9) نسبة الخطأ مع تغير عدد أفراد العينة الأولية

نلاحظ أن نسبة الخطأ تزداد بزيادة عدد أفراد العينة.

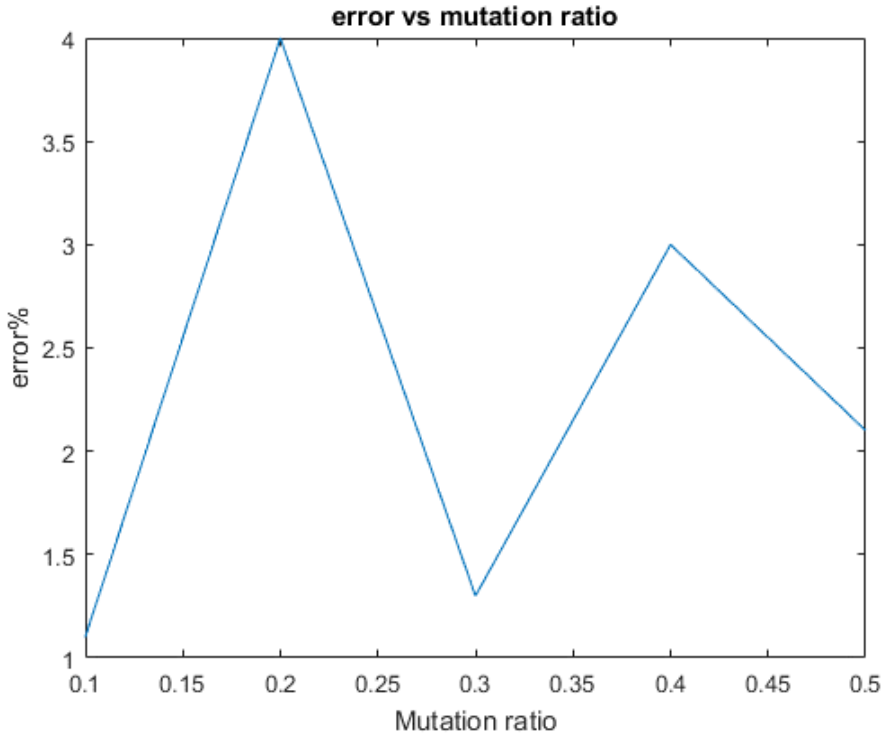
6-3-4 تغير الزمن بتغير حجم العينة الأولي



الشكل (10) الزمن المستغرق للتنفيذ بتغير عدد أفراد العينة

نلاحظ أنه كلما زاد عدد أفراد العينة كلما زاد الزمن المستغرق في التنفيذ.

6-3-5 تغير الدقة بتغير نسبة إحداث الطفرات



الشكل (11) تغير الدقة

لم تؤثر نسبة حدوث الطفرات على الدقة بشكل واضح حيث أن الخطأ أحياناً يزداد بزيادة نسبة حدوث الطفرة وأحياناً أخرى ينقص وبالتالي يمكن استعمال أية نسبة.

7- الخلاصة

أدى استخدام الخوارزمية الجينية إلى تحديد موقع حساس مجهول المكان اعتماداً على وجود عقد مرساة معلومة الموقع .

الدقة التي حصلنا عليها دقة جيدة جداً في معظم تطبيقات البيئة البحرية و هي بالتأكيد أقل تكلفة من استخدام الطرق عالية الدقة مثل الأقمار الصناعية.

8- الاستنتاجات والتوصيات

في هذا البحث ، تم دراسة تغيير بارمترات الدقة والزمن عند تحديد الموقع الأمثل لعقد مجهولة المكان في شبكة حساسات لاسلكية تحت الماء بواسطة الخوارزمية الجينية، حيث يمكن تحديد إحداثيات العقد المجهولة بالشبكة (طول-عرض-عمق) واختيار الموقع الأفضل لهذه العقد وذلك من خلال الانتقال من جيل إلى آخر وحذف القيم أو الإحداثيات غير المناسبة وصولاً للجيل الأخير الذي يحقق المطلوب ، وكل هذه العمليات تنجزها الخوارزمية الجينية خلال زمن قياسي. تبين النتائج أن:

- 1- الخوارزمية الحالية تعطي أعلى دقة مع حد أدنى للخطأ .
- 2- وتشير النتيجة أيضاً إلى أن الخوارزمية الجينية تقدم أفضل تقدير للموقع و بأقل زمن تنفيذ.
- 3- تؤدي الزيادة الإضافية في عقدة المرساة إلى زيادة الوقت ولكنها لا تحسن الدقة.
- 4- تساعد تلك الخوارزمية على إنقاص الزمن و تحقيق الموقع الأفضل.
- 5- يمكننا القول أن تموضع العقد في شبكة الحساسات اللاسلكية تحت الماء لا يزال يمثل تحدياً مهماً.

9- المراجع

[1] MohsinMurad, Adil A. Sheikh, Muhammad Asif Manzoor, EmadFelemban, and

SaadQaisar, "A Survey on Current Underwater Acoustic Sensor Network Applications", *International Journal of Computer Theory and Engineering*, 7(1): 51-56, February 2015.

[2] Zenia, N.Z.; Aseeri, M.; Ahmed, M.R.; Chowdhury, Z.I.; Shamim Kaiser, M. Energy-efficiency and Reliability in MAC and Routing Protocols for Underwater Wireless Sensor Network. *J. Netw. Comput. Appl.* 2016, -72, 71, 85.

[3] Pervaiz, K.; Wahid, A.; Sajid, M.; Khizar, M.; Khan, Z.A.; Qasim, U.; Javaid, N. DEAC: Depth and Energy Aware Cooperative Routing Protocol for Underwater Wireless Sensor Networks. In *Proceedings of the 2016 10th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS)*, Fukuoka, Japan, 6–8 July 2016; pp. 150–158.

[4] S. Sadowski and P. Spachos, "RSSI-based indoor localization with the Internet of things," *IEEE Access*, vol. 6, pp. 30149–30161, 2013.

[5] Liu, L.; Wu, J.; Zhu, Z. Multihops fitting approach for node localization in underwater wireless sensor networks. *Int. J. Distrib. Sens. Netw.* 2015, 2015, 1–11.

