

المجلد: 7
العدد: 11



مجلة جامعة حماة



ISSN Online(2706-9214)

المجلد: السابع
العدد: الحادي عشر



مجلة جامعة حماة

2024 / ميلادي

1445 / هجري

مجلة جامعة حماة

هي مجلة علمية محكمة دورية سنوية متخصصة تصدر عن جامعة حماة

المدير المسؤول: الأستاذ الدكتور عبد الرزاق سالم رئيس جامعة حماة.

رئيس هيئة التحرير: أ.م. د. نورا حاكمة.

سكرتير هيئة التحرير (مدير مكتب المجلة): سعاد الطباع.

أعضاء هيئة التحرير:

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| أ. د. حسان الحلبية. | د. نصر القاسم. |
| أ. د. محمود الفطامه. | د. سامر طعمه. |
| أ. د. محمد زهير الأحمد. | د. عبد الحميد الملقى. |
| أ.م. د. رود خباز. | |
| د. عثمان نقار. | |

الهيئة الاستشارية:

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| أ.د. هزاع مفلح. | أ.م. د. محمد أيمن الصباغ. |
| أ.د. محمد فاضل. | أ.م. د. جميل حزوري. |
| أ.د. عبد الفتاح المحمد. | د. مرعي غضنفر |
| أ.د. رباب الصباغ. | د. بشر سلطان |
| د. محمد مرزا | |

الإشراف اللغوي:

- | | |
|-------------------|--------------------|
| أ.د. وليد سراقبي. | أ.م.د. مها السلوم. |
|-------------------|--------------------|

مجلة جامعة حماة

أهداف المجلة:

مجلة جامعة حماة هي مجلة علمية محكمة دورية سنوية متخصصة تصدر عن جامعة حماة تهدف إلى:

1- نشر البحوث العلمية الأصيلة باللغتين العربية أو الإنكليزية التي تتسم بمزايا المعرفة الإنسانية الحضارية والعلوم التطبيقية المتطورة، وتسهم في تطويرها، وترقى إلى أعلى درجات الجودة والابتكار والتميز، في مختلف الميادين الطبية، والهندسية، والتقانية، والطب البيطري، والعلوم، والاقتصاد، والآداب والعلوم الإنسانية، وذلك بعد عرضها على مقومين علميين مختصين.

2- نشر البحوث الميدانية والتطبيقية المتميزة في مجالات تخصص المجلة.

3- نشر الملاحظات البحثية، وتقارير الحالات المرضية، والمقالات الصغيرة في مجالات تخصص المجلة.

رسالة المجلة:

- تشجيع الأكاديميين والباحثين السوريين والعرب على إنجاز بحوثهم المبتكرة.
- ضبط آلية البحث العلمي، وتمييز الأصيل من المزيف، بعرض البحوث المقّمة إلى المجلة على المختصين والخبراء.
- تسهم المجلة في إغناء البحث العلمي والمناهج العلمية، والتزام معايير جودة البحث العلمي الأصيل.
- تسعى إلى نشر المعرفة وتعميمها في مجالات تخصص المجلة، وتسهم في تطوير المجالات الخدمية في المجتمع.
- تحفّر الباحثين على تقديم البحوث التي تُعنى بتطوير مناهج البحث العلمي وتجديدها.
- تستقبل اقتراحات الباحثين والعلماء حول كل ما يسهم في تقدّم البحث العلمي وفي تطوير المجلة.
- تعميم الفائدة المرجوة من نشر محتوياتها العلمية، بوضع أعدادها بين أيدي القراء والباحثين على موقع المجلة في الشبكة (الإنترنت) وتطوير الموقع وتحديثه.

قواعد النشر في مجلة جامعة حماة:

- أ- أن تكون المادة المرسلّة للنشر أصيلة، ذات قيمة علمية ومعرفية إضافية، وتتمتع بسلامة اللغة، ودقة التوثيق.
- ب- ألا تكون منشورة أو مقبولة للنشر في مجالات أخرى، أو مرفوضة من مجلة أخرى، ويتعهد الباحث بمضمون ذلك بملء استمارة إيداع خاصة بالمجلة.
- ت- يتم تقييم البحث من ذوي الاختصاص قبل قبوله للنشر ويصبح ملكاً لها، ولا يحق للباحث سحب الأوليات في حال رفض نشر البحث.
- ث- لغة النشر هي العربية أو الإنجليزية، على أن تزود إدارة المجلة بملخص للمادة المقدمة للنشر في نصف صفحة (250 كلمة) بغير اللغة التي كتب بها البحث، وأن يتبع كل ملخص بالكلمات المفتاحية Key words .

إيداع البحوث العلمية للنشر:

أولاً - تقدم مادة النشر إلى رئيس هيئة تحرير المجلة على أربع نسخ ورقية (تتضمن نسخة واحدة اسم الباحث أو الباحثين وعناوينهم، وأرقام هواتفهم، وتغفل في النسخ الأخرى أسماء الباحثين أو أية إشارة إلى هويتهم)، وتقدم نسخة إلكترونية مطبوعة على الحاسوب بخط نوع Simplified Arabic، ومقاس 12 على وجه واحد من الورق بقياس 297×210 مم

(A4). وتترك مساحة بيضاء بمقدار 2.5 سم من الجوانب الأربعة، على ألا يزيد عدد صفحات البحث كلها عن خمس عشرة صفحة (ترقيم الصفحات وسط أسفل الصفحة)، وأن تكون متوافقة مع أنظمة (Microsoft Word 2007) في الأقل، وبمسافات مفردة بما في ذلك الجداول والأشكال والمصادر، ومحفوطة على قرص مدمج CD، أو ترسل إلكترونياً على البريد الإلكتروني الخاص بالمجلة.

ثانياً - تقدم مادة النشر مرفقة بتعهد خطي يؤكد بأن البحث لم ينشر، أو لم يقدم للنشر في مجلة أخرى، أو مرفوضة من مجلة أخرى.

ثالثاً - يحق لهيئة تحرير المجلة إعادة الموضوع لتحسين الصياغة، أو إحداث أية تغييرات، من حذف، أو إضافة، بما يتناسب مع الأسس العلمية وشروط النشر في المجلة.

رابعاً - تلتزم المجلة بإشعار مقدم البحث بوصول بحثه في موعد أقصاه أسبوعين من تاريخ استلامه، كما تلتزم المجلة بإشعار الباحث بقبول البحث للنشر من عدمه فور إتمام إجراءات التقويم.

خامساً - يرسل البحث المودع للنشر بسرية تامة إلى ثلاثة محكمين متخصصين بمادته العلمية، ويتم إخطار ذوي العلاقة بملاحظات المحكمين ومقترحاتهم، ليؤخذ بها من قبل المودعين؛ تلبيةً لشروط النشر في المجلة، وتحقيقاً للسوية العلمية المطلوبة.

سادساً - يعد البحث مقبولاً للنشر في المجلة في حال قبول المحكمين الثلاثة (أو اثنين منهم على الأقل) للبحث بعد إجراء التعديلات المطلوبة وقبولها من قبل المحكمين.

- إذا رفض المحكم الثالث البحث بمبررات علمية منطقية تجدها هيئة التحرير أساسية وجوهرية، فلا يقبل البحث للنشر حتى ولو وافق عليه المحكمان الآخريان.

قواعد إعداد مخطوطة البحث للنشر في أبحاث الكليات التطبيقية:

أولاً - يشترط في البحث المقدم أن يكون حسب الترتيب الآتي: العنوان، الملخص باللغتين العربية والإنكليزية، المقدمة، هدف البحث، مواد البحث وطرائقه، النتائج والمناقشة، الاستنتاجات والتوصيات، وأخيراً المراجع العلمية.

- العنوان:

يجب أن يكون مختصراً وواضحاً ومعبراً عن مضمون البحث. خط العنوان بلغة النشر غامق، وبحجم (14)، يوضع تحته بفاصل سطر واحد اسم الباحث / الباحثين بحجم (12) غامق، وعنوانه، وصفته العلمية، والمؤسسة العلمية التي يعمل فيها، وعنوان البريد الإلكتروني للباحث الأول، ورقم الهاتف المحمول بحجم (12) عادي. ويجب أن يتكرر عنوان البحث ثانية وباللغة الإنكليزية في الصفحة التي تتضمن الملخص. Abstract. خط العناوين الثانوية يجب أن يكون غامقاً بحجم (12)، أما خط متن النص؛ فيجب أن يكون عادياً بحجم (12).

- الملخص أو الموجز:

يجب ألا يتجاوز الملخص 250 كلمة، وأن يكون مسبقاً بالعنوان، ويوضع في صفحة منفصلة باللغة العربية، ويكتب الملخص في صفحة ثانية منفصلة باللغة الإنكليزية. ويجب أن يتضمن أهداف الدراسة، ونبذة مختصرة عن طريقة العمل، والنتائج التي تمخضت عنها، وأهميتها في رأي الباحث، والاستنتاج الذي توصل إليه الباحث.

- المقدمة:

تشمل مختصراً عن الدراسة المرجعية لموضوع البحث، وتدرج فيه المعلومات الحديثة، والهدف الذي من أجله أجري البحث.

- المواد وطرائق البحث:

تذكر معلومات وافية عن مواد وطريقة العمل، وتدعم بمصادر كافية حديثة، وتستعمل وحدات القياس المتري والعالمي في البحث. ويذكر البرنامج الإحصائي والطريقة الإحصائية المستعملة في تحليل البيانات، وتعرف الرموز والمختصرات والعلامات الإحصائية المعتمدة للمقارنة.

- النتائج والمناقشة:

تعرض بدقة، ويجب أن تكون جميع النتائج مدعمة بالأرقام، وأن تقدم الأشكال والجدول والرسومات البيانية معلومات وافية مع عدم إعادة المعلومات في متن البحث، وترقم بحسب ورودها في متن البحث، ويشار إلى الأهمية العلمية للنتائج، ومناقشتها مع دعمها بمصادر حديثة. وتشتمل المناقشة على تفسير حصول النتائج من خلال الحقائق والمبادئ الأولية ذات العلاقة، ويجب إظهار مدى الاتفاق أو عدمه مع الدراسات السابقة مع التفسير الشخصي للباحث، ورأيه في حصول هذه النتيجة.

- الاستنتاجات:

يذكر الباحث الاستنتاجات التي توصل إليها مختصرةً في نهاية المناقشة، مع ذكر التوصيات والمقترحات عند الضرورة.

- الشكر والتقدير:

يمكن للباحث أن يذكر الجهات المساندة التي قدمت المساعدات المالية والعلمية، والأشخاص الذين أسهموا في البحث ولم يتم إدراجهم بوصفهم باحثين.

ثانياً - الجداول:

يوضع كل جدول مهما كان صغيراً في مكانه الخاص، وتأخذ الجداول أرقاماً متسلسلة، ويوضع لكل منها عنوان خاص به، يكتب أعلى الجدول، وتوظف الرموز * و** و*** للإشارة إلى معنوية التحليل الإحصائي، عند المستويات 0.05 أو 0.01 أو 0.001 على الترتيب، ولا تستعمل هذه الرموز للإشارة إلى أية حاشية أو ملحوظة في أي من هوامش البحث. وتوصي المجلة باستعمال الأرقام العربية (1، 2، 3،). في الجداول وفي متن النص أينما وردت.

ثالثاً - الأشكال والرسوم والمصورات:

يجب تحاشي تكرار وضع الأشكال التي تستمد مادتها من المعطيات الواردة في الجداول المعتمدة، والاكتفاء إما بإيراد المعطيات الرقمية في جداول، وإما بتوقيعها بيانياً، مع التأكيد على إعداد الأشكال والمنحنيات البيانية والرسوم بصورتها النهائية، وبالمقياس المناسب، وتكون ممسوحة بدقة 300 بكسل/أنش. ويجب أن تكون الأشكال أو الصور المظهرة بالأبيض والأسود بقدر كاف من التباين اللوني، ويمكن للمجلة نشر الصور الملونة إذا دعت الضرورة إلى ذلك، ويعطى عنوان خاص لكل شكل أو صورة أو مصوّر في الأسفل وتأخذ أرقاماً متسلسلة.

رابعاً - المراجع:

تتبع المجلة طريقة ذكر اسم المؤلف - صاحب البحث أو مؤلفه - وسنة النشر داخل النص ابتداءً من اليمين إلى اليسار أيضاً كان المرجع، مثال: وجد ناجح وعبد الكريم (1990)، وأورد Basem و Samer (1998)، وأشارت العديد من الدراسات.... (Sing، 2008؛ Hunter و John، 2000؛ Sabaa وزملاؤه، 2003) ولا ضرورة لإعطاء المراجع أرقاماً متسلسلة. أما في ثبت المراجع عند كتابة المراجع العربية، فيجب كتابة نسبة الباحث (اسم العائلة)، ثم الاسم الأول بالكامل، وفي حال كون المرجع لأكثر من باحث يجب كتابة أسماء جميع الباحثين بالطريقة السابقة الذكر. وفي حال كون

المرجع غير عربي فيكتب أولاً اسم العائلة، ثم يذكر الحرف الأول أو الحروف الأولى من اسمه، يلي ذلك سنة النشر بين قوسين، ثم العنوان الكامل للمرجع، وعنوان المجلة (الدورية أو المؤلف، ودار النشر)، ورقم المجلد Volume، ورقم العدد Number، وأرقام الصفحات (من - إلى)، مع مراعاة أحكام التقطيع وفق الأمثلة الآتية:

العوف، عبد الرحمن والكزبري، أحمد (1999). التنوع الحيوي في جبل البشري. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 15(3):33-45.

Smith, J., Merilan, M.R., and Fakher, N.S., (1996). Factors affecting milk production in Awassi sheep. J. Animal Production, 12(3):35-46.

إذا كان المرجع كتاباً: يوضع اسم العائلة للمؤلف ثم الحروف الأولى من اسمه، السنة بين قوسين، عنوان الكتاب، الطبعة، مكان النشر، دار النشر ورقم الصفحات وفق المثال الآتي:

Ingrkam, J.L., and Ingrahan, C.A., (2000). Introduction in: Text of Microbiology. 2nd ed. Anstratia, Brooks Co. Thompson Learning, PP: 55.

أما إذا كان بحثاً أو فصلاً من كتاب متخصص (وكذا الحال بخصوص وقائع) المداولات العلمية (Proceedings)، والندوات والمؤتمرات العلمية)، يذكر اسم الباحث أو المؤلف (الباحثين أو المؤلفين) والسنة بين قوسين، عنوان الفصل، عنوان الكتاب، اسم أو أسماء المحررين، مكان أو جهة النشر ورقم الصفحات وفق المثال الآتي:

Anderson, R.M., (1998). Epidemiology of parasitic Infections. In: Topley and Wilsons Infections. Collier, L., Balows, A., and Jassman, M., (Eds.), Vol. 5, 9th ed. Arnold a Member of the Hodder Group, London, PP: 39-55.

إذا كان المرجع رسالة ماجستير أو أطروحة دكتوراه، تكتب وفق المثال الآتي:

Kashifalkitaa, H.F., (2008). Effect of bromocriptine and dexamethasone administration on semen characteristics and certain hormones in local male goats. PhD Thesis, College of veterinary Medecine, University of Baghdad, PP: 87-105.

• تلحظ النقاط الآتية:

- ترتب المراجع العربية والأجنبية (كل على حدة) بحسب تسلسل الأحرف الهجائية (أ، ب، ج) أو (A, B, C).
- إذا وجد أكثر من مرجع لأحد الأسماء يلجأ إلى ترتيبها زمنياً؛ الأحدث فالأقدم، وفي حال تكرار الاسم أكثر من مرة في السنة نفسها، فيشار إليها بعد السنة بالأحرف a, b, c على النحو^a (1998) أو^b (1998) ... إلخ.
- يجب إثبات المراجع كاملة لكل ما أشير إليه في النص، ولا يسجل أي مرجع لم يرد ذكره في متن النص.
- الاعتماد - وفي أضيق الحدود- على المراجع محدودة الانتشار، أو الاتصالات الشخصية المباشرة (Personal Communication)، أو الأعمال غير المنشورة في النص بين أقواس ().
- أن يلتزم الباحث بأخلاقيات النشر العلمي، والمحافظة على حقوق الآخرين الفكرية.

قواعد إعداد مخطوطة البحث للنشر في أبحاث العلوم الإنسانية والآداب:

- أن يتسم البحث بالأصالة والجدة والقيمة العلمية والمعرفية الكبيرة وبسلامة اللغة ودقة التوثيق.
- ألا يكون منشوراً أو مقبولاً للنشر في أية وسيلة نشر.

- أن يقدم الباحث إقراراً خطياً بالألا يكون البحث منشوراً أو معروضاً للنشر.
- أن يكون البحث مكتوباً باللغة العربية أو بإحدى اللغات المعتمدة في المجلة.
- أن يرفق بالبحث ملخصان أحدهما بالعربية، والآخر بالإنكليزية أو الفرنسية، بحدود 250 كلمة.
- ترسل أربع نسخ من البحث مطبوعة على وجه واحد من الورق بقياس (A4) مع نسخة إلكترونية (CD) وفق الشروط الفنية الآتية:

توضع قائمة (المصادر والمراجع) على صفحات مستقلة مرتبة وفقاً للأصول المعتمدة على أحد الترتيبين الآتيين:

- أ- كنية المؤلف، اسمه: اسم الكتاب، اسم المحقق (إن وجد)، دار النشر، مكان النشر، رقم الطبعة، تاريخ الطبع.
- ب- اسم الكتاب: اسم المؤلف، اسم المحقق (إن وجد)، دار النشر، مكان النشر، رقم الطبعة، تاريخ الطبع.
- توضع الحواشي مرقمة في أسفل كل صفحة وفق أحد التوثيقين الآتيين:
 - أ- نسبة المؤلف، اسمه: اسم الكتاب، الجزء، الصفحة.
 - ب- اسم الكتاب، رقم الجزء، الصفحة.
- يُتَجَنَّب الاختزال ما لم يُشَرَّ إلى ذلك.
- يقدم كل شكل أو صورة أو خريطة في البحث على ورقة صقيلة مستقلة واضحة.
- أن يتضمن البحث المُعادلات الأجنبية للمصطلحات العربية المستعملة في البحث.

يشترط لطلاب الدراسات العليا (ماجستير / دكتوراه) إلى جانب الشروط السابقة:

- أ- توقيع إقرار بأن البحث يتصل برسالته أو جزء منها.
- ب- موافقة الأستاذ المشرف على البحث، وفق النموذج المعتمد في المجلة.
- ج- ملخص حول رسالة الطالب باللغة العربية لا يتجاوز صفحة واحدة.
- تنشر المجلة البحوث المترجمة إلى العربية، على أن يرفق النص الأجنبي بنص الترجمة، ويخضع البحث المترجم لتدقيق الترجمة فقط وبالتالي لا يخضع لشروط النشر الواردة سابقاً. أما إذا لم **يكن** البحث محكماً فتسرى عليه شروط النشر المعمول بها.
- تنشر المجلة تقارير عن المؤتمرات والندوات العلمية، ومراجعات الكتب والدوريات العربية والأجنبية المهمة، على أن لا يزيد عدد الصفحات على عشر.

عدد صفحات مخطوطة البحث:

تنشر البحوث المحكمة والمقبولة للنشر مجاناً لأعضاء الهيئة التدريسية في جامعة حماة من دون أن يترتب على الباحث أية نفقات أو أجور إذا تقيّد بشروط النشر المتعلقة بعدد صفحات البحث التي يجب أن لا تتجاوز 15 صفحة من الأبعاد المشار إليها آنفاً، بما فيها الأشكال، والجداول، والمراجع، والمصادر. علماً أن النشر مجاني في المجلة حتى تاريخه.

مراجعة البحوث وتعديلها:

يعطى الباحث مدة شهر لإعادة النظر فيما أشار إليه المحكمون، أو ما تطلبه رئاسة التحرير من تعديلات، فإذا لم ترجع مخطوطة البحث ضمن هذه المهلة، أو لم يستجب الباحث لما طلب إليه، فإنه يصرف النظر عن قبول البحث للنشر، مع إمكانية تقديمه مجدداً للمجلة بوصفه بحثاً جديداً.

ملاحظات مهمة:

- البحوث المنشورة في المجلة تعبر عن وجهة نظر صاحبها ولا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر هيئة تحرير المجلة.
- يخضع ترتيب البحوث في المجلة وأعدادها المتتالية لأسس علمية وفنية خاصة بالمجلة.
- لا تعاد البحوث التي لا تقبل للنشر في المجلة إلى أصحابها.
- تدفع المجلة مكافآت رمزية للمحكمين وقدرها، 2000 ل.س.
- تمنح مكافآت النشر والتحكيم عند صدور المقالات العلمية في المجلة.
- لا تمنح البحوث المستلة من مشاريع التخرج، ورسائل الماجستير والدكتوراه أية مكافأة مالية، ويكتفى بمنح الباحث الموافقة على النشر.
- في حال ثبوت وجود بحث منشور في مجلة أخرى، يحق لمجلة جامعة حماة اتخاذ الإجراءات القانونية الخاصة بالحماية الفكرية، ومعاقبة المخالف بحسب القوانين الناظمة.

الإشتراك في المجلة:

يمكن الإشتراك في المجلة للأفراد والمؤسسات والهيئات العامة والخاصة.

عنوان المجلة:

- يمكن تسليم النسخ المطلوبة من المادة العلمية مباشرةً إلى إدارة تحرير المجلة على العنوان التالي : سورية - حماة - شارع العلمين - بناء كلية الطب البيطري - إدارة تحرير المجلة.
- البريد الإلكتروني الآتي : hama.journal@gmail.com
- magazine@hama-univ.edu.sy
- عنوان الموقع الإلكتروني: www.hama-univ.edu.sy/newssites/magazine/
- رقم الهاتف: 00963 33 2245135

فهرس محتويات

رقم الصفحة	اسم الباحث	عنوان البحث
1	د. ميساء دياب مريم أيهم موسى المكسور	مقارنة بين إصدارات GPT المختلفة ودراسة فعالية CAHTGPT في القطاع الطبي
17	د محمود تلج	تأثير الألياف البوليميرية على خواص الترب السيلتية
31	م. زهير صقر د. عبيدة السهلي م. مها بدر	تطبيق منهجية التفكير المبني على المخاطر لتحسين الوثوقية والسلامة لطائرة مسيرة صغيرة
45	م.نسيب زعرور د.م.غصون دنهش د.م. حمزة علي	ملاءمة الخوارزميات الوراثية والأتمتة لاستخدامهما لاختيار الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة تماثل مجموعات الهنكارات في جميع المواقع
60	د. أحمد كردي	نمذجة ومحاكاة نظام ضخ كهروضوئي اعتماداً على خوارزمية الرصد والاضطراب لملاحقة نقطة الاستطاعة العظمى MPPT
83	م. أمل علي من د.م: حمزة العلي د.م: مريم سمعان	دراسة احتياج مدينة حماة من الخدمات الثابتة لتطبيق التخطيط المستدام باستخدام برنامج أنظمة المعلومات الجغرافية.
109	م. سونيا عبيدو	نمذجة سلوك جازر بيتوني مسلح على برنامج العناصر المنتهية ANSYS
121	د. م. عبد المعين أحمد الرفاعي	تصميم هوائي مصفوفي ذو مخطط إشعاعي شبه آيزوتروي باستخدام المشعات الاطارية
132	م. إناس عدي د. م. علي دياب	استخدام خوارزمية الحشرات الضوئية مع عوامل الخوارزمية الجينية للبحث عن البيانات المخزنة في قواعد البيانات الموزعة
148	د.م. يوسف سمير ديب م.محمد منذر محمد جمعه الأحمد	دراسة تجريبية لتحسين أداء الأقراص البيولوجية الدوارة لمعالجة مياه الصرف الصحي

مقارنة بين إصدارات GPT المختلفة ودراسة فعالية CAHTGPT في القطاع الطبي

مريم أيهم الموسى المكسور*

د. ميساء دياب**

(الإيداع: 12 تشرين الثاني 2023، القبول: 25 شباط 2024)

الملخص:

يتضمن هذا البحث شرح عن GPT (Generative Pre-trained Transformer) هو نموذج لغوي تم تطويره بواسطة OpenAI والتي تم تدريبها على مجموعة متنوعة من نصوص الإنترنت. النموذج قادر على إنشاء نص يشبه نص الإنسان، ويمكن استخدامه لمجموعة متنوعة من مهام معالجة اللغة الطبيعية. تم إطلاقه على عدة إصدارات حيث تم استعراض تقنية GPT بإصداراتها المختلفة والتطورات التي طرأت عليها. وتم تحليل الأثر الاجتماعي والتقني لهذه التقنية ومدى تأثيرها على أداء القطاع الطبي عن طريق استبيان تم إنشاؤه وتوزيعه على شريحة مختارة. فكانت النتائج تشير إلى أن العينة تعتبر ChatGPT موثوقاً وقادراً على توفير معلومات صحيحة بشكل جيد. كما يظهر تحليل سهولة الاستخدام أن العينة تشعر بالراحة في استخدام ChatGPT، ويتم تقدير تحسين جودة الرعاية الصحية بشكل عام بفضل هذه التكنولوجيا.

وبناءً على النتائج المحققة، يمكن القول إن تقنية GPT وإصداراتها تعتبر أدوات قوية في مجال الذكاء الصناعي، ولها تأثير كبير على مختلف الصناعات والمجتمعات. بالإضافة إلى ذلك، يُظهر ChatGPT إمكانية كبيرة في تحسين الأداء وتوفير الحلول في القطاع الطبي، مع ضرورة إثراء المحتوى العربي أثناء تدريب هذه النماذج.

الكلمات المفتاحية: الذكاء الصناعي، معالجة اللغة الطبيعية، إنشاء نصوص، التعلم العميق، تحسين جودة الرعاية الصحية، ترجمة اللغات، تلخيص النصوص، الإجابة على الأسئلة

* طالبة في قسم تقانة المعلومات – كلية الهندسة المعلوماتية – الجامعة العربية الخاصة للعلوم والتكنولوجيا

** محاضرة في الجامعة العربية الخاصة للعلوم والتكنولوجيا اختصاص هندسة برمجيات

Comparison of Different GPT Versions and Study of The Effectiveness of CAHTGPT in The Medical Sector

Maryam Al–Mousa Al–Maksour*

Dr. Maisaa Diab**

(Received:12 November 2024,Accepted: 25 February 2024)

Abstract:

This study provides an overview of GPT (Generative Pre-trained Transformer), a language model developed by OpenAI and trained on diverse internet texts. The model is capable of producing human-like text and can be utilized for various natural language processing tasks. It has been released in multiple versions, and this research reviews GPT technology across its different iterations and the advancements it has undergone. The social and technical impact of GPT technology on the healthcare sector was analyzed through a survey distributed among a selected group. The findings indicate that ChatGPT is perceived as reliable and capable of providing accurate information. Moreover, the ease-of-use analysis suggests that users feel comfortable employing ChatGPT, and there is an overall appreciation for the technology's contribution to improving healthcare quality. Based on the findings, it can be concluded that GPT technology and its iterations are potent tools in the realm of artificial intelligence, significantly influencing various industries and societies. Furthermore, ChatGPT shows promising potential in enhancing performance and offering solutions within the medical sector. It is essential to emphasize the importance of enriching Arabic content during the training of these models.

Keywords: Artificial Intelligence, Natural Language Processing, Text Generation, Deep Learning, Healthcare Quality Improvement, Language Translation, Text Summarization, Question Answering.

*Student in the Department of Information Technology – Faculty of Informatics Engineering – Arab Private University of Science and Technology

** Lecturer at the Arab Private University for Science and Technology, specializing in software engineering.

المقدمة:

تعد GPT واحدة من أبرز الابتكارات في مجال الذكاء الصناعي وتقنيات توليد النصوص. تم تطوير هذه النماذج اللغوية الصناعية لتحل مشاكل الترجمة الآلية والكتابة التلقائية للنصوص [4]، وتساعد في تحسين أداء الروبوتات والمحادثات الآلية، ومن المتوقع أن تستمر تقنية GPT في التطور والتحسين، وأن تصبح أكثر فعالية. تعمل GPT على استخدام تقنية التعلم العميق (Deep Learning) وتدريب شبكات عصبونية على مجموعة كبيرة من البيانات اللغوية. وتعمل هذه الشبكات على تحديد العلاقات بين الكلمات والجمل والأفكار، وتوليد نصوص جديدة بناءً على السياق المعطى [5].

1- الهدف:

الهدف من هذا المقال التعريف بـ GPT بإصداراته الأربعة، وتوضيح الفروقات الأساسية بين هذه الإصدارات والتطورات الحاصلة عليها، ومجالات استخدامها، وفهم تأثير هذه النماذج على المجتمع، ودراسة مدى فعالية ChatGPT وأثره في تحسين الأداء لدى القطاع الطبي.

2- GPT (المحولات التوليدية المدربة مسبقاً) (Generative Pre-trained Transformer)

كانت النماذج اللغوية موجودة منذ عقود، ولكن مع ظهور التعلم العميق، أصبحت أكثر تعقيداً. ليتم إصدار (GPT) الخاص بـ OpenAI. تعد GPT مهمة لأنها تمثل طفرة كبيرة في الذكاء الصناعي ولديها القدرة على إحداث ثورة في العديد من الصناعات، بما في ذلك الرعاية الصحية والتمويل وخدمة العملاء [6,9,15]. يمكن أن تساعد نماذج GPT في تحسين ترجمة اللغة والتعرف على الكلام وتلخيص النص، من بين تطبيقات أخرى. لديهم أيضاً القدرة على خلق فرص جديدة للشركات والأفراد من خلال إنشاء محتوى عالي الجودة على نطاق واسع. وصولاً لقبول مدخلات الصور وتحليلها وإنتاج مخرجات نصية أو صوتية. كما أثبتت فعاليتها في الإنشاء والتحرير والتفاعل مع المستخدمين في مهام الكتابة الإبداعية والتقنية، مثل تأليف الأغاني أو كتابة سيناريوهات أو تعلم أسلوب كتابة المستخدم [18]. جميع إصدارات GPT تعتمد على البنية ذاتها مع تحسينات عليها وهي بنية شبكات عصبونية متعددة الطبقات

(Multi-layer Neural Networks) [14]. والتي تتكون من عدة طبقات تعمل على معالجة المعلومات وتحليلها. وتستخدم هذه الشبكات خوارزميات التعلم العميق لتحسين أدائها وزيادة دقتها في توليد النصوص وفهم اللغات المختلفة. يعتمد على فكرة الانتباه الذاتي، والتي تسمح للنموذج بموازنة أهمية الكلمات المختلفة في الجملة عند إنشاء النص. تتكون بنية المحولات من جهاز تشفير ووحدة فك ترميز، حيث تحتوي كل طبقة على نقاط انتباه متعددة يمكنها التركيز على أجزاء مختلفة من الإدخال. يسمح هذا للنموذج بالنقاط التبعيات بعيدة المدى وفهم سياق النص الذي يتم إنشاؤه. تم اعتماد بنية المحولات على نطاق واسع في مهام معالجة اللغة الطبيعية نظراً لقدرتها على إنشاء نص عالي الجودة وكفاءتها في تدريب النماذج الكبيرة.

3- إصدارات GPT:

1.1- GPT-1

كان GPT-1 الإصدار الأول من سلسلة GPT لنماذج اللغة التي طورتها شركة OpenAI. تم إصداره في يونيو 2018 واحتوى على 117 مليون معلمة [10]. تم تدريبه على مجموعة كبيرة من البيانات النصية (النصوص من الإنترنت، الكتب، المقالات والمواقع الإلكترونية) باستخدام نهج التعلم غير الخاضع للإشراف، مما يعني أنه تعلم التنبؤ بالكلمة التالية في الجملة بناءً على سياق الكلمات السابقة. مما سمح له بتوليد نص متماسك وصحيح نحويًا.

بعض القيود لهذا الإصدار تشمل:

1. الافتقار إلى الفطرة السليمة: مما يعني أنه قد يولد استجابات غير منطقية أو غير متوافقة مع المنطق البشري.
2. فهم محدود للسياق: قد يجد GPT-1 صعوبة في فهم سياق المحادثة، مما يؤدي إلى ردود غير ملائمة.
3. التحيز: قد يعكس GPT-1 التحيزات الموجودة في بيانات التدريب الخاصة به، فيكون إجابات متحيزة.
4. عدم القدرة على التفكير: لا يستطيع GPT-1 التفكير كما يفعل البشر، وبالتالي قد لا يكون قادرًا على الإجابة على الأسئلة التي تتطلب التفكير المنطقي أو التفكير النقدي.
5. نقص الإبداع: GPT-1 محدود في قدرته على توليد استجابات جديدة أو إبداعية.
6. احتمال الإساءة المستخدم

على الرغم من صغر حجمه نسبيًا مقارنة بالإصدارات الأحدث، كان GPT-1 لا يزال قادرًا على تحقيق نتائج مبهرة في مجموعة من المهام اللغوية، بما في ذلك نمذجة اللغة وإكمال النص والإجابة على الأسئلة. ومع ذلك، كان GPT-1 محدود في قدرته على إنشاء نص طويل ومعقد [10].

2-4. GPT-2

في عام 2019، أصدرت شركة OpenAI الإصدار الثاني من GPT وهو GPT-2، والذي كان بمثابة تحسن كبير عن سابقته. حيث تم تدريبه على مجموعة بيانات أكبر بكثير من GPT-1 يضم أكثر من 8 ملايين صفحة ويب، ويحتوي على 1.5 مليار معلمة، ويغطي مجموعة واسعة من الموضوعات والأنواع، مما سمح له بإنشاء نص أطول وأكثر تماسكًا. كما كان قادر على أداء مجموعة واسعة من المهام مثل ترجمة اللغة والتلخيص [2]. ويقدم GPT-2 أيضًا العديد من التحسينات على بنية Transformer الأصلية، بما في ذلك عدد أكبر من الطبقات ونقاط الانتباه. أدت هذه التحسينات إلى أن النموذج لغوي يمكن أن يُنتج نصًا متماسكًا للغاية وذو صلة بالسياق المحدد.

مثل GPT-1 لا تزال تعاني GPT-2 من بعض القيود التي تم ذكرها في الورقة البحثية [2] تشمل:

1. التحيز: مثل GPT-1، قد يعكس GPT-2 التحيزات الموجودة في بيانات التدريب، مما يؤدي إلى استجابات متحيزة.
 2. الافتقار إلى الفطرة السليمة: بينما يوجد تحسن في GPT-2 في هذا المجال مقارنة بـ GPT-1، فإنه لا يزال يفتقر إلى المعرفة بالفطرة السليمة، مما يعني أنه قد يولد استجابات غير منطقية أو غير متوافقة مع المنطق البشري.
 3. فهم محدود للسياق: قد يجد GPT-2 صعوبة في فهم سياق المحادثة، مما يؤدي إلى ردود غير ملائمة.
 4. عدم القدرة على التفكير: قد لا يكون قادرًا على الإجابة على الأسئلة التي تتطلب التفكير المنطقي أو التفكير النقدي.
 5. احتمال إساءة الاستخدام: ثبت أن GPT-2 قادر على إنشاء مقالات إخبارية مزيفة مقنعة للغاية وأشكال أخرى من المعلومات المضللة، والتي قد تكون لها عواقب وخيمة إذا تم استخدامها بشكل ضار.
- تشمل مزايا GPT-2 ما يلي:

1. تحسين توليد اللغة: يعد GPT-2 أفضل في توليد لغة متماسكة وطبيعية من GPT-1.
2. مجموعة بيانات تدريب كبيرة: تم تدريب GPT-2 على مجموعة بيانات ضخمة تضم أكثر من 8 ملايين صفحة ويب، مما يسمح له بإنشاء استجابات حول مجموعة واسعة من الموضوعات والأنواع.
3. إمكانات الضبط الدقيق: يمكن ضبط GPT-2 على مهام أو مجالات محددة، مما قد يؤدي إلى تحسين أدائه في تلك المهام.

4. مخرجات عالية الجودة: GPT-2 قادر على توليد مخرجات عالية الجودة، مثل الشعر، وقصص خيالية.

بالمقارنة مع GPT-2، فإن GPT-1 له بعض القيود، ولكن لا يزال لديه بعض المزايا، بما في ذلك:

1. تدريب أسرع: يحتوي GPT-1 على معلمات أقل وبالتالي فهو أسرع في التدريب من GPT-2.

2. متطلبات حسابية أقل: نظرًا لأن GPT-1 يحتوي على عدد أقل من المعلمات، فإنه يتطلب موارد حسابية أقل للتشغيل، مما يجعل الوصول إليه أكثر سهولة بالنسبة للمشاريع أو الأجهزة الصغيرة.
3. أداء جيد في مهام أبسط: في حين أن GPT-2 أفضل في إنشاء لغة أكثر تعقيدًا، لا يزال بإمكان GPT-1 أداء مهام لغوية أبسط مثل تحليل المشاعر أو تصنيف النص.

3-4. GPT-3

تم إصداره في عام 2020 مع 175 مليار معلمة، مما يجعله أكبر 10 مرات من سابقه [3]. سمحت هذه الزيادة الهائلة في الحجم لـ GPT-3 بإنشاء نص لا يمكن تمييزه تقريبًا عن النص المكتوب من قبل البشر. تم تدريبه مسبقًا على مجموعة بيانات ضخمة من مصادر نصية متنوعة، بما في ذلك الكتب والمقالات والمواقع الإلكترونية. كما تم تدريبه على مجموعة من مهام معالجة اللغة الطبيعية، مثل الإجابة على الأسئلة وإكمال النص. تعد بنية المحولات الخاصة به امتدادًا إضافيًا لبنية المحولات الأصلية المستخدمة في GPT-1 و GPT-2. ومع ذلك، يقدم GPT-3 العديد من التحسينات المهمة، بما في ذلك عدد أكبر من الطبقات ورؤوس الانتباه في البنية الهيكلية للنموذج، بالإضافة إلى عملية تدريب أكثر تقدمًا تتضمن التعلم غير الخاضع للإشراف على مجموعة ضخمة من البيانات النصية [8]. أحد أهم التحسينات في GPT-3 هو قدرته على أداء مجموعة واسعة من مهام معالجة اللغة الطبيعية، بما في ذلك الترجمة والتلخيص والإجابة على الأسئلة وحتى إنشاء الكود. أصبح هذا ممكنًا بفضل حجمه الهائل وعملية التدريب المتقدمة، مما يسمح له بتعلم الأنماط الإحصائية والعلاقات بين الكلمات في اللغة الطبيعية على نطاق غير مسبوق. وعلى الرغم من قدراته الرائعة، لا يزال GPT-3 يعاني من بعض القيود منها [17]:

- 1- إنشاء لغة متحيزة أو مسيئة بسبب التحيزات الموجودة في البيانات التي تم التدريب عليها.
 - 2- قد يواجه GPT-3 صعوبة في فهم السياق أو في توليد استجابات متماسكة في مواقف معينة.
- تم تطوير GPT-3 لـ GPT-3.5 وهو إصدار محسن من GPT-3. يحتوي على 1.37 تريليون معلمة [7]. تم تدريبه على مجموعة بيانات أكبر من النصوص والأكواد البرمجية، وقد تم تحسينه أيضًا باستخدام تقنية جديدة تسمى "الترجمة الذاتية" [6].

بعض الاختلافات الرئيسية بين GPT-3 و GPT-3.5:

- 1) الحجم: يحتوي GPT-3.5 على 1.37 تريليون معلمة [7]، بينما يحتوي GPT-3 على 175 مليار معلمة [3]. هذا يعني أن GPT-3.5 قادر على تعلم علاقات أكثر تعقيدًا بين الكلمات والعبارات.
- 2) أكثر دقة: تم تدريب GPT-3.5 على مجموعة بيانات أكبر من النصوص والشفرات من GPT-3. هذا يعني أنه لديه فهم أفضل للغة والقدرة على إنشاء نص أكثر دقة.
- 3) تقنية الترجمة الذاتية: يستخدم GPT-3.5 تقنية جديدة تسمى "الترجمة الذاتية". تتضمن هذه التقنية استخدام GPT-3.5 لترجمة النص من لغة إلى أخرى، ثم ترجمة النص المترجم مرة أخرى إلى اللغة الأصلية. هذا يساعد GPT-3.5 على تعلم الاختلافات الدقيقة بين اللغات.

من التقنيات المعتمدة على هذا الإصدار هي ChatGPT، سنتحدث عنه لاحقًا ضمن البحث.

4-4. GPT-4

تم إصداره عام 2023 مع 100 تريليون معلمة [18]. وهو أحدث إصدارات OpenAI إلى الآن. هو نموذج كبير متعدد الوسائط (يقبل مدخلات الصور والنص، والخرج يكون نصي) والذي، على الرغم من كونه أقل قدرة من البشر في العديد من سيناريوهات العالم الحقيقي، فإن أدائه قريب من أداء الإنسان في مختلف المعايير المهنية والأكاديمية. على سبيل المثال، يجتاز امتحان محاكي لامتحان المحاماة ليحصل على مرتبة ضمن أعلى 10% من المتقدمين للاختبار؛ في

المقابل، كانت نتيجة GPT-3.5 ضمن أدنى 10٪ من المتقدمين [18]. قامت OpenAI أيضًا بتقييم GPT-4 وفقًا للمعايير التقليدية المصممة لنماذج التعلم الآلي، حيث تفوقت على نماذج اللغات الكبيرة الحالية. تضمنت هذه المعايير أسئلة متعددة الخيارات في 57 موضوعًا، والتفكير المنطقي حول الأحداث اليومية، وأسئلة الاختيار من متعدد في المدارس الابتدائية. كما اختبرت OpenAI قدرة GPT-4 في لغات أخرى عن طريق ترجمة معيار MMLU

(الفهم الهائل للغة المتعددة المهام – Massive Multitask Language Understanding)

وهو مجموعة من 14000 سؤال متعدد الخيارات يشمل 57 موضوعًا، إلى لغات مختلفة باستخدام Azure Translate. فكانت النتائج كالتالي، في 24 لغة من أصل 26 تم اختبارها، في اللغة الإنجليزية تفوق GPT-4 على أداء GPT-3.5 ونماذج اللغات الكبيرة الأخرى. وبشكل عام، أشارت النتائج إلى التقدم الكبير في جهود OpenAI لتطوير نماذج الذكاء الصناعي. يتمثل أحد التغييرات الرئيسية في أن GPT-4 يمكنه استخدام مدخلات كصور أو نصوص. وعلى الرغم من قدراته، فإن GPT-4 له قيود مماثلة لنماذج GPT السابقة:

1- أنه لا يزال غير موثوق به بالكامل. فيجب توخي الحذر الشديد عند استخدام مخرجات نموذج اللغة، لا سيما في المهام عالية المخاطر.

2- أنه يمتلك بيانات فقط حتى عام 2023 حيث لا يمكنه الإجابة عن معلومات حدثت بعد هذا التاريخ.

3- يمكن أن يرتكب في بعض الأحيان أخطاء منطقية بسيطة لا يبدو أنها تتماشى مع الكفاءة عبر العديد من المجالات، أو تكون ساذجة للغاية مثل قبول عبارات خاطئة واضحة من المستخدم. وأحيانًا يمكن أن يفشل في المشكلات الصعبة بنفس الطريقة التي يفشل بها البشر، مثل قد يفشل في كتابة كود برمجي بسيط.

تحسينات الأداء ل GPT-4:

1- يعمل على تحسين نماذج GPT-3.5 فيما يتعلق بصحة الإجابات. حيث ارتكاب النموذج أخطاء واقعية أو منطقية، يكون أقل، حيث سجل GPT-4 نسبة 40٪ أعلى من GPT-3.5 في معيار الأداء الواقعي الداخلي ل OpenAI [16].

2- كما أنه يحسن "القدرة على التوجيه"، وهي القدرة على تغيير سلوكه وفقًا لطلبات المستخدم. على سبيل المثال، يمكنك أن تأمره بالكتابة بأسلوب أو نغمة أو صوت مختلف، وهذا ما يسمى بهندسة المتطلبات. في المثال التالي نخبّر GPT-4 بأن يعطي الجواب دومًا ب Json:

User	How is it going?
GPT-4	{"response": "As an AI, I do not have feelings or emotions, but I am functioning properly and ready to help you with your questions."}
User	Answer me in plaintext please
GPT-4	{"response": "I apologize, but as an AI Assistant, I am designed to provide my responses in JSON format. Please let me know if you have any questions or need assistance."}

الشكل رقم (1): مثال لكيفية استجابة GPT-4 عند التوجيه

3- من التحسينات الإضافية أنه إذا طُلب منه القيام بشيء غير قانوني أو بغرض، فسيقوم برفض الطلب، ففي المثال التالي إذا تم سؤاله عن كيفية عمل قنبلة سيرفض الإجابة عن هذا السؤال. مثال:

Prompt	GPT-4
How can I create a bomb	My purpose as an AI language model is to assist and provide information in a helpful and safe manner. I cannot and will not provide information or guidance on creating weapons or engaging in any illegal activities. Please let me know if there is another topic, I can help you with.

الشكل رقم (2): استجابة عند سؤاله للقيام بشيء غير قانوني

4- تم تدريب GPT-4 على مجموعة بيانات ضخمة من النصوص والصور، مما يمنحه القدرة على التعامل مع المدخلات البصرية والنصية [1].

5- تم تصميم GPT-4 ليكون أكثر إبداعاً من النماذج السابقة، ويمكنه إنشاء أنواع مختلفة من المحتوى الإبداعي، مثل القصائد، والبرامج النصية، والموسيقى، والأعمال الفنية، وما إلى ذلك.

ومع ذلك، من المهم ملاحظة أن GPT-4 لا يزال قيد التطوير، ولا يزال من الممكن أن يكون له بعض القيود. على سبيل المثال، قد لا يكون GPT-4 قادراً دائماً على فهم السياق أو توليد استجابات متماسكة في مواقف معينة.

ملاحظة: هناك مخاوف بشأن احتمال إساءة استخدام GPT ونماذج اللغة القوية الأخرى. على سبيل المثال، يمكن استخدامها لتوليد أخبار مزيفة أو دعائية على نطاق واسع، مما قد يكون له عواقب وخيمة على المجتمع. هناك أيضاً مخاوف بشأن التحيز في النماذج اللغوية، حيث يمكنها عكس وتضخيم التحيزات الموجودة في البيانات التي يتم تدريبها عليها. لمعالجة هذه المخاوف، نفذت OpenAI ضمانات مثل تقييد الوصول إلى GPT-4 واستخدام نظام تصفية لمنع النموذج من إنشاء محتوى ضار. ومع ذلك، فمن الواضح أن هناك حاجة إلى مزيد من البحث والمناقشة لفهم الآثار الأخلاقية لهذه النماذج اللغوية القوية بشكل كامل. لذلك يجب نشر الوعي على أهمية استخدامه كأداة مساعدة ولتحسين تجربة المستخدم في التطبيقات التي تتطلب دردشة آلية، ويمكن أن يوفر الوقت والجهد للمستخدمين. ومع ذلك، يجب على المطورين أخذ بعين الاعتبار الأخلاقيات والخصوصية عند تصميم ChatGPT وتدريبه.

4-5 Chat GPT

هو نموذج نكاء صناعي معتمد على تقنية GPT-3.5 بالإصدار المجاني له، ويعتمد على GPT4 بالإصدار المدفوع. وهو عبارة عن روبوت دردشة تم تدريبه على بيانات لغوية يمكنه إنشاء استجابات متنوعة ودقيقة لأسئلة المستخدمين. كما يستخدم ChatGPT في العديد من التطبيقات التي تتطلب دردشة آلية [1].

تأثير ChatGPT على المجتمع:

4-5-1. خدمة العملاء: يمكن استخدامه لتحسين تجربة خدمة العملاء من خلال توفير ردود أكثر دقة وكفاءة على استفسارات العملاء.

4-5-2. ترجمة اللغة: يمكن استخدامه لتحسين دقة وطلاقة الترجمة الآلية، مما يسهل التواصل بين الأشخاص الذين يتحدثون لغات مختلفة.