[6] S. Tomic, M. Beko, M. Tuba, and V. M. F Correia, "Target localization in NLOS environments using RSS and TOA measurements," *IEEE Wireless Communications Letters*, vol. 7, no. 6, pp. 1062–1065, 2018. [View at Publisher](#) · [View at Google Scholar](#) · [View at Scopus](#)

[7] E. Erdemir and T. E. Tuncer, "Path planning for mobile-anchor based wireless sensor network localization: static and dynamic schemes," *Ad Hoc Networks*, vol. 77, pp. 1–10, 2018. [View at Publisher](#) · [View at Google Scholar](#) · [View at Scopus](#)

[8] Y. Chen, S. Lu, J. Chen, and T. Ren, "Node localization algorithm of wireless sensor networks with mobile beacon node," Peer-to-Peer Networking and Applications, vol. 10, no. 3, pp. 1–13, 2016. View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus

[9] T. Das and S. Roy, "Energy efficient and event driven mobility model in mobile WSN," in Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Networks & Telecommunications Systems, pp. 1–6, Kolkata, India, December 2015.

[10] F. Despaux, K. Jaffrès-Runser, A. V. D. Bossche, and T. Val, "Accurate and platform-agnostic time-of-flight estimation in ultra-wide band," in Proceeding of the 27th IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, pp. 1–7, Valencia, Spain, September 2016.

[11] Pohlheim, H.: Genetic and Evolutionary Algorithm Toolbox for use with Matlab - Documentation. Technical www.geatbx.com.

[12] M. Maala "Performance Study of APS Algorithm for position Determination in Underwater Wireless Sensor Networks", Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (38) No. (3) 2016

[13] [12] Xinyu WANG, Ziwen SUN, Zhicheng JI "Genetic Algorithm for Wireless Sensor Network Localization With Level-based Reliability Scheme" Journal of Computational Information Systems 9: 16 (2013) 6479–6486.

[14] علي احمد، ناجي محمد، نورا كويس. استخدام الخوارزمية الجينية في تحديد موقع عقدة [14] بالاستفادة من قوة الإشارة المرسله وزاوية الوصول ، مجلة جامعة طرطوس، المجلد (الرابع) ، العدد (التاسع) ، 2020.

تصميم نظام بالاعتماد على الشبكات العصبونية

العميقة للتعرف إلى الأرقام الهندية المحررة

بخط اليد

طالب الدراسات العليا: علياء عيد كلية: الهمك - جامعة: البعث

الدكتور المشرف: بسيم عمران

الملخص

يعد التعرف إلى الأرقام من القضايا المعيارية لخوارزميات التعرف، ويعتبر التعرف إلى الأرقام العربية (الهندية) المحررة بخط اليد من التحديات المهمة في الكثير من التطبيقات ومجالات الحياة، منها الشبكات المصرفية، التطبيقات التجارية،... الخ. تتفاقم مشكلة التعرف إلى الأرقام المحررة بخط اليد بالمقارنة مع مشكلة التعرف إلى الأرقام المطبوعة، بسبب الاختلاف في أشكال وأحجام الأحرف ونمط الكتابة من شخص إلى آخر. بالنظر إلى النقاط السابقة تم في هذا البحث تصميم نظام تعرف جديد باستخدام الشبكات العصبونية العميقة، قادر على التعرف إلى الأرقام المكتوبة بخط اليد باستخدام لغة البرمجة بايثون وبرنامج Pycharm، كما تم تدريبه واختباره باستخدام مجموعة البيانات المعيارية MADbase المكونة من 70000 صورة لأرقام عربية كتبها 700 شخص، قاعدة البيانات مقسمة إلى مجموعة تدريب مكونة من 60.000 صورة ومجموعة اختبار مكونة من 10000. كما تمت مقارنته مع طرق تعرف باستخدام الخوارزميات والشبكات العصبونية المشابهة وخوارزميات التعلم الآلي الكلاسيكية.

الكلمات المفتاحية: التعرف إلى الأرقام، التصنيف، الشبكات العصبونية، التعلم العميق، معالجة صورة.

Design a system based on deep neural networks to recognize handwritten Indian numbers

Abstract

Recognizing numbers is one of the standard issues for recognition algorithms. Recognizing handwritten Arabic (Indian) numbers is one of the important challenges in many applications and areas of life, including banking, commercial applications, ...etc. The problem of recognizing handwritten numbers is exacerbated compared to the problem of recognizing printed numbers, due to the difference in the shapes and sizes of letters and writing style from one person to another. Considering the previous points, in this research a new recognition system was designed using deep neural networks, capable of recognizing handwritten numbers using the programming language Python and Pycharm program, and it was trained and tested using the MADbase standard data set consisting of 70,000 images of Arabic numerals written by 700 people. the database is divided into a training set of 60,000 images and a test set of 10,000. It has also been compared with methods known using algorithms, similar neural networks, and classic machine learning algorithms.

Keywords: Recognize numbers, classification, neural networks, deep learning, image processing.

1. مقدمة Introduction

يُطبق التعرف الآلي على نطاق واسع في العديد من جوانب الحياة اليومية، مثل التعرف إلى الوجه والتعرف إلى بصمات الأصابع والتعرف إلى الأرقام، ومع التطور الرقمي أصبحت الطرق الرئيسية للتواصل هي الإنترنت والهواتف المحمولة، حيث تُستخدم الخدمات الرقمية في كل جانب من جوانب حياتنا تقريباً. بالرغم من ذلك لا تزال هناك بعض الأنشطة والمهام اليومية التي تعتمد على طرق الاتصال التقليدية، مثل استخدام الورقة والقلم. لذلك يمكن أن يوفر التعرف الآلي إلى خط اليد الوقت والجهد بلا شك، ويعد التعرف على الأرقام المكتوبة بخط اليد أحد أكثر التطبيقات نجاحاً في التعرف الآلي على الأنماط حيث تم تنفيذ معظم هذه التطبيقات على أرقام عربية، لأنها أكثر أنظمة الترقيم شهرة في العالم. ومع ذلك تستخدم الأرقام الهندية على نطاق واسع في بعض البلدان في العالم.

يعد التعرف إلى خط اليد أحد أصعب المهام بسبب الاختلافات في نمط وأسلوب الكتابة. نظراً لأهمية التعرف الآلي إلى خط اليد من كونه نظام ذكي يمكن من خلاله التعرف إلى الأرقام المكتوبة بخط اليد في العديد من التطبيقات مثل التحقق من الشيكات المصرفية، والأعمال التجارية، وقراءة العناوين البريدية، وتطبيقات إدخال البيانات، ... الخ، وتعد هذه أمثلة قليلة^[1]، فإنه يعد أحد المجالات التي تحظى باهتمام العديد من الباحثين من أجل تطوير خوارزميات وزيادة معدل التعرف، حيث يمثل الإدراك الصحيح للنصوص الرياضية المكتوبة بخط اليد مهمة أكثر صعوبة، وعلى مدار السنوات القليلة الماضية كان التعلم العميق أكثر المجالات التي تم البحث عنها في التعلم الآلي^[2].

يركز هذا البحث على جزء التعرف إلى الأرقام الهندية المكتوبة بخط اليد والذي يواجه العديد من التحديات، منها صعوبة كتابة الأرقام الهندية وقواعد البيانات العامة الكبيرة، حيث يوجد دعم قليل جداً لاستخراج الأرقام الهندية من الصور أو المستندات، وعلى

الرغم من أنه يمكن لأدوات التحويل أن تحول الصور إلى تنسيقات أخرى مثل المستند النصي إلا أنها تفشل في حال كانت مكتوبة باللغة الهندية، ويعزى ذلك إلى نمط الكتابة المتصل للأحرف العربية وصعوبة تجزئتها. في هذا البحث تم استخدام الشبكات العصبونية العميقة للتعرف إلى الأرقام الهندية الفردية المكتوبة بخط اليد، ومن خلال عدد مختلف من السيناريوهات والتجارب، تم إثبات أنه يمكن تحقيق معدلات تعرف عالية جداً في هذا النطاق باستخدام تقنيات التعلم الآلي^[2].

2. هدف البحث Search Goal

يهدف هذا البحث إلى تصميم نظام فعال وذو كفاءة عالية للتعرف إلى الأرقام الهندية الفردية المستخدمة محلياً والمحررة بخط يد، بالاعتماد على تقنيات التعلم الآلي وبالتحديد الشبكات العصبونية العميقة ومعالجة الصورة.

3. أهمية البحث Research Importance

يُمكن هذا البحث من قراءة الأرقام الهندية الفردية المحررة بخط يد والمندولة بكثرة في حياتنا اليومية في جداول أو ضمن نصوص بشكل أكثر دقة وبالتالي أقل خطأ، مما يساهم في تعزيز التحول الرقمي في الخدمات اليومية.

4. المواد وطرائق البحث Materials and Research Methods

لإنجاز البحث تم استخدام المواد التالية:

1. برنامج PyCharm ومكتباته لكتابة البرامج اللازمة
2. لغة البرمجة python لتصميم النظام المقترح.
3. مجموعة البيانات المعيارية MAD base لتدريب واختبار النموذج المقترح.

5. الدراسات المرجعية Reference Studies

قام العديد من الباحثين والمطورين بتطوير أدوات للتعرف على الاحرف الأجنبية والأرقام العربية من المستندات والصور تبعاً للطلب. هذه الأدوات التي تم تطويرها في الأصل لتعمل حصرياً على تعبيرات رياضية مفردة، وربما متعددة الأسطر تم تحديدها مسبقاً في مستند PDF او في صورته، تم توسيعها لتعمل على صفحات كاملة من المستندات عن طريق إضافة دعم لتحليل التخطيط وتقسيم الرياضيات من النص العادي، ولكن بالرغم من التطور والدعم الكبير الا ان الجهود المبذولة تقتصر على أحرف اللغة الأجنبية فقط.

ركز (Sharif et all ; 2019) بهذه الدراسة على التغلب على اثنتين من القيود الرئيسية للأعمال الحالية والتي هي تنوع البيانات وطريقة التعلم الفعالة، ومن ثم تم دمج مجموعات الأرقام العربية الحالية في مجموعة بيانات واحدة وتم زيادتها لإدخال تنوع البيانات. علاوة على ذلك تم اقتراح نموذج عميق جديد لاستغلال عينات البيانات المتنوعة لمجموعة البيانات الموحدة. يستخدم النموذج العميق المقترح ميزات الحافة منخفضة المستوى، يتفوق النموذج المقترح على أحدث أساليب تصنيف الأرقام المكتوبة بخط اليد باللغة العربية ويحصل على دقة تصل إلى 99.59% في مرحلة التحقق^[3].

قام (Atsushi et all ; 2019) بتسجيل اختراعه والذي هو عبارة عن نظام لمعالجة الصور القديمة والمشوهة واستخراج البيانات منها وتخزينها في مستند، يتألف هذا النظام من جهاز معالجة المعلومات متصل عبر ناقل النظام بوحدة التحكم، وحدة التشغيل، وحدة قراءة المستندات، وحدة التخزين، وحدة الطباعة. يقوم النظام بتصنيف الصور الى صور تحتوي على صورة فقط او صورة تحتوي على نص فقط او صورة تحتوي على صورة ونص. وفي حال كانت الصورة تحتوي على نص يقوم بمعالجة الصورة لاستخراج بيانات النص وتخزينها في مستند جديد. النظام المصمم يهتم بحارف اللغة الإنكليزية فقط (الاحرف فقط A-Z)، أي انه غير مهيب للتعامل مع الحارف الخاصة الحسائية او

المنطقية او التعبيرية بالإضافة الا انه لا يتعامل مع اللغات الأخرى ولا مع الأرقام بكل اللغات^[4].

اقترح (Pratik et all ; 2020) البنى القائمة على CNN للتعرف على الأرقام العربية المكتوبة بخط اليد، لقد قمنا أيضاً بتطوير مجموعة بيانات أرقام عربية مكتوبة بخط اليد باستخدام عمليات مورفو المنطقية المختلفة على مجموعة بيانات موجودة وبالتالي زيادة حجم مجموعة البيانات من 3000 إلى 72000 صورة. لقد منح تعديل بنية CNN المقترحة سابقاً دقة قدرها 98.91% وهو ما يمكن مقارنته بأحدث النتائج الموجودة في مجال التعرف على الأرقام العربية المكتوبة بخط اليد^[5].

قدم (Shenggu et all ; 2021) نظاماً للتعرف على الأرقام العربية المكتوبة بخط اليد صفر إلى تسعة (0-9) باستخدام نهج الشبكة العصبية الاحتمالية (PNN)، يمكن لهذا النظام لتعرف على المدخلات المكتوبة بخط اليد والأرقام العربية المستوردة خارجياً في الوقت الفعلي، بما في ذلك عمليتان للمعالجة المسبقة للصور والتعرف عليها. تشارك المعالجة المسبقة للصور التطبيع والتوسع لتكبير خصائص الصورة لسهولة التعرف عليها، تتضمن عملية التعرف حساب مسافة الوضع، والتي يمكن أن تساعد في الحصول على تطابق التشابه بين نموذج المصفوفة ومصفوفة التعلم، وفقاً لمطابقة التشابه سيتم تصنيف مصفوفة ميزة الإدخال إلى أحد الأرقام العشرة. تستخدم هذه الدراسة MATLAB لإنشاء واجهة رسومية سهلة التشغيل، النظام جيد الأداء وقابلية التوسع القوية، والتي أسست منصة تجريبية بسيطة لمزيد من الدراسة المتعمقة للتعرف على الأرقام العربية المكتوبة بخط اليد^[6].