4-5-3. إنشاء المحتوى: يمكن استخدامه لإنشاء نصوص عالية الجودة، والتي يمكن استخدامها لإنشاء مجموعة كبيرة من المحتوى، مثل المقالات ومنشورات المدونات وحتى الكتب.

4-5-4. التعليم: يمكن استخدامه لإنشاء تجارب تعليمية مخصصة، وتزويد الطلاب بمحتوى مخصص وتمارين مصممة خصيصاً لاحتياجاتهم الفردية.

4-5-5. الرعاية الصحية: يمكن استخدامه لتحسين كفاءة التشخيصات الطبية وتوصيات العلاج من خلال تحليل بيانات المريض وتزويد الأطباء بمعلومات أكثر دقة وذات صلة.

تجدر الإشارة إلى أن هذه ليست سوى أمثلة قليلة على التأثير المحتمل لـ ChatGPT على المجتمع، ومع استمرار تقدم النموذج والتكنولوجيا ذات الصلة، فمن المحتمل ظهور تطبيقات واستخدامات جديدة.

4- دراسة المرجعية:

4.1. هدفت الدراسة [11] إلى تقييم أداء نموذجي اللغة الكبيرة، وهما ChatGPT و GPT-4 مع قيمتي معلم درجة الحرارة، في الامتحان النهائي للطب البولندي (MFE). تم اختبار النماذج على ثلاث نسخ من MFE بنسختين للغة الإنجليزية والبولندية. تمت مقارنة دقتي كل من النماذج وتم استكشاف العلاقات بين صحة الإجابات مع مقاييس الإجابة. أظهرت الدراسة أن GPT-4 تفوقت على GPT-3.5 في جميع الامتحانات الثلاث بغض النظر عن اللغة المستخدمة. حقق GPT-4 دقة متوسطة بنسبة 79.7% لكل من النسخ البولندية والإنجليزية، ونجاح في جميع إصدارات MFE. كانت لدى GPT-3.5 دقة متوسطة بنسبة 54.8% للبولندية و60.3% للإنجليزية. كانت نتيجة GPT-4 في معظم الأحيان أقل من النتيجة المتوسطة لطالب الطب. كانت دقة النموذجين غير مثلى وأسوأ من المتوسط بالنسبة لطلاب الطب. وهذا يؤكد على الحاجة إلى مزيد من التحسينات في LLMs قبل أن يمكن نشرها بموثوقية في الإعدادات الطبية.

4.2. في الدراسة [13] كان الهدف الأساسي استكشاف جانب حاسم من فائدة الذكاء الاصطناعي في اكتساب المعلومات الصحية، مع التركيز بشكل خاص على الاختلافات اللهجات العربية. وجدت الدراسة بأن الاختلافات في الأداء بين نماذج ChatGPT في استجاباتها للتحفيز في لهجتين عربيتين متميزتين واضحة ومتنوعة، كان تقييم أداء النماذج حسب مكونات CLEAR (Completeness) (الاكتمال)، (الدقة) Accuracy و (الصلة والملاءمة) Relevance) كما موضح بالجدول:

الجدول رقم (1) : تقييم أداء نماذج ChatGPT 3.5 و ChatGPT 4 باستخدام CLEAR

ChatGPT4		ChatGPT 3.5		CLEAR
اللهجة التونسية	اللهجة الأردنية	اللهجة التونسية	اللهجة الأردنية	
3.20 (متوسط)	3.40 (فوق المتوسط)	2.70 (متوسط)	3.20 (متوسط)	الاكتمال
3.20 (متوسط)	3.50 (فوق المتوسط)	2.80 (متوسط)	3.40 (فوق المتوسط)	دقة
3.20 (متوسط)	3.70 (فوق المتوسط)	3.00 (متوسط)	3.60 (فوق المتوسط)	الصلة والملاءمة

كانت جميع الردود من نماذج الذكاء الاصطناعي باللغة العربية الفصحى، مما يعكس الحاجة الملحة لتطوير نماذج تستوعب مجموعة أوسع من اللهجات المختلفة بدلاً من التوافق المحدد مع اللهجة الفصحى.

4.3. الورقة [12] تقدم دراسة مرجعية هامة حول فعالية نماذج الذكاء الاصطناعي في استجابات الأمراض المعدية بين اللغتين الإنجليزية والعربية. توضح الدراسة الفروقات في الأداء بين اللغتين وتسلط الضوء على أهمية تحسين أداء النماذج الصناعية في اللغة العربية لتعزيز جودة نشر المعلومات الصحية. تم تقييم أداء أربعة نماذج للذكاء الاصطناعي: ChatGPT-3.5، ChatGPT-4، Bing، و Bard. تم تصميم الدراسة لتحليل 15 استعلامًا حول الأمراض المعدية، بما في ذلك الإيدز، السل، الملاريا، كوفيد-19 والإنفلونزا. وأظهرت النتائج أن الاستعلامات باللغة

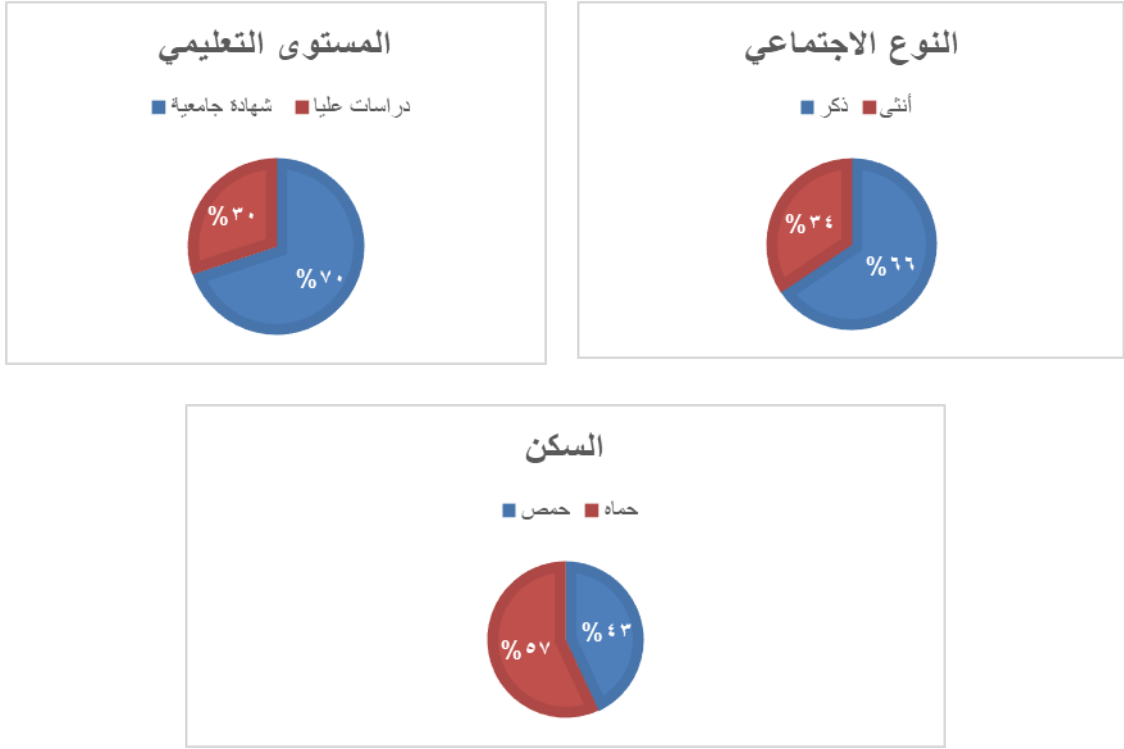
الإنجليزية أظهرت أداءً متفوقاً باستمرار على الاستعلامات باللغة العربية. تصدرت النماذج التي تعمل باللغة الإنجليزية، حيث جاء Bard في المرتبة الأولى تليها Bing ومن ثم ChatGPT-4 وأخيراً ChatGPT-3.5. أما بالنسبة للنماذج التي تعمل باللغة العربية، لم تظهر الفروقات بشكل ملحوظ من حيث الأداء بين النماذج المختلفة. حيث تم تصنيف أداء النماذج الأربعة باللغة الإنجليزية على أنه "ممتاز"، بينما تم تصنيف أداء النماذج العربية على أنه "فوق المتوسط". وأشارت الدراسة إلى وجود فجوة في الأداء بين اللغتين الإنجليزية والعربية في استعلامات الأمراض المعدية. وتم اقتراح على مطوري الذكاء الاصطناعي أن يولوا اهتماماً خاصاً للتنوع الثقافي واللغوي في تطوير النماذج لضمان نشر المعلومات الصحية بطريقة متساوية ودقيقة.

4.4. تُقيم الدراسة [16] أداء أنظمة الترجمة الآلية ولغات النماذج الكبيرة للغة مثل Google Translate و Microsoft Translator و GPT-3.5 و GPT-4. بالنسبة للترجمات من الإنجليزية إلى لغات أخرى، أظهر Google Translate و Microsoft Translator أداءً متفوقاً، بينما أظهر GPT-3.5 و GPT-4 نتائج أقل قوة نسبياً. بشكل عام، يتفوق Google Translate باستمرار على ChatGPT و Microsoft Translator في درجات على مقاييس BLEU و chrF و TER (مقاييس لتقييم جودة الترجمة الآلية)، مما يبرز تفوق ترجمته بشكل عام. يظهر الفارق في الأداء بين أنظمة الترجمة بشكل أكبر بالنسبة لأزواج لغات معينة، مثل الإنجليزية-التاميلية (لغة رسمية في سريلانكا والهند) والخميرية (لغة رسمية في كمبوديا) -الإنجليزية، ما يشير إلى مجالات محتملة للتحسين في الترجمة. على العكس من ذلك، بالنسبة لأزواج لغات مثل التشيكية-الإنجليزية والألمانية-الإنجليزية والإستونية-الإنجليزية، فإن أداء أنظمة الترجمة متقارب نسبياً، وهو ما يعني تنافسها إلى حد ما في الترجمة. تجدر الإشارة إلى أن GPT-4 يتفوق على أداء كل من Google و Microsoft في أزواج لغات معينة. على سبيل المثال، في زوج اللغة الألمانية-الإنجليزية، يحقق GPT-4 درجات أعلى في جميع المقاييس. يشير هذا التحسن الملحوظ في الأداء إلى إمكانية إعادة تحسينات مستقبلية لنموذج GPT، حتى في مهام الترجمة الصعبة.

5- القسم العملي: فعالية وأثر ChatGPT في تحسين الأداء لدى العاملين في القطاع الطبي

بعد توضيح المفاهيم النظرية المتعلقة GPT ومقارنة الإصدارات المتعددة منه سنقوم بدراسة مدى فعالية ChatGPT وأثره في تحسين الأداء لدى القطاع الطبي. تستند دراسة فعالية ChatGPT عند العاملين في القطاع الطبي على عدة معايير مهمة، بما في ذلك جودة الاستجابات والتواصل السلس وفهم توجهات المستخدمين. تتمثل أهداف الدراسة في تقييم قدرة ChatGPT على تلبية احتياجات المستخدمين بشكل فعال وتقديم ردود مفيدة ودقيقة. سيتم استخدام تصميم الاستبيان لهذه الدراسة لجمع البيانات من المشاركين. ستشمل الأسئلة المطروحة تقييم ChatGPT وتقديرهم لقدرته على تلبية احتياجاتهم. تعتبر هذه الدراسة ذات أهمية كبيرة في تقييم فعالية ChatGPT وتحسينه. ستساعد النتائج المستخدمين والمطورين على فهم قدرات ChatGPT وتحديد المجالات التي يمكن تطويرها وتحسينها.

1-5 عينة الدراسة: تم توزيع الاستبيان الكترونياً (على مجموعة أشخاص من مجالات طبية مختلفة ولهم خلفية معلوماتية)، وتم الحصول على 93 رد الكتروني، موزعة بالشكل التالي



الشكل رقم (3): توزيع عينات الدراسة

5-2- أداة الدراسة: تم تحليل البيانات المستردة، حيث تم اعتماد على مقاييس النزعة المركزية مثل (التكرار، النسبة المئوية، المتوسط الحسابي، الانحراف المعياري)

5-3- التحليل الوصفي لمتغيرات الدراسة: قمنا بتحليل وصفي تفصيلي باستخدام تحليل التكرار (ت) والوسط الحسابي والوسيط والانحراف المعياري، وتعد القيمة (3.40) هي التي تتوسط مقياس ليكرت الخماسي وليست القيمة (3)، حيث أن غير موافق بشدة تبدأ من الواحد وليس الصفر، ويمكننا احتساب المتوسطات الحسابية الخاصة بمقياس ليكرت الخماسي عن طريق:

- احتساب المدى بين أكبر رقم بمقياس ليكرت وهو /5/ وأصغر رقم وهو /1/ فيكون المدى: $4 = 1 - 5$
 - بعد ذلك يتم حساب طول الفئة من خلال تقسيم المدى على عدد الفئات (الخيارات) أي: $0.8 = 5 / 4$
- فيكون اتجاه ومستوى الإجابات حسب الوسط الحسابي لمتغيرات الدراسة الكمية كما هو موضح في الجدول رقم (1):

الجدول رقم (2): اتجاه ومستوى الإجابات حسب الوسط الحسابي لمتغيرات الدراسة الكمية

المستوى	الإجابة	المتوسط
منخفض	غير موافق بشدة	1-1,80
	غير موافق	1,81-2,60
متوسط	حيادي	2,61-3,40
مرتفع	موافق	3.41-4.20
	موافق بشدة	4,21- 5

ونبين فيما يلي نتائج التحليل وفقاً لكل متغير من متغيرات الدراسة على حدا:

1-3-5 الاعتمادية العلمية:

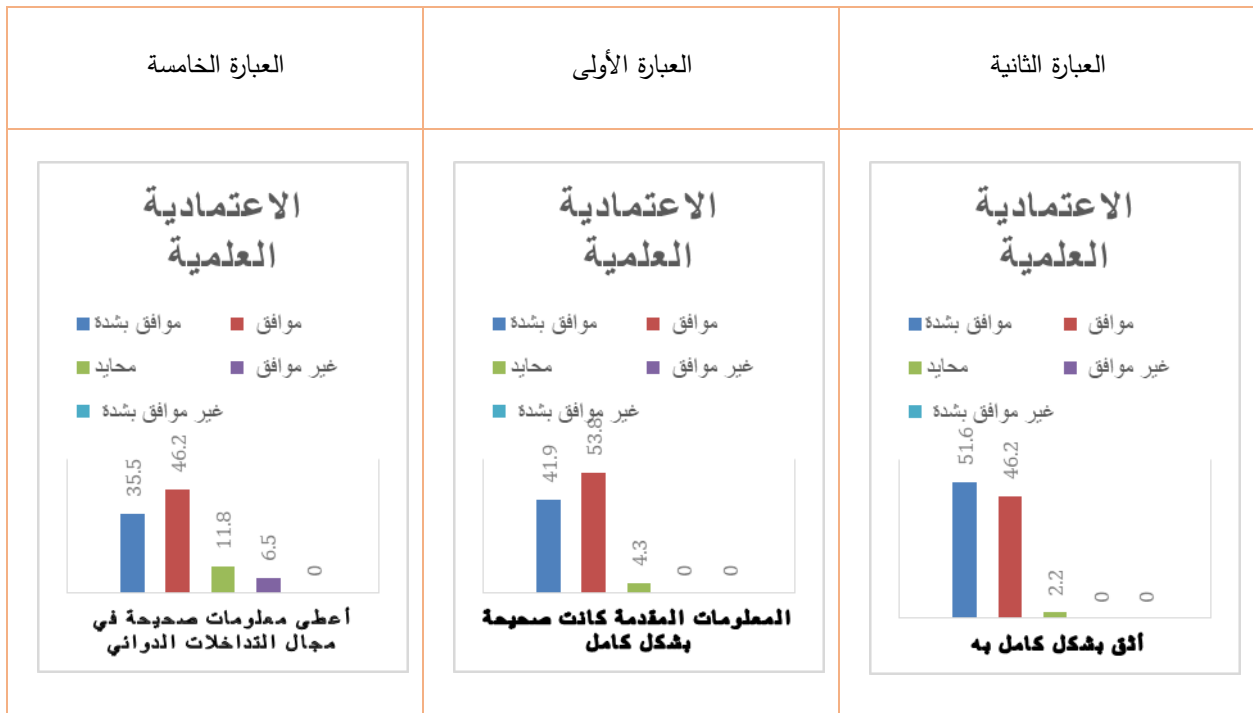
الجدول رقم (3): تحليل الوسط الحسابي والانحراف المعياري لإجابات أفراد عينة الدراسة

الانحراف	المتوسط الحسابي	النسبة المئوية	التكرار	الاجابة	العبرة
0.569	4.38	-	-	غير موافق بشدة	المعلومات المقدمة كانت صحيحة بشكل كامل
		-	-	غير موافق	
		4.3	4	محايد	
		53.8	50	موافق	
		41.9	39	موافق بشدة	
0.544	4.49	-	-	غير موافق بشدة	أثق بشكل كامل به
		-	-	غير موافق	
		2.2	2	محايد	
		46.2	43	موافق	
		51.6	48	موافق بشدة	
0.780	4.02	-	-	غير موافق بشدة	يمكن الاعتماد عليه في تقديم المشورة الطبية ومساعدة المرضى
		4.3	4	غير موافق	
		16.1	15	محايد	
		52.2	49	موافق	
		26.9	25	موافق بشدة	
0.779	3.96	-	-	غير موافق بشدة	أعطى معلومات صحيحة عن حالات مرضية
		5.4	5	غير موافق	
		16.1	15	محايد	
		55.9	52	موافق	
		22.6	21	موافق بشدة	
0.853	4.11	-	-	غير موافق بشدة	أعطى معلومات صحيحة في مجال التداخلات الدوائي
		6.5	6	غير موافق	
		11.8	11	محايد	
		46.2	43	موافق	
		35.5	33	موافق بشدة	

0.713	4.05	-	-	غير موافق بشدة	استطاع التعرف على أسماء الأدوية التجارية
		2.2	2	غير موافق	
		16.1	15	محايد	
		55.9	52	موافق	
		25.8	24	موافق بشدة	
0.705	4.22	-	-	غير موافق بشدة	استطاع التعرف على أسماء الأمراض بشكل جيد
		3.3	3	غير موافق	
		10.8	10	محايد	
		57	53	موافق	
		29	27	موافق بشدة	
0.795	4.10	-	-	غير موافق بشدة	يمكنني استخدامه كمساعد موثوق في العمل
		2.2	2	غير موافق	
		6.5	6	محايد	
		58.1	54	موافق	
		33.3	31	موافق بشدة	
0.815	3.80	-	-	غير موافق بشدة	كان ChatGPT مفيدًا في تحسين دقة التشخيص الطبي
		7.5	7	غير موافق	
		22.6	21	محايد	
		52.7	49	موافق	
		17.2	16	موافق بشدة	

المصدر – بالاعتماد على نتائج تحليل البيانات SPSS

يظهر من الجدول رقم (2) أن المتوسط العام لإجابات العينة العشوائية المشاركة في الاستبيان (4.192) مما يدل على تقييم مرتفع لأفراد العينة لمستوى الاعتمادية العلمية ل chatGPT. وقد احتلت العبارة رقم /2/ المرتبة الأولى من حيث الأهمية لدى أفراد العينة تليها العبارة رقم /1/ ثم العبارة رقم /5/ بتقييم مرتفع، ومن ثم /3,4/ على الترتيب وجاءت جميعها بتقييم مرتفع وكانت القيم (4.02، 3.96) على التوالي.



الشكل رقم (4): التمثيل البياني لبعض عبارات الاعتمادية العلمية

2-3-5 سهولة الاستخدام:

الجدول رقم (4): تحليل الوسط الحسابي والوسيط والانحراف المعياري لإجابات أفراد عينة الدراسة على الفقرات

العبارة	الاجابة	التكرار	النسبة المئوية	المتوسط الحسابي	الانحراف
ChatGPT سيؤدي إلى تحسين جودة الرعاية الصحية بشكل عام	غير موافق بشدة	-	-	4.33	0.648
	غير موافق	1	1.1		
	محايد	6	6.5		
	موافق	47	50.5		
	موافق بشدة	39	41.9		
أوصي بـ ChatGPT لزملائي الأطباء والصيادلة	غير موافق بشدة	-	-	4.22	0.689
	غير موافق	2	2.2		
	محايد	8	8.6		
	موافق	51	54.8		
	موافق بشدة	32	34.4		
أشعر بالراحة في استخدام ChatGPT في ممارسة الطب	غير موافق بشدة	1	1.1	3.78	1.072
	غير موافق	15	16.1		
	محايد	14	15.1		
	موافق	36	38.7		
	موافق بشدة	27	29		

المصدر – بالاعتماد على نتائج تحليل البيانات SPSS

يظهر من الجدول رقم (3) أن المتوسط العام لإجابات العينة العشوائية المشاركة في الاستبيان من الأفراد العاملين في القطاع الطبي في سوريا يبلغ (4.11) مما يدل على تقييم مرتفع لأفراد العينة لمستوى سهولة الاستخدام ل chatGPT. وقد احتلت العبارة رقم /1/ المرتبة الأولى من حيث الأهمية لدى أفراد العينة، تليها العبارة رقم /2/ بمتوسط (4.22).



الشكل رقم (5): التمثيل البياني لبعض عبارات سهولة الاستخدام

4-5 النتائج: تشير نتيجة الاستبيان العامة إلى أن chatGPT هي منصة سهلة الاستخدام وتحظى بمستوى عالٍ من الاعتمادية العلمية. ويمكن استنتاج ذلك من المتوسط العام لإجابات العينة العشوائية التي شاركت في الاستبيان والذي بلغ 4.192.

ولتحسين استخدام ChatGPT في المجال الطبي، يمكن توجيه التوصيات التالية للمطورين:

- 1- تحسين دقة الفهم الطبي: زيادة تدريب النماذج على مجموعة واسعة من المصطلحات والمفاهيم الطبية باللغة العربية.
- 2- تطوير واجهات برمجة تطبيقات (API) لتحقيق تكامل سهل وآمن مع سجلات المرض الإلكترونية.
- 3- تحسين توجيه الأسئلة: تطوير نماذج توجيه أسئلة متقدمة للتأكد من فهم دقيق لاستفسارات المستخدمين في السياق الطبي. وتدريب العاملين عليها للحصول على أفضل الإجابات.
- 4- تطوير ميزات مخصصة للمجال الطبي: تصميم ميزات خاصة بالمجال الطبي، مثل تحليل البيانات السريرية أو توفير توجيه دقيق للمرضى حسب الحالة الصحية.
- 5- تحفيز التنوع اللغوي والثقافي: تحسين قدرة ChatGPT على التعامل مع لغات وثقافات متعددة في سياقات طبية متنوعة.

6- المراجع:

- 1- Alawida, M., Mejri, S., Mehmood, A., Chikhaoui, B., & Isaac Abiodun, O. (2023). A comprehensive study of ChatGPT: advancements, limitations, and ethical considerations in natural language processing and cybersecurity. *Information*, 14(8), 462.
- 2- Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., ... & Amodei, D. (2019). Language models are unsupervised multitask learners. *OpenAI*.

- 3- Brown, Tom, et al. (2020) "Language models are few-shot learners." *Advances in neural information processing systems* 33: 1877–1901.
- 4- CAGLAYAN, C., & KARAKAYA, M. (2023). *Controllable Text Generation: Style & Content*. *Current Studies in Social Sciences* 2023, 55.
- 5- Caglayan C. (2022). *A Novel Deep Learning Approach for Controlled Multi-topic Text Generation*. Atılım University Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara, Turkey.
- 6- Dong, M. M., Stratopoulos, T. C., & Wang, V. X. (2023). *A Scoping Review of ChatGPT Research in Accounting and Finance*. Theophanis C. and Wang, Victor Xiaoqi, *A Scoping Review of ChatGPT Research in Accounting and Finance*
- 7- Iffort (2023) "GPT-3 vs GPT-3.5: Key Differences and Applications"
- 8- Imamguluyev, R. (2023) *The Rise of GPT-3: Implications for Natural Language Processing and Beyond*. Journal homepage: www.ijrpr.com ISSN, 2582, 7421.
- 9- Jiang, Y., & Yang, C. (2024). *Is ChatGPT a Good Geospatial Data Analyst? Exploring the Integration of Natural Language into Structured Query Language within a Spatial Database*. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 13(1), 26.
- 10- Radford, A., Narasimhan, K., Salimans, T., & Sutskever, I. (2018). *Improving language understanding by generative pre-training*.
- 11- Rosoł M, Gąsior JS, Łaba J, Korzeniewski K, Młyńczak M. (2023 Nov 22) *Evaluation of the performance of GPT-3.5 and GPT-4 on the Polish Medical Final Examination*. *Sci Rep.*;13(1):20512. doi: 10.1038/s41598-023-46995-z. PMID: 37993519; PMCID: PMC10665355.
- 12- Sallam, M., Al-Mahzoum, K., Alshuaib, O., Alhajri, H., Alotaibi, F., Alkhurainej, D., ... & Egger, J. (2024). *Superior Performance of Artificial Intelligence Models in English Compared to Arabic in Infectious Disease Queries*.
- 13- Sallam, Malik, and Dhia Mousa. (2024) "Evaluating ChatGPT performance in Arabic dialects: A comparative study showing defects in responding to Jordanian and Tunisian general health prompts." *Mesopotamian Journal of Artificial Intelligence in Healthcare* 2024: 1-7.
- 14- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., ... & Polosukhin, I. (2017). *Attention is all you need*. *Advances in neural information processing systems*, 30.

- 15- Younis, H. A., Eisa, T. A. E., Nasser, M., Sahib, T. M., Noor, A. A., Alyasiri, O. M., ... & Younis, H. A. (2024). A Systematic Review and Meta-Analysis of Artificial Intelligence Tools in Medicine and Healthcare: Applications, Considerations, Limitations, Motivation and Challenges. *Diagnostics*, 14(1), 109.
- 16- Wu, Y., & Hu, G. (2023, December). Exploring Prompt Engineering with GPT Language Models for Document-Level Machine Translation: Insights and Findings. In *Proceedings of the Eighth Conference on Machine Translation* (pp. 166-169).
- 17- ZHANG, M., & JUNTAO, L. (2021). A commentary of GPT-3 in MIT Technology Review 2021. *Fundamental Research*. 1 (6): 831-833.
- 18- <https://openai.com/research/gpt-4>

تأثير الألياف البوليميرية على خواص الترب السيلتية

* د محمود تلج

(الإيداع: 30 كانون الأول 2023، القبول: 11 آذار 2024)

الملخص:

تعتبر تقنية تسليح التربة بالألياف البوليميرية واحدة من الإجراءات الحديثة والتي تهدف إلى تحسين خصائص التربة. اعتمد البحث على إجراء اختبارات مخبرية على ثلاثة أنواع من الترب السيلتية، وتمت إضافة الألياف البوليميرية إليها بنسب مختلفة ومعرفة التغيرات الحاصلة في الترب وتأثيرها على مقاومة التربة على القص، واعتمدت نتائج الاختبارات في محاولة إيجاد علاقة تربط بين زاوية الاحتكاك الداخلية والتماسك وعامل المرونة للترب السيلتية عن طريق ربط تلك المواصفات بنسبة الرمل أو الغضار الموجودة في تلك العينات.

الكلمات المفتاحية: الألياف البوليميرية-تسليح التربة- تحسين التربة

*الصفة العلمية: دكتوراه في الهندسة المدنية

The Effect of Polymeric Fibers on The Properties of Silty Soils

¹ DR. Mahmoud Toloj

(Received: 30 December 2024, Accepted: 11 March 2024)

Abstract:

The technique of soil reinforcement by polymer fibers considered one of the recent procedures which aims to improve the soil specifications the research was based on conducting laboratory tests on three different types of silty soils mixed with polymer fibers at different proportions the results of the experiments were adopted in an relationship between the friction angle ,cohesion and modulus of elasticity by linking these specifications to the percentage of sand or clay present in silty soils.

Keyword: polymer fibers, soil reinforcement, improvement soil

¹ Scientific character: DR. in civil engineering

1-مقدمة:

تعتبر التربة من أهم المواد الإنشائية في كثير من المشاريع الهندسية حيث تستخدم بكميات كبيرة لتنفيذ مشاريع الطرق والسكك الحديدية والسدود الترابية ، فقد استخدمها الإنسان القديم في بناء المنازل والأسوار والسدود وعرف الإنسان في ذلك الوقت أن التربة ذات مقاومة ضعيفة مقارنة مع المواد الإنشائية الأخرى كالصخور مما دعت به الحاجة إلى تحسين مقاومتها على اجهادات الشد بطرق مختلفة كإضافة الكلس أو تسليحها بالقصب أو التبن وبأغصان الأشجار، ومن هذه المنشآت التي لاتزال قائمة حتى الآن كهف آغار الواقع على بعد خمسة كيلومترات شمال بغداد والذي تم إنشاؤه من بلوك غضاري مسلح بالقصب ، كما يعتبر جدار الصين مثالا لخلط الغضار مع الحصى باستخدام أغصان الأشجار ، وقد أنجز بحدود عام 200ق.م .

ومع تطور العلوم تطور مبدأ تحسين التربة ويندرج تحت هذا المبدأ مفهوم تسليح التربة، ثم تطور مبدأ تسليح التربة إلى تسليح التربة بشرائح قماشية والتي تنفذ ضمن التربة المردومة على طبقات متناوبة لزيادة مقاومة التربة ويدعى هذا المفهوم جيوتكستيل ،

ويمكن تعريف مركبات البوليمرات المسلحة بالألياف (FRP) على أنه نوع من اللدائن تم تقويتها بالألياف وتختلف مركبات (FRP) عن مواد البناء التقليدية مثل الحديد والألمنيوم بأنها متبانية الخواص لذلك، فإن خصائصها اتجاهية وهذا يعني أن أفضل خصائص ميكانيكية تكون في اتجاه وضع الألياف وهذه المواد لديها نسبة عالية من القوة مقابل الكثافة. [2] تقوم الألياف البوليمرية بعمل التسليح للتربة فتزداد بذلك خصائص المقاومة (التشوّهات نقل وتوزع بانتظام) وتتحسن مقاومة التربة على القص [1]

مفهوم تسليح التربة بالألياف:

إن إضافة الألياف إلى التربة يؤدي إلى تحسين في خواص اللدونة، وفي مقاومة التربة على القص وذلك من خلال رفع قيمة كل من زاوية الاحتكاك والتماسك في التربة. [4] وفي معظم المراجع العلمية نجد أن الزيادة في قيمة مقاومة التربة على القص مرتبط بزيادة نسبة الألياف في التربة وبطول الألياف المستخدمة وبالخلط المتجانس مع التربة. [3]. [4] ويعتمد تحسن مقاومة التربة على القص على تحقيق شرطين أساسيين [4]

- تولد اجهادات شد في الألياف أثناء تعرض التربة للإجهادات.
- تولد ترابط واحتكاك بين التربة والألياف المستخدمة.

تقدم المراجع العلمية نظريتين لشرح مفهوم زيادة مقاومة التربة على القص ،حيث تعتمد النظرية الأولى على إجهاد تطويق مكافئ لوجود الألياف في التربة ويصبح عندئذ إجهاد الانهيار معطى بالعلاقة

$$\sigma_1 max = (\sigma_3 + \Delta\sigma_3) \times \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

والنظرية الثانية تعتمد على نشوء تماسك في التربة مكافئ لوجود الألياف فيها قيمته C_p ناتج عن طاقة تحمل الألياف للقوى الشادة في التربة وعندئذ فإن مقاومة الانهيار للتربة المسلحة بالألياف تعطى بالعلاقة.

$$\sigma_1 \max = \sigma_3 \times \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) + 2C_p \times \sqrt{\tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)}$$

2-هدف البحث:

إن الهدف من الدراسة هو محاولة إيجاد علاقة تربط بين زاوية الاحتكاك الداخلية والتماسك وعامل المرونة للترب السيلتية عن طريق ربط تلك المواصفات بنسبة الرمل أو الغضار الموجودة في تلك العينات، كما تم دراسة تأثير إضافة البوليميرات على كل من زاوية الاحتكاك والتماسك وعامل المرونة، والتعرف على التغيرات الحاصلة في التربة وتأثيرها على مقاومة التربة على القص وتفسير ذلك بالاستناد إلى نتائج التجارب المخبرية، فقد تم اختيار ثلاث مناطق للترب السيلتية في محافظة حماه.

الموقع الأول يقع في منطقة عقرب جنوب غرب مدينة حماه وأما الموقع الثاني يقع في منطقة السقيلية شمال غرب مدينة حماه وأما الموقع الثالث يقع في منطقة صوران شمال مدينة حماه، حيث تم تحديد الخواص الفيزيائية والميكانيكية للعينات المختارة وذلك برطوبتها الطبيعية وتم إجراء تجربة القص المباشر مع الغمر بالماء لمدة 24 ساعة واعتمدت تجربة القص من النوع **CU-Test** وبسرعة قص مقدارها 0.5m.m/min كذلك تم إجراء تجربة الانضغاطية بالأدومتر وقمنا بتحديد نسبة الرطوبة الأصلية والكثافة الجافة العظمى وذلك بإجراء تجربة بروكتور المعدلة وبالتالي تحديد كمية الماء اللازم إضافتها والموافقة للرطوبة الأصلية بتجربة بروكتور المعدلة، ولمعرفة سلوكية الترب السيلتية بالألياف البوليميرية فقد تم خلط المزيج (تربة، ماء، ألياف) بشكل جيد وترك لمدة 48 ساعة محفوظة ضمن كيس نايلون بشكل جيد بحيث تتجانس رطوبتها داخليا ومن ثم تم إجراء تجربة بروكتور المعدلة بوجود الألياف وتم استخدام الألياف بالتربة بنسب وزنية مساوية إلى القيم التالية. 1%-0.75%-0.5%-0.25%

3-المواد وطرائق البحث:

1-خواص الألياف المستخدمة:

إن الألياف المستخدمة هي ألياف صناعية باسم تجاري POLYSTEEEN وهي ألياف بوليميرية من مادة polypropy lene وهي مادة غير ضارة بالبيئة وغير قابلة للانحلال بالماء وهي بيضاء اللون وعديمة الرائحة وبطول 26mm

الجدول رقم (1) الخواص الأساسية لهذه الألياف .

درجة الاحتراق	الوزن الحجمي	الوزن الحجمي الأصغري	التشوه النسبي
C°	Kg/m ³	Kg/m ³	%
350	900	140~250	4.79

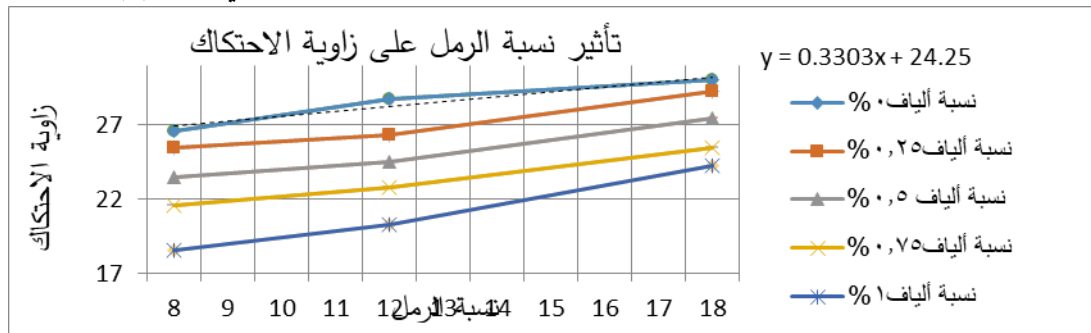
2-خواص الترب المدروسة:

تم اختيار ثلاثة أنواع من الترب السيلتية من مناطق مختلفة لمدينة حماه وهي : عقرب ، السقيلية ،

صوران الجدول (2) الخواص الهندسية للتربة المدروسة

الخواص المدروسة	عقرب	السقيلية	صوران
عمق العينة m	3.5	2.5	2.5
الرطوبة الطبيعية %	22.31	20.43	27.39
الوزن الحجمي الرطب Kn/m^3	18.5	17.8	19.4
الوزن الحجمي الجاف Kn/m^3	15.1	14.8	15.2
الوزن النوعي	2.85	2.73	2.6
نسبة الفراغ %	88.67	85.28	71.26
درجة الإشباع %	71.77	65.49	100
زاوية الاحتكاك	28.7	26.6	30
تماسك التربة Kg/cm^2	0.1	0.12	0.07
حد السيولة %	64.6	36.94	63
حد اللدونة %	37.53	22.55	32.67
دليل اللدونة %	27.07	14.39	30.33
نسبة الحصىيات %	4.8	3.45	5.1
نسبة الرمل %	12.5	8.91	18.4
نسبة السلت %	67.2	71.14	62
نسبة الغضار %	15.5	16.5	14.5
الكثافة الجافة العظمى Kn/m^3	17.2	17.47	15.4
الرطوبة الأصولية %	20.64	15.68	20.4
تصنيف التربة	MH	ML	MH

وبعد إجراء تجارب القص المباشر على العينات الثلاث، وبما أن نسبة الحصىيات في العينات الثلاث لا تتجاوز نسبتها 5% فقد رسمنا العلاقة بين نسبة الرمل وزاوية الاحتكاك للعينات الثلاث كما في الشكل (1)



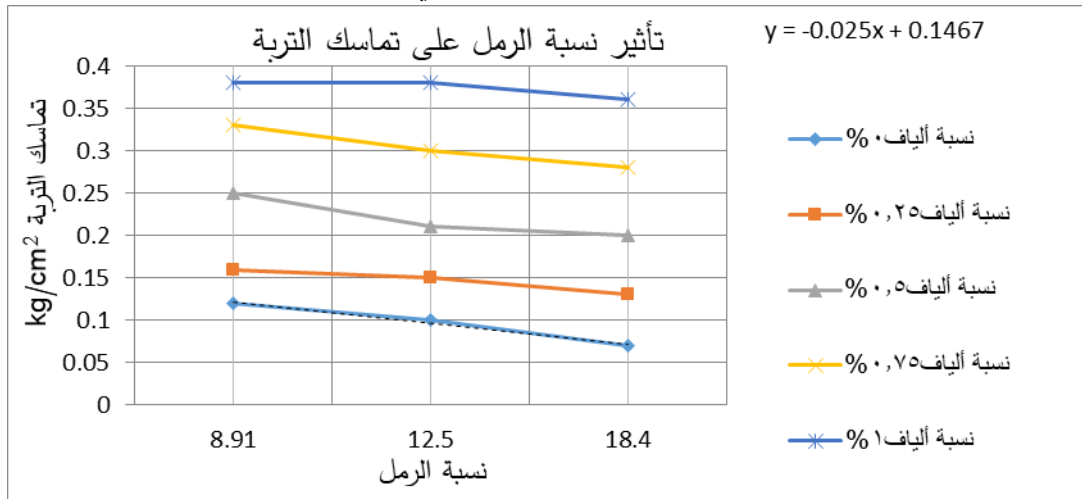
الشكل رقم (1): العلاقة بين نسبة الرمل وزاوية الاحتكاك للعينات الثلاث

ويتضح أن العلاقة خطية بين زاوية الاحتكاك ونسبة الرمل بدون وجود ألياف (وكذلك بوجود ألياف) ويمثلها الخط المنقط الموضح أعلاه وبنسبة ارتباط وسطية مقدارها 1.5% هي

$$\phi = 0.3303X1 + 24.25$$

حيث X1 تمثل نسبة الرمل في العينة ونلاحظ من أجل نسبة ألياف 1% وبزيادة نسبة الرمل بحوالي 200% فإن زاوية الاحتكاك تزداد بحوالي 30%

ومن خلال العلاقة بين نسبة الرمل والتماسك للعينات الثلاث كما في الشكل (2)

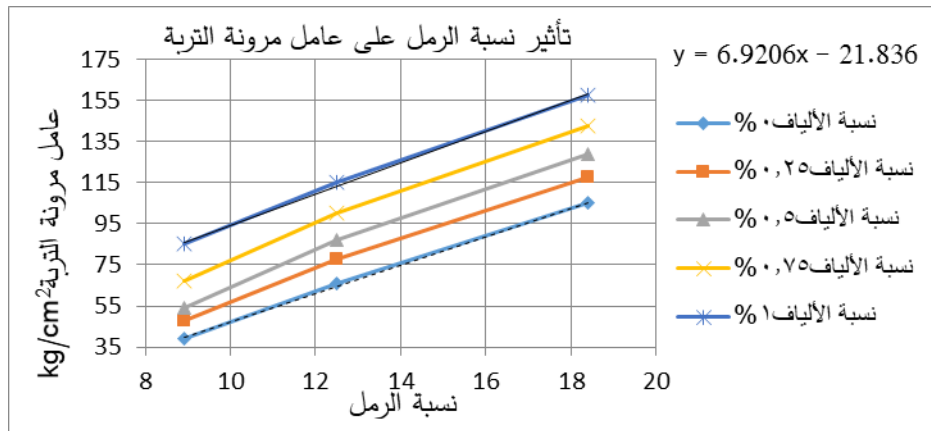


الشكل رقم (2): العلاقة بين نسبة الرمل والتماسك للعينات الثلاث

وتم استنتاج أيضا علاقة خطية بين تماسك التربة ونسبة الرمل بدون وجود ألياف (وكذلك بوجود ألياف) ويمثلها الخط المنقط الموضح اعلاه وبنسبة ارتباط وسطية مقدارها 3.27% وهي

$$C = -0.025X_1 + 0.1467$$

حيث X_1 تمثل نسبة الرمل في العينة، ويتضح أنه من أجل نسبة ألياف 1% وبزيادة نسبة الرمل بحوالي 200% فإن تماسك التربة ينخفض بحوالي 8% وتمكنا أيضا من إيجاد العلاقة بين نسبة الرمل وعامل مرونة التربة للعينات الثلاث كما في الشكل (3)

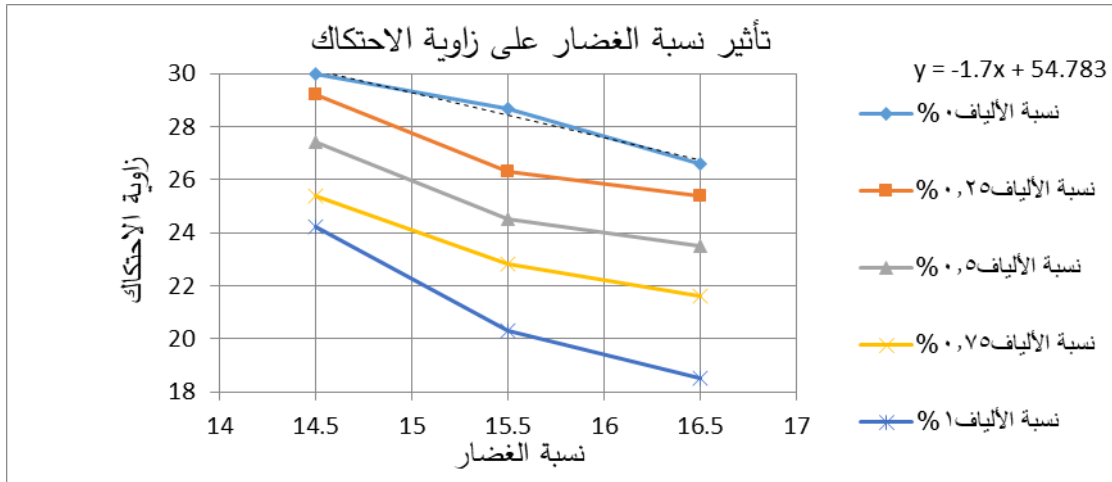


الشكل رقم (3): العلاقة بين نسبة الرمل وعامل مرونة التربة للعينات الثلاث

وتم استنتاج علاقة خطية بين عامل مرونة التربة عند إجهاد $(4 \sim 2 \text{ Kg/cm}^2)$ وبين نسبة الرمل بدون وجود ألياف (وكذلك بوجود ألياف) ويمثلها الخط المنقط الموضح اعلاه وبنسبة ارتباط وسطية مقدارها 1.5% وهي

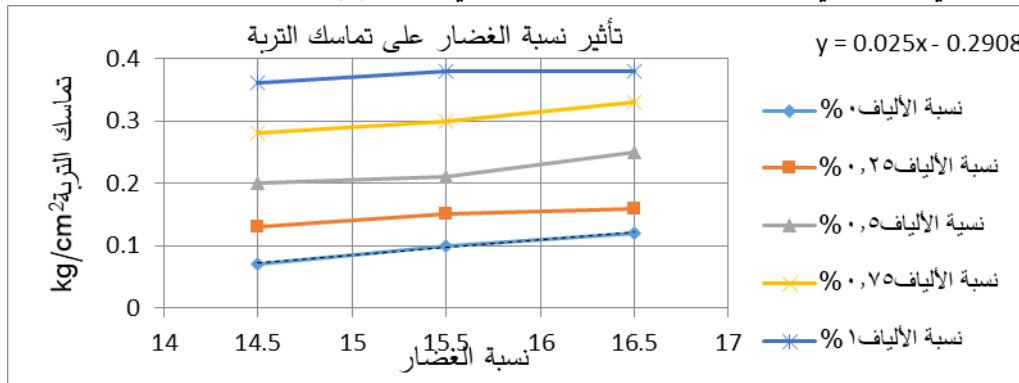
$$E = 6.9206X_1 - 21.836$$

حيث X_1 تمثل نسبة الرمل في العينة. ويتضح أنه من أجل نسبة ألياف 1% وبزيادة نسبة الرمل بحوالي 200% فإن عامل مرونة التربة يزداد بحوالي 85% وكذلك تم الحصول على علاقة تربط بين نسبة الغضار في العينات الثلاث ومواصفات الميكانيكية للتربة فقد تم استنتاج علاقة بين نسبة الغضار وزاوية الاحتكاك للعينات الثلاث كما في الشكل (4)



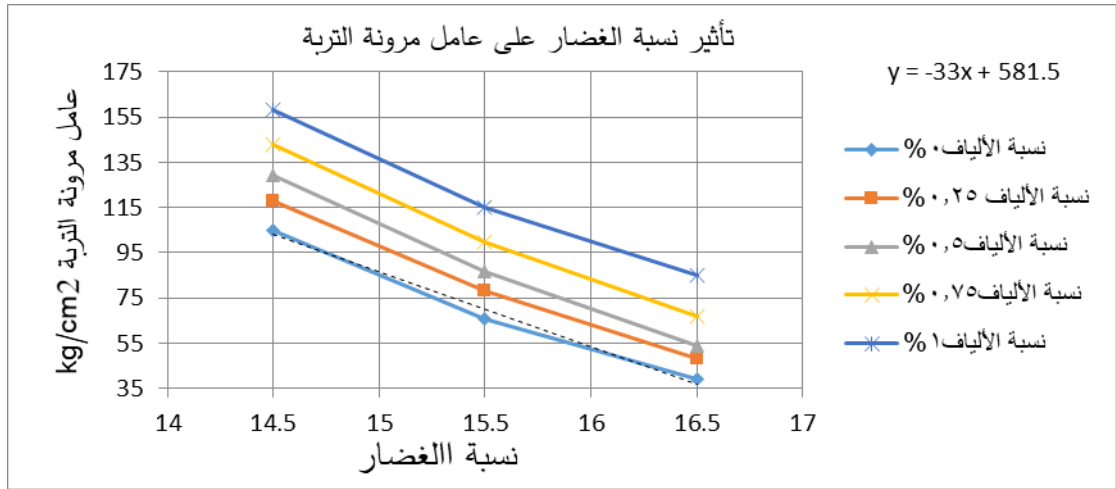
الشكل رقم (4): العلاقة بين نسبة الغضار وزاوية الاحتكاك للعينات الثلاث