6. الأرقام الهندية والتعرف عليها

Indian Numbers and Recognition

نظام العد الهندي هو نظام عد عشري ويتمثل في الأرقام الهندية ويستخدمها العرب الآن، وترجع أصوله إلى القرن التاسع الميلادي والأرقام العربية التي نستخدمها هي (١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩) حيث يتم التحدث باللغة العربية في جميع أنحاء العالم العربي وهي خامس أكثر اللغات شعبية في العالم تعد اللغة العربية واحدة من اللغات الرئيسية في العالم. يتم التحدث بها في مناطق عديدة بما في ذلك شمال إفريقيا ومعظم شبه الجزيرة العربية وأجزاء أخرى من الشرق الأوسط. يتحدث حوالي 500 مليون شخص بهذه اللغة العربية هي اللغة الرسمية لحوالي 24 دولة مثل سوريا والجزائر والبحرين ومصر وغيرها وكذلك اللغة الوطنية لمالي والسنغال والصومال وأكثر من ذلك هي لغة الإسلام ، على الرغم من وجود بعض البرامج المتاحة تجاريًا، خاصة للتعرف على الأحرف المطبوعة لبعض اللغات، إلا أن النجاح لم يمتد بعد إلى الأحرف المكتوبة بخط اليد، يمكن لتقنية التعرف على الأرقام العربية المكتوبة بخط اليد أن تساهم بشكل كبير في تطوير نظام التعرف الضوئي على الحروف الكامل، لذلك لا يزال التعرف الضوئي على الأرقام المكتوبة بخط اليد مجالاً نشطاً للبحث، تم تنفيذ معظم الأعمال السابقة المتعلقة بالتعرف الضوئي على الحروف للنص العربي باستخدام الأحرف المطبوعة [7].

يوضح الشكل (1) عينات من الأرقام العربية (الهندية) من 0 إلى 9.



الشكل (1) الأرقام الهندية من 0 إلى 9

7. التعلم العميق deep learning

تتكون نماذج التعلم العميق من شبكات عميقة متنوعة منها خاضع للإشراف مثل الشبكات العصبونية العميقة DNNS وشبكات موجزة عميقة DBNs والشبكات العصبونية الانتقافية CNNs والشبكات العصبونية التكرارية RNNs ومنها غير خاضع للإشراف مثل المشفرات التلقائية Auto encoder وآلات بولتزمان المقيدة RBMs. تتعلم نماذج التعلم العميق مباشرة تمثيلات الميزات من البيانات الأصلية مثل الصور والنصوص دون الحاجة إلى هندسة الميزات اليدوية. وبالتالي يمكن تنفيذ طرق التعلم الآلي بطريقة شاملة. وبالنسبة لمجموعة البيانات الكبيرة تتمتع أساليب التعلم العميق بميزة كبيرة في التعامل معها [4]. يعرض الجدول (1) مقارنة بين خوارزميات التعلم العميق المختلفة.

7.1 بارامترات تقييم البحث

يوجد مجموعة من البارامترات لتقييم البحث، إلا أن معظم الأبحاث اعتمدت على بارامتر الدقة Accuracy والذي يعبر عن نسبة عدد الأرقام التي تم التعرف إليها بشكل صحيح الى قاعدة الاختبار بأكملها، والذي بحسب من العلاقة التالية:

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

حيث أن:

TP : يشير الى عدد الأرقام التي تم تعرف إليها بشكل صحيح.

FP: يشير الى عدد الأرقام التي تم التعرف اليها بشكل خاطئ.

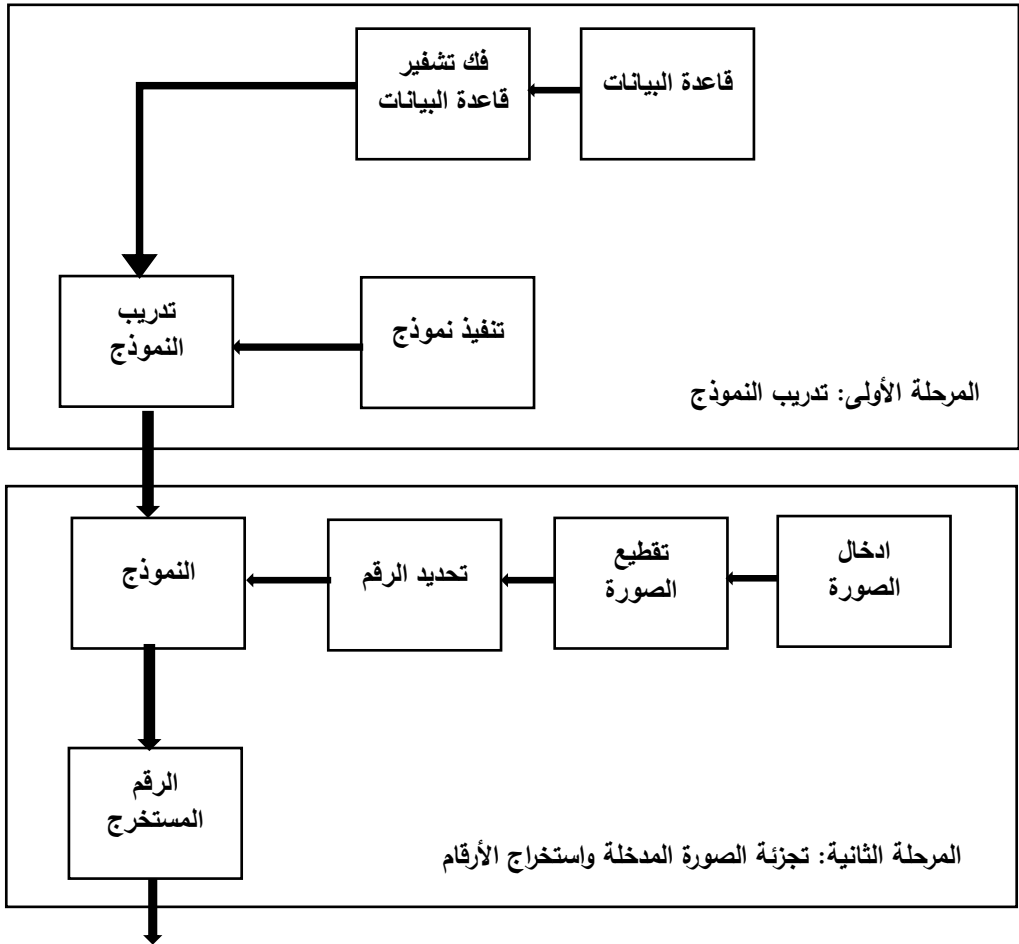
جدول (1) مقارنة بين خوارزميات التعلم العميق.