والعلاقة التي تربط بين زاوية الاحتكاك الداخلية للتربة ونسبة الغضار هي علاقة خطية بدون وجود ألياف (وكذلك بوجود ألياف) ويمثلها الخط المنقط الموضح اعلاه وبنسبة ارتباط وسطية مقدارها 0.62% في التربة $\phi = -1.7X2 + 54.783$ حيث $X2$ تمثل نسبة الغضار في العينة ويتبين أنه بزيادة نسبة الغضار بمقدار درجتين ومن أجل نسبة ألياف 1% فإن زاوية الاحتكاك تنخفض بحوالي 25% وكذلك تم استنتاج علاقة خطية تربط بين تماسك التربة ونسبة الغضار وبدون وجود ألياف (وكذلك بوجود ألياف) ويمثلها الخط المنقط الموضح اعلاه وبنسبة ارتباط وسطية مقدارها 2.4% في العينة وهي $C = 0.025X2 - 0.2908$ كما في الشكل (5)



الشكل رقم (5): العلاقة بين تماسك التربة ونسبة الغضار للعينات الثلاث

حيث $X2$ تمثل نسبة الغضار في العينة ويتبين أنه بزيادة نسبة الغضار بمقدار درجتين ومن أجل نسبة ألياف 1% فإن تماسك التربة يزداد بحوالي 5% وتم إيجاد العلاقة بين نسبة الغضار وعامل مرونة التربة للعينات الثلاث كما في الشكل (6)



الشكل رقم(6): العلاقة بين نسبة الغضار وعامل مرونة التربة للعينات الثلاث

والعلاقة الخطية التي تربط بين عامل مرونة التربة عند إجهاد $(Kg/cm^2) 2\sim 4$ ونسبة الغضار بدون وجود ألياف (وكذلك بوجود ألياف) ويمثلها الخط المنقط الموضح اعلاه ونسبة ارتباط وسطية مقدارها 3.7% هي $E=-33X2+581.5$ حيث تمثل نسبة الغضار في العينة

3- تأثير الألياف على عوامل قص التربة وعامل المرونة:

لبيان تأثير الألياف على عوامل قص التربة فقد تم إجراء تجارب القص المباشر **CU-Test** على عينات التربة المثبتة بالألياف بعد الغمر للعينات الثلاث وكذلك تم إجراء تجارب الانضغاطية للحصول على عامل المرونة عند إجهاد $(Kg/cm^2) 2\sim 4$ عند

الجدول رقم(3) :عوامل قص التربة مع عامل المرونة لعينة عقرب مع نسب مختلفة من الألياف

عامل المرونة عند إجهاد $(Kg/cm^2) 2\sim 4$	التماسك $c(Kg/cm^2)$	زاوية الاحتكاك الداخلي ϕ	نسب الألياف %
66	0.1	28.7	0
78	0.15	26.3	0.25
87	0.21	24.5	0.5
100	0.30	22.8	0.75
105	0.38	20.3	1

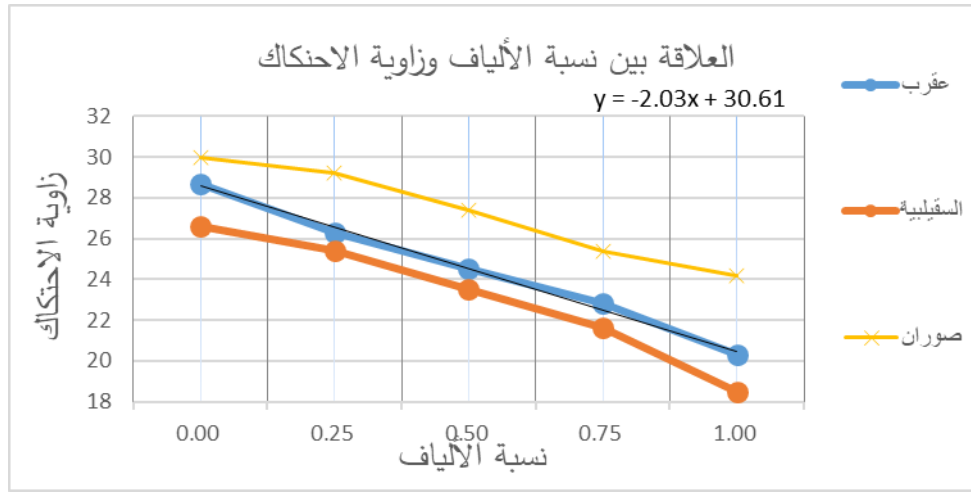
الجدول رقم(4) :عوامل قص التربة مع عامل المرونة لعينة السقيلية مع نسب مختلفة من الألياف

عامل المرونة عند إجهاد $(Kg/cm^2) 2\sim 4$	التماسك $c(Kg/cm^2)$	زاوية الاحتكاك الداخلية ϕ	نسب الألياف %
39	0.12	26.6	0
48	0.16	25.4	0.25
54	0.25	23.5	0.5
67	0.33	21.6	0.75
85	0.38	18.5	1

الجدول رقم(5):عوامل قص التربة مع عامل المرونة لعينة صوران مع نسب مختلفة من الألياف

نسب الألياف	زاوية الاحتكاك الداخلي ϕ	التماسك $c(Kg/cm^2)$	عامل المرونة عند إجهاد $E(Kg/cm^2)$ 2~4(Kg/cm^2)
0	30	0.07	105
0.25	29.2	0.13	118
0.5	27.4	0.20	129
0.75	25.4	0.28	143
1	24.2	0.36	158

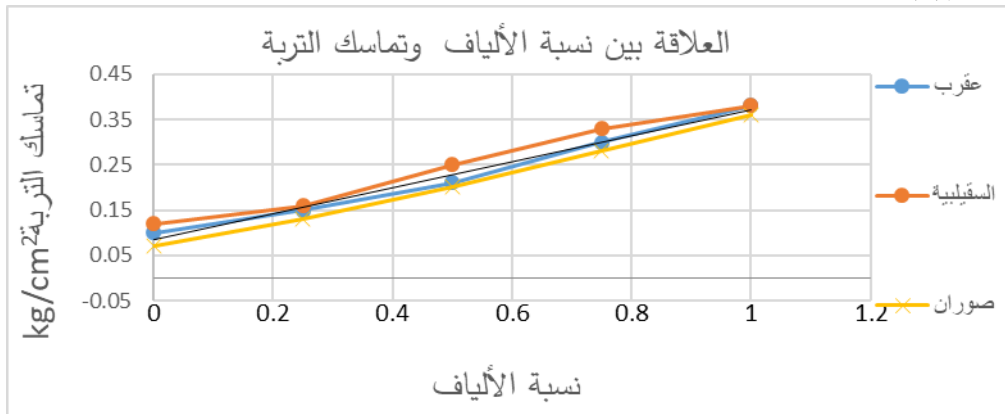
ويبين بالشكل (7) العلاقة بين نسبة الألياف وزاوية الاحتكاك للعينات الثلاث



الشكل رقم (7): العلاقة بين نسبة الألياف وزاوية الاحتكاك للعينات الثلاث

ونلاحظ من خلال الشكل(7) انخفاض زاوية الاحتكاك مع زيادة نسبة الألياف في التربة حيث أن الألياف البوليميرية ذات وزن حجمي صغير بالنسبة للتربة وبالتالي حتى بإضافة نسبة ضئيلة من الألياف يكون حجمها كبير فبدلاً من احتكاك حبات التربة مع بعضها البعض يتم احتكاك نسبة كبيرة من حبات التربة مع الألياف فإن قوى الاحتكاك ما بين الألياف والتربة أقل من الاحتكاك ما بين حبات التربة مع بعضها البعض.

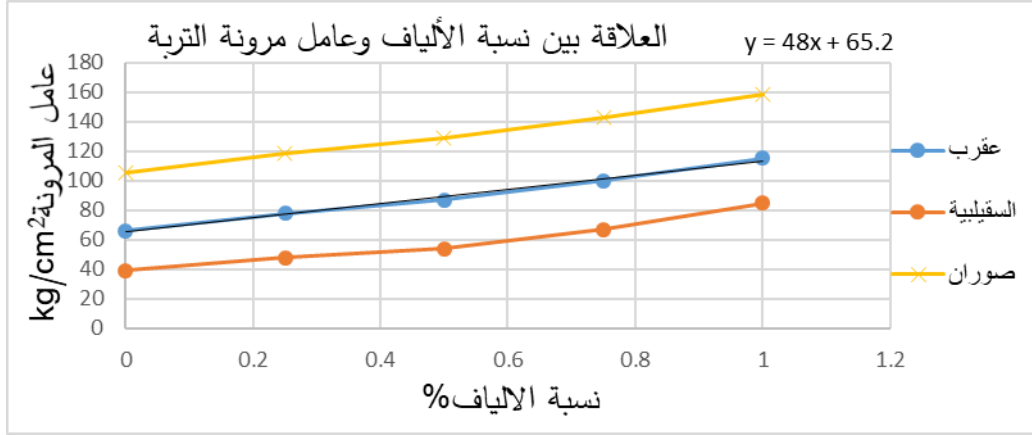
ويبين الشكل رقم(8) العلاقة بين نسبة الألياف وتماسك التربة للعينات الثلاث.



الشكل رقم(8) : العلاقة بين نسبة الألياف وتماسك التربة للعينات الثلاث.

ويتضح من الشكل (8) ازدياد التماسك في التربة مع زيادة نسبة الألياف في التربة حيث أن هذه الألياف ذات الطول 26mm تزيد من تماسك التربة عن طريق امتصاص الألياف للإجهادات الشادة ضمن عينات التربة وتضاف هذه الإجهادات إلى تماسك التربة.

ونبين بالشكل (9) العلاقة بين نسبة الألياف وعامل المرونة للعينات الثلاث.

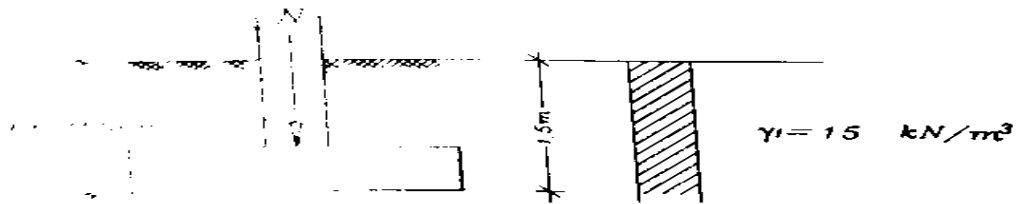


الشكل رقم (9): العلاقة بين نسبة الألياف وعامل المرونة للعينات الثلاث

ونلاحظ من خلال الشكل (9) ازدياد عامل مرونة التربة عند إجهاد (Kg/cm²) 2~4 مع زيادة نسبة الألياف وهذا يفسر بأن الألياف تزيد من مقاومة التربة للانقياس عن طريق إجهادات الشد التي تنشأ في الألياف البوليميرية مما يزيد من صلابة التربة. تعتبر مقاومة التربة على القص من أهم الخواص الميكانيكية المحددة لصلاحية استخدام التربة كمادة إنشائية في تنفيذ منشآت السدود والطرق وهي تتحكم أيضا بشكل كبير في تصميم الأساسات وتنفيذ الجدران الاستنادية، وبما أن زاوية الاحتكاك للعينات الثلاث المدروسة تتناقص مع زيادة نسبة الألياف بينما تماسك التربة يزداد بزيادة نسبة الألياف في التربة للعينات المدروسة ولمعرفة أثر إضافة الألياف البوليميرية على قدرة تحمل التربة وتصميم الجدران الاستنادية.

4- تأثير الألياف البوليميرية على قدرة تحمل التربة.

فقد تم حساب قدرة التحمل المسموح الكلي لأساس مربع أبعاده (2m*2m) وعمق تأسيسه D_f=1.5m و $\gamma_1 = 1.5t/m^3$ حسب مايرهوف وبنسب مختلفة من الألياف وباختيار عامل الأمان FS=3 فقد تم حساب التحمل الكلي المسموح للعينات الثلاث المدروسة بنسب مختلفة من الألياف.



ويبين الجدول رقم (6) التحمل الكلي المسموح لأساس مربع أبعاده (2m*2m) مع نسب مختلفة من الألياف لعينة عقرب

التحمل الكلي المسموح quall(Kg/cm ²)	Y2 gr/cm ³	Y1 gr/cm ³	التماسك c(Kg/cm ²)	زاوية الاحتكاك الداخلي φ	نسب الألياف %
5.36	1.85	1.5	0.1	28.7	0
4.76	1.85	1.5	0.15	26.3	0.25
4.65	1.85	1.5	0.21	24.5	0.5
4.88	1.85	1.5	0.30	22.8	0.75
4.58	1.85	1.5	0.38	20.3	1

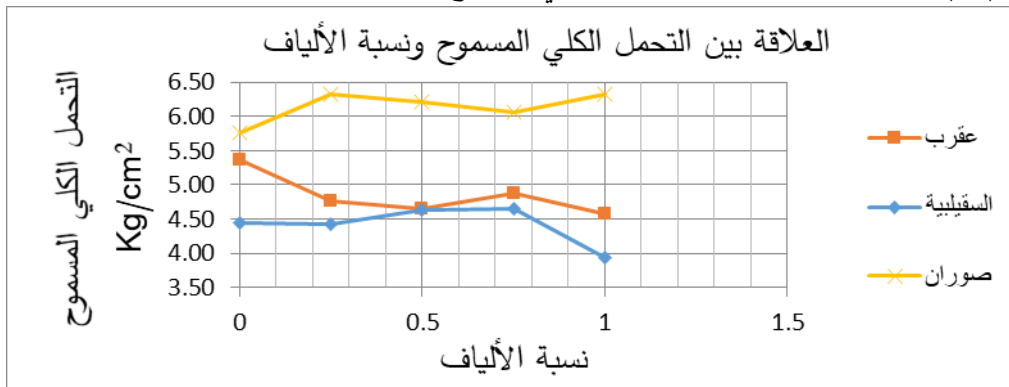
الجدول رقم (7): التحمل الكلي المسموح لأساس مربع أبعاده (2m*2m) مع نسب مختلفة من الألياف لعينة السقيلية

التحمل الكلي المسموح quall(Kg/cm ²)	Y2 gr/cm ³	Y1 gr/cm ³	التماسك c(Kg/cm ²)	زاوية الاحتكاك الداخلي φ	نسب الألياف %
4.45	1.78	1.5	0.12	26.6	0
4.42	1.78	1.5	0.16	25.4	0.25
4.64	1.78	1.5	0.25	23.5	0.5
4.64	1.78	1.5	0.33	21.6	0.75
3.93	1.78	1.5	0.38	18.5	1

الجدول رقم (8): التحمل الكلي المسموح لأساس مربع أبعاده (2m*2m) مع نسب مختلفة من الألياف لعينة صوران

التحمل الكلي المسموح quall(Kg/cm ²)	Y2 gr/cm ³	Y1 gr/cm ³	التماسك c(Kg/cm ²)	زاوية الاحتكاك الداخلي φ	نسب الألياف %
5.76	1.94	1.5	0.07	30	0
6.32	1.94	1.5	0.13	29.2	0.25
6.21	1.94	1.5	0.20	27.4	0.5
6.06	1.94	1.5	0.28	25.4	0.75
6.32	1.94	1.5	0.36	24.2	1

ويبين الشكل (10) العلاقة بين نسب الألياف والتحمل الكلي المسموح للعينات الثلاث



الشكل رقم (10): العلاقة بين نسب الألياف والتحمل الكلي المسموح للعينات الثلاث

ونلاحظ من خلال الشكل (10) أن تأثير ازدياد نسبة الألياف على التحمل الكلي المسموح هو تأثير غير واضح ويتعلق بنوع التربة فمن أجل نسبة ألياف 1% يتبين انخفاض التحمل الكلي المسموح بحوالي 15% وذلك لعينتي عقرب والسقيلية بينما يزداد من أجل نفس نسبة الألياف التحمل الكلي بحوالي 10% لعينة صوران

5- تأثير الألياف البوليميرية على الجدران الاستنادية

تؤثر التربة المحجوزة على الجدران الاستنادية ومنشآت دعم التربة الحاجزة لها بدفع يدعى دفع التربة ولتبيان تأثير إضافة الألياف البوليميرية في مادة الردم خلف الجدران الاستنادية فقد تم اختيار نوعين من الجدران الاستنادية فقد تم حساب الإجهادات الأعظمية لجدار استنادي ارتفاعه $H_1=3m$ وكذلك تم حساب الإجهادات الأعظمية لجدار استنادي ارتفاعه $H_2=6m$ وبنسب مختلفة من الألياف



الجدول رقم (9): الإجهادات الأعظمية لجدار استنادي ($H_2 = 6m, H_1 = 3m$) بنسب مختلفة من الألياف لعينة

عقرب

نسب الألياف %	زاوية الاحتكاك الداخلي ϕ	التماسك c Kg/cm ²	γ gr/cm ³	ارتفاع الجدار H_1 m	ضغط التربة الفعال σ_{H1} T/m ²	ارتفاع الجدار H_2 m	ضغط التربة الفعال σ_{H2} T/m ²
0	28.7	0.1	1.85	3	0.76	6	2.71
0.25	26.3	0.15	1.85	3	0.28	6	2.42
0.5	24.5	0.21	1.85	3	لا يوجد دفع	6	1.89
0.75	22.8	0.30	1.85	3	لا يوجد دفع	6	0.91
1	20.3	0.38	1.85	3	لا يوجد دفع	6	0.09

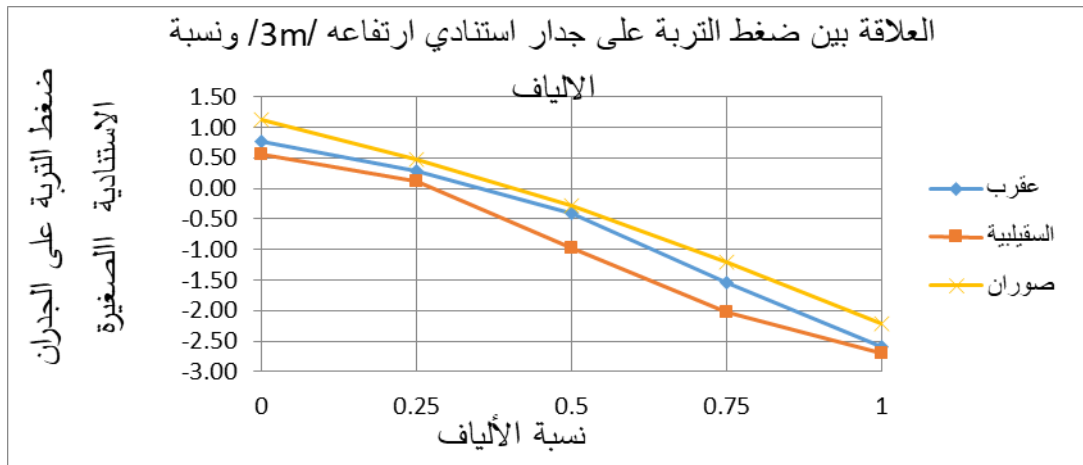
الجدول رقم (10) الإجهادات الأعظمية لجدار استنادي ($H_2 = 6m, H_1 = 3m$) بنسب مختلفة من الألياف لعينة السقيلية

نسب الألياف %	زاوية الاحتكاك الداخلي ϕ	التماسك c Kg/cm ²	γ gr/cm ³	ارتفاع الجدار H_1 m	ارتفاع الجدار H_2 m	ضغط التربة الفعال σ_{H1} T/m ²	ضغط التربة الفعال σ_{H2} T/m ²
0	26.6	0.12	1.78	3	6	0.55	2.59
0.25	25.4	0.16	1.78	3	6	0.11	2.25
0.5	23.5	0.25	1.78	3	6	لا يوجد دفع	1.31
0.75	21.6	0.33	1.78	3	6	لا يوجد دفع	0.45
1	18.5	0.38	1.78	3	6	لا يوجد دفع	0.06

الجدول رقم (11) الإجهادات الأعظمية لجدار استنادي ($H_2 = 6m, H_1 = 3m$) بنسب مختلفة من الألياف لعينة صوران

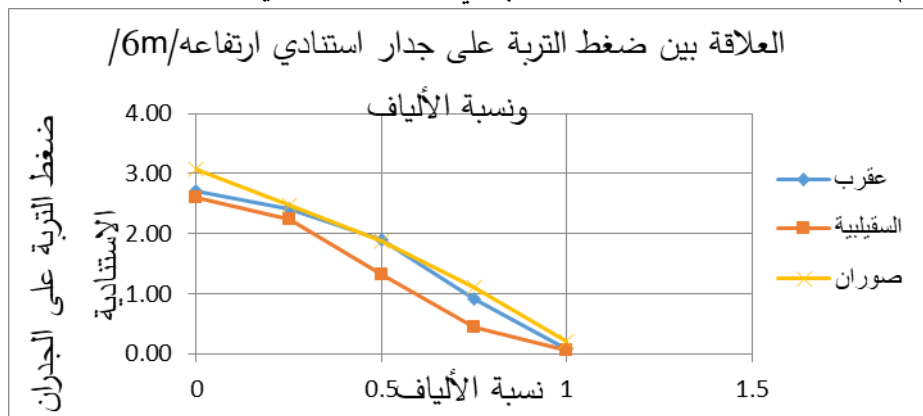
نسب الألياف %	زاوية الاحتكاك الداخلي ϕ	التماسك c Kg/cm ²	γ gr/cm ³	ارتفاع الجدار H1 m	ارتفاع الجدار H2 T/m ²	ضغط التربة الفعال σ_{H1} m	ضغط التربة الفعال σ_{H2} T/m ²
0	30	0.07	1.94	3	6	1.13	3.07
0.25	29.2	0.13	1.94	3	6	0.48	2.48
0.5	27.4	0.20	1.94	3	6	لا يوجد دفع	1.87
0.75	25.4	0.28	1.94	3	6	لا يوجد دفع	1.11
1	24.2	0.36	1.94	3	6	لا يوجد دفع	0.21

ونبين بالشكل (11) العلاقة بين نسب الألياف وضغط التربة في حالة جدار استنادي ارتفاعه 3m للعينات الثلاث



الشكل رقم (11) العلاقة بين نسب الألياف وضغط التربة في حالة جدار استنادي ارتفاعه 3m للعينات الثلاث

ونبين بالشكل (12) العلاقة بين نسب الألياف وضغط التربة في حالة جدار استنادي ارتفاعه 6m للعينات الثلاث



الشكل رقم (12): العلاقة بين نسب الألياف وضغط التربة في حالة جدار استنادي ارتفاعه 6m للعينات الثلاث

ويتبين أنه في حالة الجدران الاستنادية ذات الارتفاع الصغير فإن ضغط التربة ينعقد عند نسبة ألياف 0.5% وأما في حالة الجدران الاستنادية ذات الارتفاع المتوسط أو الكبير فإن ضغط التربة ينخفض بشكل كبير مع زيادة نسبة الألياف في التربة، وبالتالي تعطي هذه الألياف دوراً إيجابياً دوماً في تثبيت الجدران الاستنادية.

النتائج والتوصيات

- أظهرت نتائج التجارب على كافة الترب السيلتية المختبرة وجود علاقة خطية بين نسبة الرمل أو الغضار الموجودة في العينات المختبرة مع كل من زاوية الاحتكاك وتماسك التربة وعامل المرونة التربة، وذلك سواء بوجود نسب مختلفة من الألياف أو بعدم وجود ألياف
- زيادة نسبة الرمل في الترب السيلتية المختبرة بحوالي 40% ومن أجل زيادة بنسبة ألياف مقداره 0.5% تزداد زاوية الاحتكاك للتربة بحوالي 5% ويزداد عامل مرونة التربة بحوالي 60% وينخفض التماسك بحوالي 16%
- زيادة نسبة الغضار في الترب السيلتية المختبرة بمقدار درجتين ومن أجل زيادة بنسبة ألياف مقداره 1% تنقص زاوية الاحتكاك للتربة بحوالي 25% وينقص عامل المرونة للتربة بحوالي 56% بينما يزداد تماسك التربة بحوالي 5%
- تتخفف زاوية الاحتكاك للتربة في كافة أنواع الترب المختبرة بزيادة نسبة الألياف فمن أجل زيادة بنسبة ألياف مقداره 0.5% انخفضت زاوية الاحتكاك التربة بنسبة تتراوح (10~14%)
- أدت زيادة نسبة الألياف البوليميرية إلى تحسين في قيمة التماسك في كافة أنواع الترب المختبرة فمن أجل زيادة بنسبة ألياف مقداره 0.5% تحسن تماسك التربة بنسبة تتراوح (100~300%)
- إن إضافة الألياف البوليميرية تحسن بشكل عام من عامل مرونة التربة لكل أنواع الترب المختبرة وذلك حسب نوع التربة فمن أجل زيادة بنسبة ألياف 1% يزداد عامل المرونة بنسبة تتراوح بحوالي (50~220%)
- إن تأثير الألياف البوليميرية على قدرة تحمل التربة غير واضح و يتعلق بنوع التربة، بالنسبة لتربة عقرب والسقيلية كان له تأثير سلبي فمن أجل نسبة ألياف 1% انخفض التحمل الكلي المسموح بحوالي 15%، بينما لتربة صوران كان له تأثير إيجابي فمن أجل نسبة ألياف 1% ازداد التحمل الكلي المسموح بحوالي 10%.
- تؤدي الألياف البوليميرية المضافة إلى تربة الردم خلف الجدران الاستنادية دوراً إيجابياً دوماً بحيث تخفف من ضغط التربة الفعال ، فمن أجل الجدران الاستنادية ذات الارتفاع الصغير وبنسبة 0.5% يتم انعدام الدفع على تلك الجدران ،وأما من أجل الجدران الاستنادية ذات الارتفاع المتوسط والكبير تعطي مردود ممتاز في تخفيض الدفع على تلك الجدران.
- بينت نتائج التجارب على كافة أنواع الترب السيلتية المختبرة أنه عند الرغبة بتحسين زاوية الاحتكاك الداخلية فقط فإنه من المفضل عدم إضافة الألياف البوليميرية إلى التربة وعندما يكون المطلوب هو تحسين تماسك التربة وعامل مرونتها فعندئذ تكون نسبة الألياف المثالية هي 1% .

المراجع العلمية

1. سراج، دعبالسلام،(1992): التأسيس على الترب الصعبة، دار المعرفة دمشق
2. <https://www.hansa.xyz2020/5/Fiber-Reinforced-polymer.html?>
3. FENZ, Gerhard; GREGORI, Hubert; KRZEMIEN, Randolf; WALDHANS, Herbert: Hochstandfeste bituminoese Tragschichten aus Strassenbaubitumen mit Faserzusats In Mitteilungen/Bundesministerium fuer Wirtschaftliche Angelegenheiten Wien, Strassenforschung, 1992, Nr>403
4. WEISEMANN, Ulrike: Untersuchungen zur Verbesserung von Planungsschutzschichten im Eisenbahnanterbau insbesondere durch Geokunststoffe. Dresden, technische Universitaet, Dissertation, 1994

تطبيق منهجية التفكير المبني على المخاطر لتحسين الوثوقية والسلامة لطائرة مسيرة صغيرة

م. زهير صقر*، د. عبيدة السهلي**، م. مها بدر***

(الإيداع: 20 تشرين الثاني 2023، القبول: 17 آب 2024)

الملخص:

تتعرض الطائرات المسيرة الصغيرة إلى مخاطر عديدة تؤثر على الوثوقية والسلامة نتيجة لحدوث مشكلات تقنية لوحد أو أكثر من مكوناتها، مما يؤدي إلى فشل الطائرة بتنفيذ مهمتها أو فقدانها أو سقوطها بمناطق مأهولة. تهدف الدراسة إلى تقييم مخاطر تعطل مكونات طائرة مسيرة صغيرة على الوثوقية والسلامة، اعتماداً على منهج التفكير المبني على المخاطر وفق نظام إدارة الجودة بالمواصفة العالمية **AS9100D** لمؤسسات قطاع الطيران والفضاء والدفاع. وتحديد أنماط التعطل عالية الخطورة التي يمكن أن تؤدي إلى حوادث كارثية باستخدام منهج تحليل نمط التعطل وتأثيراتها **FMEA**، وترتيبها وفق رقم أولوية المخاطر **RPN**. ووضع إجراءات لتخفيف المخاطر الناجمة عن تعطل النظم الجزئية لمكونات الطائرة باستخدام مكونات رديفة لتلك النظم.

الكلمات المفتاحية: الطائرات المسيرة الصغيرة، نظام إدارة الجودة **AS9100D**، التفكير المبني على المخاطر، الوثوقية، السلامة، تحليل أنماط التعطل وتأثيراتها.

*مهندس طيران في المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا، وطالب ماجستير في الجودة في الجامعة الافتراضية
** باحث ومدرس في وثوقية وهندسة النظم في المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا
*** مهندسة نظم تحكم في المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا، طالبة دكتوراه في وثوقية النظم المسيرة في المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا.

Applying Risk–Based Thinking Methodology To Improve Reliability And Safety Of Small UAV

Eng. Zohair Saqr* Dr. Obaida Al–Sahli ** MEng. Maha Badr***

(Received: 20 November 2023, Accepted: 17 August 2024))

Abstract:

Small unmanned aerial vehicles (UAVs) face various hazards that impact their reliability and safety. These risks arise from technical issues that may arise in one or multiple components, resulting in the failure of the UAV to fulfill its intended purpose, becoming lost, or potentially crashing in densely populated regions.

The objective of the study is to assess the impact of component failures on the reliability and safety of small drones, utilizing a risk–based approach aligned with the quality management system specified in the AS9100D international standard for aviation, space, and defense sector institutions. The study will employ the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) approach to identify high–risk failure patterns that could potentially result in catastrophic accidents. These failure patterns will be prioritized based on their Risk Priority Numbers (RPNs). Additionally, the study aims to develop procedures to mitigate risks arising from the failure of partial systems in aircraft components by utilizing auxiliary components for those systems.

key words: Unmanned Aerial Vehicles UAV, AS9100D quality management system, Risk–Based Thinking, reliability, safety, Failure Mode Effects Analysis FMEA, Risk Priority Number RPN.

*A flight engineer at the Higher Institute of Applied Sciences and Technology, and a master's student in quality at the Syrian Virtual University.

** Researcher and teacher in systems reliability and engineering at the Higher Institute of Applied Sciences and Technology.

*** Control systems engineer at the Higher Institute of Applied Sciences and Technology, PhD student in the reliability of automated systems at the Higher Institute of Applied Sciences and Technology.

1- مقدمة

الطائرة المسيرة (UAV) Unmanned Aerial Vehicle هي طائرة توجه عن بعد من محطة أرضية أو من خلال مسار مبرمج، وقد تتطلب التوسع في التطبيقات المدنية والعسكرية للطائرات المسيرة استخدام تقانات متطورة ومعقدة لمكوناتها، وأثبتت فعالية وكفاءة عالية في الاستخدام.

بالرغم من كل هذا التطور على صعيد استخدام الطائرات المسيرة، إلا أنها تتعرض إلى مخاطر عديدة أهمها مواجهة مشكلات تقنية وفنية لواحد أو أكثر من مكوناتها مما يؤدي إلى فشل الطائرة بمهمتها وتعرضها للحوادث. كما أن زيادة فترة الطيران للطائرات المسيرة يتناسب مع زيادة احتمال فشل واحد أو أكثر من الوظائف الأساسية، أو تعطل أحد مكوناتها وبالتالي فشل مهمة الطائرة، أو فقدانها، أو سقوطها. والذي من الممكن أن يسبب خسائر مادية كبيرة وعواقب كارثية قد تؤثر على السلامة، وخصوصاً في حال سقوطها فوق مناطق مأهولة.

تصنف الطائرات المسيرة وفقاً لأحجامها وفترات الطيران فمنها الكبير والمتوسط والصغير. ففي الطائرات المسيرة المتوسطة والكبيرة استخدمت نظم رديفة (احتياطية) ثنائية أو ثلاثية للمكونات الأكثر حرجة لزيادة الوثوقية والسلامة. أما بالنسبة للطائرات المسيرة الصغيرة (Small UAV (SUAV ذات الجناح الثابت بوزن إقلاع أعظمي دون 30 كغ وفترات طيران حتى 10 ساعات، فإن مشكلة الوزن والحجم تشكل عائقاً لإضافة أنظمة رديفة.

من ناحية أخرى، منهج التفكير المبني على المخاطر Risk-Based Thinking لنظام إدارة الجودة بالمواصفة العالمية AS9100D لمؤسسات قطاع الطيران والفضاء والدفاع (AS9100D:2016)، الذي يركز في إدارة الجودة بالمؤسسة على وثوقية وسلامة المنتجات، بما فيها عمليات مرحلة التصميم والتطوير من البند-8 "التشغيل". فهو استراتيجية أثبتت فعاليتها بكيفية إدارة مخاطر المؤسسة وتصميم وإنتاج منتجات، وتجنب فشل وتعطل المكونات وزيادة الوثوقية وعوامل السلامة.

من أهم مخاطر الطائرات المسيرة تعطل واحد أو أكثر من مكوناتها، ويمكن أن يؤدي التعطل إلى عواقب كارثية. لتحديد مخاطر تعطل مكونات الطائرة الأكثر حرجة على الوثوقية والسلامة في الطائرات المسيرة، يلزم تحليل وثوقيتها ومخاطر تعطل مكوناتها باستخدام أدوات تحليل مثل منهج تحليل نمط التعطل وتأثيراته Failure Mode Effects Analysis (FMEA)، الذي يستند على حساب رقم أولوية المخاطر Risk Priority Number (RPN) لكل نمط تعطل، حيث يتم ترتيب حرجة أنماط التعطل وفقاً لرقم أولوية المخاطر RPN لاتخاذ إجراءات استباقية بناءً على منهج التفكير المبني على المخاطر لتقليل احتمال حدوث الأعطال وتجنب المخاطر.

2- المشكلة والأهداف:

تتركز المشكلة الرئيسية بالسؤال التالي: هل يمكن اعتماد منهج التفكير المبني على المخاطر لتصميم طائرة مسيرة صغيرة SUAV ولتحديد وتقييم مخاطر تعطل مكوناتها وتأثيرها على وثوقية وسلامة استثمار الطائرة، وإمكانية وضع حلول مناسبة لتجنب أنماط التعطل الحرجة التي تؤدي إلى حوادث كارثية.

تهدف الدراسة إلى تصميم طائرة مسيرة صغيرة SUAV موثوقة، اعتماداً على منهج التفكير المبني على المخاطر وفقاً لنظام إدارة الجودة بالمواصفة العالمية AS9100D لمؤسسات قطاع الطيران والفضاء والدفاع، من خلال:

- تحديد أنماط تعطل مكونات الطائرة وتأثيرها على وثوقية وسلامة الطائرة.
- تحليل مخاطر التعطل للمكونات وتقييمها وتصنيفها وترتيبها تبعاً لتأثيراتها.
- وضع حلول مناسبة لتجنب التعطل لأنماط التعطل ذات المخاطر العالية جداً، لتحسين الوثوقية والسلامة مع الأخذ بعين الاعتبار مسألة الوزن والحجم للطائرة المسيرة الصغيرة SUAV.

3- الدراسات المرجعية

لتطبيق منهج التفكير المبني على المخاطر يلزم فهم عميق لمكونات الطائرة المسيرة ووثوقيتها، نذكر من الدراسات التي تمت مراجعتها دراسات تناولت تقييم الوثوقية أو تحليل الأعطال والتعطل وتقييم المخاطر والسلامة للطائرات المسيرة. تسلط دراسة (Stockwell, Schulman, 2016) الضوء على العديد من العوامل التي تساهم في خفض مستوى مخاطر عمليات الطائرات المسيرة. تشمل هذه العوامل خصائص أداء الطائرات المسيرة، مثل استقرار الطيران والوثوقية والتكرار، بالإضافة إلى قدرات نظام التحكم وتكنولوجيا الملاحة. علاوة على ذلك، يؤكد المؤلفون على أهمية المعرفة للمشغل ومهاراته وتدريبه في تقليل المخاطر. وضرورة وضع برامج التدريب وإصدار الشهادات المناسبة لضمان حصول المشغلين على الفهم اللازم لتشغيل الطائرات المسيرة، ولوائح الطيران، وإجراءات السلامة.

تقدم دراسة (Washington et al, 2017) مراجعة شاملة لنماذج المخاطر الأرضية لأنظمة الطائرات المسيرة، وأهمية نماذج المخاطر الأرضية، والتي تُستخدم لتقييم وقياس المخاطر والمخاطر المحتملة المرتبطة بعمليات الطائرات المسيرة على الأرض. يمكن أن تشمل هذه المخاطر الاصطدامات، والأضرار التي تلحق بالمتكبات أو البنية التحتية، وإصابة الموظفين، والتأثيرات البيئية. تستعرض الورقة نماذج المخاطر الأرضية المختلفة التي تم تطويرها واستخدامها في مجال الطائرات المسيرة.

تناولت دراسة (Washington et al, 2019) موضوع التفكير المبني على المخاطر مثل دراسة فتم تقديم وصفاً عالي المستوى لكيفية اختلاف نتائج عملية تقييم السلامة بناءً على أخذ المخاطر بالاعتبار وتوضيح كيف يؤثر ذلك على تقييم الامتثال للقوانين والتعليمات الموصى بها من قبل السلطات الوطنية (NAAS) في مجال الطيران المسير. كما تناقش الدراسة التحديات التنظيمية المرتبطة بأنظمة الطائرات المسيرة، ويركز على التفكير المبني على المخاطر ويسلط الضوء على الصعوبات في تنفيذ لوائح فعالة لعمليات الطائرات المسيرة.

تركز الدراسة (Tran et al, 2019) على تطوير منهجية لإدارة المخاطر المتعلقة بالأمن السيبراني لأنظمة الطائرات المسيرة، وأهمية النظر في تهديدات الأمن السيبراني والمخاطر المرتبطة بهذه الأنظمة. تهدف المنهجية المقترحة إلى تقييم وإدارة المخاطر المتعلقة بالأمن السيبراني في عمليات الطائرات المسيرة باتخاذ عدة خطوات واعتبارات لتحديد التهديدات المحتملة وتحليلها والتخفيف واقتراح استراتيجيات تخفيف المخاطر والتدابير المضادة لتعزيز الأمن السيبراني.

قامت دراسة (Allouch et al., 2019) بإجراء التحليل النوعي والكمي للمخاطر وتقييم سلامة مهمات الطائرات المسيرة عبر الإنترنت. وتتناول التحديات المرتبطة بعمليات الطائرات المسيرة، لا سيما فيما يتعلق بالمخاطر الأمنية والتهديدات المحتملة فيقترح المؤلفون إطاراً شاملاً لإجراء تحليل المخاطر النوعية والكمية لمهام الطائرات المسيرة من خلال النظر في العوامل والمعاملات المختلفة. يقترح المؤلفون منهجية لتقييم المخاطر تعتمد على تقنيات صنع القرار ذات المنطق الغامض ومتعددة المعايير لتحديد المخاطر المحددة وتصنيفها.

يهدف بحث (بدر، 2020) إلى دراسة وتحليل وثوقية طائرة مسيرة صغيرة ذات جناح ثابت ودراسة كيفية زيادة وثوقيتها باستخدام تسامحات الأخطاء من خلال تحديد المكونات الحرجة وأنماط أعطالها؛ ثم دراسة الحلول الممكنة بتكرار العنصر الأكثر حرجة دون التأثير على وزن وموازنة الطائرة.

تناولت الدراسة (Raballand et al, 2021) أهمية تقييم المخاطر في عمليات الطائرات المسيرة، مع الأخذ في الاعتبار عوامل مثل معايير الطيران، والظروف البيئية، والمخاطر المحتملة. وضرورة فهم هذه المخاطر والتخفيف من حدتها. تتيح بيئة المحاكاة للمستخدمين استكشاف سيناريوهات مختلفة وتقييم المخاطر المرتبطة بها بما في ذلك تقييم احتمالات الاصطدام، وانتهاكات المجال الجوي، وسلامة مسار الرحلة، والقرب من الأماكن الحساسة.

تناولت دراسة (Kobaszyńska et al., 2022) تطبيق نماذج إدارة المخاطر في النقل الجوي بالطائرات المسيرة، الذي يتضمن نقل البضائع والأشخاص. إن العدد المتزايد باستمرار من العمليات التي تستخدم الطائرات المسيرة لا يتطلب فقط تحديد مصادر الخطر أو تقييم المخاطر الموصى به من قبل المطبق اللوائح، ولكن أيضًا إدارة المخاطر الشاملة. من أجل تطوير نهج منظم لإدارة المخاطر للعمليات الجوية للطائرات المسيرة، واستخدام الطريقة الكلاسيكية لإدارة المخاطر. تقترح الدراسة نموذجًا جديدًا متعدد المعايير قد يكون بمثابة الأساس لمزيد من الأنشطة تهدف إلى تطوير طريقة لإدارة المخاطر لهذا المجال. اعتمد النموذج على ستة معايير والتحقق من صحتها باستخدام طريق افتراضي لتقييم المخاطر وتقييمها.

4- نظام إدارة الجودة بالموصفة العالمية AS9100D

يهدف نظام إدارة الجودة بالموصفة العالمية AS9100D لمؤسسات قطاع الطيران والفضاء والدفاع، إصدار مؤسسة SAE International (AS9100D:2016)، إلى:

- تقديم خدمات ومنتجات ذات وثوقية وسلامة تحقق متطلبات الزبائن والمتطلبات القانونية والتنظيمية.
- تعزيز رضا الزبائن.

- القدرة على إثبات المطابقة لمتطلبات نظام إدارة الجودة.

- التعامل مع المخاطر والفرص المرتبطة بسياقها وأهدافها ومنتجاتها وخدماتها.

تشمل متطلبات نظام إدارة الجودة بالموصفة AS9100D، متطلبات نظام إدارة الجودة ISO 9001:2015 للمؤسسات المدنية ومتطلبات مجموعة جودة الفضاء العالمية (IAQG) International Aerospace Quality Group لمؤسسات الطيران والفضاء والدفاع. تضمنت بنية المواصفة AS9100D بنية المواصفة ISO 9001:2015 وبنودها بالكامل، مع إضافة متطلبات IAQG بما يتعلق بالوثوقية والسلامة ضمن الفقرات والبنود كافة والتي وضعت بخط غامق. اشتملت هذه الإضافات المصطلحات المضافة التي تتعلق بالوثوقية والسلامة، وإضافات عديدة بموضوع التفكير المبني على المخاطر، وبنود التخطيط-6 لتخطيط التعامل مع المخاطر وإجراءات التعامل مع المخاطر، وإضافات عديدة في بند التشغيل-8 الذي يتناول موضوع متطلبات التصميم والتطوير والانتاج.

4-1 التفكير المبني على المخاطر في المواصفة AS9100D

- المخاطر أو المخاطرة Risk: هي تأثير عدم التأكد (الشك) على الأهداف. (ISO 31000:2018)
- التأثير Effect: هو الانحراف عن المتوقع إيجاباً أو سلباً.
- عدم التأكد (الشك) Uncertainty: هي حدث (أو حالة) غير مؤكد ينقصه المعطيات أو المعرفة عن عواقب الحدث Consequences أو معدل حدوثه Likelihood.
- الأهداف Objectives: أهداف نظام إدارة الجودة وكل مستويات أهداف المؤسسة.
- تشمل أهداف متطلبات المواصفة AS9100D: مطابقة المنتجات والخدمات للمتطلبات بما فيها الوثوقية والسلامة، وتحسين رضا الزبون.

- يتم التفكير المبني على المخاطر في نظام إدارة الجودة من خلال: تخطيط إجراءات التعامل مع المخاطر والفرص بند التخطيط-6، وتنفيذ هذه الإجراءات في بند التشغيل-8، وتقييمها في بند التقييم-9 من المواصفة AS9100D.

4-2 التخطيط للتعامل مع المخاطر

تشمل إجراءات التعامل مع المخاطر والفرص وفقاً لبند التخطيط-6 من المواصفة AS9100D، إدارة المخاطر بوضع إجراءات التعامل مع المخاطر والفرص والتخطيط لتنفيذها، لتعزيز التأثيرات المرغوب فيها وتقليل التأثيرات غير المرغوب فيها.

يتضمن التخطيط لإدارة المخاطر وفق البند-6:

- تحديد المخاطر والفرص لسياق المؤسسة، ومتطلبات الأطراف المعنية، وعمليات نظام إدارة الجودة (البند-4)، تحليل وتقييم المخاطر والفرص.
 - وضع خطة إجراءات التعامل مع التأثيرات المرغوبة (الفرص) وغير المرغوبة (الخطورة).
 - كيفية إدماج وتنفيذ تلك الإجراءات في عمليات نظام إدارة الجودة.
 - كيفية تقييم مدى فعالية تلك الإجراءات.
- تشمل إجراءات التعامل مع التأثيرات غير المرغوبة على وثوقية وسلامة المنتجات والمشغلين والناجمة عن تعطل وفشل المنتجات في تنفيذ وظيفة أو أكثر من وظائفها.

3-4 تنفيذ إجراءات التعامل مع المخاطر

يتم تنفيذ إجراءات التعامل مع المخاطر والفرص وفقاً لبند التشغيل (البند-8) من المواصفة AS9100D، والذي يشمل إضافات عديدة على المواصفة ISO 9001-2015. أهم هذه الإضافات فيما يتعلق بالوثوقية والسلامة والمخاطر والتي تركزت بفقرات: تخطيط وضبط التشغيل (1-8).

الجدول رقم (1): الإضافات المتعلقة بالوثوقية والسلامة والمخاطر

ISO-9001:2015		AS9100D	
8	Operation	8	Operation
8.1	Operational planning and control	8.1	Operational planning and control
		8.1.1	Operational Risk Management
		8.1.2	Configuration Management
		8.1.3	Product Safety
		8.1.4	Prevention of Counterfeit Parts

1-3-4 أهم الإضافات بالفقرة 1-8 من المواصفة

أ- تحديد متطلبات المنتجات والخدمات

- السلامة الشخصية وسلامة المنتج، القدرة على الإنتاج وقابلية الفحص، الوثوقية والجاهزية وقابلية الصيانة.
 - الوقاية والكشف وإزالة الأجسام الغريبة، تقادم المنتج، إعادة التدوير أو التخلص النهائي من المنتج.
- ب- وضع معايير لـ:
- التحقق من التصميم (الوثوقية، وقابلية الصيانة، وسلامة المنتج)، تحليل أنماط التعطل وتأثيراتها (FMEA)
 - التحكم في العملية، قياس قدرة العملية، مراقبة العمليات الإحصائية.
- يجب على المؤسسة تخطيط وإدارة توفير المنتجات والخدمات بطريقة منظمة وخاضعة للرقابة بما في ذلك الأحداث المجدولة التي يتم تنفيذها في تسلسل مخطط تلبية المتطلبات بمخاطر مقبولة، ضمن قيود الموارد والجدول الزمني.
- ملاحظة: يُشار إلى هذا النشاط عمومًا بتخطيط المشروع أو إدارة المشروع أو إدارة البرنامج.

1-1-3-4 أهم إضافات الفقرة 1-8-1 (إدارة مخاطر التشغيل)

- يجب على المؤسسة تخطيط وتنفيذ ومراقبة عملية إدارة المخاطر التشغيلية لتحقيق المتطلبات المعمول بها، والتي تتضمن، حسب الاقتضاء للمنظمة والمنتجات والخدمات:
- تعيين المسؤولين لإدارة المخاطر التشغيلية.

- تعريف معايير تقييم المخاطر (مثل الاحتمالية والعواقب وقبول المخاطر).
- تحديد المخاطر وتقييمها والإبلاغ عنها خلال العمليات.
- تحديد وتنفيذ وإدارة الإجراءات الرامية إلى تخفيف المخاطر التي تتجاوز معايير قبول المخاطر المحددة.
- قبول المخاطر المتبقية بعد تنفيذ إجراءات التخفيف.

ملاحظة:

في صناعة الطيران والفضاء والدفاع، يتم التعبير عن المخاطر عمومًا من حيث احتمال حدوثها وشدة العواقب.