المهام	خاضع للإشراف أو غير خاضع للإشراف	أنواع البيانات المناسبة	الخوارزميات
استخراج الميزة خاصية التخفيض تقليل الضجيج	غير خاضع للإشراف	البيانات الخام شعاع الميزات	Auto encoder
استخراج الميزة خاصية التخفيض تقليل الضجيج	غير خاضع للإشراف	شعاع الميزات	RBM
استخراج الميزة التصنيف	خاضع للإشراف	شعاع الميزات	DBN
استخراج الميزة التصنيف	خاضع للإشراف	شعاع الميزات	DNN
استخراج الميزة التصنيف	خاضع للإشراف	البيانات الخام شعاع الميزات المصفوفات	CNN
استخراج الميزة التصنيف	خاضع للإشراف	البيانات الخام شعاع الميزات	RNN

8. تصميم نظام التعرف الى الأرقام الهندية

Indian Numeral Recognition System Design

يتكون النظام المقترح بشكل رئيسي من مرحلتين، المرحلة الأولى تهتم بمعالجة قاعدة البيانات وتصميم نموذج التعلم العميق وتدريبه، بينما تهتم المرحلة الثانية بمعالجة الصورة المدخلة واستخراج الرقم الموجود ضمن الصورة واختبار النموذج المصمم مسبقاً كما يوضح الشكل (2).

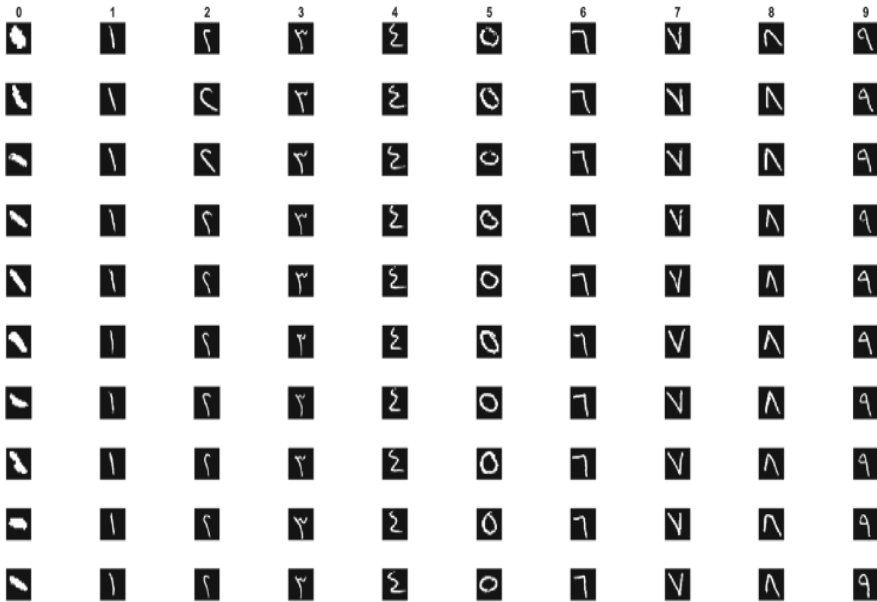


الشكل (2) المخطط الصندوقي للنظام المقترح.

8.1. قاعدة البيانات المستخدمة Database Used

قاعدة بيانات المستخدمة في هذا البحث هي MADBase وهي نسخة معدلة من ADBase والتي لها نفس تنسيق معيار MNIST. يتكون كل من ADBase و MADBase من 70000 رقم كتبها 700 كاتب. كتب كل كاتب كل رقم (من 0 إلى 9) عشر مرات، وذلك لضمان تضمين أساليب الكتابة المختلفة.

تم جمع قاعدة البيانات من مؤسسات مختلفة: كليات الهندسة والقانون، وكلية الطب، والجامعة المفتوحة (التي يمتد طلابها إلى مجموعة واسعة من الأعمار)، ومدرسة ثانوية، ومؤسسة حكومية، يتم تقسيم قواعد البيانات إلى مجموعتين: مجموعة تدريب (60.000 رقم إلى 6000 صورة لكل رقم) ومجموعة اختبار (10000 رقم إلى 1000 صورة لكل رقم). يعرض الشكل عينات من صور التدريب والاختبار لقاعدة بيانات MADBase.



الشكل (3) عينات من صور التدريب والاختبار لقاعدة البيانات MADBase

8.2. تصميم نموذج التصنيف Classification Model Design

اقترح الباحث في هذا البحث تصميم نظام تصنيف للأرقام الهندية، يتكون من شبكة عصبونية عميقة مدمجة مع منظومة معالجة أولية للصورة واستخراج السمات منها، بحيث يمكن للنظام المقترح استقبال الصور بشكل مباشر.

الشبكة العصبونية العميقة المقترحة تتكون من ثلاث طبقات، الطبقتين الأولى والثانية تحتوي كل منهما على 100 عصبون، أما الطبقة الثالثة الأخيرة فهي طبقة الخرج والتي تحتوي على 10 عصبونات. أما منظومة المعالجة الأولية للصورة واستخراج السمات فتتكون من 5 طبقات، طبقتين لتطبيق المرشحات وطبقتين لاختزال المصفوفات وطبقة تسطيح. ونظراً للحجم الكبير للبنية المقترحة فلا يمكن وضع مخطط توضيحي لها حيث يتم بناء طبقة الدخل من خلال طبقة Conv2D وهي الطبقة التي يمكن من خلالها بناء الشبكة العصبونية العميقة:

```
model.add(Conv2D(32, (3, 3), activation='relu',
kernel_initializer='he_uniform', input_shape=(img_rows, img_cols,
1)))
```