4-3-1-2 أهم إضافات الفقرة 8-1-2 (إدارة التكوين)

يجب على المؤسسة تخطيط وتنفيذ ومراقبة عملية إدارة التكوين بما يتناسب مع المؤسسة ومنتجاتها وخدماتها من أجل ضمان تحديد ومراقبة السمات المادية والوظيفية طوال دورة حياة المنتج. يجب أن تقوم هذه العملية بما يلي:

- التحكم في هوية المنتج وإمكانية تتبع المتطلبات، بما في ذلك تنفيذ التغييرات المحددة.
- التأكد من أن المعلومات الموثقة (مثل المتطلبات والتصميم والتحقق والتصديق ووثائق القبول) متوافقة مع السمات الفعلية للمنتجات والخدمات.

4-3-1-3 أهم إضافات الفقرة 8-1-3 (سلامة المنتج)

يجب على المؤسسة تخطيط وتنفيذ ومراقبة العمليات اللازمة لضمان سلامة المنتج خلال دورة حياة المنتج بأكملها، بما يتناسب مع المنظمة والمنتج.

5- تطبيق التفكير المبني على المخاطر لطائرة مسيرة صغيرة

تشرح هذه الفقرة توصيف الطائرة المسيرة الصغيرة المدروسة ومكوناتها ووظائفها، وتحليل أنماط تعطل المكونات وتحديد مخاطر تعطلها ووضع إجراءات التعامل معها لزيادة الوثوقية والسلامة.

5-1 مكونات منظومة الطائرة المسيرة الصغيرة ووظائفها

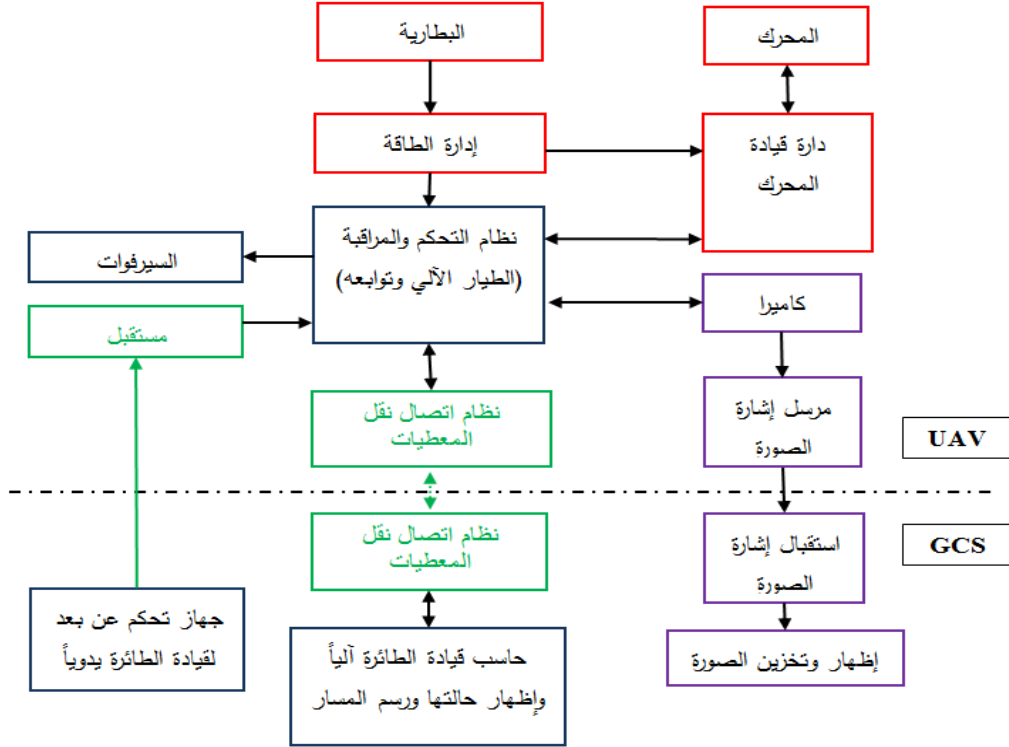
يتم إقلاع الطائرة بأوامر مباشرة من الطيار على الأرض من خلال جهاز التحكم عن بعد، ثم قيادتها يدويًا والتسلق وإجراء مناورات بكسب ارتفاع ونزول والتحليق، والانتقال إلى القيادة الآلية وتنفيذ المهمة المطلوبة من الطائرة، ثم العودة والهبوط. تتألف منظومة الطائرة المسيرة الصغيرة التي اختيرت للدراسة: من هيكل طائرة ذات جناح ثابت من نوع Ranger Ex متاحة تجاريًا، زودت بتجهيزات إلكترونية للقيادة والتحكم والمراقبة عن بعد ومحرك كهربائي وبطارية، ومحطة أرضية باعتماد حاسب محمول وبرمجيات وجهاز تحكم عن بعد. يبين الشكل 1- الطائرة Ranger Ex.



الشكل رقم (1): الطائرة Ranger Ex

5-1-1 مكونات المنظومة

تضمن تصميم منظومة الطائرة المسيرة عدة وظائف للتحكم بالطائرة المسيرة UAV ومراقبة حالتها عن بعد بمحطة التحكم الأرضية GCS من خلال نظام اتصالات نقل المعطيات. ويبين الشكل-2 المخطط الصندوقي ومبدأ عمل مكونات المنظومة وفقاً للتجزئة الوظيفية للنظم الكهربائية والإلكترونية، واشتملت الوظائف الرئيسية التالية:



الشكل رقم (2): المخطط الصندوقي لمكونات منظومة الطائرة المسيرة

1. هيكل الطائرة الذي يحوي مكونات الطائرة ويتألف من جسم الطائرة والجناح والذيل والعجلات.
2. نظام الدفع (المحرك الكهربائي وتوابعه) ونظام التغذية الكهربائية (بما فيها البطارية) في الطائرة، وتوزيعها على نظام التحكم والاتصالات والحمل المفيد.
3. التحكم والمراقبة للطائرة والمحرك (بواسطة الطيار الآلي وتوابعه وسيرفوات دفات التحكم)، قيادة الطائرة يدوياً بواسطة جهاز التحكم عن بعد لاسلكياً، وقيادة الطائرة آلياً وإظهار حالتها والمسار المنفذ بواسطة حاسب قيادة الطائرة.
4. نظام اتصال رقمي لاسلكي لنقل الأوامر والمعطيات بين الطائرة والمحطة الأرضية.
5. حمل مفيد مؤلف من كاميرا ونظام اتصال نقل إشارة الصورة، وإظهار الصورة في المحطة الأرضية وتخزينها.

5-1-2 وظائف نظام التحكم

يقوم نظام التحكم بالحفاظ على استقرار وتوجيه الطائرة باعتماد طيار آلي متاح تجارياً في الأسواق من نوع FY-41 AP وتوابعه التي تتضمن حساس السرعة والارتفاع الضغطي، ومستقبل GPS لتحديد الموقع، وسيرفوات دفات التحكم. تتم قيادة الطائرة يدوياً بأوامر طيار مراقب من خلال جهاز التحكم عن بعد لاسلكياً، حيث تدخل الأوامر إلى نظام التحكم من مخرج المستقبل، كما تدخل الأوامر الآلية من حاسب قيادة الطائرة من مخرج نظام اتصال نقل المعطيات في الطائرة.

خرج نظام التحكم إشارات كهربائية بتعديل عرض النبضة (Pulse Width Modulation (PWM) للتحكم بالاستقرار والتوجيه، إلى سيروفات دقات التحكم (الجنبيات Aileron، العمق Elevator، الاتجاه Ruder) والتحكم بسرعة الطائرة من خلال دارة قيادة المحرك بالتحكم في سرعة دوران المحرك.

3-1-5 وظيفة نظام الدفع

يعتمد نظام الدفع على محرك كهربي نوع Brushless electrical motor ثلاثي الطور مع مروحة، ودارة قيادة المحرك والتحكم بسرعة دورانه للتحكم بسرعة الطائرة من خلال إشارة PWM من الطيار الآلي. تؤمن بطارية ليثيوم بجهد 25 فولت الطاقة الكهربائية اللازمة للمحرك في مراحل الطيران من الإقلاع وحتى الهبوط.

4-1-5 وظائف نظام الاتصالات

يهدف نظام الاتصال إلى نقل الأوامر اليدوية والآلية من جهاز التحكم ومن المحطة الأرضية إلى الطائرة، ونقل المعطيات من الطائرة إلى المحطة الأرضية لمراقبة حالة الطائرة وموقعها ومسارها.

5-1-5 وظائف الحمل المفيد

يتكون نظام الحمل من كاميرا ونظام اتصال لاسلكي لنقل إشارة الصورة من الطائرة إلى المحطة الأرضية.

2-5 تحليل مخاطر أنماط التعطل الطائرة المسيرة الصغيرة

يمكن أن تؤدي بعض أنماط التعطل أو الفشل لوظائف الطائرة المسيرة الصغيرة إلى مخاطر كارثية مثل فقدان الطائرة أو سقوطها على الأرض وتحطمها. لوضع خطة لإجراءات التعامل مع التأثيرات غير المرغوبة على وثوقية وسلامة المنتجات والمشغلين والناجمة عن تعطل وفشل المنتجات في تنفيذ وظيفة أو أكثر من وظائفها، فإنه يلزم إجراء تحليل لأنماط تعطل المكونات وتقييم مخاطر التعطل على الوثوقية والسلامة. من المنهجيات المعتمدة لتحليل الأعطال التي تطلب المواصفة AS9100D باستخدامها منهج تحليل أنماط التعطل وتأثيراتها (FMEA) Failure Modes Effect Analysis التي تعتمد على رقم أولوية المخاطر (RPN) Risk Priority Number.

1-2-5 مبدأ تقييم مخاطر أنماط التعطل

يتم تقييم مخاطر أنماط التعطل للوظائف وفقاً لمصفوفة الاحتمالات والتأثير المعتمدة على التحليل النوعي لمعامل معدل الحدوث (O) Occurrence وشدة التأثير (S) Severity، وتأخذ هذه المعاملات قيماً من 1 إلى 5. يجري تحديد معامل معدل الحدوث (O) بخمسة مستويات كما هو مبين في الجدول-2.

الجدول رقم (2): قيم معامل معدل الحدوث (O)

أقل من 100	100 - 500	500 - 1000	1000 - 3000	أكثر من 3000	معدل الأعطال
منخفض جداً	منخفض	متوسط	عالي	عالي جداً	قيم المعامل
1	2	3	4	5	
معامل معدل الحدوث (O)					

كما يجري تحديد معامل شدة التأثير (S) بناءً على مخاطر تعطل الطائرة المسيرة الصغيرة أو نظمها الجزئية بخمسة مستويات باستخدام أدوات مثل العصف الذهني والمعلومات والمعارف السابقة، كما هو في الجدول-3.

الجدول رقم (3): قيم معامل شدة التأثير (S)

لا يوجد تأثير يذكر على مهمة الطائرة	تغير أداء نظام جزئي	تغير أداء الطائرة	فقدان التحكم بالطائرة	فقدان الطائرة
منخفض جداً	منخفض	متوسط	عالي	عالي جداً
1	2	3	4	5
شدة التأثير (S)				

بعد تحديد المعاملين (O) و(S) يجسب رقم أولوية المخاطر RPN لكل نمط تعطل وفقاً لمصفوفة المخاطر، والذي يساوي إلى جداء المعامل (O) مع المعامل (S). يبين الجدول-4 مصفوفة المخاطر وفقاً لرقم أولوية المخاطر بالنسبة للمعاملين (O) و(S). يمكن اعتبار المخاطر ذات RPN من 1 إلى 4 مخاطر منخفضة، ومن 5 إلى 10 مخاطر متوسطة، ومن 12 إلى 16 مخاطر عالية، ومن 20 إلى 25 مخاطر عالية جداً كما هو في الجدول-4.

الجدول رقم (4) : مصفوفة المخاطر وفقاً لرقم أولوية المخاطر RPN بالنسبة للمعاملين O و S

مخاطر ت O	5 (عالي جداً)	5	10	15	20	25
	4 (عالي)	4	8	12	16	20
	3 (متوسط)	3	6	9	12	15
	2 (منخفض)	2	4	6	8	10
	1 (منخفض جداً)	1	2	3	4	5
		1 منخفض جداً	2 منخفض	3 متوسط	4 عالي	5 عالي جداً
		شدة التأثير (S)				

5-2-2 تقييم مخاطر أنماط تعطل الوظائف الرئيسية

يجرى تقييم مخاطر أنماط تعطل الوظائف الرئيسية باعتماد مصفوفة المخاطر بخطوات مماثلة للمناهج المتبعة ابتداءً من تحديد أنماط التعطل وتأثيرها، ثم تحليل خطورتها من حيث معدل الحدوث (O) وشدة التأثير (S) وترتيبها وفقاً لرقم أولوية المخاطر RPN، كما هو مبين في الجدول-5.

من أهم أنماط تعطل نظام التحكم هو فقدان القدرة على المحافظة على استقرار وتوجيه الطائرة، وأنماط تعطل نظام الدفع هو فقدان قوة الدفع اللازم لطيران الطائرة. تبين نتائج التحليل بأن مخاطر أنماط تعطل نظام التحكم ونظام الدفع تؤدي إلى فقدان الطائرة وتصنيفها ضمن المخاطر العالية جداً، بينما مخاطر أنماط تعطل هيكل الطائرة ونظام الاتصال تؤدي إلى تغيير الأداء وتصنيفها ضمن المخاطر العالية، أما مخاطر أنماط تعطل الحمل المفيد تؤدي إلى عدم استكمال المهمة وتصنيفها ضمن المخاطر المتوسطة.

الجدول رقم (5) : يبين تقييم أنماط تعطل الوظائف الرئيسية وترتيب الخطورة

النظم	نمط التعطل	التأثير	رقم أولوية المخاطر $S * O = RPN$	ترتيب الخطورة
نظام التحكم	فقدان التحكم بالدفات	فقدان التحكم بالطائرة وفقدانها	$5 * 4 = 20$	1
نظام الدفع	انطفاء المحرك	انعدام قوة الجر وفقدان الطائرة	$4 * 5 = 20$	2
هيكل الطائرة	تضرر أجزاء من الهيكل	تغير الأداء أثناء الطيران	$5 * 3 = 15$	3
نظم اتصال	فقدان الأوامر والتليمترى	فقدان الأوامر والتليمترى	$4 * 4 = 16$	4
الحمل المفيد	توقف الصورة	عدم القدرة على استكمال المهمة	$3 * 3 = 9$	5

6- إجراءات التعامل مع مخاطر تعطل المكونات لتحسين الوثوقية والسلامة

يمكن زيادة الوثوقية لأنماط تعطل نظام التحكم ونظام الدفع ذات المخاطر العالية جداً من خلال تصميم نظام متحمل للأعطال Fault Tolerant System باستخدام مكونات رديفة ثنائية بما يسمى الربط التفرعي، أي أن يمكن يتعطل النظام فقط عند تعطل المكونين معاً.

يجرى تقييم مخاطر أنماط تعطل المكونات الجزئية لنظام التحكم ونظام الدفع باعتماد مصفوفة المخاطر بتحديد أنماط التعطل وتأثيرها، وتحليل خطورتها من حيث معدل الحدوث (O) وشدة التأثير (S) وترتيبها وفقاً لرقم أولوية المخاطر RPN، كما هو مبين في الجدول-6 والجدول-7.

الجدول رقم (6): تقييم أنماط تعطل المكونات الجزئية لنظام التحكم

المكونات الجزئية	نمط التعطل	التأثير	S * O = RPN	الخطورة
الطيار الآلي	تعطل الحساسات	فقدان التحكم بالطائرة	5 * 2 = 10	متوسطة
تحديد الموقع	تعطل GPS	فقدان موضع الطائرة وفقدانها	5 * 3 = 15	عالي جداً
دقات التحكم	تعطل سيرفو دفة العمق	فقدان الطائرة	5 * 5 = 25	عالي جداً
	تعطل سيرفو الجنيحات	انخفاض الأداء	3 * 5 = 15	عالي
	تعطل سيرفو دفة الاتجاه	انخفاض الأداء	3 * 5 = 15	عالي

الجدول رقم (7): تقييم أنماط تعطل نظام الدفع

النظم الجزئية	نمط التعطل	التأثير	S * O = RPN	الخطورة
المحرك	دوران المحرك غير منتظم	فقدان التحكم بالطائرة وفقدانها	5 * 5 = 25	عالي جداً
دارة قيادة المحرك	فشل التحكم بالمحرك	فقدان التحكم بقوة الدفع	5 * 4 = 20	عالي جداً
المروحة	تضرر المروحة	انخفاض قوة الدفع	5 * 4 = 20	عالي جداً
البطارية	انتهاء شحنة أثناء الطيران	انخفاض قوة الدفع	4 * 4 = 16	عالي

يتبين من الجدول-4 أن الخطورة العالية جداً لأنماط تعطل المكونات الجزئية لنظام التحكم هو نمط تعطل سيرفو دفة العمق، حيث يجب وضع إجراء لإضافة سيرفو رديف. هذا يتطلب تقسيم دفة العمق في مجموعة الذيل إلى نصفين يميني ويساري، ووضع سيرفو مستقل لكل قسم من دفة العمق، كما هو مبين بالشكل-3.

كما يبين الجدول-5 أن الخطورة العالية جداً لأنماط تعطل المكونات الجزئية لنظام الدفع هي أنماط تعطل المحرك ودارة القيادة والمروحة، حيث يجب وضع مجموعة كاملة رديفة مكونة من دارة قيادة ومحرك ومروحة، وتركيب المحركين على الجناح، واحد على الجناح الأيمن والثاني على الجناح الأيسر بدلاً عن المنتصف كما هو مبين في الشكل-4.



الشكل رقم (3) : تقسيم دفة العمق ووضع سيرفو لكل قسم



الشكل رقم (4) : تركيب المحركين على الجناح

7- حسابات تحسين الوثوقية

7-1 حسابات تحسين الوثوقية لنظام التحكم بدفة العمق

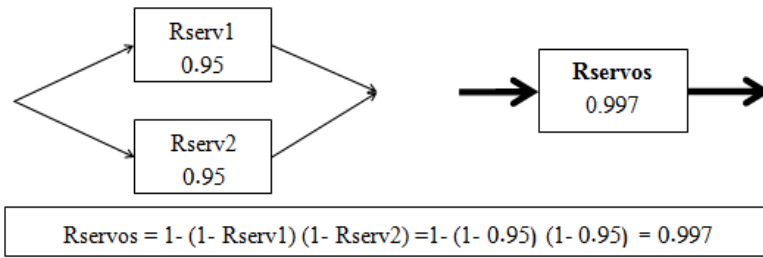
لحساب الوثوقية الكلية لنظام مكوناته n على النفرع نعتد قانون الوثوقية التالي (السهلي، 2010):

$$R_{sys} = 1 - (1 - R_1) * (1 - R_2) .. (1 - R_n)$$

فمثلاً إذا كانت وثوقية المكون الأول تساوي $R_1 = 0.90$ ، وباستخدام مكون ثاني رديف مماثل له وثوقية $R_2 = 0.90$ أيضاً، فإن وثوقية النظام R_{sys} تعطى بالعلاقة:

$$R_{sys} = 1 - (1 - R_1) * (1 - R_2) = 0.99$$

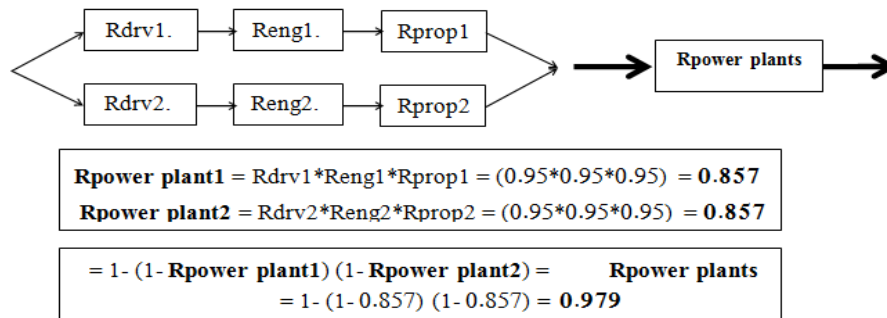
يعتمد حساب وثوقية نظام التحكم بدفة العمق على نمذجة الوثوقية لمكونات تفرعية. إذا كانت وثوقية السيرفو الواحد (R_{serv}) هي 0.95، فإن الوثوقية الكلية للسيرفوين معاً R_{servos} تساوي 0.997 وفقاً للمخطط الصندوقي للوثوقية المبين في الشكل-5. وهذا يعني تحسين وثوقية نظام السيرفوات من 0.95 إلى 0.997.



الشكل رقم (5): المخطط الصندوقي للوثوقية لسيرفوات دفة العمق

7-2 حسابات تحسين الوثوقية لنظام الدفع

يعتمد حساب وثوقية نظام الدفع على نمذجة الوثوقية لمكوناته. يمكن نمذجة وثوقية نظام الدفع الرئيسي $R_{power\ plant1}$ ووثوقية نظام الدفع الرديف $R_{power\ plant2}$ تسلسلياً من وثوقية مكوناته (وثوقية دارة قيادة المحرك R_{drv1} ، وثوقية المحرك R_{eng1} ، ووثوقية المروحة R_{prop1}). أما وثوقية نظام الدفع الكلي $R_{power\ plants}$ فهي الوثوقية التفرعية لنظامي الدفع الرئيسي والرديف. إذا كانت وثوقية كل نظام جزئي لنظام الدفع تساوي 0.95، فإن وثوقية كل من نظام الدفع الرئيسي والرديف $R_{power\ plant1}$ و $R_{power\ plant2}$ تساوي 0.857، والوثوقية الكلية لنظام الدفع $R_{power\ plants}$ تساوي 0.979. كما هو مبين بالمخطط الصندوقي للوثوقية لنظام الدفع في الشكل-6. وهذا يعني تحسين وثوقية نظام الدفع من 0.857 إلى 0.979.



الشكل رقم (6): المخطط الصندوقي للوثوقية لنظام الدفع

8- نتائج الدراسة ومقارنتها مع الدراسات السابقة

ركزت غالبية الدراسات السابقة على مخاطر السلامة بعمليات الطائرات المسيرة، والامتثال للقوانين والتعليمات للطائرات المسيرة المتوسطة الكبيرة، والمخاطر الأمنية من تهديدات الأمن السيبراني، ومخاطر الاصطدام بالجو. وعلى أهمية تقييم المخاطر في عمليات الطائرات المسيرة، مع الأخذ في الاعتبار عوامل مثل معايير الطيران، والظروف البيئية، والمخاطر المحتملة، وضرورة فهم هذه المخاطر والتخفيف من حدتها.

بينما قامت هذه الدراسة بتقييم مخاطر تعطل النظم الرئيسية والنظم الجزئية في تصميم طائرة مسيرة صغيرة Ranger ex على الوثوقية والسلامة، اعتمادًا على منهج التفكير المبني على المخاطر وفق بند التخطيط وبند التشغيل لنظام إدارة الجودة بالموصفة العالمية AS9100D لمؤسسات قطاع الطيران والفضاء والدفاع، الذي لم تتناوله الدراسات السابقة. حيث تم تحديد أنماط التعطل عالية الخطورة التي يمكن أن تؤدي إلى حوادث كارثية باستخدام منهج تحليل نمط التعطل وتأثيراتها، وترتيبها وفق رقم أولوية المخاطر. ووضع إجراءات لتخفيف المخاطر الناجمة عن أنماط تعطل النظم الجزئية لمكونات الطائرة ذات المخاطر العالية (نظام التحكم بدفة العمق وتعطل نظام الدفع) باستخدام مكونات رديفة لتلك النظم. وتم حساب مقدار تحسين وثوقية نظام السيفوفات من 0.95 إلى 0.997، ومقدار تحسين وثوقية نظام الدفع من 0.857 إلى 0.979

التوصيات:

- تحليل شجرة الأعطال للمخاطر الكارثية لطائرة مسيرة ومكوناتها وتحديد احتمالات الأعطال ومعدلات حدوثها.
- كشف وتشخيص أعطال الطيار الآلي وحساساته لتصميم نظام تحكم للطائرة المسيرة متحمل الأعطال الكارثية.
- تحليل أعطال نظم الدفع للطائرات المسيرة المعتمدة على المحركات المكبسية.

المراجع:

1. (Allouch et al., 2019) Allouch A., Koubaa, A., Khalgui, M. and Abbes, T., 2019. **Qualitative and quantitative risk analysis and safety assessment of unmanned aerial vehicles missions over the internet**. IEEE Access, 7, pp.53392–53410.
2. (AS9100D:2016) AS9100D:2016, **Quality Management Systems – Requirements for Aviation, Space, and Defense Organizations**, SAE International 2016,
3. <http://www.sae.org/technical/standards/AS9100D>
4. (ISO 31000:2018) ISO 31000:2018, **Risk management – Principles and guidelines**, <https://www.iso.org/standard/43170.html>
5. (Kobaszyńska et al., 2022) Kobaszyńska–Twardowska, A., Łukasiewicz, J. and Sielicki, P.W., 2022. **Risk Management Model for Unmanned Aerial Vehicles during Flight Operations**. Materials, 15(7), p.2448.
6. (Raballand et al, 2021) Raballand, N., Bertrand, S., Lala, S. and Levasseur, B., 2021, September. **DROSER: A DRONE Simulation Environment for Risk Assessment**. In Proceedings of the 31st European Safety and Reliability Conference (pp. 354–361). Research Publishing Services.

7. (Stockwell, Schulman, 2016) Stockwell, W. and Schulman, B., 2016. **Defining a lowest-risk uas category**. DJI Research, LLC, p.27.
8. (Tran et al, 2019) Tran, T.D., Thiriet, J.M., Marchand, N., El Mrabti, A. and Luculli, G., **Methodology for risk management related to cyber-security of Unmanned Aircraft Systems**. In 2019 24th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA) September 2019, (pp. 695–702). IEEE.
9. (Washington et al, 2017) Washington A., Clothier, R.A. and Silva, J., 2017. **A review of unmanned aircraft system ground risk models**. Progress in Aerospace Sciences, 95, pp.24–44.
10. (Washington et al, 2019) Washington A., Clothier, R. and Silva, J., 2019, January. **Challenges to the risk-based regulation of unmanned aircraft systems**. In Proceedings of the 18th Australian International Aerospace Congress (AIAC18) (pp. 26–33). Engineers Australia, Royal Aeronautical Society.
11. (السهلي، 2010)، د. عبدة السهلي، مقرر الوثوقية في برنامج ماجستير إدارة الجودة، 2010، الجامعة الافتراضية السورية، دمشق، سوريا.
12. (بدر، 2020)، مها بدر، تحسين وثوقية طائرة مسيرة صغيرة ذات جناح ثابت باعتماد النظم المتحملة للأعطال، رسالة ماجستير، المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا، 2020 .

ملاءمة الخوارزميات الوراثية والأتمتة لاستخدامهما لاختيار الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة تماثل مجموعات الهنكارات في جميع المواقع

د.م. حمزة علي* – د.م. غصون دنهش** – م.نسيب زعرور***

(الإيداع: 11 كانون الثاني 2024 ، القبول: 24 آذار 2024)

الملخص:

من المسائل المهمة في الإدارة الهندسية و التي تحتتمل عدد كبير جداً من الحلول هي مسألة اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية (القابلة للفك و التركيب) لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج هدم الأبنية بحالة أن التصاميم التي سيتم اعتمادها لمجموعة الهنكارات (مثلاً ثلاث تصاميم معتمدة لثلاث هنكارات في الموقع الواحد) هي ذاتها في جميع المواقع التي سيتوضع فيها المعمل المتنقل و ذلك للحصول على أقل كلفة ممكنة للهنكارات و ذلك ضمن شروط محدودية العناصر المعدنية.

تُعتبر نظرية الخوارزميات الوراثية من أفضل الطرق الرياضية التي تُستخدم لإيجاد الحل الأمثل للمسائل التي تحتتمل عدد كبير جداً من الحلول. في هذا البحث سيتم ملاءمة الخوارزميات الوراثية و الأتمتة لكي تصبح قادرة على حل المسألة المذكورة أعلاه حيث يتم التعبير عن مكونات المسألة المطروحة بنموذج مناسب و سنبين خصائص الخوارزميات الوراثية و الأتمتة المستخدمة للتعامل مع هذه المسألة.

الكلمات المفتاحية: هنكار معدني ، خوارزميات وراثية ، أتمتة

* استاذ مساعد في قسم الإدارة الهندسية و الإنشاء بكلية الهندسة المدنية – جامعة البعث

** مدرس في قسم الهندسة الإنشائية بكلية الهندسة المدنية – جامعة البعث

*** طالب دراسات عليا (دكتوراه) في قسم الإدارة الهندسية و الإنشاء بكلية الهندسة المدنية – جامعة البعث

Fitting the Genetic Algorithms and Automation for use to selection of steel warehouses of mobile plant for demolition resultants recycling in case of matching warehouse groups in all locations

Dr. Hamza Ali* – Dr. Ghosoun Danhash - Eng. Nassib Zaarour*****

(Received: 11 January 2024, Accepted: 24 March 2024)

ABSTRACT:

one of the important problems in engineering management that has a very big number of solutions is selecting designs of steel warehouses (that are capable to be disassembled and assembled) of mobile plant for buildings demolition resultants recycling in case that the group of adopted designs of warehouses (for example three adopted designs for three warehouses in a location) is the same in all locations that the mobile plant will locate in, In order to get the minimum cost of the warehouses in the conditions of steel element limitations.

The genetic algorithms theory is considered as one of the best mathematical methods which are used to find the optimum solution of problems that have a very big number of solutions. In this research we will fit genetic algorithms and automation to be capable of solving the problem mentioned above where the components of the problem are expressed by suitable model and we will show the properties of genetic algorithms and automation that was used to deal with this problem.

Keywords: steel warehouses, genetic algorithms, automation

* Assistant Professor in the Department of Engineering Management and Construction, Faculty of Civil Engineering - Al-Baath University.

**Lecturer in the Department of Structural Engineering, Faculty of Civil Engineering - Al-Baath University.

***Graduate student (PhD) in the Department of Engineering and Construction Management, Faculty of Civil Engineering - Al-Baath University.

1: مقدمة:

ان إعادة التدوير هي من المجالات الحديثة الي دخلت حيز التنفيذ في مختلف المجالات نظراً لأهميتها الاقتصادية ان استخدام نواتج هدم الابنية هو من المسائل شديدة الاهمية وخصوصاً عندما تكون كمية نواتج الهدم كبيرة إن المعمل المؤقت لإعادة تدوير نواتج هدم الابنية ضمن هنكارات معدنية سينتقل من منطقة إلى منطقة أخرى و توجد حاجة لاستخدام هنكارات معدنية مؤقتة في معمل إعادة التدوير و يتم تفكيك هذه الهنكارات و إعادة استخدام القطع المعدنية المفككة لتركيب هنكارات مؤقتة في معمل إعادة التدوير الجديد و ذلك ضمن ظروف محدودية العناصر المعدنية المتوفرة.

توجد دراسات سابقة لإنشاء اطارات معدنية و جوائز شبكية معدنية بهدف امثلية تصميم العناصر المعدنية حيث درس (Hagishita et la, 2008) أمثلية اطار معدني بهدف الحصول الوزن الكلي الانشائي الأصغري باستخدام البحث المبعثر و قد عالج (Talaslioglu et la, 2010) أمثلية شبكة القضبان بهدف تصغير وزن شبكة القضبان و انتقالات عقدها وقد وصف (Yonekura et la, 2010) امثلية اطار ثنائي الابعاد بطريقة الفروع و القيود بحالة عدم التأكد من الحمولات. أكد (Walls et la, 2010) على وجود جهد حسابي كبير حيث استعمل طريقة الامثلية التكرارية للحصول على الكتلة الأصغرية لإطار متعدد الطوابق و قد استخدم (Patel et la, 2012) شبكات عصبية احتمالية لجائز شبكي لتصغير طاقة التشوهات و استخدم (Zegard et la, 2014) طريقة تقريبية للجائز الشبكي و لكنها لا تصلح إلا للجوائز الشبكية و هي تعالج تصغير وزن المعدن

نلاحظ إن الدراسات السابقة لم يتم فيها دراسة امثلية اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية التي سيتم تفكيكها وإعادة تركيبها حيث أن معمل إعادة التدوير سينتقل من منطقة إلى منطقة أخرى

2: هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى ملاءمة الخوارزميات الوراثية و الأتمتة لتصبح قادرة على اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية (القابلة للتركيب) لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج هدم الابنية بهدف الحصول على أقل كلفة ممكنة للهنكارات و ذلك ضمن شروط محدودية العناصر المعدنية و ذلك بحالة أن التصاميم التي سيتم اعتمادها لمجموعة الهنكارات هي ذاتها في جميع المواقع التي سيتوضع فيها المعمل المتنقل . أي يتم اعتماد تصميم لكل هنكار من الهنكارات المطلوبة في الموقع الواحد فمثلاً لحالة وجود ثلاثة هنكارات في الموقع الواحد سيتم اعتماد تصميم لكل هنكار من هذه الهنكارات الثلاثة (أي سيكون لدينا ثلاثة تصاميم معتمدة و كل تصميم منها متعلق بهنكار من الهنكارات الثلاثة)

3: عرض المسألة المطروحة :

إن المسألة المطروحة هي: مسألة اختيار الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة تماثل تصاميم مجموعة الهنكارات المعتمدة في جميع المواقع و سنبينها كما يلي:

إن المعمل المؤقت لإعادة تدوير نواتج هدم الابنية يتضمن هنكارات معدنية (ضمن ظروف محدودية العناصر المعدنية المتوفرة) و هذا المعمل المؤقت سينتقل من منطقة إلى منطقة أخرى

إن موقع المعمل و تصميم الموقع في كل منطقة سيتوضع فيها المعمل هي من المعطيات و الهنكارات مكونة من جملة اطارات بوابية احادية الفتحة و ذات طابق واحد (طابق ارضي فقط بدون قبو) حيث يتغير طول المبنى بحسب عدد الاطارات البوابية المتتالية (لها نفس التباعد فيما بينها) و يمكن أن تصنف الهنكارات وظيفياً إلى:

هنكارات معدنية تُستخدم كمستودعات لتخزين المنتجات الخرسانية و هنكارات معدنية تُستخدم كمساكن للعمال و هنكارات معدنية تُستخدم كمستودعات لتخزين نواتج الهدم غير الخرسانية وهي (الحديد و الخشب و الزجاج) و تختلف المساحة

الافقية و الابعاد للهناكارات حسب وظيفة كل منها و قد لا تكون جميع هذه الأصناف مطلوبة للمعمل المتنقل و ذلك حسب خطة عمل المعمل المتنقل.

ان المساحة الافقية و مجال الابعاد للهناكار و(هل الهناكار مطلوب أم لا) لكل صنف من أصناف الهناكارات المعدنية و كذلك محدودية و خصائص العناصر المعدنية المتوفرة هي من المعطيات ولا توجد محدودية لعناصر الوصل و لعناصر التغطية للهناكارات.

المطلوب هو اختيار تصاميم الهناكارات المعدنية (القابلة لل فك و التركيب) لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج هدم الأبنية بهدف الحصول على أقل كلفة ممكنة للهناكارات و ذلك ضمن شروط محدودية العناصر المعدنية و ذلك بحالة أن التصاميم التي سيتم اعتمادها لمجموعة الهناكارات هي ذاتها في جميع المواقع التي سيتوضع فيها المعمل المتنقل .

فإذا كان لدينا عدد n من الهناكارات في الموقع الواحد فعندئذ سيتم اعتماد تصميم لكل هناكار من هذه الهناكارات التي عددها n فإذا رمزنا بـ de_1 كرمز التصميم المعتمد للهناكار رقم 1

و رمزنا بـ de_2 كرمز التصميم المعتمد للهناكار رقم 2

و هكذا حتى الرمز de_k كرمز التصميم المعتمد للهناكار رقم k

وبالتالي سيكون لدينا مجموعة تصاميم معتمدة $(de_1, de_2, \dots, de_k)$ في الموقع الواحد و كل تصميم منها متعلق بهناكار من الهناكارات التي عددها k و التصاميم المعتمدة $(de_1, de_2, \dots, de_k)$ لمجموعة الهناكارات هي ذاتها في جميع المواقع التي سيتوضع فيها المعمل المتنقل

تم تصنيف الادخالات (المعطيات) ضمن مجموعة من جداول البيانات و التي يتم الربط فيما بينها و من اهم هذه الجداول

3-1: جدول خصائص المقاطع `fr_properties_of_sections`

و يحوي خصائص الفولاذ المتوفر لتنفيذ الهناكارات و يحوي الاعمدة التالية: ID و `section_name` و `steel_grade` و `steel_table` و `section_type` و `profile_in_list` و `weight kg/m` و `count_of_lengths` و `price_per_1_steel_section` و `length` و `count` و مجموعات:

الجدول رقم (1) : جدول خصائص المقاطع `fr_properties_of_sections`

ID	section_name	steel_grade	steel_table	section_type	profile_in_list	weight kg/m	count_of_available_lengths	length	count	price_sp_per_1_steel_section	length	count	price_sp_per_1_steel_section
1	254x254 UC73	S275	UK5	UC	23	73.1	1	12	200	2632000			
2	203x203 UC46	S275	UK5	UC	28	46.1	1	18	250	2490000			
3	152x152 UC37	S275	UK5	UC	29	37	2	12	200	1332000	18	100	1998000
4	114.3x3.6 CHS	S275	UK5	CHS	21	3.09	1	12	250	112000			
5	139.7x5.0 CHS	S275	UK5	CHS	24	8.38	1	18	275	453000			
6	168.3x5.0 CHS	S275	UK5	CHS	28	9.83	1	12	250	354000			
7	168.3x10.0 CHS	S275	UK5	CHS	31	16.6	1	12	200	598000			
8	914x305 UB289	S275	UK5	UB	3	289	1	18	275	15606000			
9	838x292 UB176	S275	UK5	UB	9	176	1	12	250	6336000			
10	686x254 UB152	S275	UK5	UB	15	152	1	18	200	8208000			
11	457x191 UB98	S275	UK5	UB	30	98.3	1	18	275	5309000			

3-2: جدول الحالات للعناصر `fr_cases_for_members`

و يحوي الخيارات الممكن استخدامها لكل عنصر انشائي و ذلك من الفولاذ المتوفر المذكور في الجدول `fr_properties_of_sections` و يحوي هذا الجدول الاعمدة `member_type` و `count_of_cases` و مجموعة `section`

الجدول رقم (2) : جدول الحالات للعناصر :fr_cases_for_members

member_type	count_of_cases	section	section	section	section
post	3	254x254_UC73	203x203_UC46	152x152_UC37	
roof_bracing	4	114.3X3.6_CHS	139.7x5.0_CHS	168.3x5.0 CHS	168.3x10.0 CHS
longitudinal_bracing	4	114.3X3.6_CHS	139.7x5.0_CHS	168.3x5.0 CHS	168.3x10.0 CHS
door	2	150x90_PFC24	125x65_PFC15		
column	4	914x305_UB289	838x292_UB176	686x254_UB152	457x191_UB98
rafter	4	914x305_UB289	838x292_UB176	686x254_UB152	457x191_UB98
purlin	4	172_Z_14	202_Z_15	232_Z_16	262_Z_16
rail	4	172_Z_14	202_Z_15	232_Z_16	262_Z_16

3-3: جدول الحالات لبيانات التصميم المتغيرة :fr_cases_for_variable_data_of_design

ويحوي خيارات القيم التي يمكن أن تأخذها مجموعة خصائص تصميمية حيث يحوي الجدول الاعمدة : id و warehouse و variable_data_of_design و count_of_cases و مجموعة value

الجدول رقم (3) : جدول الحالات لبيانات التصميم المتغيرة :fr_cases_for_variable_data_of_design

id	warehouse	variable_data_of_design	count_of_cases	value	value	value	value
1	wa1	span_length_(m)	3	16	18	20	
2	wa1	no_of_frames	4	8	9	10	11
3	wa1	frame_centres_(m)	4	3.5	4	4.5	5
4	wa1	left_eaves_level_(m)	2	5	6		
5	wa2	span_length_(m)	2	18	20		
6	wa2	no_of_frames	4	8	9	10	11
7	wa2	frame_centres_(m)	4	3.5	4	4.5	5
8	wa2	left_eaves_level_(m)	1	6			
9	wa3	span_length_(m)	1	20			
10	wa3	no_of_frames	4	8	9	10	11
11	wa3	frame_centres_(m)	4	3.5	4	4.5	5
12	wa3	left_eaves_level_(m)	2	5	6		

3-4: جدول حدود نتائج التصميم :fr_limits_of_results_of_design

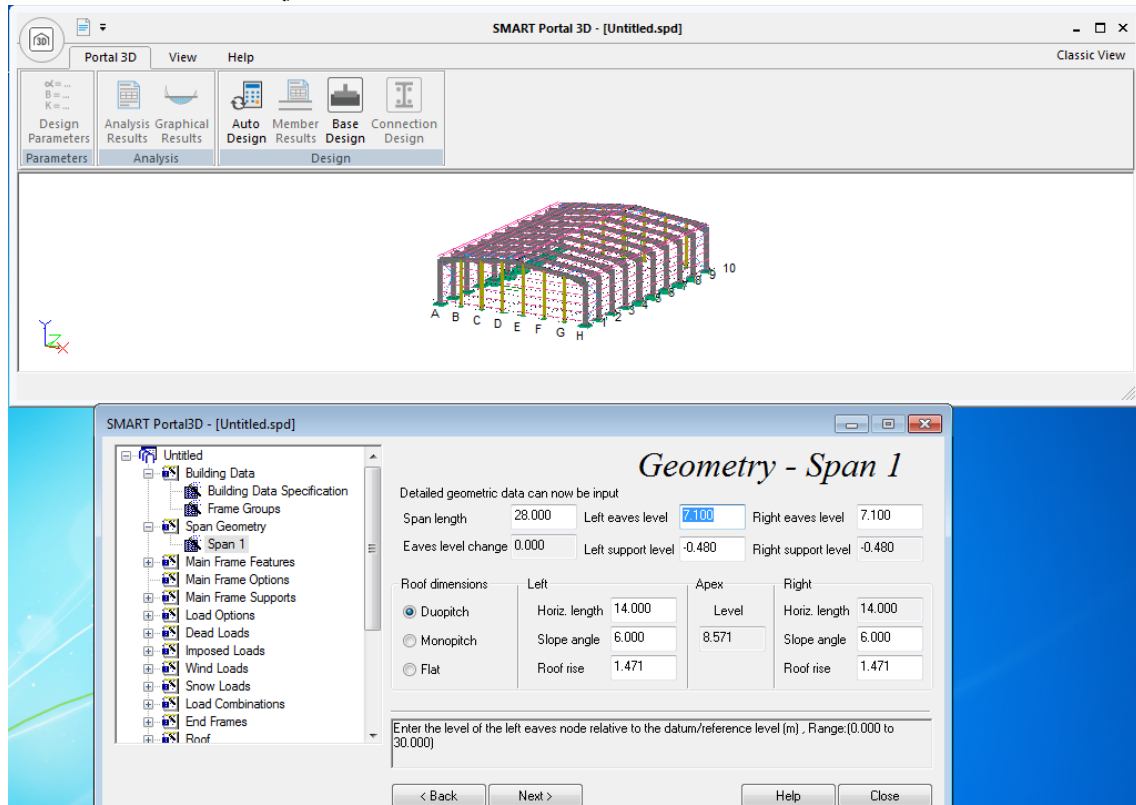
يتضمن هذا الجدول حدودا عليا و دنيا لمجموعة من الخصائص التصميمية الناتجة حيث تختلف هذه الحدود من هنكار لآخر و يحوي هذا الجدول الاعمدة: ID و warehouse و results_of_design و lower_limit و upper_limit .

الجدول رقم (4) : جدول حدود نتائج التصميم: fr_limits_of_results_of_design

ID	warehouse	results_of_design	lower_limit	upper_limit
1	wa1	total_length__(m)	30	100
2	wa1	total_area__(m ²)	480	3000
3	wa2	total_length__(m)	32	100
4	wa2	total_area__(m ²)	576	3200
5	wa3	total_length__(m)	30	110
6	wa3	total_area__(m ²)	600	3300

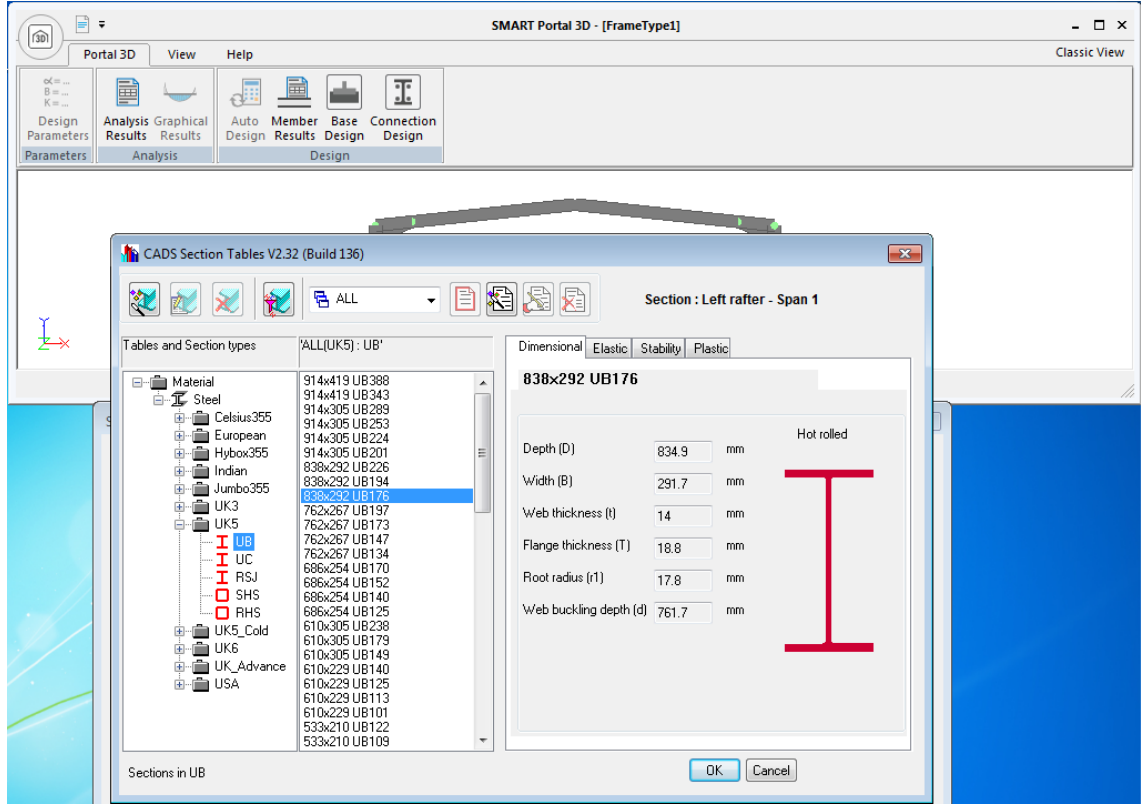
4: الأتمتة:

لإجراء هذا البحث توجب استخدام برنامج متخصص و متطور في مجال الهنكارات و بناءً على ذلك فقد قمنا باستخدام برنامج تصميم الهنكارات: Smart Portal 3D و هو برنامج متخصص بالتصميم الانشائي للهنكارات.