أي أنه يتم تطبيق 32 مرشح بحجم (3*3) على الصورة المدخلة، وبخطوة افتراضية (1,1) وبحشو افتراضي valid ، وبشكل أبعاد الصورة الافتراضي أي أن عدد القنوات اللونية للصور يتم تمثيلها في البعد الأخير، و دالة التنشيط 'relu' وهي اختصار لـ (Rectified Linear Unit) هي من أشهر دوال التنشيط المستخدمة وتتكون من دالتين خطيتين و مع بعضهما تكونان الدالة غير الخطية:

$$\begin{cases} 0 & \text{if } x \leq 0 \\ x & \text{if } x > 0 \end{cases}$$

نوع التهيئة التي سيتم فيها تهيئة المرشح هو 'he_uniform'. وأخيراً لتحديد حجم الصور التي سيتم تقديمها وهو (1,32,32). خرج هذه الطبقة يتم حسابه بالاعتماد على المعادلات التالية:

$$\text{new_col}=(\text{col}-2*\text{p}+\text{f})/\text{strides} + 1$$

$$\text{new_row}=(\text{row}-2*\text{p}+\text{f})/\text{strides} + 1$$

$$\text{new_col}=\text{new_row}=32-3+1=30$$

يُمرر خرج طبقة Conv2D الى طبقة MaxPooling والتي تستخدم لاختزال أبعاد المصفوفة من (30 * 30) الى (15*15)، والسبب الأول لأستخدام هذه الطبقة هو أنها تقوم بتخفيف العبء الحسابي. والسبب الثاني هو الضبط الزائد "Reducing overfitting" فهي تساعد في الحد من الضبط الزائد، من خلال التركيز على البكسلات الأعلى قيمة وتتجاهل البكسلات الأقل قيمة، وبالتالي تكون تعليمة اضافة طبقة MaxPooling2D بحجم نافذه (2,2) هي:

$$\text{model.add(MaxPooling2D((2, 2)))}$$

ومن ثم يتم تطبيق 64 مرشح على خرج الطبقة السابقة بحجم (3*3) وبخطوة افتراضية (1,1) وبحشو افتراضي valid ، وبشكل أبعاد الصورة الافتراضي أي أن عدد القنوات اللونية للصور يتم تمثيلها في البعد الأخير، و دالة التنشيط 'relu'، ونوع التهيئة التي سيتم فيها تهيئة المرشح هو 'he_uniform'. خرج هذه الطبقة يتم حسابه بالاعتماد على المعادلات المذكورة سابقا كما يلي:

$$\text{new_col}=\text{new_row}=15-3+1=13$$

وعدد المرشحات يصبح عدد القنوات ويساوي الى 64، وتكون التعليمة كالتالي:

$$\text{model.add(Conv2D(64, (3, 3), activation='relu', kernel_initializer='he_uniform'))}$$

ومن ثم يتم اختزال ابعاد المصفوفة الى (6*6) بإضافة طبقة MaxPooling2D وبحجم نافذه (2,2) كما يلي:

```
model.add(MaxPooling2D((2, 2)))
```

خرج الطبقة MaxPooling2D هو (6, 6, 64) لإدخال البيانات الى طبقة Dense يجب أن تكون البيانات ثنائية البعد لذلك نحتاج الى إضافة طبقة التسطيح flatten في البداية ومن ثم اضافة طبقة Dense والتي هي مجرد طبقة مكونة من وحدات منتظمة نسميها العصبونات. يتلقى كل عصبون مدخلات من جميع الخلايا السابقة، وبالتالي نقول عنها "متصلة بكثافة" أو "Densely Connected". ويكون خرج الطبقة مساوياً الى عدد العصبونات في الطبقة، وبالتالي لإضافة طبقات خفية الى الشبكة نستخدم التعليمات التالية:

```
model.add(Flatten())
```

```
model.add(Dense(100, activation='relu',
```

```
kernel_initializer='he_uniform'))
```

```
model.add(Dense(100, activation='relu',
```

```
kernel_initializer='he_uniform'))
```

طبقة الخرج عبارة عن طبقة Dense مكونه من 10 عصبونات حيث كل عصبون يقابل رقم ضمن المجال [0-9] ، ولكل عصبون تابع التنشيط softmax وهي دالة رياضية مدخلاتها شعاع من الأعداد، وخرجها شعاع من القيم الاحتمالية، أي تقوم بتحويل متجه الأعداد إلى متجه احتمالي، حيث تتناسب احتمالات كل قيمة مع المقياس النسبي لكل قيمة في المتجه. وتستخدم لمهام التصنيف

المتعدد ولها الشكل التالي:

$$\text{Softmax}(x_i) = \frac{\exp(x_i)}{\sum_j \exp(x_j)}$$

بذلك تكون تعليمة إضافة طبقة الخرج للشبكة هي:

```
model.add(Dense(10, activation='softmax'))
```

يوضح الشكل (4) بنية الشبكة المصممة، كما يوضح الجدول (2) ملخص لبيانات الشبكة المصممة.

طبقة الدخل وتطبيق المرشحات (الصورة)	Conv2D 32 (3,3)
	'relu'
طبقة خفية لاخترال المصفوفة	MaxPooling (2,2)
طبقة خفية لتطبيق المرشحات	Conv2D 64 (3,3)
	'relu'
طبقة لاخترال المصفوفة	MaxPooling (2,2)
طبقة التسطيح	Flatten
طبقة خفية تحتوي 100 عصبون	Dense (100)
	'relu'
طبقة خفية تحتوي 100 عصبون	Dense (100)
	'relu'
طبقة الخرج	Dense (10)
	Softmax

الشكل (4) بنية الشبكة العصبونية العميقة المصممة

جدول (2) بيانات الشبكة المصممة

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d (Conv2D)	(None, 30, 30, 32)	320
max_pooling2d (MaxPooling2D)	(None, 15, 15, 32)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 13, 13, 64)	18496
max_pooling2d_1 (MaxPooling2)	(None, 6, 6, 64)	0
flatten (Flatten)	(None, 2304)	0
dense (Dense)	(None, 100)	230500
dense_1 (Dense)	(None, 100)	10100
dense_2 (Dense)	(None, 10)	1010