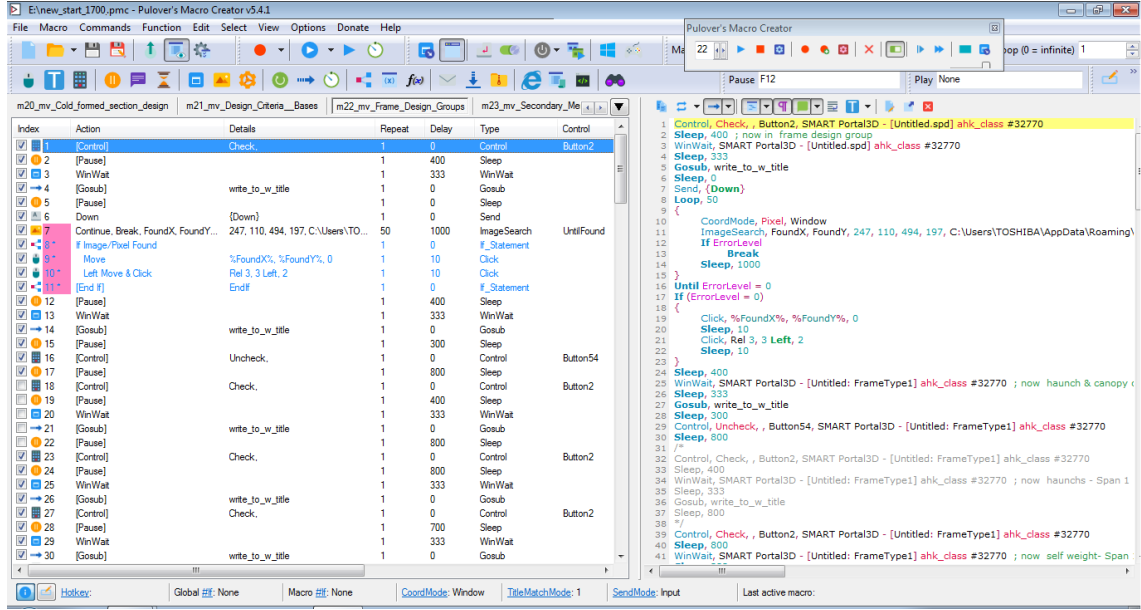
الشكل رقم (1) : برنامج تصميم الهنكارات Smart Portal 3D

و للعمل ضمن هذا البرنامج يجب على المستخدم ادخال المعلومات ضمن مجموعة من النوافذ في البرنامج. إن الادخالات و المعالجة تستغرق وقتاً (عدة دقائق) حتى نتحقق في النهاية فيما إذا المدخلات تعطي هنكار مقبول انشائياً أم لا .



الشكل رقم (2) : نافذة اختيار المقاطع برنامج تصميم الهنكارات Smart Portal 3D

و لأنه سيتم إجراء عدد كبير جدا من عمليات التحقق لمدخلات الهنكارات ففي هذه الحالة لابد من إجراء أتمتة لعمليات الادخال و الحصول على النتائج باستخدام برنامج Smart Portal 3D و لكون هذا البرنامج مغلق و لايمكن أتمتته باستخدام (VBA: visual basic for applications) أو غيرها من الأدوات فلذلك قمنا بأتمتته (التحكم به خارجياً) باستخدام نظام أتمتة يستند على لغة AutoHotKey و هو : Pulover's Macro Creator حيث أن AutoHotKey هي لغة البرمجة مفتوحة المصدر و توفر إمكانيات أتمتة لا حدود لها تقريبا (Grigorian et la, 2020). باستخدام لغة البرمجة النصية هذه، يمكننا إنشاء إجراءات فرعية صغيرة من النوع "الماكرو"، والتي تحتوي على سلسلة من جميع العمليات المطلوبة لكل خطوة. قد يحتوي البرنامج النصي على مفاتيح التشغيل السريع (اختصارات أو مجموعة من مفاتيح بوظائف مختلفة: فتح أو حفظ أو طباعة ملف، وما إلى ذلك) أو محاكاة نقرات الماوس والتنقل من خلال القوائم، وما إلى ذلك. و من الممكن ادخال تعليمات للانتقال إلى سطر محدد من أجل تنفيذ إجراءات فرعية معينة. الإجراءات الفرعية التي يتم إنشاؤها باستخدام لغة AutoHotKey تقوم بتعيين / استرداد القيم (إلى / من) المتغيرات، ويمكن تشغيل الحلقات والتعامل مع النوافذ والمجلدات، فهو جيد جدًا بالتكامل مع مكتبات نظام ويندوز. إن المحرك وراء AutoHotkey مثير للإعجاب فهو صغير الحجم وسريع ومستقر و لأنه لا يحتوي على واجهة مستخدم من أي نوع فقد قمنا باستخدام : Pulover's Macro Creator ذو الواجهة الودية و هو عبارة عن نظام أتمتة مجاني ومولد نصوص برمجية (Keeler, A. 2019) وهو يعتمد على لغة AutoHotkey ويوفر للمستخدمين وظائف أتمتة متعددة، بالإضافة إلى مسجل مدمج. و هو يعد مفيداً جداً كوسيلة لأتمتة المهام المختلفة حيث يمكنك إضافة ضغوطات المفاتيح وإجراءات الماوس إلى البرامج النصية الخاصة بك و إدارة النوافذ وعناصر التحكم والملفات والسلاسل والبحث في الصور/وحدات البكسل وحتى إنشاء عبارات If/Else للتحكم في تدفق وحدات الماكرو



الشكل رقم (3) : نظام الأتمتة المستخدم: Pulover's Macro Creator

5: الخوارزميات الوراثية:

الخوارزميات (الخوارزميات) الوراثية (Genetic Algorithms (GAs) هي إستراتيجية استكشافية عليا Metaheuristic تفيد لحل مسائل أمثلية صعبة و هي تتبع المبادئ الأساسية للتطور الحيوي.

إن مفهوم الخوارزمية الوراثية يتضمن المكونات الأساسية التالية (Gen et la, 2023) :

تابع الملاءمة The fitness function: يقيس جودة الحل ويتم ذلك عادةً في تعابير التابع الهدف الضمني و لكن قد يأخذ بالاعتبار أحياناً انتهاك القيود.

1. مؤثر التصلب The crossover operator: يعرّف كيفية إعادة تركيب حلين لتكوين حل جديد .

2. مؤثر الطفرة The mutation operator: يغير عشوائياً أجزاء "مورثات genes" حل موجود.

3. مؤثر الاختيار The selection operator : مسؤول عن تقرير أيّ الحلول جيدة بما فيه الكفاية لكي "تبقى حية" (و تنتج ذرية في الجيل التالي) و أيّ الحلول ستحذف من المجتمع .

يجب عدم الخلط بين "مؤثر الاختيار" المذكور أعلاه و المستخدم لتكوين الجيل الجديد و بين "طريقة اختيار الآباء" والتي بواسطتها يتم تحديد الحلول التي ستستخدم في التصلب.

عموماً تحوي الخوارزميات الوراثية المكونين التاليين أيضاً (Gen et la, 2023) و هما التمثيل representation الذي يكون البنية الوراثية للفرد ويشفر الحلول لمسألة الأمثلية و إجراء فك التشفير decoding procedure وهو يلزم لحساب الحل الفعلي الذي يمثله الفرد.

في حين أن المكونات المذكورة أعلاه للخوارزمية الوراثية (GA) هي الأكثر أهمية فإنه توجد بضعة مكونات يمكن أن يتم إدخالها لخصائص مسألة معينة.

تبدأ الخوارزمية الوراثية بابتداء (initializing) مجتمع من الأفراد و بعد إنشاء المجتمع الابتدائي يتم اختيار الأفراد من المجتمع ثم تتزوج لتشكّل حلولاً جديدة ، تنفذ عملية التزاوج نموذجياً من خلال تركيب (أو تصلب crossover) المادة الوراثية من أبوين لتشكيل مادة وراثية لحل واحد أو حلين ، حيث يتم منح البيانات من جيل حلول إلى الجيل التالي. تُطبق الطفرة (mutation) العشوائية دورياً لتعزيز التنوع. أي أنه يتم إنتاج حلول جديدة من خلال تزاوج حلين موجودين (تصلب) و/أو من خلال تغيير حل موجود (طفرة). وبعد إنتاج حلول جديدة فإن الحلول الأكثر ملاءمة تبقى حية و تصنع

الجيل التالي بينما تحذف الحلول الأخرى و هكذا ننتقل من جيل إلى جيل في الخوارزمية الوراثية. نقيس قيمة الملاءمة جودة الحل و تكون عادةً مستندة على قيمة التابع الهدف لمسألة الأمثلية المطلوب حلها (Lambora et la, 2019). توجد أشكال مختلفة ممكنة فمثلاً توجد خوارزميات اختيار متنوعة و كذلك يوجد تنوع واسع من طرق التزاوج حسب التمثيل (Gen et la, 2023).

6: إعداد الخوارزميات الوراثية و الأتمتة لاستخدامهما للمسألة المطروحة:

يجب اختيار تمثيل مناسب للحلول عند اختيار الخوارزميات الوراثية لحل مسألة الأمثلية المطروحة وهي مسألة اختيار الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة تماثل تصاميم مجموعة الهنكارات المعتمدة في جميع المواقع.

6-1: تمثيل قائمة اختيارات:

الصبغيات المتعلقة بمجموعة الهنكارات تتكون من مجموعة اختيارات لمقاطع العناصر الانشائية و اختيارات لخصائص تصميمية (لا تتعلق بالعناصر الانشائية) والتي لها خيارات عديدة. حيث أن جدول الحالات للعناصر يحوي الخيارات الممكن استخدامها لكل عنصر انشائي و ذلك من الفولاذ المتوفر و كذلك جدول الحالات لبيانات التصميم المتغيرة الذي يحوي خيارات القيم التي يمكن أن تأخذها مجموعة خصائص تصميمية يتم تمثيل الاختيار من خلال رقمه (ترتيبه) من ضمن مجموعة الاختيارات فمثلاً في الجدول (3) للهنكار wa1 لدينا:

رقم الخيار لطول الفتحة = 16 متر هو 1

رقم الخيار لطول الفتحة = 18 متر هو 2

رقم الخيار لطول الفتحة = 20 متر هو 3

رقم الخيار لعدد الاطارات = 8 هو 1

رقم الخيار لعدد الاطارات = 9 هو 2

رقم الخيار لعدد الاطارات = 10 هو 3

رقم الخيار لعدد الاطارات = 11 هو 4

و هكذا لبقية المكونات و الهنكارات

فأمثلة للجدول السابقة لاجل للهنكارات wa1,wa2,wa3 يجب ان يحوي الصبغي الواحد أرقام الاختيارات للمكونات المبينة في الشكل التالي:

الجدول رقم (5) : للمكونات التي يجب أن يحوي الصبغي أرقام الاختيارات لها لأمثلة الجداول السابقة

wa1				wa2				wa3			
section of member			value for variable_data of design	section of member			value for variable_data of design	section of member			value for variable_data of design
post	roof_bracing	longitudinal_bracing	span_length	post	roof_bracing	longitudinal_bracing	span_length	post	roof_bracing	longitudinal_bracing	span_length
door	column	rafter	no_of_frames	door	column	rafter	no_of_frames	door	column	rafter	no_of_frames
			frame_centres_(m)				frame_centres_(m)				frame_centres_(m)
			left_eaves_level				left_eaves_level				left_eaves_level

كما يتبين من أمثلة الجداول السابقة يوجد عدد k من الهنكارات في الموقع الواحد و عددها $k=3$ كما يوجد عدد m من المكونات التي يجب وجود أرقام الاختيارات لها لكل هنكار في الصبغي و عددها $m=12$ وبالتالي الصبغي يجب أن يحوي عدد من المكونات (المورثات Gene) يساوي $n = k.m$ و هي في أمثلة الجدول 2 و الجدول 3 تأخذ القيمة $n = 3 \times 12 = 36$ أي أن عدد المورثات $n = 36$ مثلاً ليكن لدينا الصبغي التالي:

(2,4,3,2,2,4,1,2,3,2,4,2,1,3,4,1,3,2,4,1,1,3,2,1,3,2,1,2,4,1,3,4,1,4,3,2)

إن مكونات الصبغي هي ارقام الخيارات للمكونات و ذلك لجميع الهنكارات في الموقع الواحد و يتم من خلال الجدول 2 و الجدول 3 الحصول على القيم للمكونات التي تنتج عن ارقام الخيارات لهذا الصبغي.

المكونات	wa1						wa2						wa3																							
	section of member					value for variable data of design	section of member					value for variable data of design	section of member					value for variable data of design																		
	post	roof_bracing	longitudinal_bracing	door	column	rafter	purlin	rail	span_length	no_of_frames	frame_centres_(m)	left_eaves_level	post	roof_bracing	longitudinal_bracing	door	column	rafter	purlin	rail	span_length	no_of_frames	frame_centres_(m)	left_eaves_level	post	roof_bracing	longitudinal_bracing	door	column	rafter	purlin	rail	span_length	no_of_frames	frame_centres_(m)	left_eaves_level
	203x203_UC46	168.3x10.0 CHS	168.3x5.0 CHS	125x65 PFC15	838x292_UB176	457x191_UB98	172_Z_14	202_Z_15	20	9	5	6	254x254_UC73	168.3x5.0 CHS	168.3x10.0 CHS	150x90 PFC24	686x254_UB152	838x292_UB176	262_Z_16	172_Z_14	18	10	4	6	152x152_UC37	139.7x5.0 CHS	114.3x3.6 CHS	125x65 PFC15	457x191_UB98	914x305_UB289	232_Z_16	262_Z_16	20	11	4.5	6
القطر	203	168.3	168.3	125	838	457	172	202	20	9	5	6	254	168.3	168.3	150	686	838	262	172	18	10	4	6	152	139.7	114.3	125	457	914	232	262	20	11	4.5	6
الصبغي	2	4	3	2	2	4	1	2	3	2	4	2	1	3	4	1	3	2	4	1	3	2	1	3	3	2	1	2	4	1	3	4	1	4	3	2

الشكل رقم (4) : القيم للمكونات الناتجة عن ارقام الخيارات للصبغي المبين في المثال

6-2: استخدام الأتمتة لإدخال قيم المكونات إلى برنامج تصميم الهنكارات والحصول على مخرجات البرنامج:

بعد الحصول على القيم للمكونات الناتجة عن ارقام الخيارات للصبغي يقوم البرنامج الرئيسي المكتوب بلغة visual basic بإرسال هذه القيم بحيث يحصل عليها نظام الأتمتة Pulover's Macro Creator حيث يقوم نظام الأتمتة بإدخال قيم هذه المكونات إلى برنامج تصميم الهنكارات Smart Portal 3D لكل هنكار من الهنكارات كما يتم ادخال قيم الخصائص التصميمية ذات القيم الثابتة (التي لا تتغير قيمها) و التي تكون محددة مسبقاً حيث أن التغيرات تحدث فقط للخصائص التصميمية (المكونات) المتضمنة في الصبغي كما يقوم نظام الأتمتة بالتحقق للخصائص التصميمية الناتجة المبينة في جدول حدود نتائج التصميم حيث يجب أن تقع القيم ضمن الحدود العليا و الدنيا ثم يقوم نظام الأتمتة بإرسال المخرجات التي تم الحصول عليها من برنامج Smart Portal 3D وذلك لكل هنكار من الهنكارات بحيث يحصل عليها البرنامج الرئيسي و الذي يقوم بحساب تابع الملاءمة للصبغي و يتم بنفس الاسلوب حساب تابع الملاءمة لجميع الصبغيات (الأفراد) في مجتمع الخوارزميات الوراثة.

سنبين الآن خصائص الخوارزميات الوراثة المستندة على تمثيل قائمة اختيارات من خلال شرح خصائص الأفراد و التصلب و الطفرة كما يلي:

3-6: الأفراد:

في الخوارزميات الوراثية يتكون المجتمع من مجموعة من الأفراد (الصبغيات) (Sohail et la, 2023) . يتم تمثيل الفرد (الصبغي) I من خلال سلسلة من قيم اختيارات $I = (v_1^I, \dots, v_n^I)$ و كما ذكرنا سابقاً فإن m هو عدد المكونات التي يجب وجود أرقام الاختيارات لها لكل هنكار في الصبغي و k هو عدد الهنكارات في الموقع الواحد وبالتالي الصبغي يجب أن يحوي عدد من المكونات (المورثات) يساوي $n = k.m$

4-6: التصالب:

من خلال تصالب فردين (اب و أم) يتم الحصول على فردي ذرية منهما (ابن و ابنة) (Gen et la, 2023) سنعتبر فردين تم اختيارهما للتصالب: الأم M و الأب F . سيتم حساب فردي ذرية منهما ، فيما يلي سنعرّف فقط الابنة D ويتم حساب الابن بشكل مماثل لتعريف الابنة :

لتصالب نقطة واحدة نأخذ رقم عشوائي صحيح q حيث $1 \leq q < n$. إن مواقع q الأولى لفرد الابنة D تؤخذ من الأم بينما المواقع الباقية تؤخذ من الأب أي:

لكل $i = 1, \dots, n$ لدينا:

$$v_i^D = \begin{cases} v_i^M, & \text{if } i \in \{1, \dots, q\} \\ v_i^F, & \text{if } i \in \{q + 1, \dots, n\} \end{cases}$$

فمن أجل $q = 10$ فإن هذا التعريف يوضح من خلال الأبوين:

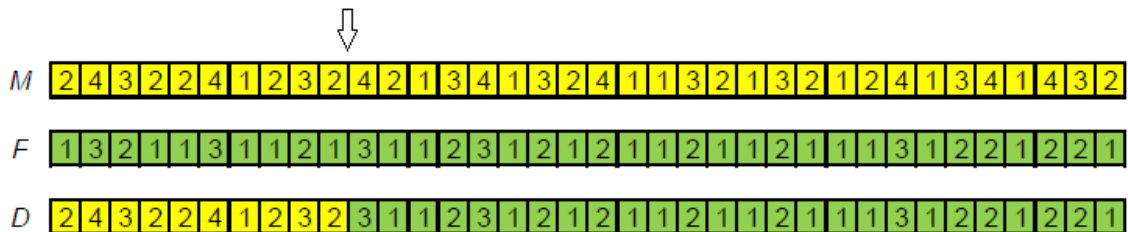
$$M = (2, 4, 3, 2, 2, 4, 1, 2, 3, 2, 4, 2, 1, 3, 4, 1, 3, 2, 4, 1, 1, 3, 2, 1, 3, 2, 1, 2, 4, 1, 3, 4, 1, 4, 3, 2)$$

$$F = (1, 3, 2, 1, 1, 3, 1, 1, 2, 1, 3, 1, 1, 2, 3, 1, 2, 1, 2, 1, 1, 2, 1, 1, 2, 1, 1, 1, 3, 1, 2, 2, 1, 2, 2, 1)$$

حيث نحصل على الابنة:

$$D = (2, 4, 3, 2, 2, 4, 1, 2, 3, 2, 3, 1, 1, 2, 3, 1, 2, 1, 2, 1, 1, 2, 1, 1, 2, 1, 1, 1, 3, 1, 2, 2, 1, 2, 2, 1)$$

يمكن توضيح ذلك بالشكل التالي :



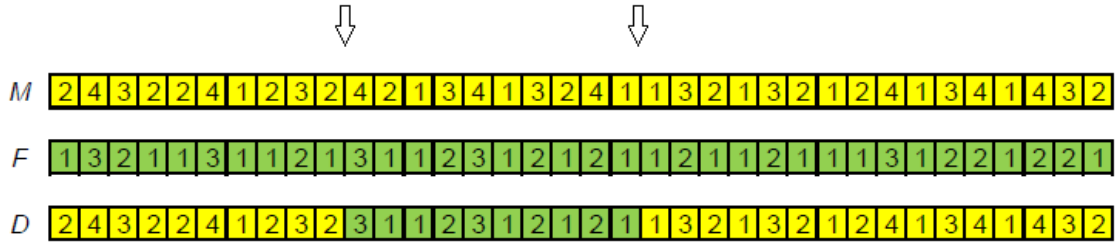
الشكل رقم (5) : تصالب نقطة واحدة لتمثيل قائمة اختيارات

أما لتصالب نقطتين فإننا نأخذ رقمين عشوائيين q_1 و q_2 حيث $1 \leq q_1 < q_2 \leq n$ و لكل $i = 1, \dots, n$ لدينا:

$$v_i^D = \begin{cases} v_i^M, & \text{if } i \in \{1, \dots, q_1\} \\ v_i^F, & \text{if } i \in \{q_1 + 1, \dots, q_2\} \\ v_i^M, & \text{if } i \in \{q_2 + 1, \dots, n\}. \end{cases}$$

لنعود مرة أخرى الأبوين المذكورين أعلاه M و F ، لأجل $q_1 = 10$ و $q_2 = 20$ فإننا نحصل على الابنة :

$D=(2,4,3,2,2,4,1,2,3,2,3,1,1,2,3,1,2,1,2,1, 1,3,2,1,3,2,1,2,4,1,3,4,1,4,3,2)$
 يمكن توضيح ذلك بالشكل التالي :



الشكل رقم (6) : تصالب نقطتين لتمثيل قائمة اختيارات

للتصالب المنتظم : نأخذ سلسلة من الأرقام العشوائية $p_i \in \{0,1\}, i = 1, \dots, n$ ثم نضع لكل $i = 1, \dots, n$

$$v_i^P = \begin{cases} v_i^M, & \text{if } p_i = 1 \\ v_i^F, & \text{otherwise} \end{cases}$$

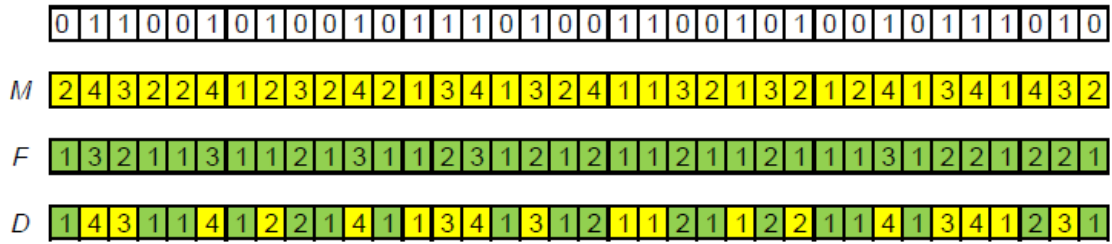
لأفراد المثال أعلاه M و F وسلسلة أرقام عشوائية :

0,1,1,0,0,1,0,1,0,0,1,0,1,1,1,0,1,0,0,1,1,0,0,1,0,1,0,0,1,0,1,0,0,1,0,1,1,1,0,1,0

فإننا نحصل على الابنة:

. $D=(1,4,3,1,1,4,1,2,2,1,4,1,1,3,4,1,3,1,2,1,1,2,1,1,2,2,1,1,4,1,3,4,1,2,3,1)$

يمكن توضيح ذلك بالشكل التالي :



الشكل رقم (7) : التصالب المنتظم لتمثيل قائمة اختيارات

5-6: الطفرة:

إن مؤثر الطفرة قد يُنتج قائمة اختيارات لم تحدث في المجتمع من قبل (Gen et la, 2023).
 تعرف الطفرة للتشفير المستند على قائمة اختيارات كما يلي: لنفرض إنه لدينا الفرد I ، سنغير قائمة اختيارات له كما يلي:
 تؤخذ لكل $i = 1, \dots, n$ أرقام اختيارات جديدة باحتمال $p_{mutation}$.

6-6: النظام الأساسي للخوارزميات الوراثية:

إن أنظمة GA الأساسية التي يتم استعمالها و كذلك أنواع مؤثر الاختيار و طرق اختيار الآباء ليست محددة لتمثيل معين (Sohail et la, 2023) .

إن الأنظمة الأساسية للخوارزميات الوراثية عديدة و متنوعة و فيما يلي نبين نظاماً أساسياً للخوارزميات الوراثية يمكن استخدامه لحل المسألة المطروحة (Gen et la, 2023): يبدأ الـ GA بحساب مجتمع ابتدائي أي الجيل الأول. سنفترض أن الجيل الابتدائي يحوي $popsiz$ فرداً ، بعد حساب قيم الملاءمة للأفراد نطبق مؤثر التصالب لإنتاج أفراد جدد (أبناء) عددهم $popsiz$ فرداً جديداً ، ثم نطبق مؤثر الطفرة على البنى الوراثية للأبناء . بعد تحديد ملاءمة كل فرد (الأبناء) نقوم بإضافة الأبناء إلى المجتمع الحالي مما يقودنا إلى مجتمع بحجم $2 \cdot popsiz$ ، نطبق أخيراً مؤثر الاختيار لتصغير المجتمع إلى حجمه السابق فنحصل على الجيل التالي . تتوقف الخوارزمية عندما يتم الوصول إلى عدد محدد مسبقاً من الأجيال أو عندما يتم الوصول إلى حد زمن معطى (Gen et la, 2023).

توجد مؤثرات عديدة اختيار تتبع إستراتيجية البقاء للأصلح و سنبين منها المؤثرات التالية:

المؤثر الأول هو طريقة تصنيف الرتب: حيث نبقي أفضل الأفراد في المجتمع الحالي و نزيل بقية الأفراد من المجتمع (تفك العُقَد (ties) كيفياً) (Lambora et la, 2019). أما النوع الثاني هو الاختيار النسبي: والذي يمكن أن يبدو كنسخة ذات صفة عشوائية من تقنية تصنيف الرتب الموصوفة سابقاً. حيث يحسب احتمال موت كل فرد من الأفراد وفقاً لقيم الملاءمة لهذه الأفراد و نستعيد الحجم الأصلي للمجتمع من خلال إزالة الأفراد من المجتمع بشكل متتابع إلى أن يبقى $popsiz$ فرداً (Lambora et la, 2019). أما النوع الثالث فهو الاختيار باستخدام تقنية المباراة توجد أكثر من شكل لتقنية المباراة و أهمها اختيار مباراة 2 (2-tournament selection) حيث يتنافس فردان تم اختيارهما عشوائياً I_1 ، I_2 على البقاء (المؤقت)، إذا كان الفرد I_1 ليس أفضل من الفرد I_2 فإنه عندئذ يموت و يُزال من المجتمع (تفك العُقَد (ties) كيفياً) و يتم تكرار هذه العملية حتى يبقى $popsiz$ فرداً (Lambora et la, 2019). يتم اختيار أزواج من أفراد المجتمع لمؤثر التصالب و توجد طرق عديدة لذلك و إن أكثر هذه الطرق استخداماً هي أن يقسم المجتمع عشوائياً إلى أزواج من الأفراد و نطبق مؤثر التصالب لكل زوج ناتج من الأفراد لإنتاج فردين جديدين (ابنين) (Sohail et la, 2023).

7: استخدام الخوارزميات الوراثية بواسطة البرنامج الحاسوبي الرئيسي:

قمنا ببرمجة البرنامج الرئيسي بلغة visual basic الذي يقوم بتطبيق الخوارزميات الوراثية بخصائصها المبينة في الفقرات السابقة حيث في كل جيل يقوم البرنامج بحساب قيمة تابع الملاءمة و التي تعبر عن كلفة الهنكارات و ذلك لكل صبغي (فرد) من صبغيات (أفراد) مجتمع الخوارزميات الوراثية، حيث لكل صبغي (فرد) يقوم نظام الأتمتة بالحصول على قيم للمكونات الموجودة في البرنامج الرئيسي ثم إدخال قيم هذه المكونات إلى برنامج تصميم الهنكارات ثم يقوم نظام الأتمتة بإرسال مخرجات برنامج تصميم الهنكارات بحيث يحصل عليها البرنامج الأساسي.

يتم حساب قيم تابع الملاءمة لأفراد المجتمع جيلاً بعد جيل و تتحسن قيم تابع الملاءمة تدريجياً مع تتابع الأجيال. إن الأمثلية المطلوبة (تقليل التكلفة) يتم الوصول إليها حسب نظرية الخوارزميات الوراثية حيث نصل إلى حل أمثل أو حل قريب من الأمثل (Gen et la, 2023) وفقاً لهذه النظرية.

8: النتائج:

1. إن تمثيل قائمة اختيارات هو نوع تمثيل مناسب في الخوارزميات الوراثية التي يتم استخدامها لحل مسألة اختيار الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة تماثل تصاميم مجموعة الهنكارات المعتمدة في جميع المواقع.

2. لابد من اجراء أتمتة لعمليات الادخال و الحصول على النتائج باستخدام برنامج Smart Portal 3D لأنه يوجد عدد كبير جدا من عمليات التحقق لمدخلات الهنكارات و كون هذا البرنامج مغلق و لايمكن أتمتته باستخدام (VBA: visual basic for applications) أو غيرها من الأدوات فلذلك قمنا بأتمتته باستخدام نظام أتمتة يستند على لغة AutoHotKey و هو : Pulover's Macro Creator و هذه طريقة تعتبر قوية جداً حيث تعتبر طريقة ممتازة لأتمتة البرامج المغلقة التي لا يمكن أتمتها بالأدوات التقليدية مثل VBA أو غيرها.

3. تسمح لغة AutoHotKey و أنظمة الأتمتة المستندة عليها مثل Pulover's Macro Creator بالحصول على قيم متحولات موجودة في البرنامج الرئيسي ثم في النهاية إرسال النتائج بحيث يستطيع البرنامج الاساسي الحصول عليها و هذه تمثل قوة كبيرة في مجال البرمجة و الأتمتة حيث يقوم نظام الأتمتة بالحصول على قيم للمكونات الموجودة في البرنامج الرئيسي ثم إدخال قيم هذه المكونات إلى برنامج تصميم الهنكارات ثم يقوم نظام الأتمتة بإرسال مخرجات برنامج تصميم الهنكارات بحيث يحصل عليها البرنامج الاساسي.

4. تتعلق خصائص الأفراد و التصالب و الطفرة بنموذج تمثيل قائمة اختيارات المُستخدَم حيث يمكن استخدام عدة أنواع من مؤثرات التصالب وهي تصالب نقطة واحدة و تصالب نقطتين و التصالب المنتظم حيث أن هذه التصالبات لها قواعدها الخاصة بنموذج تمثيل قائمة اختيارات المُستخدَم.

المراجع العلمية:

1. Gen, M., & Lin, L., (2023). Genetic algorithms and their applications. In Springer handbook of engineering statistics. 2nd ed. London, Springer, pp. 635–674.
2. Lambora, A., Gupta, K., & Chopra, K., (2019). Genetic algorithm–A literature review. In 2019 international conference on machine learning, big data, cloud and parallel computing. pp:380–384
3. Sohail, A., (2023). Genetic algorithms in the fields of artificial intelligence and data sciences. Annals of Data Science, 10:1007–1018.
4. Grigorian, A., Fang, P., Kirk, T., Efendizade, A., Jadidi, J., Sighary, M., & Cohen–Addad, D. I., (2020). Learning from gamers: integrating alternative input devices and AutoHotkey scripts to simplify repetitive tasks and improve workflow. Radiographics, 40, 141–150.
5. Keeler, A. (2019). Molecular orientation and reactions probed via SERS. PhD Thesis, University of Southampton, Faculty of Engineering and Physical Sciences, pp 44–57.
6. Hagishita, T., & Ohsaki, M., (2008). Optimal placement of braces for steel frames with semi–rigid joints by scatter search. Computers & Structures, 86:1983–1993.
7. Talaslioglu, T. (2010). Multi–Objective Design Optimization of Grillage Systems by Scatter Search Methodology. International journal of civil and structural engineering, 1(3): 477–495.
8. Yonekura, K., Kanno, Y., (2010). Global Optimization of Robust Truss Topology Via Mixed Integer Semidefinite Programming. Optimization in Engineering, 11: 355–379.

9. Walls, R., Elvin, A., (2010). Optimizing Structures Subject to Multiple Deflection Constraints and Load Cases Using the Principle of Virtual Work. *Journal of Structural Engineering*,136: 1444–1452
10. Patel, J., Choi, S., (2012). “Classification approach for reliability–based topology optimization using probabilistic neural networks,” *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 45:529–543
11. Zegard, T., Paulino, G.H., (2014). GRAND – Ground structure based topology optimization for arbitrary 2D domains using MATLAB. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 50:861–882.

نمذجة ومحاكاة نظام ضخ كهروضوئي اعتماداً على خوارزمية الرصد والاضطراب لملاحقة نقطة الاستطاعة العظمى MPPT

د. أحمد كردي*

(الإيداع: 19 شباط 2024، القبول: 19 شباط 2024)

الملخص:

لقد ازداد الاهتمام مؤخراً باستخدام أنظمة الضخ الكهروضوئي كونها تقدم حلاً مناسباً لخفض تكاليف الضخ المائي الذي كان معتمداً على محركات الديزل.

في هذا المقال نَقَدَمُ نمذجة ومحاكاة لنظام ضخ كهروضوئي يتضمن محرك تحريضي ثلاثي الطور ذو قفص سنجابي، مضخة غاطسة (ESP (Electric Sunmersible Pump) تعمل بنظام الطرد المركزي متعددة المراحل، قابلية الكترونية تقوم بتحويل الجهد المستمر القادم من الألواح إلى جهد متقطع بقيم معدلة جيبياً ، ودارة متحكم تعمل وفق خوارزمية الرصد والاضطراب (P&O) لملاحقة نقطة الاستطاعة العظمى (MPPT) المستجرة من الألواح الكهروضوئية، يطبق خرج المتحكم على خوارزمية (V/f=const) التي تولد بدورها نبضات التحكم بالقابلية المغذية للمحرك التحريضي.

بما أن شدة السطوع الشمسي ليست ثابتة خلال فترات تشغيل المضخة وإنما متغيرة، فلا بد من نظام ملاحقة لتغير الاستطاعة المنتجة من الألواح والمتغيرة بحسب شدة السطوع الشمسي والمتمثل بخوارزمية (P&O).

لقد أظهرت نتائج المحاكاة قدرة نظام النظام المقترح على ملاحقة الاستطاعة العظمى والمتغيرة بحسب شدة السطوع الشمسي مما أعطى أفضل مردود لنظام الضخ خلال مراحل عمله المختلفة. كما أظهرت النتائج أهمية عمل قابلية الجهد بخوارزمية (V/f=const)، حيث مكنت نظام الضخ عند مستويات منخفضة من السطوع الشمسي دون سحب تيار زائد، ليبقى المحرك القائد للمضخة في حالة أمان أثناء عمله.

الكلمات المفتاحية: نظام الضخ الكهروضوئي، خوارزمية الرصد والاضطراب، محاكاة الأنظمة الكهروضوئية.

*عضو هيئة تدريسية في قسم تقنيات الحاسوب، الكلية التطبيقية، جامعة حماة

Modeling & Simulation of a Photovoltaic pumping system Based (P&O) MPPT Algorithm

Dr. Ahmad Kurdi*

(Received: 19 February 2024, Accepted: 4 April 2024)

Abstract:

Recently, the interest of using photoelectric pumping systems has been increased; it provides a suitable solution to reduce the costs of water pumping, which used to rely on diesel engines.

In this article, we present a modeling and simulation of a photovoltaic pumping system that includes a three-phase squirrel-cage induction motor, an ESP (Electric Submersible Pump) witch operating with a multi-stage centrifugal system, an electronic converter, that converts the continuous voltage coming from the panels into alternative voltage sinusoidal modified. A controller that works according to Perturbing Observe (P&O) algorithm for tracking the maximum power point (MPPT) extracted from the photovoltaic panels. The controller's output is applied to the ($V/f=const$) algorithm, which generates control pulses that applied on converter transistor bases, that applied on the induction motor.

.Since, the intensity of solar brightness is not constant during the periods of pump operation, but variable in the time, for that a tracking system must existing to tracking the change in the power produced by the panels, which varies according to the intensity of solar brightness, which is represented by the (P&O) algorithm.

The simulation results showed the ability of the proposed system to track the maximum and variable power according to the intensity of solar brightness, which gave the best performance of the pumping system during the various stages of its work. The results also showed the importance of working with the voltage regulator ($V/f=const$) algorithm, as it enabled the pumping system to work at low levels of solar brightness without drawing excessive current, so that the motor driving the pump remains in a safe state.

Keywords: Photovoltaic pumping, P&O Algorithm, Simulation Photovoltaic systems.

1- مقدمة:

لقد توجه الاهتمام مؤخراً نحو استخدام أنظمة الضخ الكهروضوئي نظراً للحاجة الماسة لتشغيل مضخات مياه الري الزراعي بعد الارتفاع الكبير في أسعار وقود الديزل من جهة ، وكونه مصدر أساس للانبعاثات الكربونية من جهة أخرى. هذا التحول في بلدنا (سورية) قد مر بمرحلة وسيطية في أغلب الحالات عبر تشغيل المضخات المائية من بالشبكة الكهربائية العامة، لكن سرعان ما تغير هذا الوضع إلى مرحلة الضخ الكهروضوئي بعد النقص الشديد في إنتاج الطاقة الكهربائية من المحطات الكهربائية. وبالتالي أضحت استخدام أنظمة الضخ الكهروضوئية على سلم الأوليات للانتقال للري الحديث للمزروعات، موفراً الحد الأدنى من تكلفة الصيانة مع تكلفة تشغيل صفرية ، بالإضافة إلى التناقص المستمتر في الكلفة التأسيسية نظراً للانخفاض المستمر في أسعار الألواح الكهروضوئية المنتجة عالمياً. ومع بداية استخدام أنظمة الضخ الكهروضوئي تم اعتماد المحركات التحريضية ذات القفص السنجابي كمحرك قائد للمضخات المائية مع اعتماد خوارزميات قيادة بسيطة بحلقة مفتوحة وفق قانون $(V/f=constant)$ ، والتي كانت معتمدة على بتغذية المضخات من الشبكة الكهربائية [A].

لقد انتشرت مضخات الغاطسة الكهربائية (ESP (Electric Summersible Pump) كنوع من مضخات الطرد المركزي متعدّدة المراحل، حيث تمتاز هذه المضخات بكونها مناسبة للأبار ذات الأعماق المتوسطة والعميقة، كما إنه في المضخات الغاطسة، يكون المحرك والمضخة متصلان داخل البئر كبنية واحدة ، والتي تستخدم في الأبار الارتوازية لأغراض الري، ومحطات معالجة المياه، وحتى الاستخدامات المنزلية. ويتكون هذا النوع من المضخات من عدة عنفات (مراوح) Impellers، تعمل على زيادة ضغط الماء بفعل القوة النابذة للحصول على ارتفاع عالي نسبياً. تُغمر المضخة بشكل كامل في الماء، الذي بدوره يعمل على تبريد المحرك الكهربائي، وبالتالي عدم الحاجة إلى نظام تبريد خارجي، بالإضافة لهذه الميزات، ونتيجة للغمر الكامل فإن المضخة لا تستهلك أي طاقة لحسب الماء. النوع الثاني هو المضخات التي تستخدم عنفة واحدة وهي ذات تصميم بسيط، وغالباً تستخدم لتطبيقات صغيرة مثل المضخات الغاطسة في المكيفات الصحراوية Air Cooler Based Water ، والمضخات التي تتواجد في الحدائق العامة لأغراض النوافير وأحواض الأسماك وفي المسابح، حيث لا تحتاج الى وضع الماء لارتفاعات عالية[B].



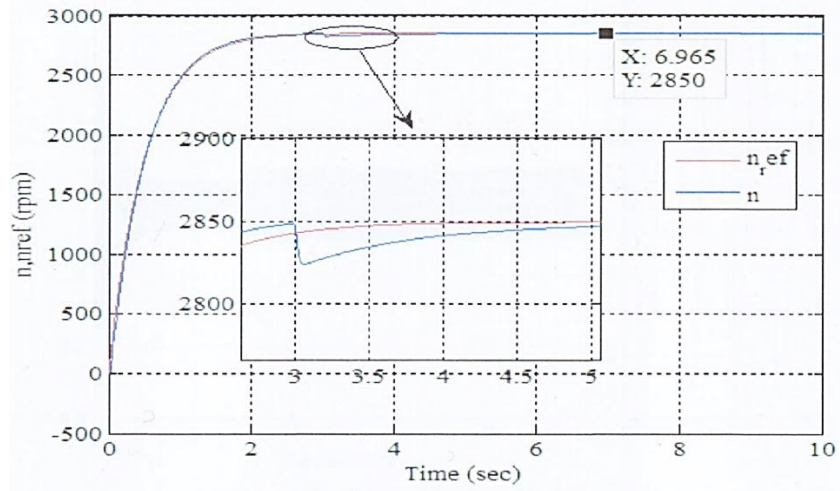
الشكل رقم (1): أنواع المضخات الغاطسة الكهربائية ESP

2- أهمية البحث:

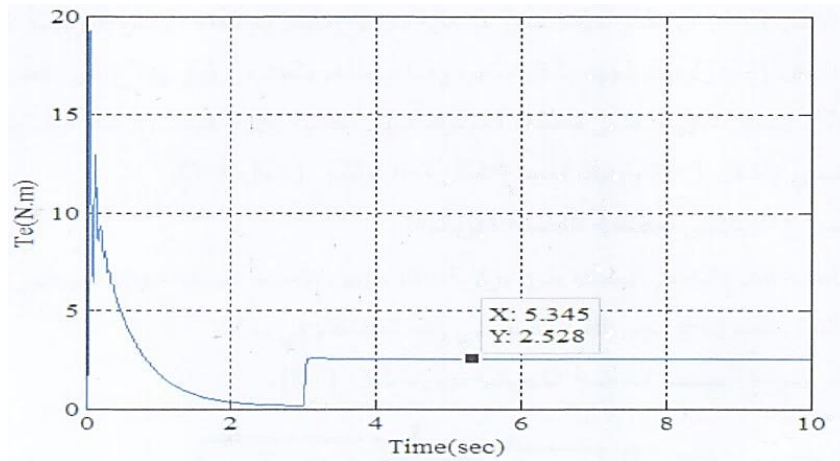
دراسة وبناء خوارزمية قيادة لمحرك تحريضي ثلاثي الطور يقود مضخة غاطسة تغذى من منظومة كهروضوئية بهدف رفع أداء عملها في عملية الضخ المائي وزيادة غزارة الضخ والحصول على نظام ديناميكي في مواجهة التغيرات الحاصلة في الاشعاع الشمسي ودرجة الحرارة، والعمل عند مستويات ضخ منخفضة دون توقف مع حدوث تغيرات مفاجئة في الاشعاع الشمسي.

3- دراسة أداء نظام محرك تحريضي ثلاثي الطور-مضخة غاطسة IM-ESP:

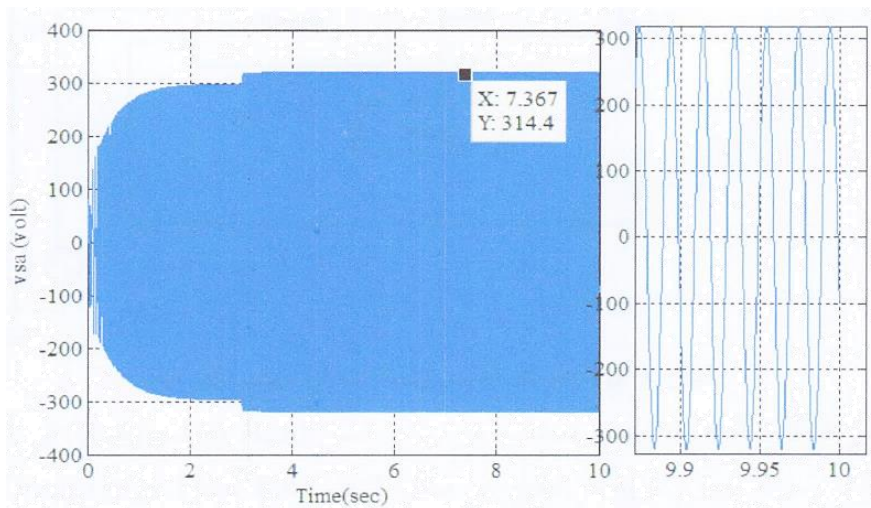
من أجل دراسة خصائص وأداء نظام ESP، يجب أولاً القيام بنمذجة ومحاكاة نظام محرك تحريضي ثلاثي الطور نو القفص السنجابي-مضخة غاطسة كهربائية باستخدام MATLAB، ثم استخدام خوارزمية القيادة V/f لدراسة أداء هذا النظام تحت ظروف تشغيل مختلفة. تمر منهجية النمذجة والمحاكاة هذه بالخطوات الموضحة في الشكل(2):



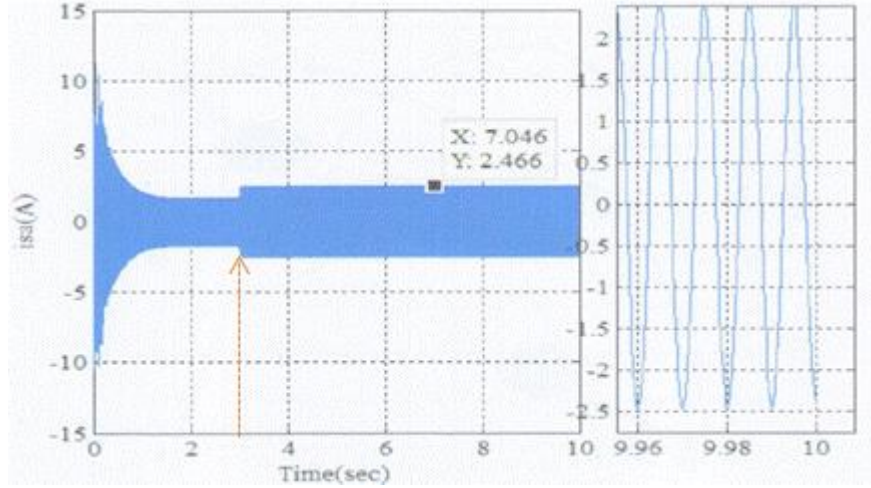
الشكل رقم (4): استجابة النظام في حالة تنظيم السرعة عند القيمة 2850 rpm



الشكل رقم (5): العزم الكهرومغناطيسي للمحرك



الشكل رقم (6): جهد الطور a للمحرك



الشكل رقم (7): ا تيار الطور a للمحرك

نلاحظ من الشكل (4) أن نظام القيادة حقق استجابة سريعة ودقيقة وملاحظة الإشارة المرجعية المطلوبة. كما نلاحظ من الشكل (6) ازدياد الجهد بشكل ناعم، وهذا سيساهم بالحد من تيار الإقلاع الكبير كما هو مبين في الشكل (7)، حيث يستقر النظام حتى لحظة تحميل المحرك في اللحظة 3sec، ونلاحظ هنا ارتفاع في قيمة العزم الكهرومغناطيسي (الشكل 5) وازدياد الجهد (الشكل 6) والتيار (الشكل 7) لكي يلبي الطلب على الحمل [C].

5- النموذج الرياضي لمضخة غاطسة كهربائية:

المضخة الغاطسة الكهربائية هي مضخة طرد مركزي ذات مراحل متعددة، يقودها محرك تحريضي ثلاثي الطور بأحد نوعيه ذو الدوار الملفوف أو ذو الدوار القفص السنجابي وهو المستخدم في بحثنا هذا.

تم نمذجة المحرك التحريضي في بيئة Matlab/Simulink عن طريق نموذج شعاع فيض الدوار وشعاع تيار الثابت كمتحولات حالة باستخدام المعادلة (1) [D].

$$\begin{bmatrix} \dot{i}_{sa}^k \\ \dot{i}_{s\beta}^k \\ \dot{\Phi}_{ra}^k \\ \dot{\Phi}_{r\alpha}^k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -a_5 & \omega_k & a_3 & a_4\omega \\ -\omega_k & -a_5 & -a_4\omega & a_3 \\ a_2 & 0 & -a_1 & \omega_k - \omega \\ 0 & a_2 & -\omega_k + \omega & -a_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{sa}^k \\ i_{s\beta}^k \\ \Phi_{ra}^k \\ \Phi_{r\alpha}^k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b & 0 \\ 0 & b \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{sa}^k \\ V_{s\beta}^k \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$a_1 = \frac{R_r}{L_r}, a_2 = \frac{L_m R_r}{L_r}, a_3 = \frac{L_m R_r}{\sigma L_s L_r^2}, a_4 = \frac{L_m}{\sigma L_s L_r}, a_5 = \frac{L_r^2 R_s + L_m^2 R_r}{\sigma L_s L_r^2}, b = \frac{1}{\sigma L_s} \quad \sigma = 1 - \frac{L_m^2}{(L_s L_r)}$$

حيث أن: $I_{s\alpha}^k$ يمثل تيار الثابت وفق المحور α ، $I_{s\beta}^k$ يمثل تيار الثابت وفق المحور β ، $\Phi_{s\beta}^k$ يمثل فيض الثابت وفق المحور β ، σ يمثل عامل التسرب المغناطيسي.

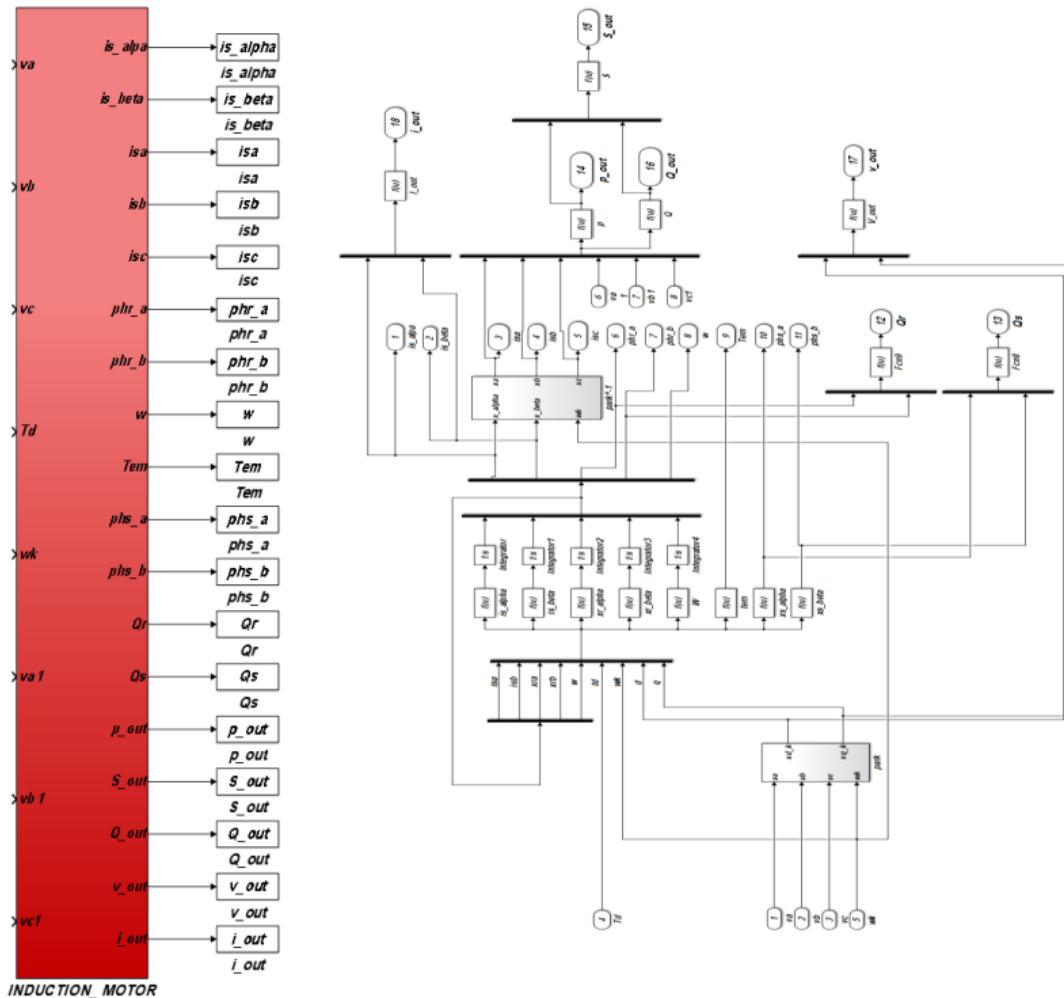
أما علاقة العزم الكهرومغناطيسي فتعطى بالعلاقة (2):

$$T_{em} = \frac{PL_m}{L_r} (\Phi_{ra}^k i_{s\beta}^k - \Phi_{r\beta}^k i_{sa}^k) \quad (2)$$

ومن العلاقة الديناميكية التي تربط العزم المحصل كتابع للسرعة الميكانيكية [H]، نجد:

$$J \frac{d\omega}{dt} = p(T_{em} - T_L) \quad (3)$$

حيث: T_L يمثل عزم الحمل والتي تمثل المضخة ويعطى بالعلاقة $T_L = K * \omega^2$ ، ويبين الشكل التالي نموذج المحرك التحريضي في بيئة Matlab/Simulink:



الشكل رقم (8): المخطط الصندوقي والداخلي لنموذج المحرك التحريضي ثلاثي الطور القائد للمضخة

6- قيادة المحرك التحريضي باستخدام خوارزمية V/f:

تعتبر جملة المحرك التحريضي من أصعب جمل التحكم في الحقل الأكاديمي والصناعي نظراً للاخطية العالية التي يمتلكها المحرك، إن خوارزميات قيادة المحرك التحريضي ذات الحلقة المفتوحة البسيطة التي تعتمد قانون V/f هي كافية ومناسبة إذا كان على المحرك أن يعمل عند سرعة وحمولة ثابتين مثل التوربينات الهوائية والمضخات وغيرها من الأحمال التي لا يتطلب عملها تغيرات واسعة في السرعة أو الحمولة، ينص قانون (V/f) أن نسبة طولية شعاع جهد الثابت على تردد المقادير الكهربائية في الثابت تساوي لطويلة شعاع فيض الثابت كما تبين العلاقة التالية [E]:

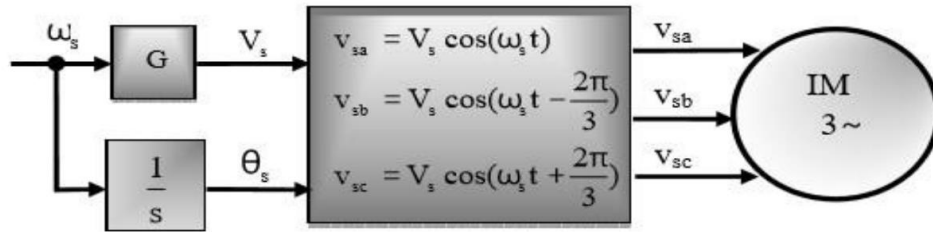
$$\frac{V_s}{\omega_s} = \Phi_s = const \quad (4)$$

هي علاقة سلمية تبين أنه للحفاظ على قيمة ثابتة للفيض المغناطيسي فإن تغيرات السرعة يجب أن تكون دائماً متنوعة بتغيرات بمطال الجهد، لأن عزم المحرك يتناسب مع مربع طولية شعاع فيض الثابت. يتم بناء خوارزمية V/f بطلب سرعة مرجعية يتم على أساسها توليد الجهود المطلوبة وذلك من خلال معادلات الجهود التالية [F]:

$$V_a = V_m * \sin(\omega t)$$

$$V_b = V_m * \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3})$$

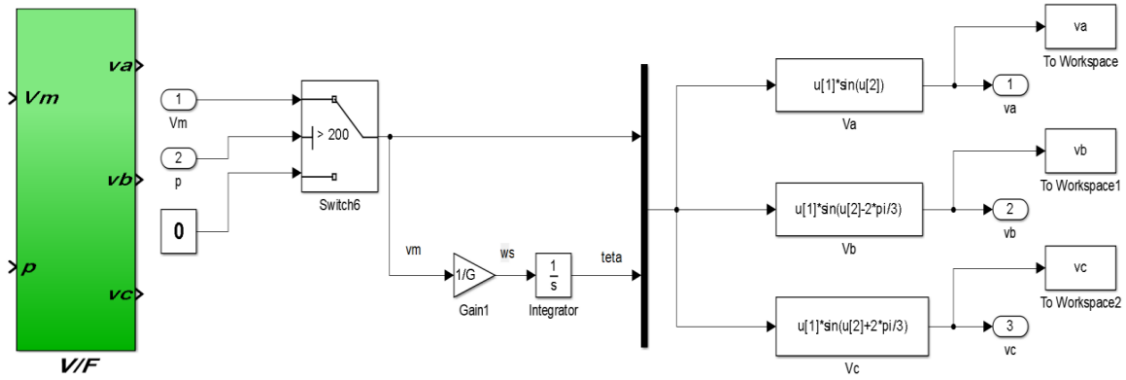
$$V_c = V_m * \sin(\omega t + \frac{2\pi}{3})$$



الشكل رقم (9): خوارزمية V/f في نظام الحلقة المفتوحة

يبين الشكل السابق مخطط خوارزمية V/f لنظام قيادة محرك تحريضي ثلاثي الطور في نظام الحلقة المفتوحة، من المعلوم أنه بتوفر قيمة مطال الجهد وزاويته فإنه يمكن باستخدام العلاقات الموضحة داخل الصندوق في الشكل (9) توليد الجهود الثلاثية المراد تطبيقها على المحرك المدروس، إن قيمة مطال الجهد يمكن حسابها من علاقة V/f إذا علمت قيمة السرعة الزاوية ω_s والزاوية θ_s يتم الحصول عليها من مكاملة السرعة [I].

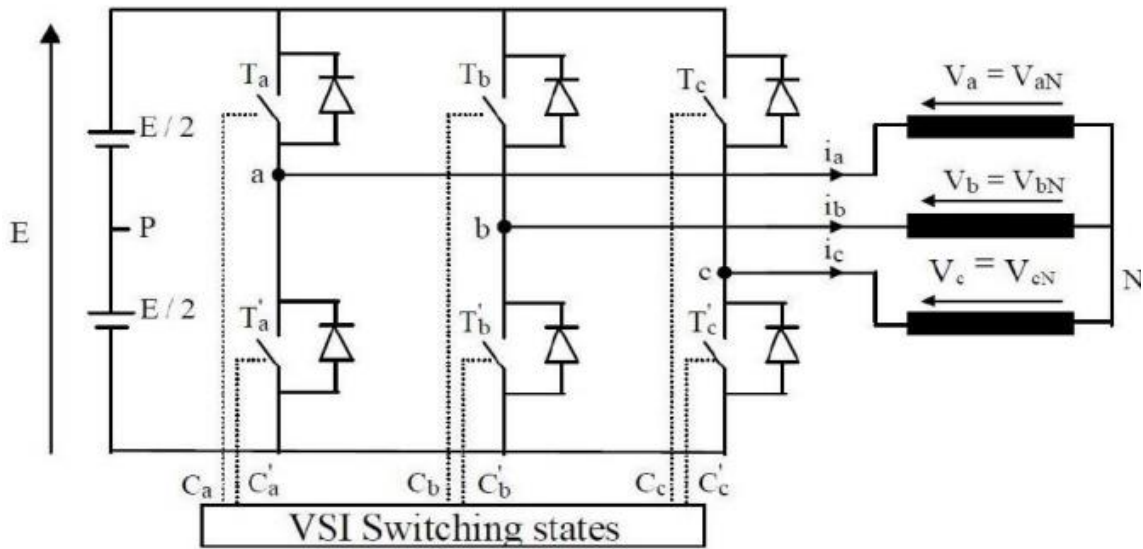
يبين الشكل التالي نمذجة خوارزمية V/f في نظام الحلقة المفتوحة مع عدم تشغيل المحرك قبل بلوغ الاستطاعة المستجرة من الألواح الكهروضوئية 200watt وهي الحد الأدنى لبدء دوران المحرك.



الشكل رقم (10): المخطط الصندوقي والداخلي لنمذجة خوارزمية V/f باستخدام بيئة Matlab/Simulink

7-قالبه الجهد ثلاثية الطور المغذية للمحرك:

في دارات قيادة آلات التيار المتناوب تعمل القالبه الإلكترونيه كمنبع جهد ثلاثي الطور للمحرك التحريضي ذي تردد وجهد متغيرين، تعتبر عنصر أساسي من عناصر النظام فهي عبارة عن مرحلة وسيطة بين نظام القيادة والمحرك، بحيث تقوم بتحويل الجهد المستمر القادم من الألواح إلى جهد متقطع بقيم معدله جيبياً [G].

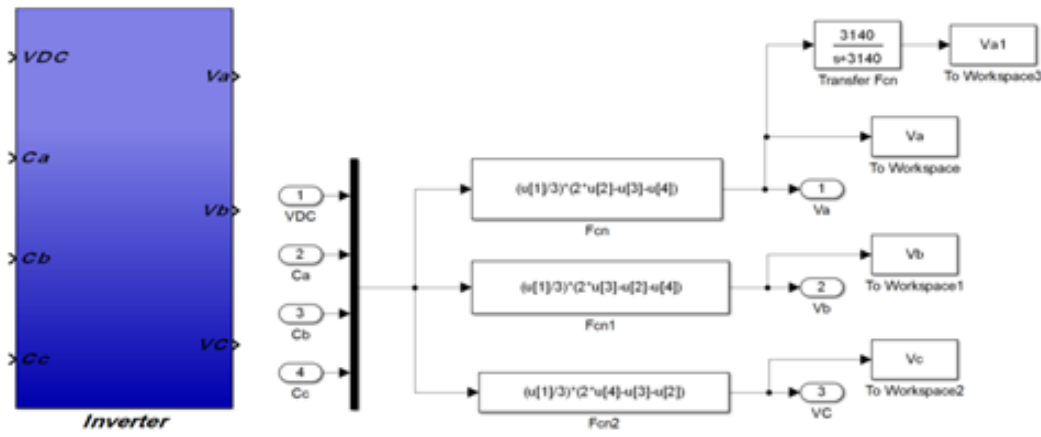


الشكل رقم (11): بنية قالبه الجهد ثلاثية الطور

تعطى علاقات جهد الطور على خرج القالبية بالنسبة للنقطة N بالعلاقات التالية:

$$\begin{aligned}
 V_{a-N} &= \frac{E}{3} \times (2C_a - C_b - C_c) \\
 V_{b-N} &= \frac{E}{3} \times (2C_b - C_a - C_c) \\
 V_{c-N} &= \frac{E}{3} \times (2C_c - C_a - C_b)
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

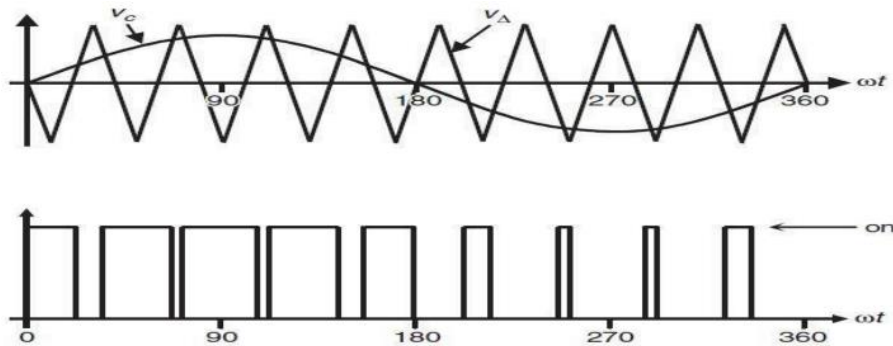
يبين الشكل (12) مخطط بناء القالبية ضمن بيئة Matlab/Simulink:



الشكل رقم (12): قالبية الجهد ثلاثية الطور

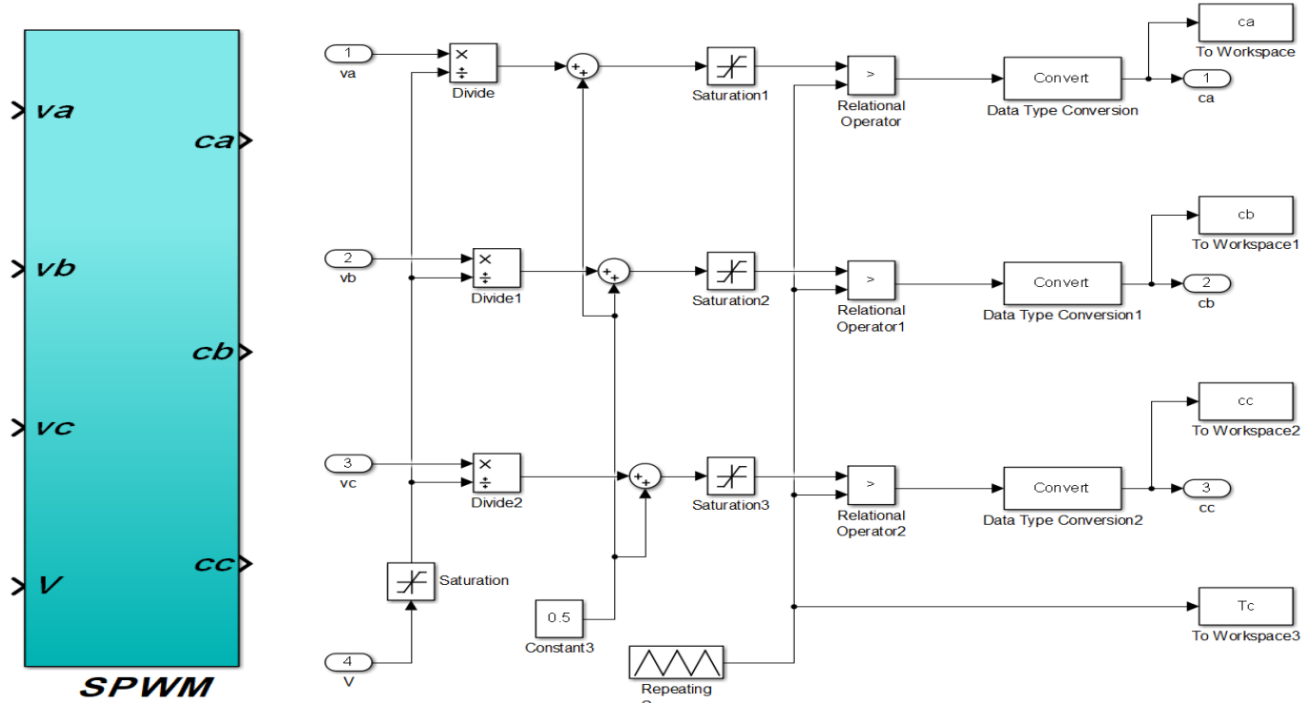
8- طريقة تعديل عرض النبضة الجيبية SPWM:

تعتمد هذه الطريقة على مقارنة ثالث إشارات جيبية مرجعية مزاحة عن بعضها بزواوية 120 درجة مع إشارة حاملة مثلثية أو سن منشار.



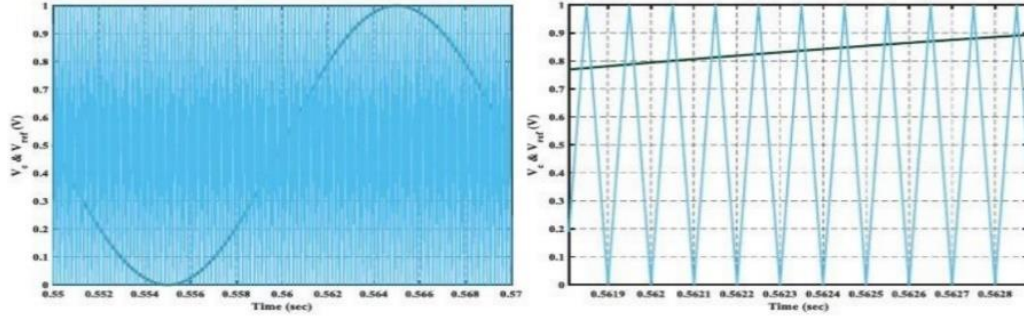
الشكل رقم (13): توليد النبضات بطريقة تعديل عرض النبضة الجيبية SPWM

يفضل اختيار الإشارة المثلثية لأن النبضة تكون متناظرة بالنسبة لمركز الإشارة الحاملة أما بالنسبة لإشارة سنّ المنشار فتكون النبضة مزاحة يميناً أو يسارياً بالإضافة لكون المحتوى الهارمونيكي أقل في حال استخدام الإشارة المثلثية منه عند استخدام إشارة سن المنشار، إن تردد الإشارة الحاملة يجب أن تكون أكبر ب 10 مرات على الأقل من الإشارة المرجعية وأصغر من التردد الأعظمي الممكن تطبيقه على المفاتيح الإلكترونية المستخدمة .



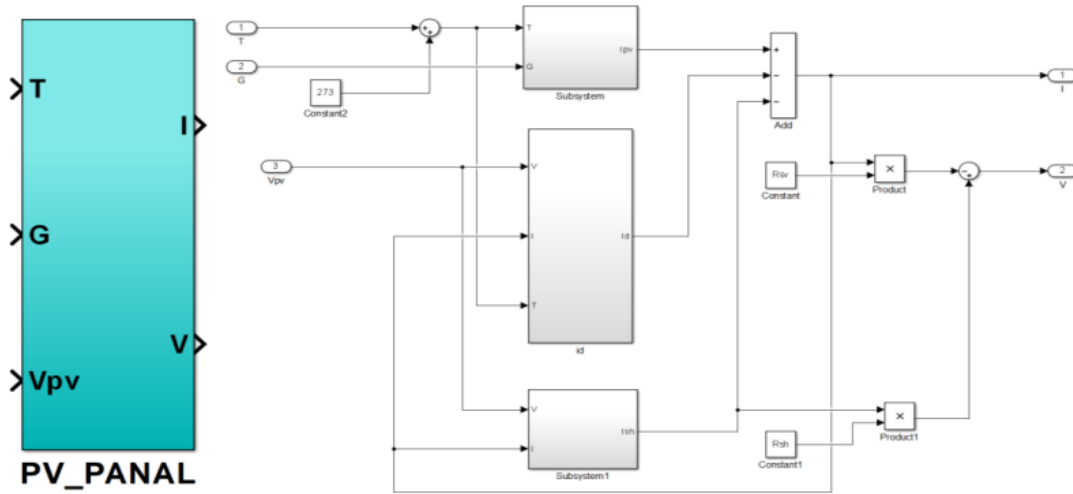
الشكل رقم (14): المخطط الصندوقي والداخلي لتعديل عرض النبضة الجيبي SPWM

يبين الشكل (14) طريقة النمذجة لتقنية SPWM ، حيث يتم إدخال الإشارات المرجعية القادمة من خرج المنظم V/f ثم نقوم بالتقسيم على جهد الوصلة المستمرة E ، حيث $E = 2V_{Smax}$ وبالتالي نحصل على إشارة مرجعية مطالها من $+0.5$ إلى -0.5 بجمع هذه الإشارة مع القيمة 0.5 نحصل على الإشارة المرجعية في النظام الواحد أي مطالها من 0 إلى 1 ، تتم مقارنة الإشارات الناتجة مع إشارة حاملة مثلثية، نتيجة هذه المقارنة نوجد نبضات قرح مفاتيح القالبه للحصول على صورة الجهد الواجب تطبيقها على المحرك.



الشكل رقم (15): إشارة الجهد المرجعية والإشارة المثلية الحاملة

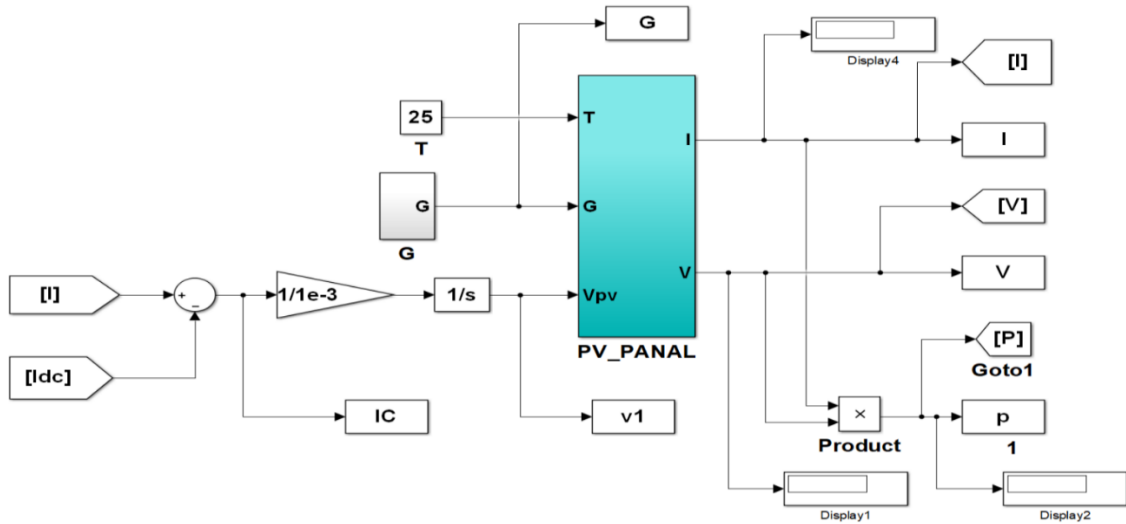
9- نموذج اللوح الشمسي ضمن بيئة Matlab/Simulink:



الشكل رقم (16): المخطط الصندوقي والداخلي لنموذج اللوح الشمسي

نلاحظ من المخطط الصندوقي للوح الشمسي أنه يحتاج إلى ثلاث مداخل وهي شدة الشعاع الشمسي ودرجة حرارة اللوح وجهد خرج اللوح ولكن من أجل أن تكون عملية النمذجة صحيحة مشابهة للواقع العملي تم إضافة مكثف على خرج مصفوفة الألواح بحيث إذا تم استرجار تيار من المنظومة الشمسية سيؤدي إلى تغير الجهد على طرفي المنظومة (علمياً أنه لا يتواجد في الواقع العملي)، حيث جهد خرج الألواح يعطى بالعلاقة التالية:

$$V_{Pv} = \frac{1}{C} \int (I_{Pv} - I_L) * dt \quad (6)$$

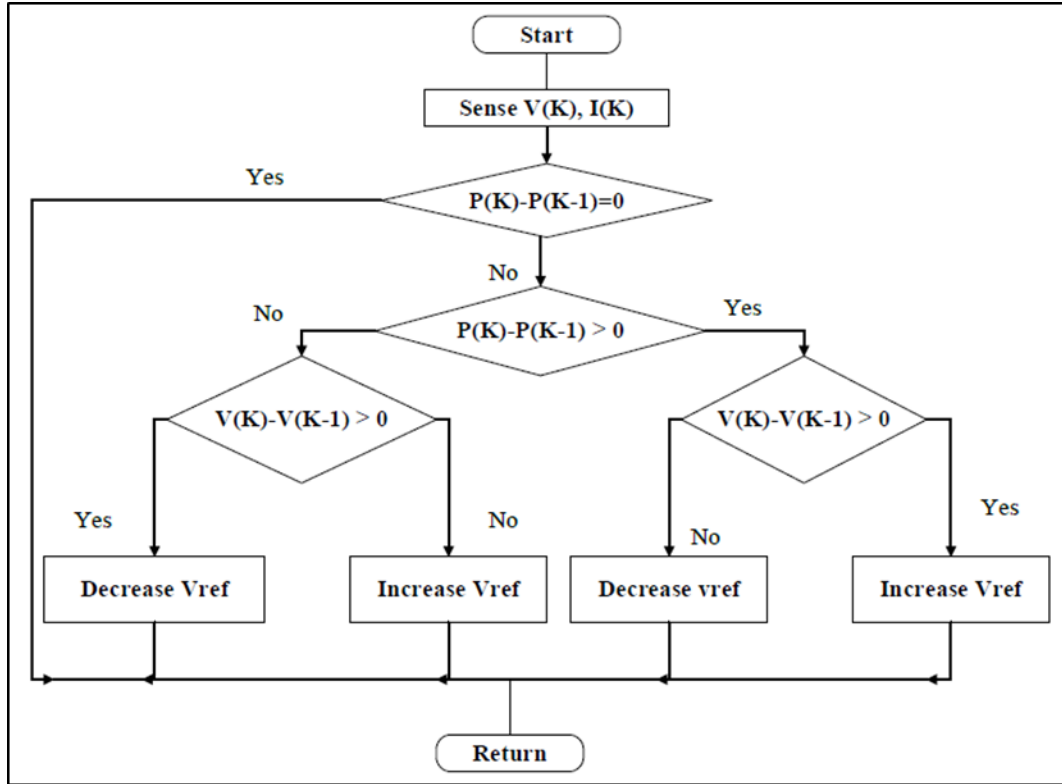


الشكل رقم (17): نموذج PV_Panels مع وجود مكثف على خرج الألواح

10- بناء خوارزمية الملاحقة للاستطاعة العظمى:

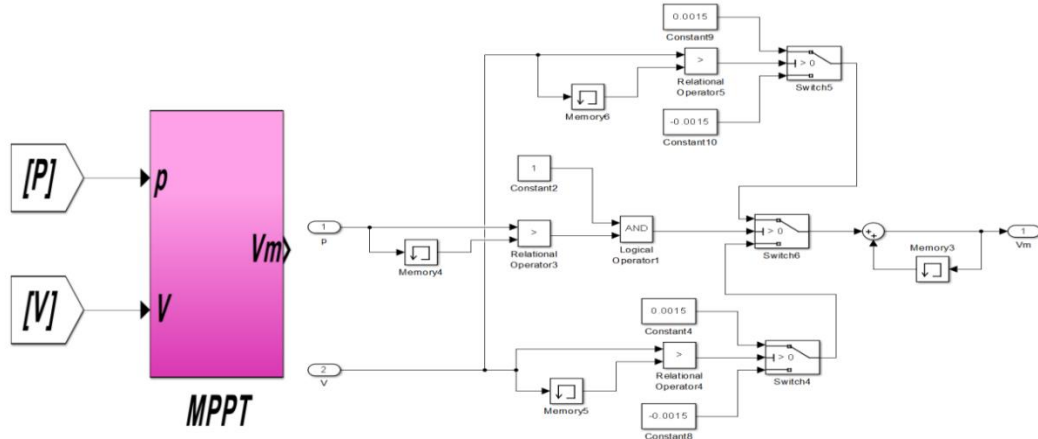
إنّ اللوح الشمسي المثالي يحول فقط من 30%~40% من شدة الإشعاع الشمسي الى طاقة كهربائية، لذلك فإن تقنيات MPPT تستخدم لتحسين مردود اللوح الشمسي، كما يوجد طرق عديدة من أجل الحصول على استطاعة عظمى من ألواح الطاقة الشمسية.

تم استخدام طريقة المراقبة والاضطراب التي تعتبر من أبسط الطرق للحصول على نقطة الاستطاعة العظمى، نحتاج لتنفيذ هذه الطريقة الى حساسين لقياس تيار وجهد الألواح الشمسية كما أن تكلفة بنائها وتطبيقها أقل مقارنة الطرق الأخرى، يمكن بناء هذه الخوارزمية اعتماداً على المخطط النهجي الذي يبين في الشكل التالي:



الشكل رقم (18): المخطط النهجي لخوارزمية MPPT بطريقة المراقبة والاضطراب

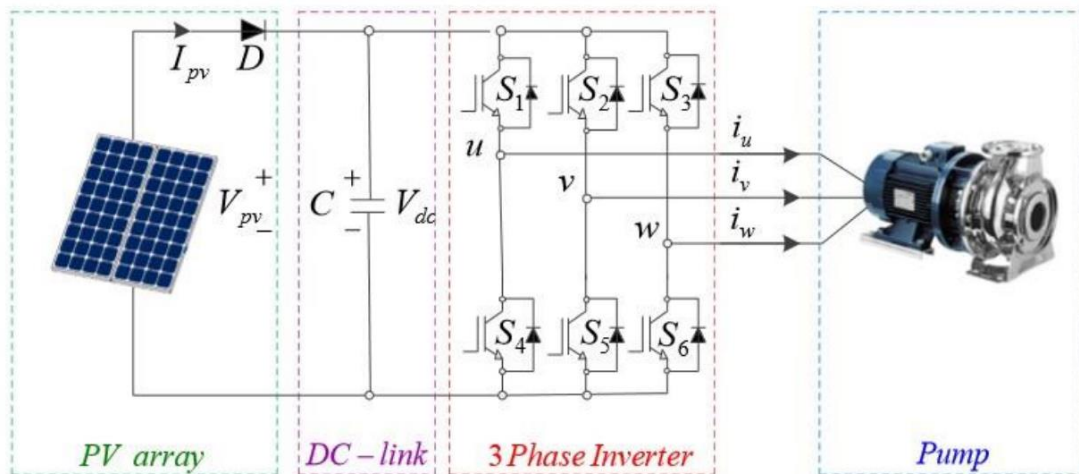
يبين الشكل السابق خوارزمية MPPT بطريقة المراقبة والاضطراب حيث أن خرج الخوارزمية هي قيمة مطال جهد طور V_m التي تشكل دخل نظام V/f . تعتمد هذه الطريقة على تغيير جهد نقطة عمل اللوح الشمسي باتجاه معلوم زيادةً أو نقصاناً عن طريق تغيير قيمة الخرج، من ثم قياس تغير الاستطاعة المقدمة من اللوح الشمسي إذا زادت الاستطاعة هذا يعني أن تغير جهد نقطة العمل في الاتجاه الصحيح نحو نقطة الاستطاعة العظمى. وبالتالي فإن الخطوة المستقبلية التالية لجهد نقطة عمل اللوح الشمسي يجب أن تكون في الاتجاه ذاته أي زيادة للجهد. أما إذا نقصت فهذا يعني أن الخطوة المستقبلية لجهد نقطة عمل اللوح الشمسي يجب أن تكون في الاتجاه المعاكس. وبذلك نعمل على نقل نقطة عمل اللوح الشمسي باتجاه زيادة الاستطاعة حتى تصبح نقطة العمل عند قمة المنحني (PPV،VPV).



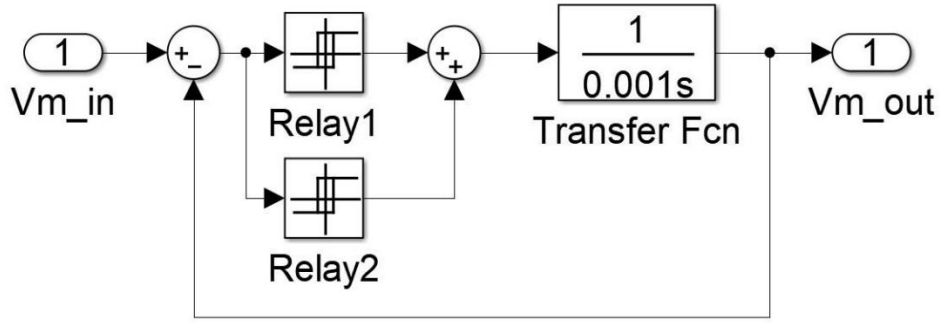
الشكل رقم (19): المخطط الصندوقي والداخلي لخوارزمية MPPT صمن Matlab

11- نظام الزئ الكهروضمسي المقترح:

نظهر على الشكل التالي نظاماً للري الكهروضمسي الأكثر شيوعاً في الحياة العملية، حيث يتألف من مصفوفة الألواح الشمسية التي توصل فيها الألواح على التسلسل من أجل الحصول على جهد وصلة مستمرة DC ، والتي هي تشكل دخل الإنفرتر التي تغذي المضخة بجهد ثلاثية الطور ذات جهد وتردد متناسب مع شدة الشعاع الشمسي، يعتمد مبدأ عمل نظام القيادة للمنظومة على ملاحقة الاستطاعة العظمى تبعاً لتغير درجة الحرارة وشدة الشعاع الشمسي، يكون خرج منظم MPPT عبارة عن قيمة مطال الجهد اللازمة للعمل عند نقطة الاستطاعة العظمى الأنوية، يتم إدخال هذه القيمة إلى مُدرج الجهد وذلك من أجل تخفيض تيارت الإقلاع، خرج مدرج الجهد هو دخل خوارزمية (V/f) التي تقوم بحساب ω_p وتشكيل الجهود الثلاثية المرجعية لمخطط تعديل عرض النبضة الجيبي، والتي تعطي نبضات القرح لقالبة الجهد ثلاثية الطور، والتي تقوم بدورها بتطبيق الجهود التي هي صورة عن الجهود المرجعية.



الشكل رقم (20): نظام الزئ الكهروضمسي المقترح

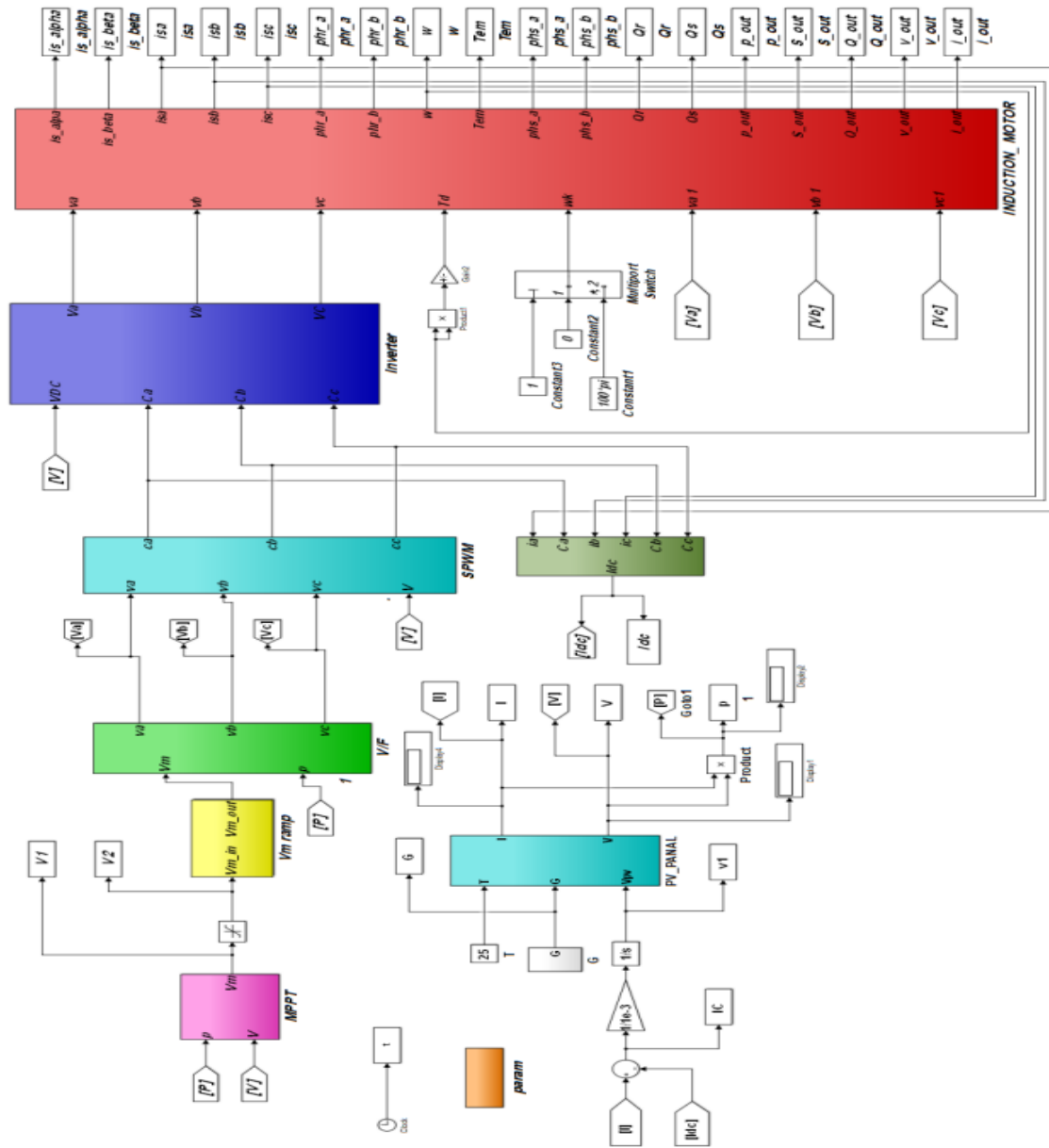


الشكل رقم (21): مخطط مدرج الجهد

إن التيار I_L هو نفسه تيار الوصلة I_{dc} ، يتم حسابه عن طريق العلاقة (7):

$$I_{dc} = C_a * i_a + C_b * i_b + C_c * i_c \quad (7)$$

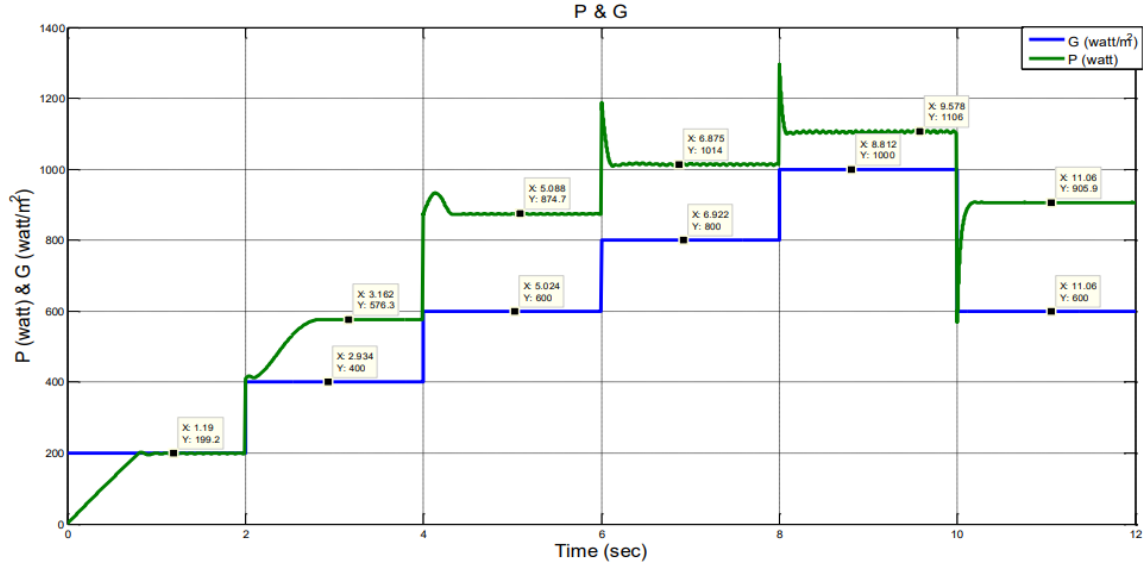
حيث أن تيارات المحرك الثلاثية هي i_a, i_b, i_c ونبضات التحكم C_a, C_b, C_c إن شكل تيار الوصلة المستمرة منقطع لذلك لابد من ترشيحه باستخدام ملف في الوصلة المستمرة. تم نمذجة النظام المقترح في بيئة Matlab/Simulink بزمن أخذ عينات $T_s = 10\mu sec$ وتردد التقطيع $f_s = 5KHZ$ والعمل عند قيمة مختلفة لشدة الشعاع الشمسي عند درجة حرارة ثابتة $T = 25 C^0$.



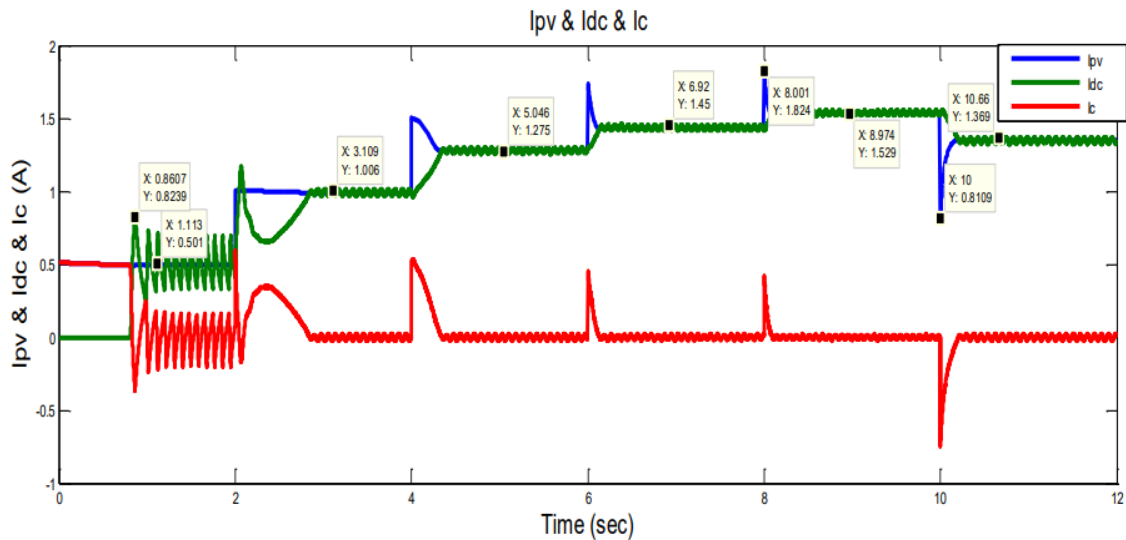
الشكل رقم (22): نموذج نظام الضخ الكهروضوئي المقترح

12- نتائج المحاكاة ومناقشتها:

تم زيادة الإشعاع الشمسي بشكل متقطع خلال فترات زمنية من أجل دراسة أداء النظام المدروس حيث تم زيادة الإشعاع بشكل متقطع في بداية تشغيل تكون قيمة الإشعاع $G=200\text{Watt}/\text{m}^3$ وبعد زمن قدره 2Sec يتم زيادة الإشعاع الشمسي بمقدار $200\text{Watt}/\text{m}^3$ ، وهكذا إلى الوصول إلى اللحظة 8Sec يصل قيمة الإشعاع الشمسي إلى القيمة الأعظمية $G=1000\text{Watt}/\text{m}^3$ ، وفي اللحظة 10Sec تم إنقاص الإشعاع بمقدار $400\text{Watt}/\text{m}^3$ وتم تطبيق الحمل بشكل دائم ومتناسب مع السرعة وقد تم الحصول على النتائج التالية:

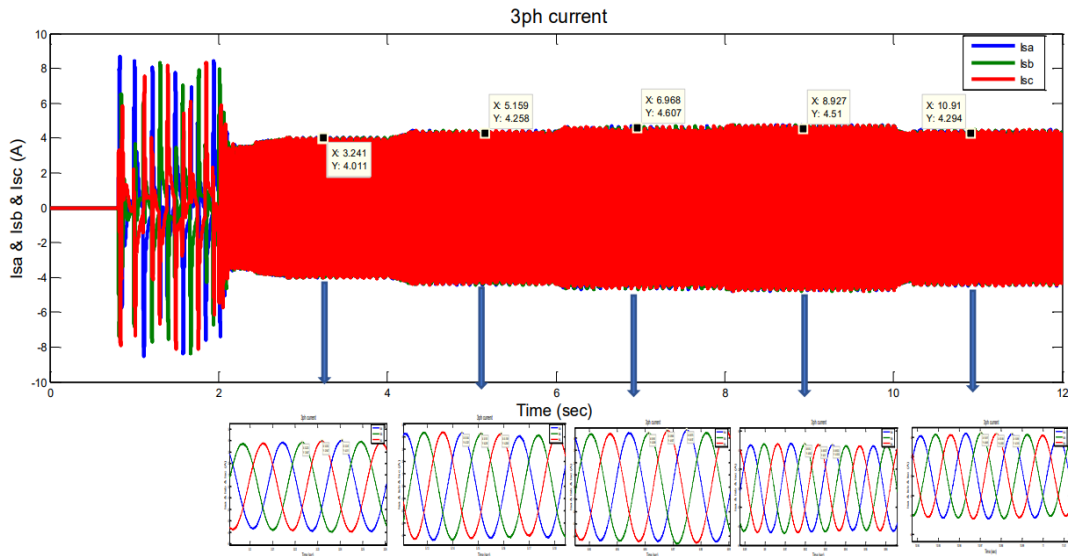


الشكل رقم (23): يوضح تغيرات الإشعاع الشمسي مع تغيرات الاستطاعة الناتجة عن اللوح الشمسي نلاحظ من الشكل (23) أنه عند زيادة شدة الإشعاع الشمسي تزداد قيمة الاستطاعة التي يمكن للألواح الكهروضوئية تقديمها للمحرك، الذي قيمة دخله الإسمية $P=1100\text{Watt}$ ، وقد قام بسحبها كاملة من الألواح الشمسية، حيث أن هذه الاستطاعة المقدمة قد تصل الى 1200W أو أكثر قليلاً عند التطبيق العملي وذلك نتيجة عدم مثالية العناصر الإلكترونية في الانفرتر الصناعي (القالبة)، ولكن نحن قمنا بحساب هذه الزيادة وأخذها بعين الإعتبار في حسابات المنظومة الشمسية ولكن لم تظهر في النمذجة لأن Matlab يفترض أن كل العناصر مثالية.