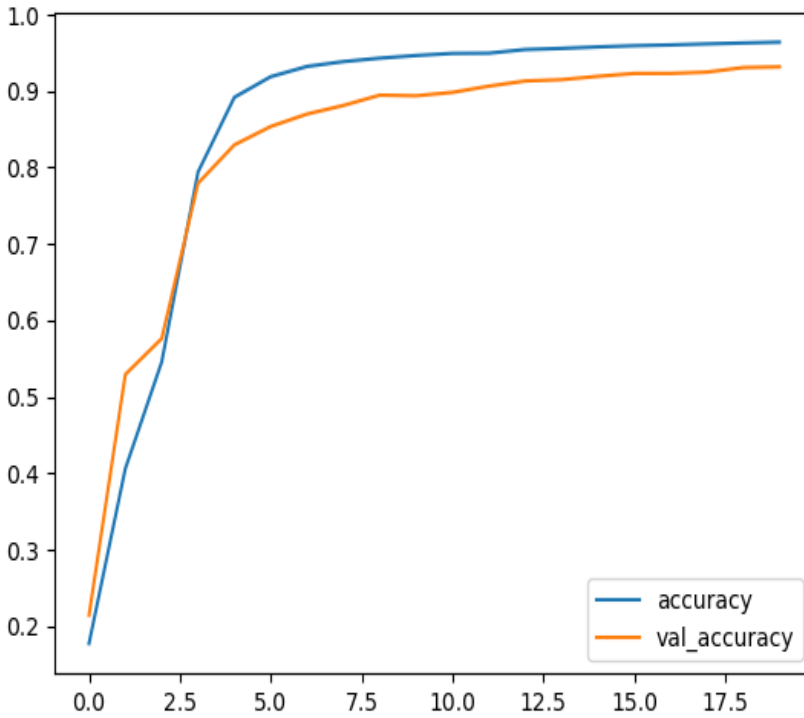
Total params: 260,426

Trainable params: 260,426

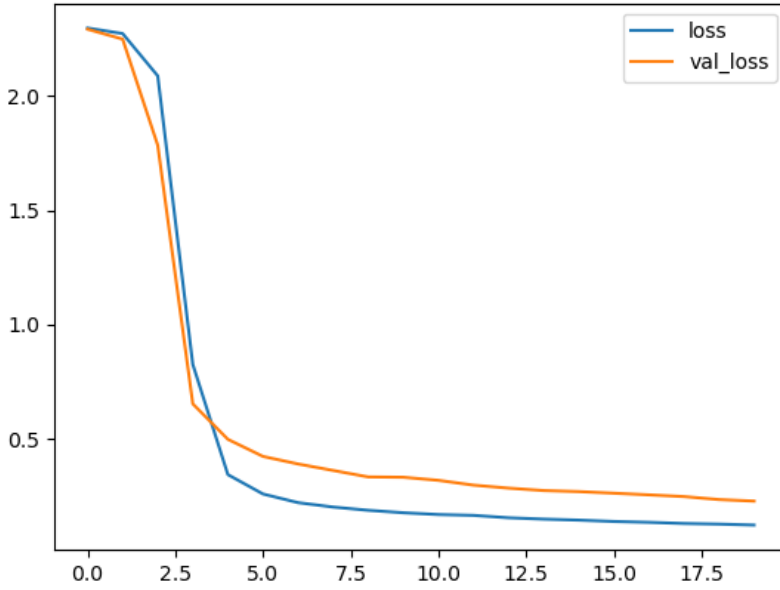
Non-trainable params: 0

8.3. تدريب النموذج Model Training

يوضح الشكل (5) دقة التدريب ودقة التحقق خلال تدريب الشبكة على أول 20 زوج من البيانات، من الجدير بالذكر انه تم تدريب النموذج على 100 زوج من البيانات تم تطبيقهم على خمس مراحل كل مرحلة تضم 20 زوج. يوضح الشكل (6) معدل الخسارة للاختبار والتحقق خلال أول 20 زوج من البيانات أثناء تدريب الشبكة.



الشكل (5) دقة الاختبار والتحقق



الشكل (6) معدل الخسارة للاختبار والتحقق

8.4. نتائج التنفيذ Implementation Results

إن عينات التدريب مقسمه الى 6000 صورة لكل رقم لتشكل في النهاية مجموعة التدريب المكونة من 60000 صورة للأرقام العشرة ، كما تتألف مجموعة الاختبار من 1000 صورة لكل رقم لتشكل مجموعة الاختبار المكونة من 10000 صورة.

يوضح الشكل (7) مصفوفة الارتباك المعبرة عن دقة تدريب النموذج لكل رقم من الأرقام، تعبر مصفوفة الارتباك عن عدد مرات التعرف الصحيحة والخاطئة لكل عدد من الاعداد. يوضح الشكل (8) مصفوفة الارتباك المعبرة عن دقة تحقق النموذج لكل رقم من الأرقام.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Acc
0	5976	13	0	0	0	9	2	0	0	0	99.6%
1	6	5979	0	0	0	0	5	0	0	10	99.65%
2	8	7	5964	0	0	5	8	2	0	0	99.4%
3	0	12	0	5981	0	0	7	0	0	0	99.68%
4	8	0	14	0	5974	0	4	0	0	0	99.56%
5	13	9	0	0	0	5976	2	0	0	0	99.6%
6	1	9	2	3	2	0	5982	0	0	1	99.7%
7	0	5	0	0	3	0	2	5986	4	0	99.76%
8	0	6	0	0	0	0	6	4	5981	3	99.68%
9	7	7	0	0	0	3	7	0	0	5976	99.6%

الشكل (7) مصفوفة الارتباك لدقة التدريب

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Acc
0	995	3	0	0	0	1	1	0	0	0	99.5 %
1	3	993	0	0	0	0	2	0	0	2	99.3%
2	1	2	994	0	0	2	1	0	0	0	99.4%
3	0	3	0	996	0	0	1	0	0	0	99.6%
4	1	0	3	0	995	0	0	0	1	0	99.5%
5	2	3	0	0	0	992	1	0	1	1	99.2%
6	0	2	0	0	1	0	996	0	0	1	99.6%
7	0	1	1	0	1	0	1	993	2	1	99.3%
8	1	2	0	0	1	0	2	1	991	2	99.1
9	1	3	0	0	0	1	1	0	0	994	99.4%

الشكل (8) مصفوفة الارتباك لدقة التحقق

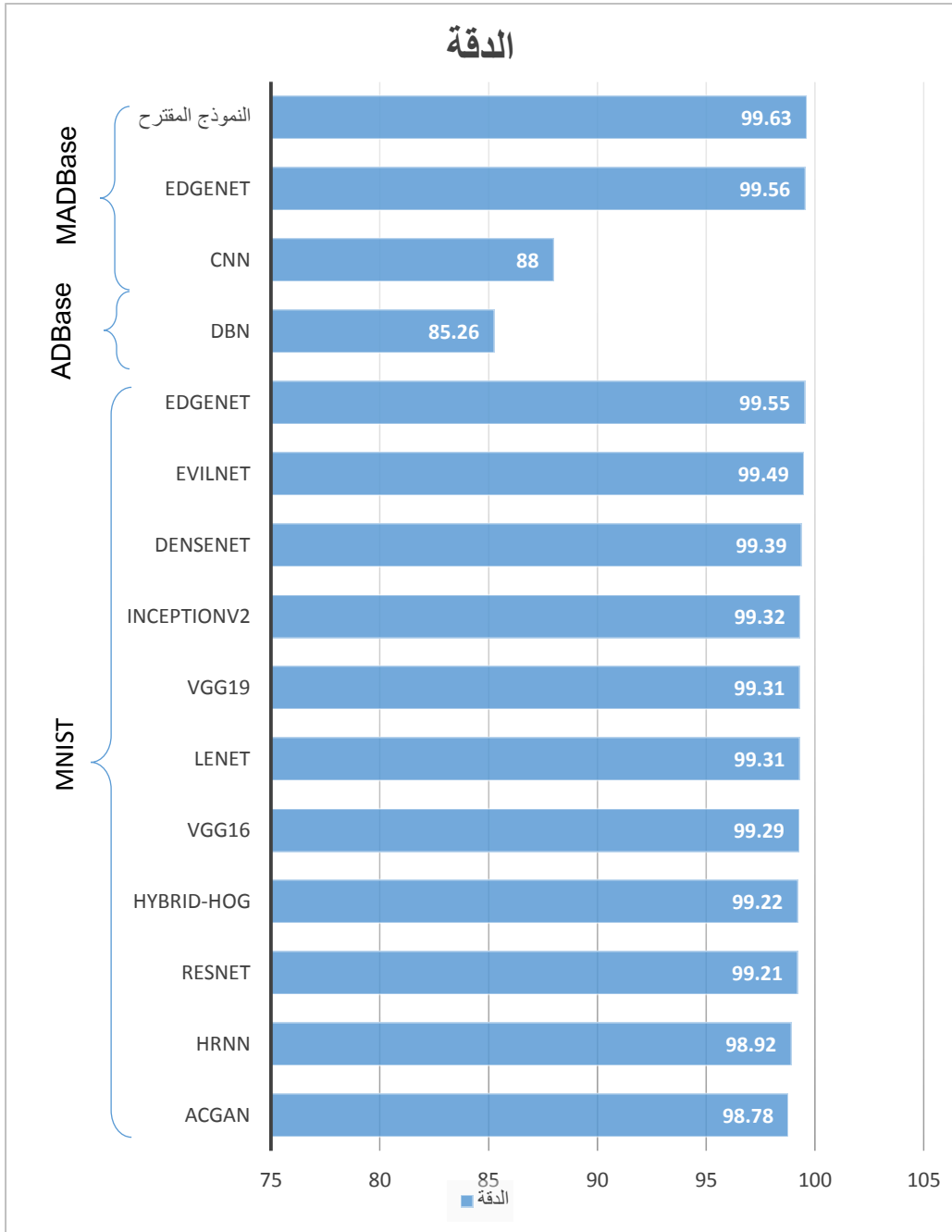
8.5. مقارنة النتائج Compare Results

النموذج المقترح تم تدريبه واختباره على قاعدة البيانات MADBase ، وبما أن قاعدة MADBase لها نفس تنسيق قاعدة MNIST لذلك سيتم مقارنة نتائج تنفيذ النموذج المقترح مع النماذج والخوارزميات المطبقة على كلتا القاعدتين كما يوضح الجدول (3) والشكل (9).

جدول (3) مقارنة دقة التعرف للدراسات مع النموذج المقترح

بنية الشبكة	قاعدة البيانات	دقة التعرف (%)
ACGAN	MNIST	98.78
HRNN		98.92
ResNet		99.21
Hybrid-HOG		99.22
VGG16		99.29
LeNet		99.31
VGG19		99.31
InceptionV2		99.32
Densenet		99.39
EvilNet		99.49
EdgeNet		99.55
DBN	ADBase	85.26
CNN	MADBase	88
EdgeNet		99.56
النموذج المقترح		99.63

الشكل (9) مقارنة دقة التعرف للدراسات مع النموذج المقترح.



نلاحظ من مقارنة النتائج السابقة تفوق النموذج المقترح على النماذج السابقة بالنسبة للنماذج المصممة على كل من قاعدة البيانات MNIST و ADBase و MADBase، يعزى هذا التفوق إلى بنية الشبكة المصممة حيث يتم تطبيق عدد من المرشحات على مرحلتين، كما يتم تخفيف العبء الحسابي على الشبكة المصممة على مرحلتين أيضاً، مما يعطي قابلية تعلم أكثر كفاءة للشبكة المصممة. كما يلاحظ من مصفوفة الارتباك أن نسبة الخطأ تأتي بشكل أساسي من الالتباس بين كل من الرقم 0 والرقم 5، الرقم 7 والرقم 1، الرقم 8 والرقم 1.

9. الاستنتاجات والتوصيات Conclusions and Recommendations

أثبتت الشبكات العصبونية العميقة كفاءتها في مجال التعرف على الأرقام الهندية المحررة بخط اليد، وكون هذه القضية تعد معيار أساسي للمقارنة بين خوارزميات التعرف والتصنيف، فإن الشبكات العصبونية العميقة من أكثر التقنيات والخوارزميات كفاءة في مجال التعرف، ويمكن زيادة دقة التعرف من خلال إضافة مرحلة إضافية تعمل كمعالجة مسبقة للصور، كما يمكن تطوير النموذج للتعرف على الأرقام الطويلة.

10. المراجع Reference

1. Mahmoud, S. (2008). Recognition of writer-independent off-line handwritten Arabic (Indian) numerals using hidden Markov models. *Signal Processing*, 88(4), 844–857.
2. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *nature*, 521(7553), 436–444
3. Sharif, S. M. A., Mujtaba, G., & Uddin, S. M. (2019). EdgeNet: A novel approach for Arabic numeral classification. arXiv preprint arXiv:1908.02254.
4. Liu, H., Lang, B. 2019 – Machine Learning and Deep Learning Methods for Intrusion Detection Systems: A Survey, Applied Sciences , VOL.9(20), PP.4396
5. Ahamed, P., Kundu, S., Khan, T., Bhateja, V., Sarkar, R., & Mollah, A. F. (2020). Handwritten Arabic numerals recognition using convolutional neural network. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 11(11), 5445–5457.

6. Tang, Y., Zhang, S., & Niu, L. (2021). Handwritten Arabic numerals recognition system using probabilistic neural networks. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1738, No. 1, p. 012082). IOP Publishing.
7. Sawy,A . Bakry,H . and Loey,M. 2016."CNN for Handwritten Arabic Digits Recognition Based on LeNet-5"
8. AlKhateeb,J. and Alseid,M.2014."DBN -Based learning for Arabic handwritten digit recognition using DCT features,"