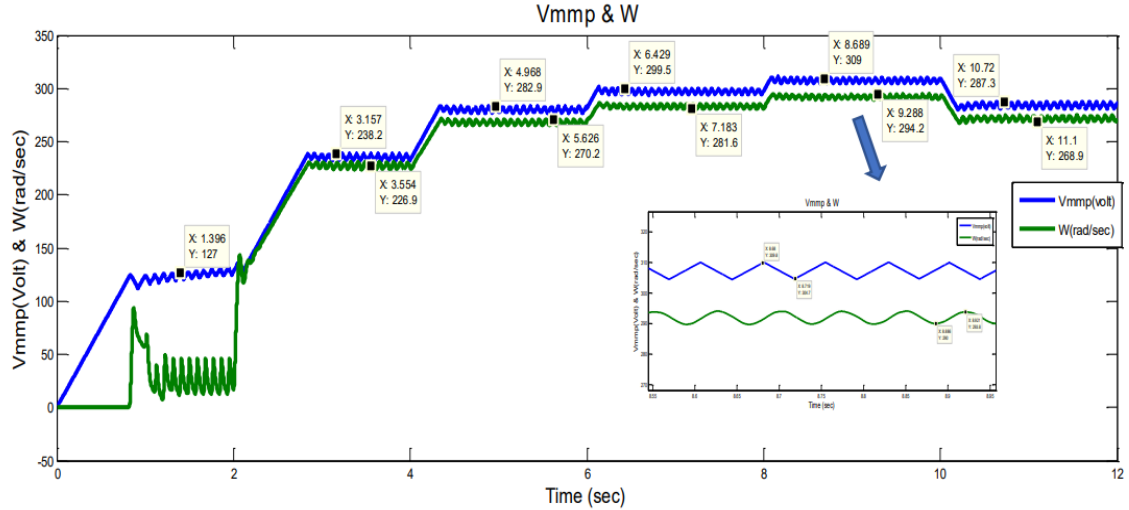


الشكل رقم (24): تيارات كل من اللوح الشمسي وتيار الوصلة المستمرة DC وتيار المكثف الموصول على خرج الألواح

يبين الشكل (24) إشارات تيار اللوح وتيار الوصلة المستمرة للمحرك وتيار المكثف حيث نلاحظ أنه لا يوجد أي تجاوز غير مرغوب لتيار الوصلة المستمرة على كامل مجال العمل ونلاحظ زيادة تيار المكثف لفترة قصيرة عند تغير قيمة الإشعاع الشمسي ونقصانه في حالة إنقاص قيمة الإشعاع الشمسي وعودته الى الصفر بعد فترة قصيرة وذلك نتيجة تأقلم المحرك وسحب أعلى تيار أعلى من الألواح وزيادة سرعته، ونلاحظ زيادة تيار الألواح مع كل زيادة للإشعاع الشمسي، ونقصان تيار الألواح مع كل نقصان للإشعاع الشمسي، ونلاحظ أن التيار في اللحظة 0 sec إلى اللحظة 2sec مهتزة بشدة وذلك لأنه في هذه الفترة يكون المحرك في حالة لا يعمل ويبدأ بالإقلاع ابتداءً من اللحظة 2sec.



الشكل رقم (25): إشارات التيارات الثلاثية للمحرك مع إضاح قيمة التيارات في كل مرحلة زيادة لقيمة الشعاع الشمسي يبين الشكل (25) إشارات التيارات الثلاثية للمحرك التحريضي ونلاحظ أن تيار المحرك قد قام بإستقرار تياره الأعظمي 4.51A والتي تقابل قيمة فعلية تساوي 3.2A ولا يوجد أي تجاوز للقيمة الإسمية في لحظة 8sec الى اللحظة 10sec، حيث أن هذه الفترة تكون قيمة الإشعاع الشمسي أعظمية $G=1000\text{Watt}/m^3$ ، وتجدر الإشارة إلى أن قيمة التيار في بداية النمذجة ناتجة عن اللاحمل للمحرك قبل وصول استطاعة الألواح 200 Watt.



الشكل رقم (26): إشارة الجهد الناتج عن المنظم MPPT وسرعة المحرك التحريضي ثلاثي الطور

يظهر الشكل (26) كل من إشارات الجهد الناتج عن المنظم MPPT وسرعة المحرك التحريضي، ونلاحظ أن إشارة السرعة تلاحق إشارة الجهد حيث تزداد قيمة السرعة مع كل زيادة لقيمة الشعاع الشمسي الساقط وقد وصل قيمة الجهد والسرعة إلى قيم اسمية في اللحظة 8sec الى اللحظة 10sec وذلك في فترة وصول الإشعاع الشمسي إلى القيمة الأعظمية له وهي $G=1000 \text{ Watt/m}^3$ ، وهبوطها نتيجة نقصانه ونلاحظ أيضاً أنه هنالك ملاحقة نقطة الاستطاعة العظمى من قبل المنظم MPPT من بداية التشغيل حيث قيمة السرعة قريبة من الصفر وحتى السرعة الاسمية. من البداية نتيجة حالة الالاعمل للمحرك وإنه في جميع الإشارات يوجد اهتزاز للإشارة وذلك نتيجة استخدام خوارزمية MPPT التي تعتمد طريقة الاضطراب والرصد حيث أن هذه الخوارزمية تقوم بملاحقة نقطة الإستطاعة العظمى للألواح الشمسية ولكن تهتز على جانبيها ويتم تطبيق الجهد الصادر عن هذه الخوارزمية إلى الخوارزمية V/f التي تقوم بتشكيل الجهود الثلاثية ومن ثم تمريرها على مرحلة تعديل عرض النبضة لتشكيل النبضات التي تطبق على قابلية الجهد الثلاثية التي تعطي قيمة الجهود الحقيقية، ومنها الى المحرك، ومن أجل تقليل الإهتزازات يجب تقليل خطوة الزيادة والنقصان للخوارزمية المتبعة.

13- النتائج العامة:

في هذا البحث، تم نمذجة المحرك التحريضي ثلاثي الطور وبناء نموذج اللوح الشمسي اعتماداً على معادلاته التي تصف سلوكه الفيزيائي، كما قمنا بنمذجة خوارزمية الرصد والاضطراب (MPPT (P&O)، وذلك من أجل الحصول على أفضل مردود للألواح الشمسية. حيث تم تطبيق خرج المنظم MPPT على خوارزمية V/f ففي نظام الحلقة المفتوحة كون هذه الخوارزمية تقي بالغرض في مثل هذه التطبيقات (تطبيقات مضخات الري)، وهي ذات أداء جيد وكلفة منخفضة وسهلة النمذجة والتطبيق، ومن ثم تم بناء نموذج قابلية الجهد الثلاثية الطور ونموذج تشكيل نبضات القدر عن طريق تقنية تقنية تعديل عرض النبضة الجيبي SPWM ، حيث أن هذه القابلية

سوف تطبق جهود ثلاثية الحقيقية على المحرك مما يسبب دورانه وتشكيل حلقة مغلقة في هذه الحالة ما بين قسم التوليد (الألواح الشمسية) والأحمال (المحرك التحريضي ثلاثي الطور).

المراجع العلمية:

[A] Sanjeevikumar, P., Grandi, G., Wheeler, P. W., Blaabjerg, F., & Loncarski, J. (2015, June). **A simple MPPT algorithm for novel PV power generation system by high output voltage DC–DC boost converter**. In *2015 IEEE 24th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE)* (pp. 214–220). IEEE.

[B] Mitkumar Bhimrao Salunkhe, “**A Review on Improvement of Efficiency of Centrifugal Pump Through Modifications in Suction Manifold**”, *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology* Volume 2, Issue 12, Dec.–2015

[C] Shaw, P. (2019). **Modelling and analysis of an analogue MPPT-based PV battery charging system utilising dc–dc boost converter**. *IET Renewable Power Generation*, 13(11).

[D] Beriber, D., & Talha, A. (2020, May). **MPPT techniques for PV systems**. In *4th International conference on power engineering, energy and electrical drives* (pp. 1437–1442). IEEE.

[E] Belgacem, F. *et al.* (2022) ‘**Optimization of photovoltaic water pumping system based on BLDC motor for agricultural irrigation with different MPPT methods**’, *Periodica Polytechnica Electrical Engineering and Computer Science*, 66(4), pp. 315–324. doi:10.3311/ppee.20140.

[F] Shukla, S. *et al.* (2022) ‘**A new analytical MPPT–based induction motor drive for solar PV water pumping system with battery backup**’, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 69(6), pp. 5768–5781. doi:10.1109/tie.2021.3091929.

[G] Sharma, R., Sharma, S. and Tiwari, S. (2020) ‘**Design optimization of solar PV water pumping system**’, *Materials Today: Proceedings*, 21, pp. 1673–1679. doi:10.1016/2019.11.322.

[H] Gevorkov, L., Domínguez–García, J.L. and Romero, L.T. (2022) ‘**Review on solar photovoltaic–powered pumping systems**’, *Energies*, 16(1), p. 94. doi:10.3390/en16010094.

[I] Vanaja, D.S. *et al.* (2021) ‘**Investigation and validation of solar photovoltaic-fed modular multilevel inverter for marine water-pumping applications**’, *Electrical Engineering*, 104(3), pp. 1163–1178. doi:10.1007/s00202-021-01370-x.

دراسة احتياج مدينة حماة من الخدمات الثابتة لتطبيق التخطيط المستدام باستخدام برنامج أنظمة المعلومات الجغرافية.

د.م: مريم سمعان ***

د.م: حمزة العلي **

م. أمل علي *

(الإيداع: 19 شباط 2024، القبول: 6 حزيران 2024)

الملخص:

يعد التخطيط المستدام أحد أهم الأسس التي يجب الأخذ بها عند تطوير أي مدينة حديثة، وذلك لتحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية في الشكل العام للمدينة . يهدف البحث إلى دراسة احتياج بعض احياء مدينة حماة من الخدمات في ظل الظروف الراهنة من أجل تطبيق التخطيط المستدام حيث تم أخذ ثلاث مناطق في مدينة حماة للدراسة (منطقة الشريعة -منطقة الصابونية - منطقة جنوب الملعب) لحل المشكلات الاجتماعية الحاصلة من تداعيات الأزمة من ناحية توفير الخدمات المتعددة تعليمياً وصحياً ومعيشياً لوضع المقترحات ومن ثم حل هذه المشاكل مستقبلاً تم بناء نماذج الدراسة باستخدام برنامج أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS). ودراسة عدة سيناريوهات مستقبلية لتزويدنا بتصور أفضل لإدارة هذه الخدمات في مناطق الدراسة. من خلال الدراسة تبين أن الخدمات التعليمية المقدمة للمواطنين في الأحياء تحتاج إلى زيادة في العدد بما يتماشى مع المعيار المعتمد من الوزارة، بينما تمت تغطية الخدمات الصحية بشكل كامل وفق السيناريوهات المدروسة اما عدد الصيدليات فهو غير كاف ويجب العمل على زيادتها حتى تحقق الترخيم الكامل وهذا ينطبق على معتمدي الخبز ومعتمدي الغاز. تساعد هذه الدراسة أصحاب القرار في تحديد الاحتياجات الحقيقية للمدينة من الخدمات الثابتة التي تساهم في تحسين جودة الحياة، وتطوير مجالات العمل والاستثمار وذلك بدعم أصحاب القرار ومعرفة التأثير الاقتصادي لتطبيق أي سيناريو وتأثيره على الواقع الخدمي.

الكلمات المفتاحية : نظام دعم القرار ، GIS ، الاستدامة

* طالبة ماجستير - كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث

** أستاذ مساعد - كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث

*** أستاذ مساعد - كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث

Studying the city of Hamas need for fixed services to implement sustainable planning using geographic information systems software.

Eng: Amal Ali Mn*

Dr: Hamza Alali**

Dr: Mariam Samaan***

(Received: 19 February 2024, Accepted: 6 June 2024)

Abstract:

Sustainable planning is one of the most important foundations that must be taken into account when developing any modern city, in order to achieve environmental, economic and social sustainability in the general form of the city. The research aims to study the needs of some neighborhoods in the city of Hama for services under the current circumstances in order to implement sustainable planning, as three areas in the city of Hama were taken for study (Al-Sharia area – Al-Sabuniyah area – South Al-Malaab area) to solve the social problems resulting from the repercussions of the crisis in terms of providing... Multiple educational, health, and living services to develop proposals and then solve these problems in the future. The study models were built using Geographic Information Systems (GIS) software. Several future scenarios were studied to provide us with a better vision for managing these services in the study areas. Through the study, it was found that educational services provided to citizens in the neighborhoods need to be increased in number in line with the standard approved by the Ministry, while health services were fully covered according to the studied scenarios. As for the number of pharmacies, it is insufficient and work must be done to increase them until full service is achieved, and this applies. On those who approve bread and those who approve gas. This study helps decision-makers determine the city's real needs for fixed services that contribute to improving the quality of life and developing areas of work and investment by supporting decision-makers and knowing the economic impact of implementing any scenario and its impact on the service reality.

Keywords: Decision support system, GIS, sustainability.

* Postgraduate student (M.SC) – University of AL- Baath

** Assistant Professor –Faculty of Civil Engineering University of AL- Baath

*** Assistant Professor –Faculty of Civil Engineering University of AL- Baath

1 – المقدمة:

تعد مدينة حماة واحدة من أهم المدن السورية التي تتطلب دراسة بياناتها واحتياجاتها من أجل تحديد الاحتياجات الثابتة وتطبيق التخطيط المستدام. لقد اعتمدت عمليات التخطيط لمدينة حماة على عدد سكاني محدد تم دراسته وتقديره حسب التوقعات المستقبلية، لكن الأزمة التي تمر بها البلاد فرضت على المدينة ظروفًا أخرى لم تكن بالحسبان وهذا ما أدى للعديد من المشكلات الاجتماعية والخدمية، لذلك يقوم البحث بتقييم هذه المخططات وفق الوضع الجديد الراهن ودراسة احتياج مدينة حماة من الخدمات الثابتة باستخدام برنامج أنظمة المعلومات الجغرافية. وسيتم عرض جوانب مختلفة من البيانات الجغرافية للمدينة من خلال استخدام أنظمة المعلومات الجغرافية، بما في ذلك المعلومات الديمغرافية والاقتصادية والبيئية.

كما يتطلع البحث إلى معالجة المشاكل التي جاءت نتيجة الحرب أو القرارات الغير فعالة وتحليل النتائج لاستنتاج الخدمات الثابتة التي يحتاجها سكان المدينة بشكل دائم، والتي ستساعد في تحسين جودة الحياة في المدينة وتحقيق التخطيط المستدام المناطق وفق المعايير التخطيطية المعتمدة.

2- أهمية البحث:

1- تساعد الدراسة على تحديد الاحتياجات الحقيقية للمدينة من الخدمات الثابتة التي تساهم في تحسين جودة الحياة، وتطوير مجالات العمل والاستثمار.

2- تعمل نظم المعلومات الجغرافية على تجميع وتحليل البيانات المكانية للمنطقة المحددة، وتعطي صورة دقيقة عن توزيع الخدمات العامة، والنمو الحضري، مما يتيح للمخططين المعرفة المسبقة بالمناطق التي تحتاج تعزيز الخدمات فيها.

3- تساعد الدراسة على رسم خارطة جديدة لتحديد طبيعة الخدمات المقدمة في الوضع الراهن للمدينة والحلول للمشاكل التي تواجهها.

4- تساعد الدراسة في تعزيز التفاعل بين المختصين في مجالات البيانات المكانية والتخطيط المستدام والتنمية المحلية للعمل معًا لتحقيق المزيد من التطور والنمو في المنطقة.

بالإضافة إلى الأسباب المذكورة أعلاه، فإن الدراسة تمثل جهدًا لإدخال التكنولوجيا الحديثة والتطورات المعرفية الحديثة في التخطيط الحضري، والتي يمكنها أن تحدد مسارًا جديدًا للتطوير الحضري المستدام في المنطقة [2].

3 – منهجية البحث :

تم استخدام المنهج الكمي التحليلي في هذه الدراسة، حيث تم جمع البيانات من مصادر مختلفة الإحصائيات الرسمية والتحليلات الجغرافية لتقييم احتياج المدينة من الخدمات الثابتة. وتم استخدام أدوات برنامج أنظمة المعلومات الجغرافية لتحليل هذه البيانات وإعداد الخرائط الجغرافية اللازمة لعملية التخطيط المستدام [7].

4 – الهدف من البحث :

- يهدف البحث إلى تقييم المخططات القائمة حالياً لمدينة حماة السورية وفق الوضع الجديد الراهن ضمن أحياء (الشريعة – الصابونية – حي الرياضي) لدراسة مساحة الخدمة التي تقدمها (المدارس – الصيدليات – المستوصفات – المشافي – معتمدي الخبز – معتمدي الغاز) حسب المعيار التخطيطي المعتمد في سوريا من أجل معرفة نسبة التغطية التي تقدمها هذه الخدمات ونسبة عدم التغطية لهذه الخدمات في الأحياء المدروسة.

- إيجاد الحلول المناسبة لمعالجة المشاكل الراهنة والعمل على إدارتها بما يتوافق مع المعايير التخطيطية الحديثة وبما يحقق التخطيط المستدام.

5- خطوات الدراسة :

- تم تحليل الواقع الراهن في أحياء (الصابونية والحي الرياضي والشريعة) في مدينة حماة من وجهة نظر تخطيطية والوقوف على المشكلات التي سببتها الأزمة من ناحية تأمين الخدمات المتعددة اجتماعياً وتعليمياً وصحياً ومعاشياً وغيرها من خلال البنود التالية:

1- تحليل الواقع التعليمي فيها وتحديد المشكلات التي تواجهه في ظل الظروف الراهنة وتقييم المخططات التنظيمية الموضوعية.

2- تحليل الواقع الصحي الحالي في الأحياء ومدى تأثره بالأزمة ومدى كفاءة المخططات التنظيمية الموضوعية في حل المشكلات الناتجة عن هذه الظروف.

3- تحليل الواقع الخدمي الحالي في هذه الأحياء ومدى تأثره بالأزمة ومدى كفاءة المخططات التنظيمية الموضوعية في حل المشكلات الناتجة عن هذه الظروف.

4- تصنيف الأحياء السكنية المدروسة باستخدام تقنية المعايير المتعددة [3] وفق المعايير التخطيطية المعتمدة في الوزارة ومقاطعها مع المشاكل المكتشفة.

5- تكوين قاعدة البيانات التي سوف تستخدم بالتحليل وفق البيانات الوصفية والمكانية التي سوف يتم الحصول عليها من (حدود الأحياء – التجمعات السكنية – المدارس – المراكز الصحية والمشافي – أماكن توزيع معتمدي الخبز والغاز) [4].

6- الوصول إلى الأحياء السكنية التي تخالف المعايير التخطيطية الحديثة والمعتمدة من قبل الوزارة نتيجة الوضع الراهن وذلك عبر استخدام نظم المعلومات الجغرافية باعتماد تقنية المعايير المتعددة حيث يتم تحويل المعايير إلى خرائط مكانية ودمجها حسب الأولوية والأهمية للوصول إلى المناطق التي يتوجب تطويرها وإيجاد الحلول لها وفق المعايير التالية:

- الكثافة السكانية للأحياء .
- الاستيعاب المدرسي.
- المراكز الصحية والمستشفيات والصيدليات.
- أماكن تواجد معتمدين الخبز والغاز .
- 7- يتم تحديد المناطق التي تحتاج إلى تخدم في ظل الواقع الراهن.

6- الإطار النظري :

6-1 التنمية المستدامة تعريف وأهداف:

يعتبر مفهوم التنمية، التعبير الذي يضع السبل كافة في تنمية الواقع وتطوير الفرضيات التي تحقق ضروريات الحاضر بما يرتبط باستراتيجيات التنمية المستدامة، وينبثق من هذا المفهوم مفهوم آخر هو التنمية الحضرية الذي يهدف لتحقيق تنمية اجتماعية لكامل فئات المجتمع ونمو اقتصادي وتوزيع عادل للموارد مع الحفاظ على البيئية وحمايتها وتلبية متطلبات الأجيال الحالية والقادمة، كما أنها تضع رؤية مستقبلية للتطور العمراني والمواصلات ومواجهة التحديات الاقتصادية والسكانية والبيئية [8].

-أهداف التنمية المستدامة:

لقد تم اعتماد خطة لأهداف التنمية المستدامة لما بعد عام 2015 في دورتها السبعون من أجل تعزيز الازدهار والسلام العالمي وفق الأهداف التالية:

- 1- القضاء على الفقر بكافة أشكاله
 - 2- القضاء على الجوع وتعزيز الزراعة المستدامة
 - 3- ضمان التمتع بأنماط صحية ورفاهية لجميع الأعمار
 - 4- ضمان التعلم الجيد والشامل
 - 5- تحقيق المساواة بين الجنسين
 - 6- ضمان توفر المياه وخدمات الصرف الصحي للجميع وإدارتها إدارة مستدامة
 - 7- الحصول على خدمات الطاقة الحديثة الموثوقة والمستدامة
 - 8- تعزيز النمو الاقتصادي الشامل للجميع والمستدام
 - 9- إقامة بنى تحتية قادرة على الصمود وتحفيز التصنيع المستدام
 - 10- الحد من انعدام المساواة
 - 11- جعل المستوطنات البشرية آمنة ومستدامة
 - 12- ضمان وجود أنماط استهلاك وإنتاج مستدامة
 - 13- اتخاذ إجراءات للتصدي لتغيرات المناخ
 - 14- حفظ البحار والمحيطات والموارد البحرية واستخدامها بما يعزز استدامتها
 - 15- حماية النظم الإيكولوجية البرية وتعزيز استخدامها على نحو مستدام ومكافحة التصحر وتدهور الأراضي
 - 16- إقامة تجمعات مسالمة تتمتع بالعدالة على جميع المستويات
 - 17- تعزيز الشراكة العالمية من أجل تحقيق الاستدامة
- ## 6-2 معوقات التنمية الحضرية:

من أهم المعوقات التي تواجه التنمية الحضرية هي تطور حجم السكان في فترة زمنية معينة وفي منطقة محددة بما يسهم الضغط على سوق العمل وانخفاض معدل استيعاب العمالة في القطاعات الإنتاجية وضعف الارتباط بين التعليم ومتطلبات سوق العمل. كما يسهم النمو السكاني العشوائي الاختلال في الموارد الطبيعية مثل المياه والمساحات الخضراء بالإضافة الى زيادة الكتل العمرانية العشوائية. أيضا هناك العديد من المعوقات الأخرى مثل غياب المخططات التنظيمية والتوجيهية وغيرها[8].

7- الخطوات العملية لآلية البحث :

تم اعتماد العمل على دراسة و تحليل أهم أهداف التنمية المستدامة التي تأثرت نتيجة الازمة التي عانتها سوريا والتي تشكل أساسيات يجب توفرها وهي:

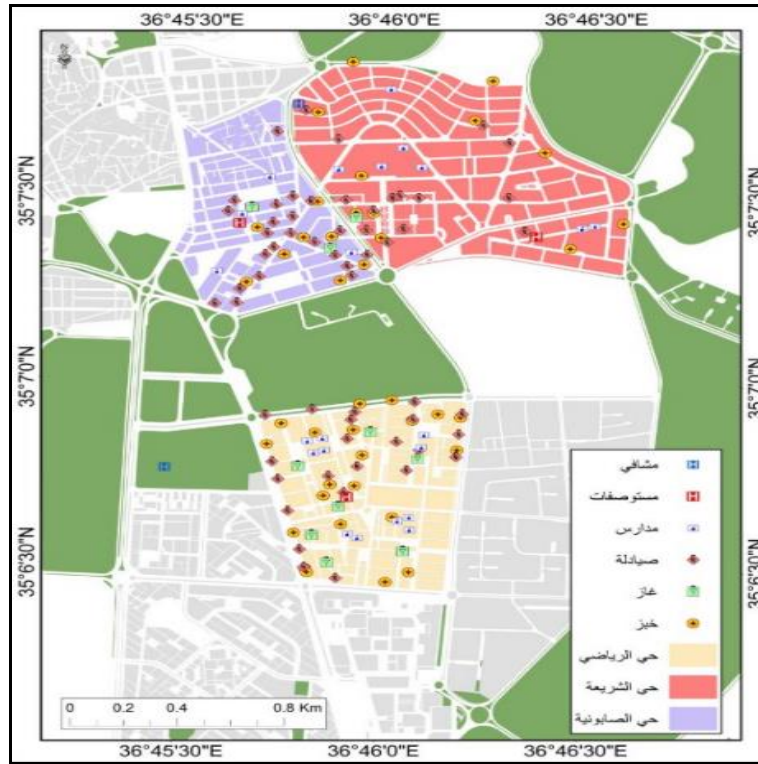
- 1- العمل على تحليل الخدمات التعليمية المقدمة ووضعها نتيجة الهجرة التي عانتها مدينة حماة نتيجة الحرب من خلال تحليل المدارس وتوزيعها واستيعابها.

2- العمل على تحليل الوضع الصحي من خلال تحليلات تبين مدى كفاءة المشافي والصيديات في الوضع الذي شكلته الازمة.

3- العمل على تحليل الواقع المعيشي الخدمي للسكان من أجل تأمين و توفير احتياجاتهم اليومية.

1-7 : المرحلة الأولى : تجميع البيانات :

تم العمل على تجميع البيانات الخاصة بالبحث من خلال الزيارات الميدانية للمراكز الخدمية المدروسة والتعرف على مراكزها ومن ثم تحديد أماكنها باستخدام برنامج Google Earth (المدارس- الصيادلة - المستشفيات- معتمدي الخبز- معتمدي الغاز- المستوصفات). تم تجميع جميع البيانات ضمن خريطة واحدة وتم تعيين عليها جميع المراكز الخدمية ضمن المناطق الثلاثة (الشريعة-الصابونية-جنوب الملعب)



الشكل رقم (1): البيانات الخدمية ضمن منطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية

2-7 : المرحلة الثانية: تكوين قاعدة البيانات :

- الواقع التعليمي:

تحتوي الأحياء المدروسة على العديد من المدارس التي تخدم العملية التعليمية لكافة المراحل (الابتدائية والاعدادية والثانوية) وذلك للجنسين (بنين وبنات)، حيث تحتوي الأحياء المدروسة 23 مدرسة 7 منها في حي الشريعة و5 في حي الصابونية و11 في حي الرياضي.

من خلال الزيارات الميدانية للمدارس تم الوصول إلى العدد الكلي للطلاب في كل مدرسة وعدد الطلاب في كل شعبة من الشعب الصفية، ومقارنتها بالعدد النموذجي المحدد بالمعيار التخطيطي المعتمد من الوزارة (30) طالب في كل شعبة:

• **حي الصابونية:**

تم تنظيم البيانات التي تم الحصول عليها من الزيارة الميدانية للمدارس ومقارنتها مع المعيار التخطيطي المعتمد من قبل الوزارة فمن خلال البيانات الموضحة في الجدول تبين أن العدد الكلي للزيادة في الطلاب لمدارس حي الصابونية بلغ 638 طالباً وبلغ عدد الشعب المطلوبة في حي الصابونية 23 شعبة يتوجب انشاؤها. حسب الجدول (1).

الجدول رقم (1): بيانات المدارس في حي الصابونية

مدارس حي الصابونية	الحلقة	عدد الشعب	عدد الطلاب الكلي	عدد الطلاب في الشعبة	الزيادة عن العدد النموذجي (30)	العدد الكلي للزيادة	عدد الشعب المطلوبة
محمد سعود الرئيس	أولى	17	550	32	2	34	1
مصطفى كامل	أولى	23	730	32	2	46	2
عمار بن ياسر	أولى	31	1110	36	6	186	7
فاطمة البرناوي	أولى	16	531	33	3	48	2
أم الشهيد	ثانية وثالثة	36	1400	39	9	324	11
المجموع						المجموع 638	المجموع 23

المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على الزيارات الميدانية

يبين الجدول أن مدرسة محمد سعود الرئيس تحتاج إلى شعبة واحدة بين أن مدرسة مصطفى كامل تحتاج إلى شعبتين وعمار بن ياسر سبع شعب وفاطمة البرناوي اثنتين وأم الشهيد احدى عشرة شعبة.

• **حي الشريعة:**

من خلال الزيادة الميدانية لمدارس حي الشريعة تم الحصول على البيانات الكاملة للمدارس الموجودة فيها وبناء عليه تم حساب العدد الكلي للزيادة في الطلاب الموجودة في كل شعبة وحساب عدد الشعب المطلوب إنشائها في كل مدرسة حيث بلغ العدد الكلي للزيادة في الطلاب نحو 1362 طالباً وأن عدد الشعب المطلوبة هو 47 شعبة يتوجب بناؤها.

الجدول رقم (2): بيانات المدارس في حي الشريعة

مدارس منطقة الشريعة	الحلقة	عدد الشعب	عدد الطلاب الكلي	عدد الطلاب في الشعبة	الزيادة عن العدد النموذجي (30)	العدد الكلي للزيادة	عدد الشعب المطلوبة
توفيق الشيشكلي	أولى	35	1350	39	9	315	11
محمد علي الصغير	أولى	30	1210	40	10	300	10
إبراهيم كردي	أولى	19	620	33	3	57	2
عبد القادر شقفة	ثانية + ثالثة	14	650	46	16	224	8
حسن شاكر	ثانية +	15	298	20	10-	-150	-5
ابن رشد	ثالثة	22	946	43	13	286	10
محمد عروب	ثانية	33	1330	40	10	330	11
المجموع						المجموع 1362	المجموع 47

المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على الزيارات الميدانية

يبين الجدول مدارس الشريعة تحتاج إلى التوسع في عدد الشعب حيث أن مدارس محمد عروب وابن رشد وتوفيق الشيشكلي ومحمد علي الصغير تحتاج 10 إلى 11 شعبة، وعبد القادر شقفة تحتاج ثمان شعب بينما إبراهيم الكردي اثنتين. لكن مدرسة حسن شاكر تستوعب عش طلاب اضافيين في كل شعبة نتيجة نقص عدد الطلاب فيها.

• حي الرياضي:

من خلال الزيادة الميدانية لمدارس حي الرياضي تم الحصول على البيانات الكاملة للمدارس الموجودة فيها وبناء عليه تم حساب العدد الكلي للزيادة في الطلاب الموجودة في كل شعبة وحساب عدد الشعب المطلوب إنشائها في كل مدرسة. حيث بلغ العدد الكلي للزيادة في الطلاب نحو 2450 طالباً وأن عدد الشعب المطلوبة هو 80 شعبة يتوجب بناؤها.

الجدول رقم (3): بيانات المدارس في حي الرياضي

مدارس منطقة الرياضي	الحلقة	عدد الشعب	عدد الطلاب الكلي	عدد الطلاب في الشعبة	الزيادة عن العدد النموذجي (30)	العدد الكلي للزيادة	عدد الشعب المطلوبة
عواد عواد	أولى	38	1467	39	9	342	12
زياد المصري	أولى	38	1350	36	6	228	8
محدثة زياد المصري	أولى	26	964	37	7	183	7
سليمان حمود	أولى	21	815	39	9	189	7
شفيق العبيسي	أولى	18	560	31	1	18	1
هشام بصيلة	أولى	25	876	35	5	126	5
عبد الرحمن عرفة	أولى+ثانية	32	1360	43	13	416	14
محدثة جنوب الملعب	ثانية	21	915	44	14	294	10
أحمد عزيز	ثالثة	17	602	35	5	85	3
إبراهيم حلاق	ثالثة	15	527	35	5	75	3
إبراهيم ملمع	ثالثة	26	1265	49	19	494	17
						المجموع 2450	المجموع 80

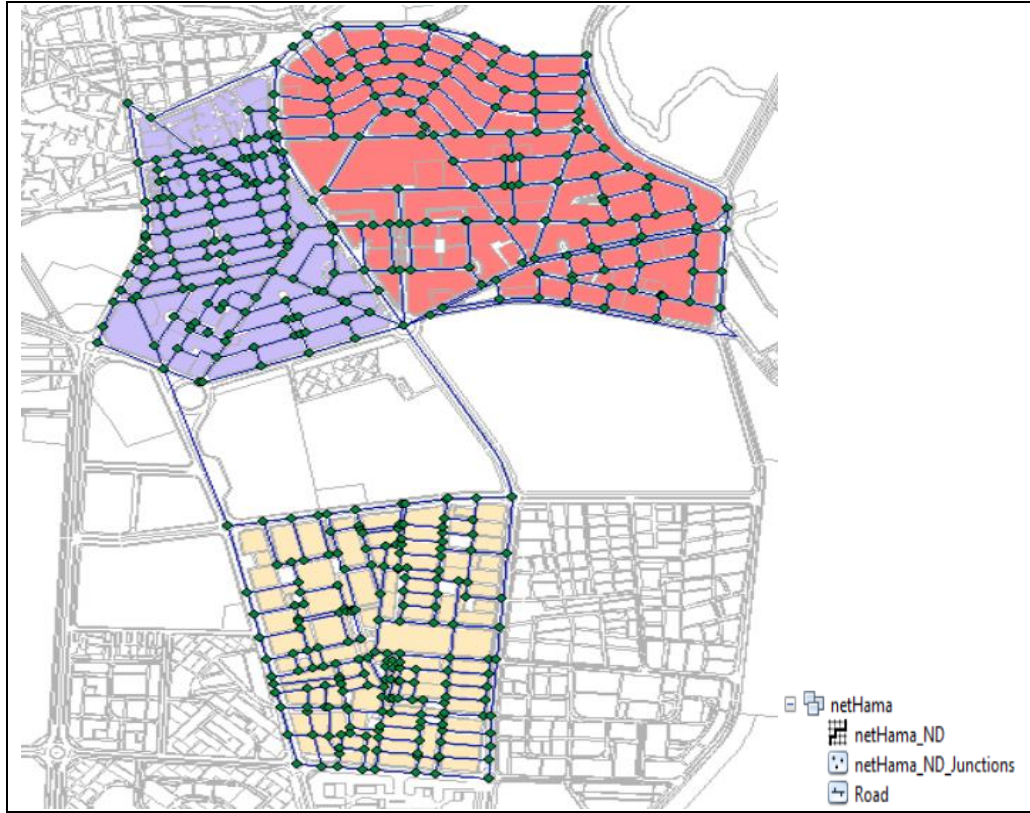
المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على الزيارات الميدانية

يبين الجدول أن مدارس الحي الرياض تحتاج للعديد من الشعب الإضافية، أكثرها إبراهيم ملمع وعبد الرحمن عرفة وعواد عواد بين 12 إلى 17 شعبة إضافية، مدارس المحدثة وزياد المصري وسليمان حمود تحتاج إلى 7 إلى 10 شعب إضافية باقي المدارس تحتاج إلى شعبة واحدة إضافية إلى 5 شعب.

- دراسة مساحة الخدمة:

من خلال دراسة المعايير التخطيطية المعتمدة للمدارس تبين أن المدارس الابتدائية ذات الحلقة الأولى الحد الأقصى للمسار المعتمد للأطفال 600 متر بينما الفئات الأخرى ذات الحلقة الثانية والحلقة الثالثة لا يوجد لها معيار تخطيطي معتمد [6] ، لذلك سنطبق المعيار 600 متر على مدارس الحلقة الأولى عن طريق التحليل الشبكي وفق معيار المسافة بالمتر باستخدام برنامج Arc Map.

تم تكوين قاعدة البيانات الشبكية للأحياء المدروسة باعتماد معيار المسافة والزمن والسرعة ومن ثم اختيار التحليل Service Area.



الشكل رقم (2): قاعدة البيانات الشبكية (شريعة - صابونية - الرياضي)

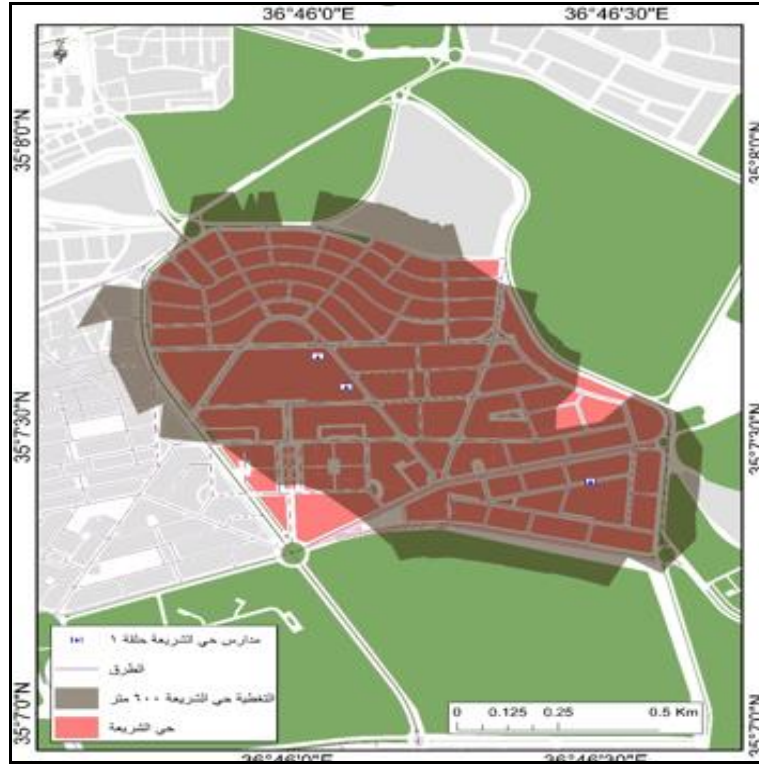
المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على المعايير التخطيطية للمدارس في سوريا

تم الاعتماد على تحليل مساحة الخدمة للوصول إلى النتائج وهو عبارة تحليل من التحليلات الشبكية يرسم مضع حول الخدمة المحددة بالتحليل بالاعتماد على زمن الوصول أو مسافة الوصول إليها أو منها وذلك على الطرقات التي تشكل قاعدة البيانات الشبكية والمحدد في الجدول الخاص بها زمن القطع ومسافة القطع.

بعد تحديد تحليل مساحة الخدمة من شريط أدوات التحليل الشبكي ندخل إلى إعدادات التحليل ونحدد المعيار المطلوب إن كان زمن أو مسافة ونكتب المعيار المطلوب تحقيقه ونحمل الخدمات المراد تحديد مساحة الخدمة لها على طبقة الخدمات ثم ننفذ التحليل [1].

تخدم حي الشريعة ثلاث مدارس للحلقة الأولى (محمد علي الصغير - توفيق الشيشكلي - إبراهيم الكردي) ومن خلال

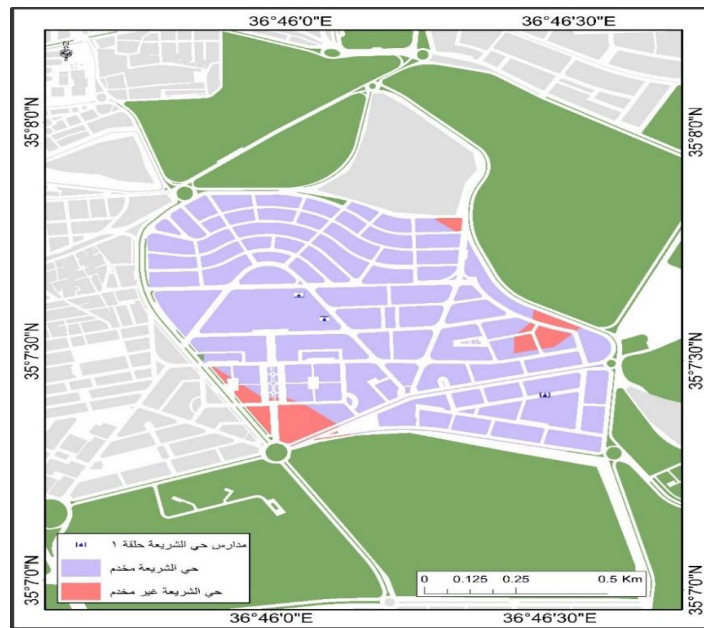
التحليل الشبكي لحساب مساحة منطقة الخدمة بمعيار مسافة 600 متر على الأكثر الشكل (3)



الشكل رقم (3): تحليل Service Area في منطقة الشريعة

المصدر: من عمل الباحثة

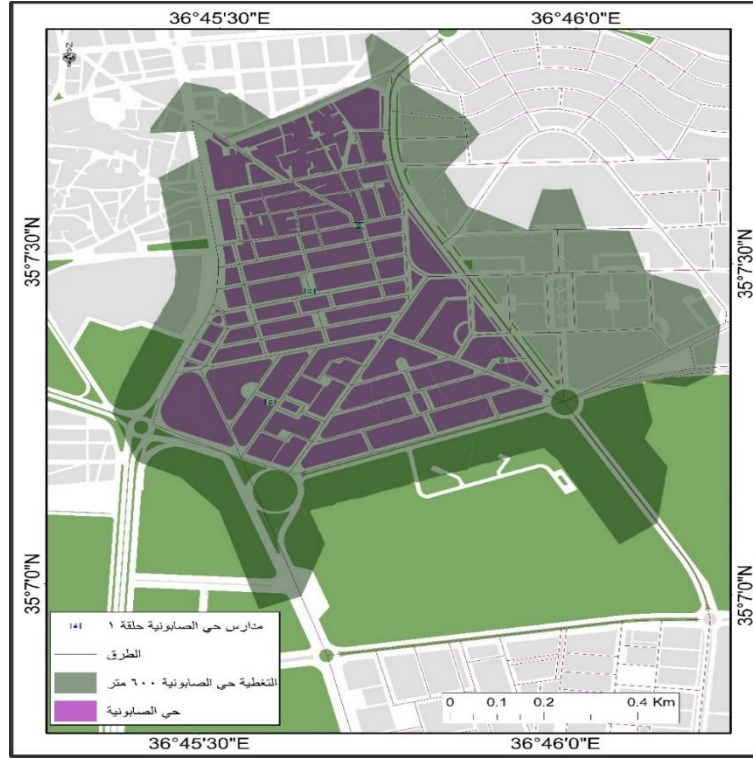
كانت النتائج تشير إلى أن المساحة المخدمة من التعليم في منطقة الشريعة بلغت حوالي 94% من مساحة الحي أي أن هناك 6% فقط غير مخدم وفق المعيار التخطيطي المعتمد الشكل (4)



الشكل رقم (4): المساحة المخدمة وغير المخدمة في حي الشريعة

المصدر: من عمل الباحثة

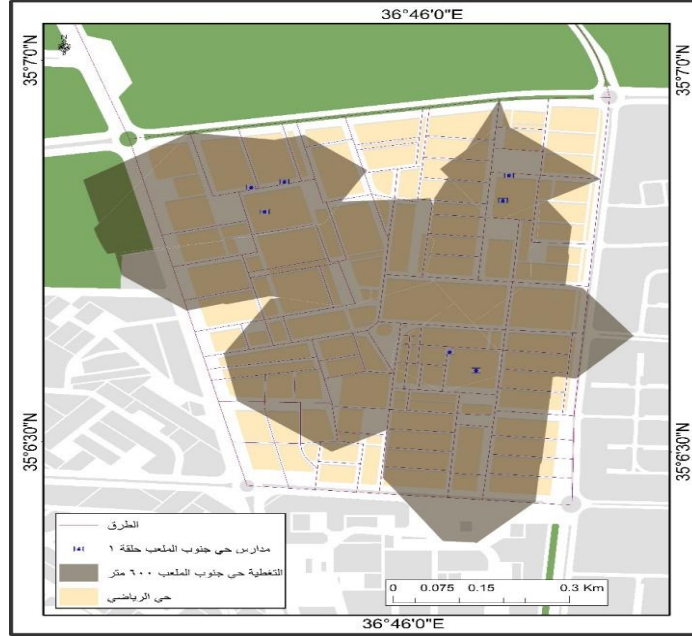
أما في حي الصابونية هناك أربع مدارس تخدم الحي هي مدارس (فاطمة البرناوي - سعود الرئيس - مصطفى كامل - عمار بن ياسر) بلغت مساحة التغطية المخدمة 100% من مساحة الحي أي أن حي الصابونية مخدّم بشكل كامل من المدارس الابتدائية كما هو موضح بالشكل (5)



الشكل رقم (5): تحليل Service Area في منطقة الشريعة

المصدر: من عمل الباحثة

في حي الرياضي تخدم المدارس (شفيق العبيسي - هشام بصيلة - عبد الرحمن عرفة - عواد عواد - زياد المصري - محدثة زياد المصري - سليمان حمود) الحي بمساحة نسبتها 79% من مجمل مساحة الحي أي 21% من مساحة الحي تحتاج لتخديمها بمدارس للحلقة الأولى لتخدمه وفق المعيار التخطيطي المحدد من الوزارة الشكل (6).

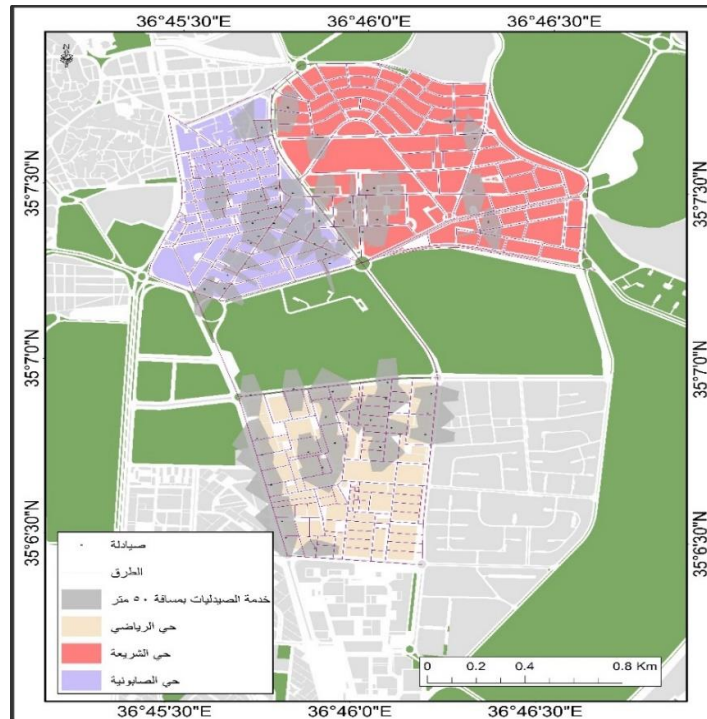


الشكل رقم (6): تحليل Service Area في منطقة الرياضي

المصدر: من عمل الباحثة

- الواقع الصحي (الصيدليات):

من خلال المعايير التخطيطية المتبعة تبين أن البعد بين الصيدليات لا يقل عن 50(m) [5] وقد تم اعتماد هذا المعيار في الوصول إلى المساحة المخدّمة من الحي كما هو موضح في الشكل (7).



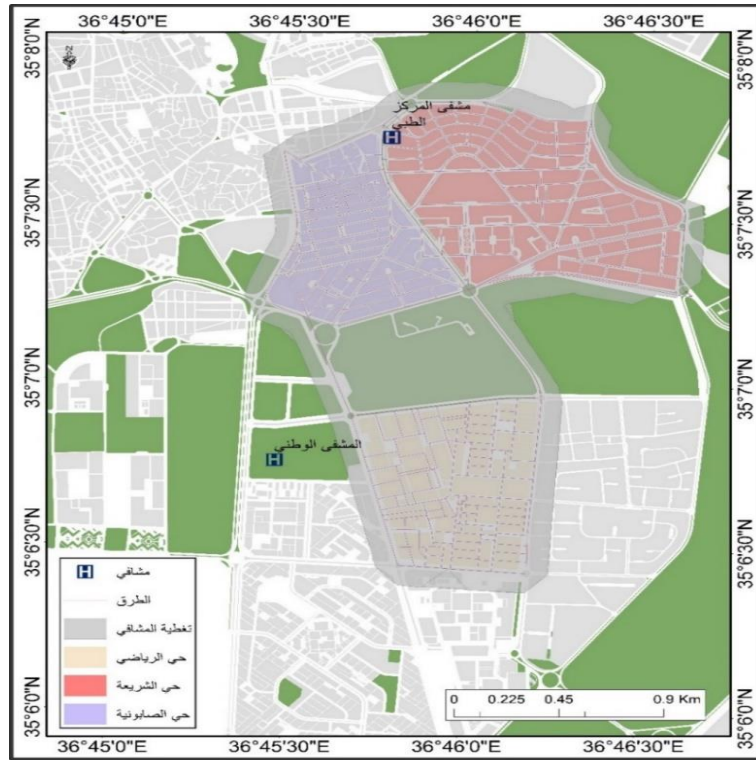
الشكل رقم (7): تحليل Service Area للصيدليات

المصدر: من عمل الباحثة

تبين من التحليل أن التغطية الكلية للصيديات بلغت 0.85 Km² نسبة مساحة الخدمة في حي الرياضي 22% من المساحة الكلية للتغطية وهي تشكل 50% من مساحة الحي بينما في حي الشريعة بلغت نسبة التغطية 16% من التغطية الكلية للخدمة بالأحياء المدروسة وهي 21% من مساحة الحي في حي الصابونية بلغت التغطية 18% من مساحة التغطية الكلية وتشكل 43% من مساحة الحي أي أن كل الأحياء المدروسة تحتاج لتعزيز وجود صيديات فيها حتى نصل للتغطية الكاملة.

- **الواقع الصحي (المشافي):**

حسب الدراسات السابقة نجد أن الوقت الأفضل التي يمكن أن تقطعه سيارات الاسعاف من وإلى المشافي يقدر بحوالي 5 إلى 10 دقائق كحد أقصى الشكل (8).



الشكل رقم (8): تحليل Service Area للمشافي

المصدر: من عمل الباحثة

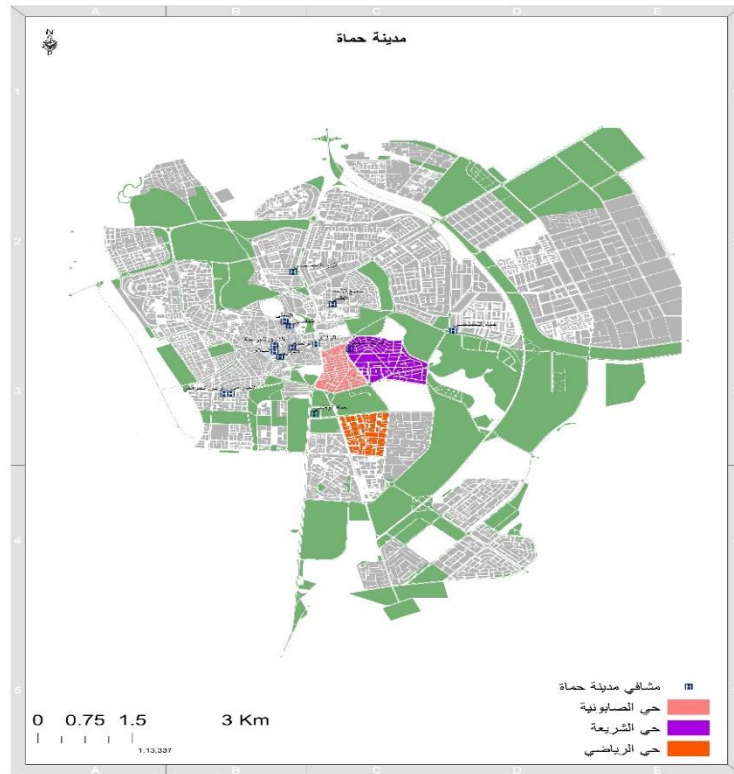
تبين من التحليل أن التغطية للخدمة التي تقدمها المشافي بلغت كامل مساحة الأحياء المدروسة، لقد تم اعتبار أن المسافة التي تقطعها سيارات الاسعاف للوصول إلى المعتمد بزمان أقصاه 5 إلى 10 دقائق بسرعة 90 كم/ ساعة ومع تغيير سرعة السيارة لتصبح 70 كم/ ساعة تظهر أن التغطية كاملة.

تغطية المشافي في مدينة حماة:

تعتمد مدينة حماة على العديد من المشافي العامة والخاصة يقدر عددها بحوالي 14 مشفى منها مشفى حماة الوطني وهي مشفى عام تقع في حي المساكن القريب من حي جنوب الملعب الذي تتم دراسته بالإضافة إلى 13 مشفى خاص تنتشر في كافة أحياء حماة خاصة في الاحياء الواقعة في مركز المدينة، ومنها مشفى المركز الطبي الواقعة في حي الشريعة المدروس الجدول (4):

الجدول رقم (4): أسماء المشافي العامة والخاصة داخل مدينة حماة

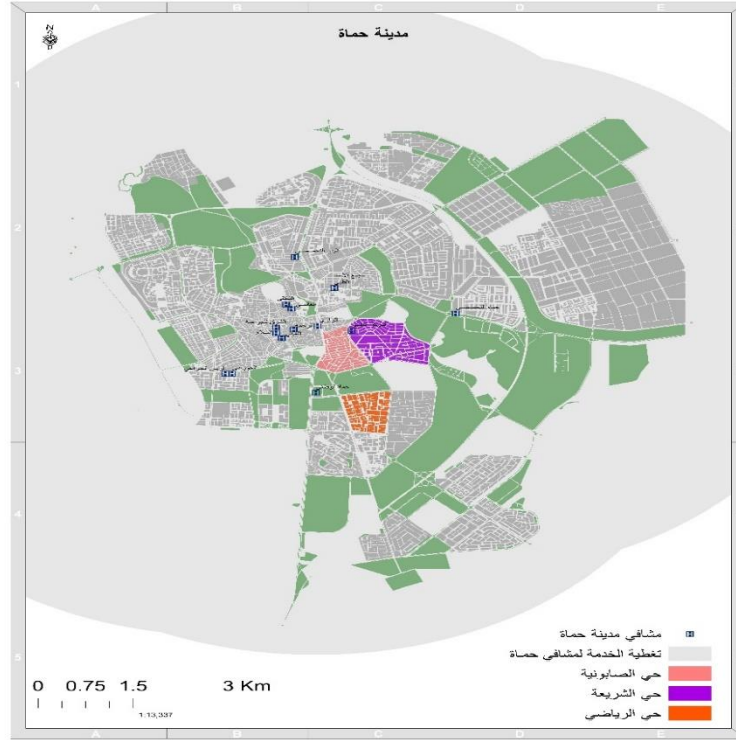
اسم المشفى	نوع المشفى
العيني	مشفى خاصة
السلام	مشفى خاصة
الشرق للجراحة	مشفى خاصة
الهوراني	مشفى خاصة
الريس الجراحي	مشفى خاصة
المركز الطبي	مشفى خاصة
البدر التخصصي	مشفى خاصة
العاصي	مشفى خاصة
الشققي	مشفى خاصة
الرازي	مشفى خاصة
الرحمة	مشفى خاصة
حماة التخصصي	مشفى خاصة
حماة الوطني	مشفى عامة
مجمع الأسد الطبي	مشفى خاصة



الشكل رقم (9): مواقع المشافي العامة والخاصة داخل مدينة حماة

المصدر: من عمل الباحثة

من خلال تحليل مجال الخدمة Buffer لتقدير المساحة التي تخدمها هذه المشافي في مدينة حماة قدرت سرعة سيارة الإسعاف 70 كم/ساعة بزمان مقداره 5 دقائق للوصول إلى مكان المريض تم تغطية كامل مدينة حماة بالخدمات الصحية وفق الشكل (10):



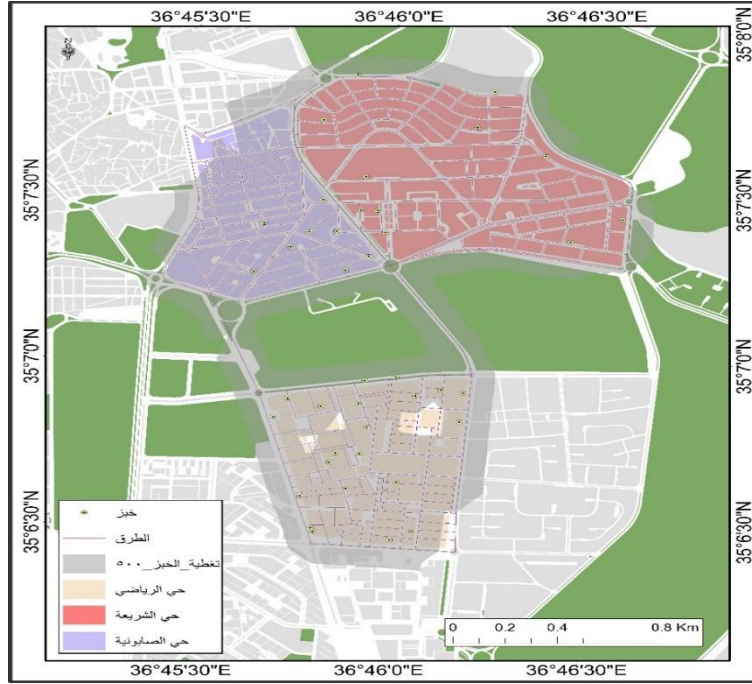
الشكل رقم (10): مجال خدمة المشافي العامة والخاصة داخل مدينة حماة

المصدر: من عمل الباحثة

- الواقع الخدمي (معتمدي الخبز):

لا يوجد معيار تخطيطي لمعتمدي الخبز لذلك قدرت المسافة التي يقطعها السكان إلى المعتمد لجلب الخبز وفق ثلاث سناريوهات

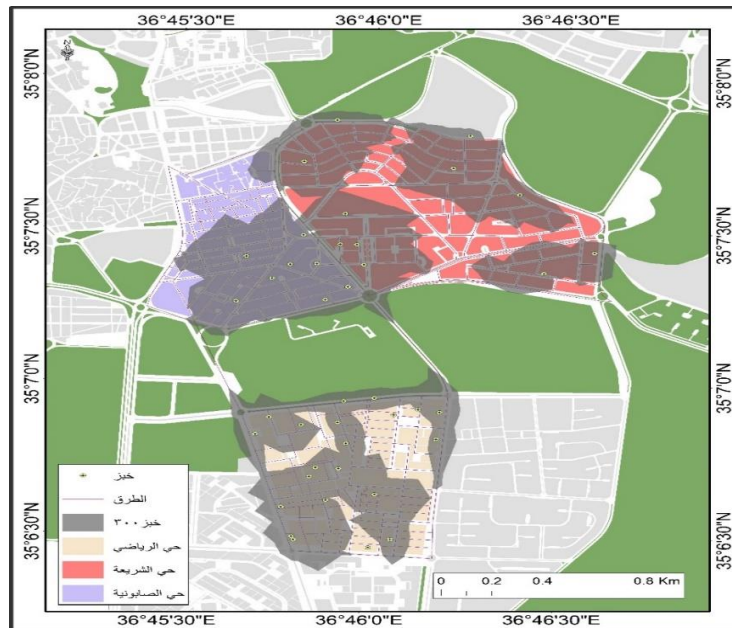
السيناريو الأول: حوالي 500 متر وهذا يتم خلال 5 دقائق تقريباً، وذلك لاعتبار أن عملية توزيع الخبز تتم في الصباح الباكر أو في منتصف الليل الشكل (11).



الشكل رقم (11): تحليل Service Area لمعتمدي الخبز سيناريو(1)

تبين من التحليل أن التغطية الكلية لمعتمدي الخبز بلغت 3 كم²، نسبة مساحة الخدمة في حي الرياضي 12% من المساحة الكلية للتغطية وهي تشكل 93% من مساحة الحي بينما في حي الشريعة بلغت نسبة التغطية 23% من التغطية الكلية للخدمة بالأحياء المدروسة وهي 100% من مساحة الحي، حي الصابونية التغطية 11% من مساحة التغطية الكلية 96% من مساحة الحي، أي الأحياء المدروسة مخدمه تقريبا من الخبز.

السيناريو الثاني: هو أن يقطع السكان مسافة 300 متر مشياً على الأقدام وهي تغطي مساحة 3 كيلو متر مربع من الأحياء الثلاثة وهي تغطي الكتل السكنية التالية من للأحياء الشكل (12).

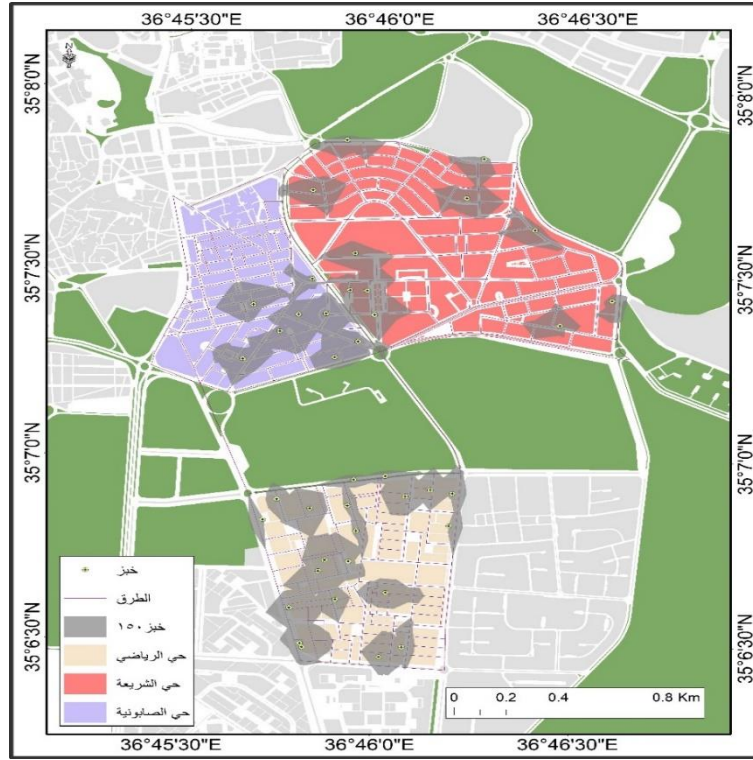


الشكل (12): تحليل Service Area لمعتمدي الخبز سيناريو(2)

المصدر: من عمل الباحثة

تبين من التحليل أن التغطية الكلية لمعتمدي الخبز بلغت 1.73 كم²، نسبة مساحة الخدمة في حي الصابونية 14% من المساحة الكلية للتغطية وهي تشكل 64% من مساحة الحي بينما في حي الشريعة بلغت نسبة التغطية 27% من التغطية الكلية للخدمة بالأحياء المدروسة وهي 79% من مساحة الحي، حي الرياضي التغطية 14% من مساحة التغطية الكلية 70% من مساحة الحي.

السيناريو الثالث: هو أن يقطع السكان مسافة 150 متر مشياً على الأقدام وهي تغطي مساحة 0.88 كيلو متر مربع من الأحياء الثلاثة وهي تغطي الكتل السكنية التالية من للأحياء الشكل (13).



الشكل (13): تحليل Service Area لمعتمدي الخبز سيناريو (3)

المصدر: من عمل الباحثة

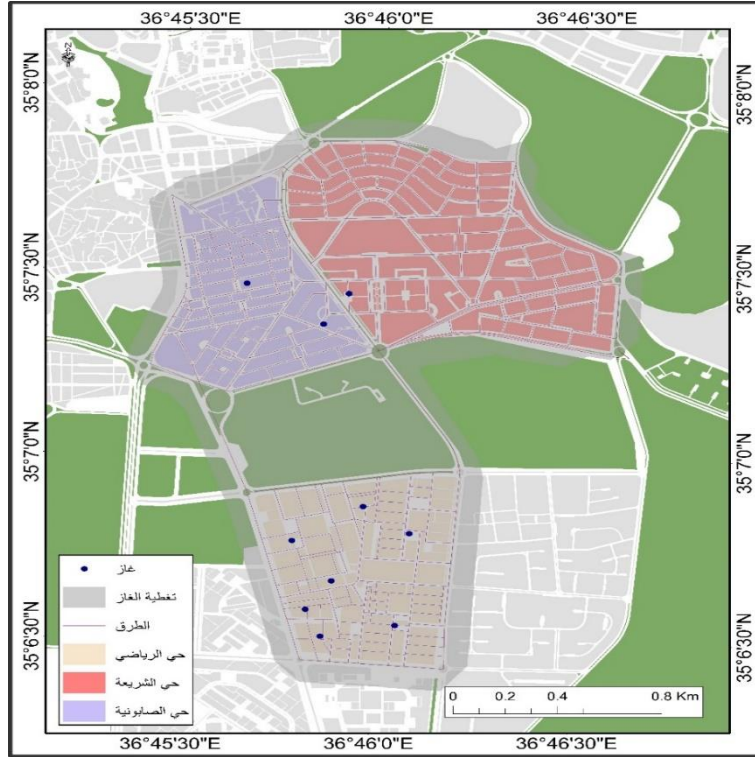
تبين من التحليل أن التغطية الكلية لمعتمدي الخبز بلغت 0.75 كم²، نسبة مساحة الخدمة في حي الصابونية 15% من المساحة الكلية للتغطية وهي تشكل 29% من مساحة الحي بينما في حي الشريعة بلغت نسبة التغطية 20% من التغطية الكلية للخدمة بالأحياء المدروسة وهي 22% من مساحة الحي، حي الرياضي التغطية 23% من مساحة التغطية الكلية 47% من مساحة الحي.

- الواقع الخدمي (معتمدي الغاز):

لا يوجد معيار تخطيطي لمعتمدي الغاز لذلك قدرت المسافة التي يقطعها السكان إلى المعتمد لجلب الغاز وفق ثلاث سناريوهات:

السيناريو الأول:

5000 متر وهذا يتم خلال 5 دقائق تقريباً، باعتبار أن المواطنين يستخدمون السيارات للوصول للمعتمدين الشكل (14).



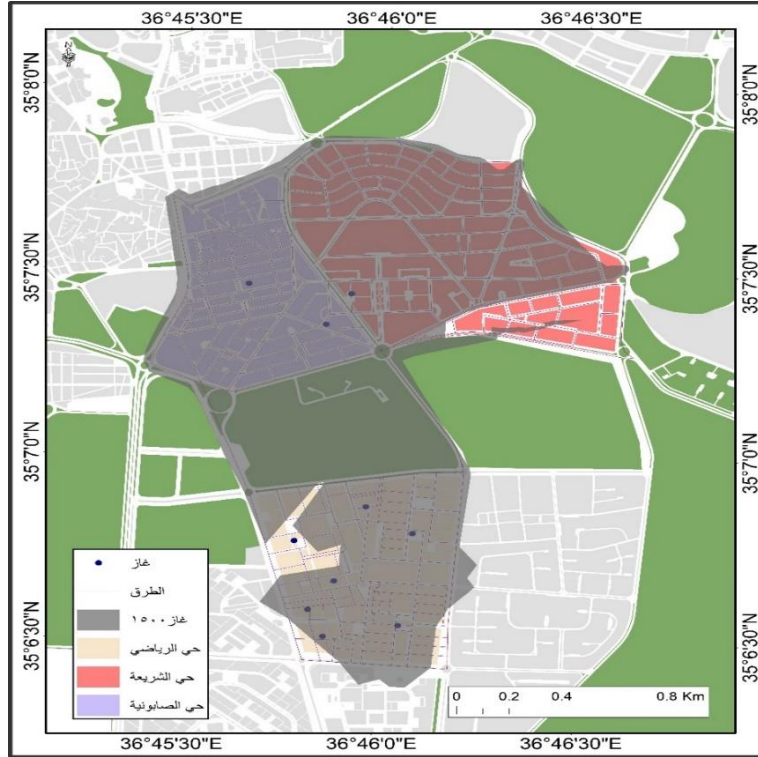
الشكل (14): تحليل Service Area لمعتمدي الغاز سيناريو (1)

المصدر: من عمل الباحثة

تبين من التحليل أن التغطية للخدمة التي يقدمها معتمدي الغاز بلغت كامل مساحة الأحياء المدروسة، لقد تم اعتبار أن المسافة التي تقطعها المركبات للوصول إلى المعتمد بزمن أقصاه 5 دقائق وهي مسافة حوالي 5 كم بسرعة 60 كم/ساعة.

السيناريو الثاني :

1500 متر وهذا يتم خلال 5 دقائق تقريباً، باعتبار أن المواطنين يمضون للوصول للمعتمدين الشكل (15).



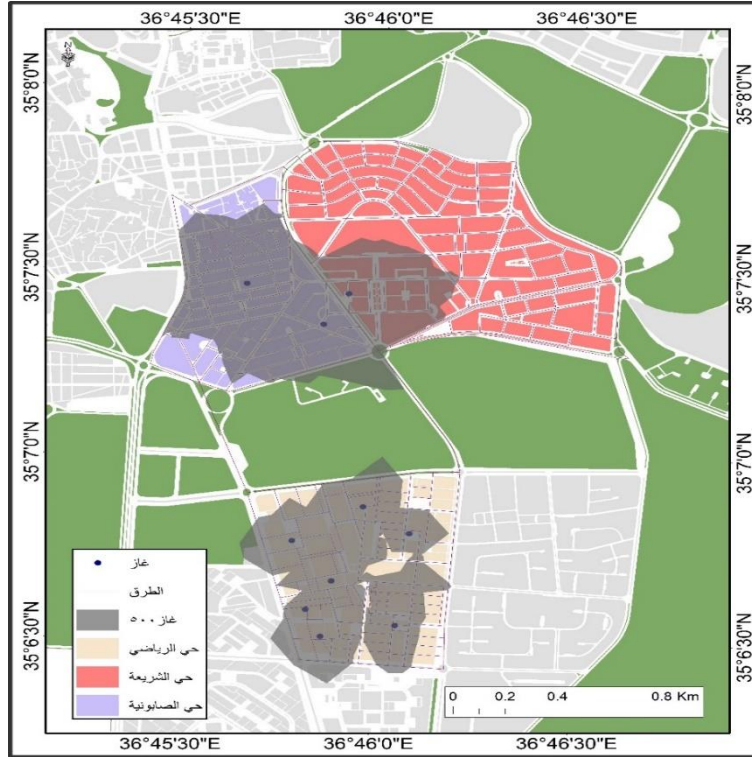
الشكل (15): تحليل Service Area لمعتمدي الغاز سيناريو(2)

المصدر: من عمل الباحثة

تبين من التحليل أن التغطية الكلية لمعتمدي الغاز بلغت 2.75 كم²، نسبة مساحة الخدمة في حي الصابونية 14% من المساحة الكلية للتغطية وهي تشكل 95% من مساحة الحي بينما في حي الشريعة بلغت نسبة التغطية 32% من التغطية الكلية للخدمة بالأحياء المدروسة وهي 85% من مساحة الحي، حي الرياضي التغطية 13% من مساحة التغطية الكلية 95% من مساحة الحي.

السيناريو الثالث :

500 متر وهذا يتم خلال 2 دقائق تقريباً، باعتبار أن المواطنين يمشون للوصول للمعتمدين الشكل (16).



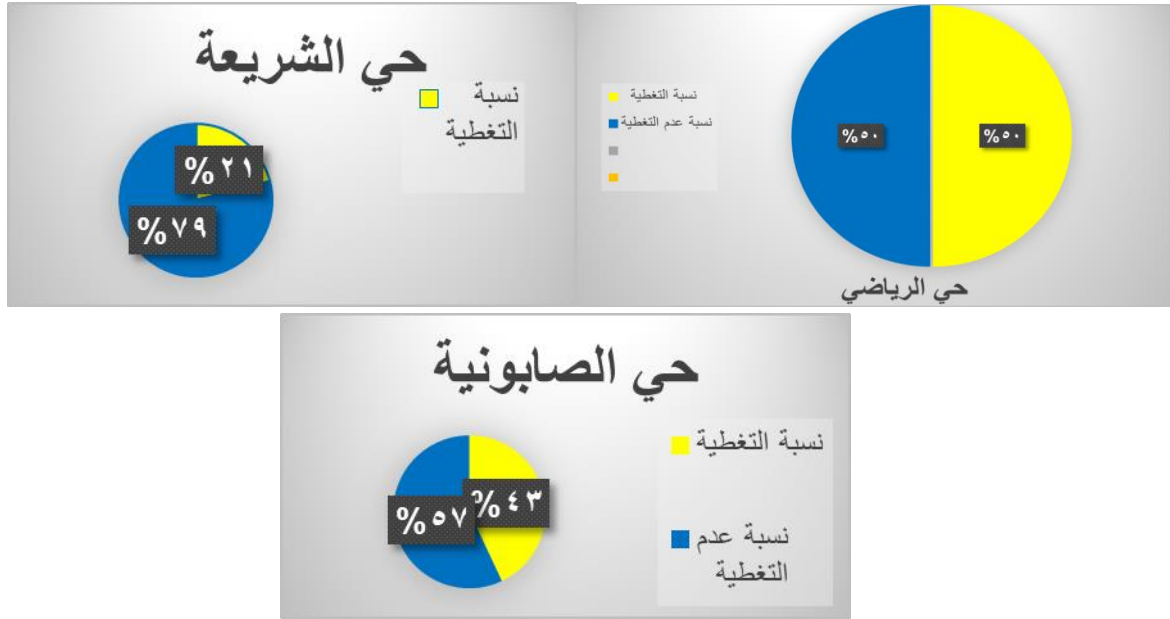
الشكل (16): تحليل Service Area لمعتمدي الغاز سيناريو(3)

المصدر: من عمل الباحثة

تبين من التحليل أن التغطية الكلية لمعتمدي الغاز بلغت 1.20 كم²، نسبة مساحة الخدمة في حي الصابونية 23% من المساحة الكلية للتغطية وهي تشكل 75% من مساحة الحي بينما في حي الشريعة بلغت نسبة التغطية 11% من التغطية الكلية للخدمة بالأحياء المدروسة وهي 19% من مساحة الحي، حي الرياضي التغطية 29% من مساحة التغطية الكلية 81% من مساحة الحي.

8- النتائج:

- 1 - من خلال الزيارات الميدانية للمدارس في الأحياء المدروسة ضمن مدينة حماة تم الحصول على العدد الكلي للطلاب والعدد في كل شعبة وحددنا الزيادة في الأعداد عن العدد المثالي المحدد، وكان مجموع العدد 1362 طالب في حي الشريعة و2450 طالب في الحي الرياضي و638 طالب في حي الصابونية.
- 2 - من خلال التحليل الشبكي تم تطبيق تحليل منطقة الخدمة وتبين أن 94% من مساحة الحي وذلك بالنسبة للمدارس الابتدائية حسب المعيار المحدد من الوزارة 600 متر وفي حي الصابونية خدمت المدارس 100% من الحي و79% من الحي الرياضي.
- 3 - أما الواقع الصحي فقد تبين أن الصيدليات تخدم 50% من مساحة الحي الرياضي و 21% من مساحة حي الشريعة و43% من مساحة حي الصابونية حسب المعيار 50 متر بعد بين الصيدليات.



الشكل رقم (17): يمثل القطاع الدائري نسبة التغطية للصيديات في مناطق (الشريعة-الصابونية-جنوب الملعب) المصدر: من عمل الباحثة

4-تعتبر المشافي الموجودة ضمن المنطقة المدروسة وهي (المركز الطبي والمشفى الوطني) تخدم كامل الأحياء الثلاث المدروسة وفق المعيار التخطيطي من 5 إلى 10 دقائق لكن يجب العناية بالخدمات الطبية المقدمة داخلها حتى نصل لخدمة فعالة فيها.

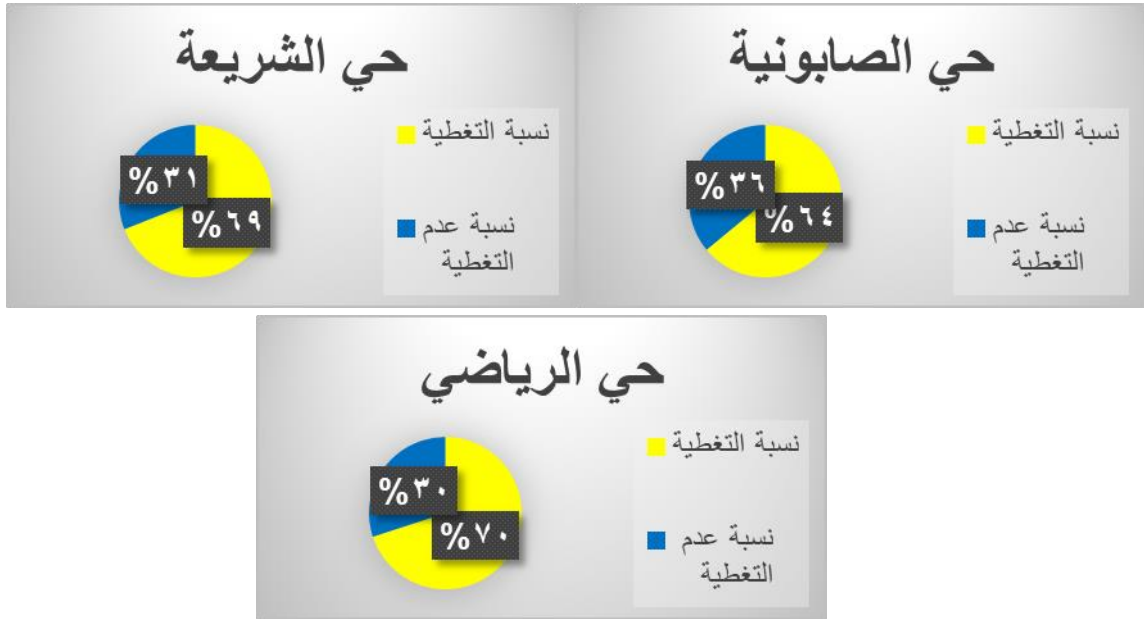
5- معتمدي الخبز تم اعتبار ثلاث سناريوهات حسب معيار الخدمة المطبق حيث بتطبيق المعيار 500 متر غطت الأحياء 94% من مساحة الحي الرياضي و100% بالنسبة لحي الشريعة و96% لحي الصابونية.



الشكل رقم (18) : يمثل القطاع الدائري نسبة التغطية لمعتمدي الخبز السيناريو (1)

المصدر: من عمل الباحثة

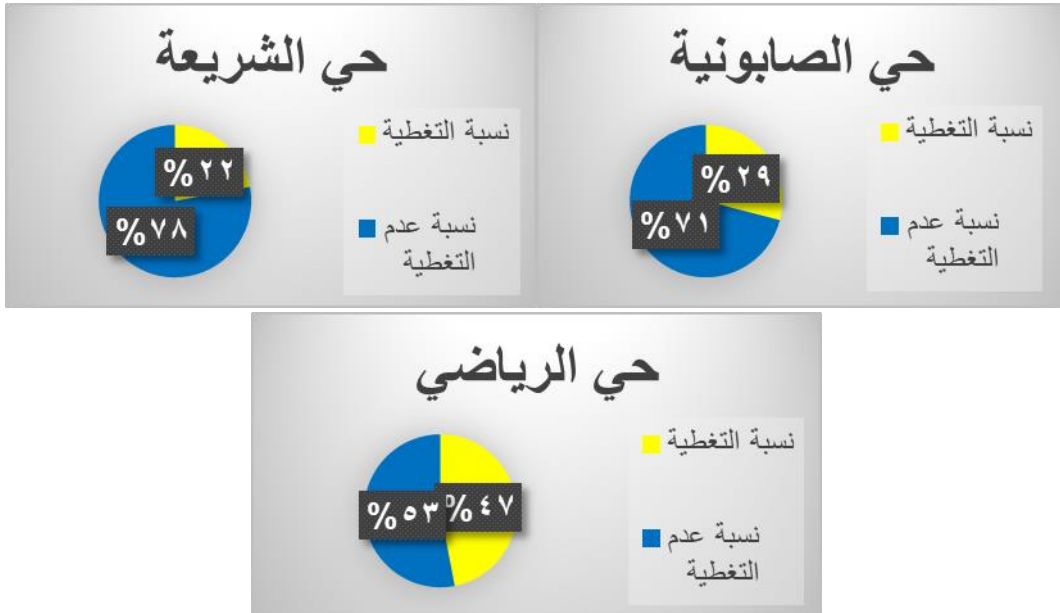
6- السيناريو الثاني مسافة 300 متر غطت الخدمة 64% من مساحة حي الصابونية و70% من مساحة الحي الرياضي و69% من مساحة حي الشريعة



الشكل رقم (19) : يمثل القطاع الدائري نسبة التغطية لمعتمدي الخبز السيناريو(2)

المصدر: من عمل الباحثة

7- السيناريو الثالث 150 متر غطت 29% من مساحة حي الصابونية و22% لحي الشريعة و47% لحي الرياضي.

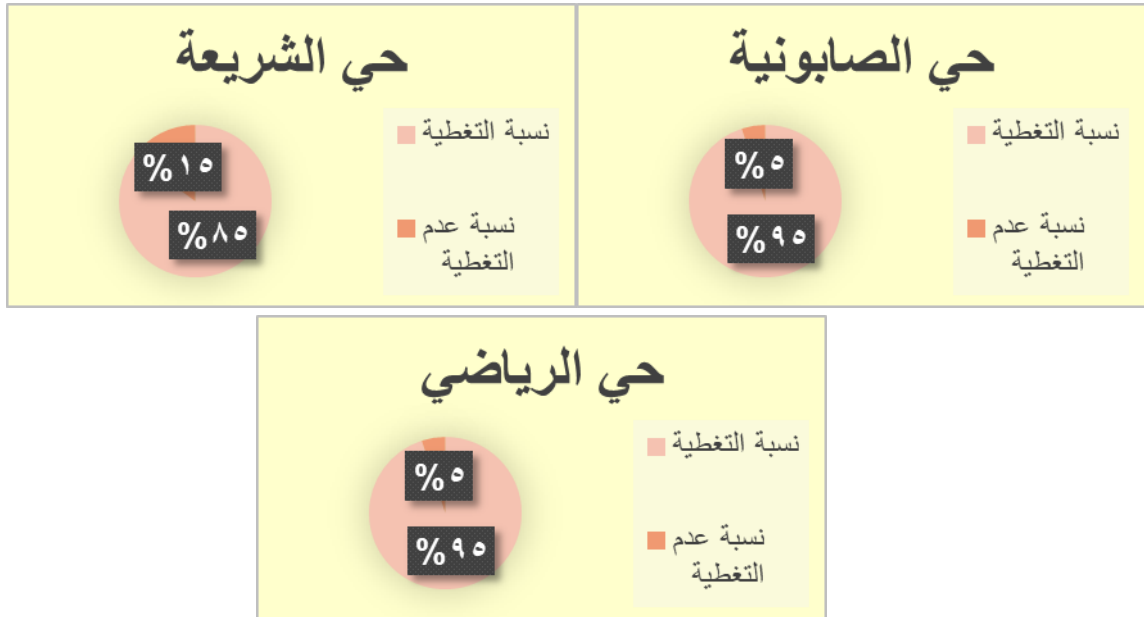


الشكل رقم (20): يمثل القطاع الدائري نسبة التغطية لمعتمدي الخبز السيناريو(3)

المصدر: من عمل الباحثة

8 - معتمدي الغاز تم اعتبار ثلاث سناريوهات أيضاً حسب معيار الخدمة المطبق حيث بتطبيق المعيار 5000 متر بالسيارة غطت كامل مساحة الأحياء.

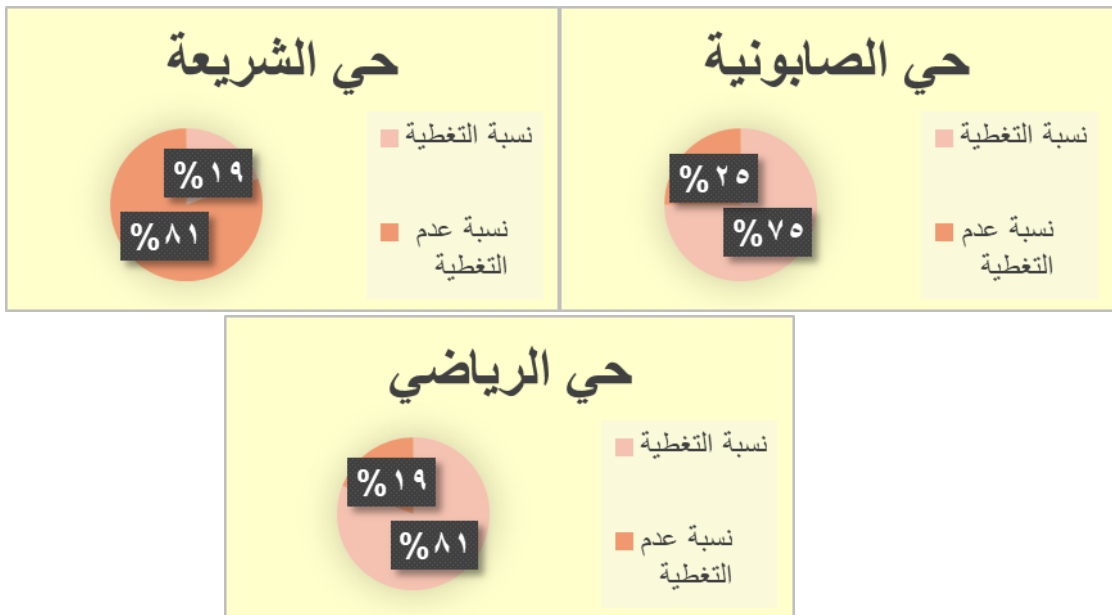
9 - السيناريو الثاني مسافة 1500 متر بالسيارة غطت الخدمة 95% من مساحة حي الصابونية و95% من مساحة الحي الرياضي و85% من مساحة حي الشريعة



الشكل رقم (21): يمثل القطاع الدائري نسبة التغطية لمعتمدي الغاز السيناريو(2)

المصدر: من عمل الباحثة

10 - السيناريو الثالث 500 متر مشياً غطت 75% من مساحة حي الصابونية و19% حي الشريعة و81% حي الرياضي.



الشكل رقم (22): يمثل القطاع الدائري نسبة التغطية لمعتمدي الخبز السيناريو(3)

المصدر: من عمل الباحثة

- بالنسبة لمعتمدي الخبز والغاز، من الضروري العمل على زيادة أعدادها حتى يتم الترخيم التام وبأقل وقت ممكن لكافة المناطق.

9- التوصيات:

- 1- يجب توسيع منطقة الدراسة على كامل مدينة حماة لمعرفة الاحتياجات ولتحقيق جميع أهداف التنمية المستدامة في جميع الأحياء.
 - 2- ضرورة العمل على تفعيل دور نظم المعلومات الجغرافية كوسيلة تقنية في جميع الإدارات الحكومية التخطيطية والتنظيمية، لما تقدمه من إمكانية للمساهمة في إيجاد حلول لمعظم المشاكل التخطيطية للخدمات عموماً، والخدمات التعليمية خصوصاً، للمساعدة على الوصول إلى أفضل القرارات بعيداً عن تدخل أي عوامل أخرى تحد من فاعلية أي قرار يهدف إلى تحسين مستوى الخدمة والارتقاء بها لما هو منشود منها، في ظل التوسع العمراني الذي لا يتوافق في أغلبه من المخططات الهيكلية المستقبلية للمدينة، بصورة تبرهن على مدى الحاجة إلى ضرورة تبني هذه التقنية كجزء من متطلبات التخطيط السليم لخدمات أي مدينة.
 - 3- يجب العمل على اقتراح حلول لزيادة عدد المدارس باستخدام تقنيات حديثة (تحليل الملائمة المكانية باستخدام GIS) حتى يتم تغطية الأحياء بكامل مساحتها وفق المعايير الموضوعية من قبل الوزارة حتى نصل لتقديم خدمات تعليمية فعالة وهذا يشمل كافة المراحل التعليمية.
 - 4- يجب العمل أيضاً على اقتراح حلول لزيادة عدد الصيدليات باستخدام تقنيات حديثة (تحليل الملائمة المكانية باستخدام GIS) حتى يتم تغطية الأحياء بكامل مساحتها وفق المعايير التخطيطية للوصول إلى تغطية كاملة لجميع الأحياء.
- ## 10 - المراجع :

- [1] . ESRI,J, (2009). GIS Solutions for Urban and Regional Planning "Designing and Mapping the Future of your Community with GIS ".
- [2] . Kazimee,B, ,(2010). School of Architecture and Construction Management , Washington State University, USA. Sustainable urban design paradigm : twenty five simple things to do to make an urban neighborhood sustainable.
- [3] . Teed,J,and Condon,P,(2005), Sustainable urban landscapes Neighborhood pattern typology, by:, The University of Br British Columbia.
- [4]. yaakup,A, Nazri,A,and Ludin,M,(2005). GIS IN URBAN PLANNING AND MANAGEMENT: MALAYSIAN EXPERIENCE Department of Urban and Regional Planning, Faculty of Built Environment University Teknologi Malaysia, Skudai.
- [5]. النظام الداخلي لنقابة الصيادلة. مديرية التخطيط العمراني - وزارة الأشغال العامة.
- [6]. مديرية التخطيط العمراني - وزارة الأشغال العامة.
- [7]. محمد، أحمد (2024). دور نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتحقيق التنمية المستدامة. جامعة الأنبار.
- [8]. محمد، عزيز (2007).أسس تحقيق التنمية المستدامة. الجامعة الأردنية

نمذجة سلوك جوائز بيتوني مسلح على برنامج العناصر المنتهية ANSYS

م. سونيا عبيدو *

(الإيداع: 4 آذار 2024، القبول: 6 حزيران 2024)

الملخص:

أصبحت الحاجة إلى معرفة سريعة لسلوك عمل المنشآت البيتونية أثناء تعرضها لحمولات متنوعة أمراً بالغ الأهمية، تسمح برامج النمذجة الحاسوبية التي تعتمد على طريقة العناصر المنتهية بتمثيل سلوك المنشآت البيتونية حاسوبياً وبالتالي المعرفة السريعة لسلوكها أثناء العمل، مما يسمح باختيار البارامترات التصميمية المثلى قبل الإنشاء ومعرفة حاجة المنشأة للصيانة بعد فترة من استخدامها وذلك بتحليل خيارات التدعيم المتنوعة وتأثيرها على الأداء.

تعرض هذه المقالة مزايا استخدام برنامج العناصر المنتهية ANSYS لدراسة سلوك المنشآت البيتونية حاسوبياً، وذلك من خلال نمذجة سلوك جوائز بيتوني مسلح، يتعرض لعدة أنواع من الحمولة.

للتأكد من مصداقية النموذج الحاسوبي للجوائز سيتم مقارنة النتائج المأخوذة من النمذجة السابقة مع نتائج الحساب التحليلي للجوائز بجل المعادلات الإنشائية التقليدية المعروفة وكذلك بالمقارنة مع النتائج المأخوذة من الحسابات على السحابة الحاسوبية المحملة على موقع Clearcalcs.com المتخصص بالحسابات الإنشائية.

وفي النهاية تم التوصل إلى نتيجة مفادها أنه يمكن اعتماد النمذجة للمنشآت البيتونية على برنامج العناصر المنتهية ANSYS كوسيلة فعالة لدراسة سلوك هذه المنشآت سواءً بمراحل التصميم أو في مرحلة الصيانة، وسنحصل من خلالها على نتائج قريبة للنتائج التجريبية.

الكلمات المفتاحية: الجوائز الخرسانية المسلحة، طريقة العناصر المنتهية، برنامج Ansys، نظرية الجوائز.

* ماجستير في قسم هندسة المواصلات والطرق في كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث

Modeling the behavior of a reinforced concrete beam on the finite element program ANSYS

Eng. Sonia ABEDO

(Received: 4 March 2024,Accepted: 6 June 2024)

Abstract:

The need for quick knowledge of the working behavior of concrete structures while they are exposed to various loads has become extremely important. Computer modeling programs that rely on the finite element method allow for computer representation of the behavior of concrete structures and thus quick knowledge of their behavior during work, which allows choosing the optimal design parameters before construction and knowing the facility's need For maintenance after a period of use by analyzing the various reinforcement options and their impact on performance.

This article presents the advantages of using the finite element program ANSYS to study the behavior of concrete structures, by modeling the behavior of a reinforced concrete beam, subjected to several types of load.

To ensure the Validity of the computer model for the beam, the results taken from the previous modeling will be compared with the results of the analytical calculation, by solving the known traditional structural equations, as well as by comparison with the results taken from the calculations on the computational cloud uploaded on the website Clearcalcs.com, which specializes in construction calculations.

In the end, the conclusion was reached that modeling of concrete structures using the ANSYS finite element program can be adopted as an effective method for studying the behavior of these structures, whether in the design stages or in the maintenance stage, and through it we will obtain results that are close to the experimental results

Key words: Concrete reinforced beams, Finite elements method, Ansys program, Civil engineering,

Master's degrees in Civil Engineering, Department of Transportation and Road Engineering at the Faculty of Civil Engineering – Al Barth University.

المقدمة :

تعتبر دراسة سلوك الجوائز البيتونية المسلحة أثناء تعرضها لحمولات متنوعة من أساسيات الهندسة المدنية والإنشائية، وتلعب المنشآت البيتونية المدنية من أبنية وجسور وأنفاق ومرافق متنوعة دوراً كبيراً في الحياة الاقتصادية والاجتماعية لكل بلد.

توصف أغلب منشآت الجوائز البيتونية المسلحة بأنها منشآت معقدة ومكلفة، كما يفرض السلوك الإنشائي فيها تبادل التأثير بين المكونات والأقسام كلها في المنشأة. إن وجود عيوب واضرار في بعض عناصر المنشأة يقود إلى تراجع وانحطاط متسارع في ديمومة ومثانة باقي العناصر، فعلى سبيل المثال تحتاج كثير من المنشآت كالجسور مثلاً وخلال مراحل استثمارها الى تدعيم وتقوية ومعالجة الشقوق التي تظهر بسبب عوامل عدة أو نتيجة تغير وظيفة المنشأة وزيادة الحمولات عليها، إذ قد نضطر أحيانا إلى إحداث تغييرات في الجملة الإنشائية، إن استخدام البرمجيات الحاسوبية الجديدة يسمح بتسهيل إجراء الحسابات والتنبؤ بحالة الجوائز بسهولة أكبر بكثير من الماضي.

نهدف في هذا البحث إلى إظهار فاعلية استخدام برمجيات النمذجة بالعناصر المنتهية كال Ansys، لدراسة سلوك الجوائز المسلحة أثناء تعرضها لحمولات متنوعة، ومقارنة النتائج مع الحسابات النظرية للتأكد من مصداقية الموديل الحاسوبي، مما يسمح باستخدامه لاحقاً لحسابات أكثر تعقيداً..

مقدمة إلى ANSYS :

يعتبر برنامج ANSYS بخياراته الكثيرة البرنامج المفضل لدى جميع الباحثين والمهندسين العاملين في مجال النمذجة بالعناصر المنتهية، ويستخدم في العديد من المجالات كالحسابات الميكانيكية والإنشائية وميكانيك السوائل وديناميك الإنشاءات وغيرها الكثير، ويحتوي برنامج ال ANSYS على كامل مزايا برامج النمذجة بالعناصر المنتهية ، بدءاً من التحليل الخطي البسيط والثابت إلى التحليل الديناميكي المعقد غير الخطي. يتطلب العمل على برنامج ANSYS النموذجي تنفيذ ثلاث خطوات أساسية: بناء النموذج- تطبيق الأحمال والحصول على الحل- مراجعة النتائج والتأكد من مصداقية الموديل.

مقدمة في التحليل الإنشائي (STRUCTURAL ANALYSIS):

ربما يكون التحليل الإنشائي هو التطبيق الأكثر شيوعاً لطريقة العناصر المنتهية. في مجال الهندسة المدنية، وذلك لا يعني فقط هياكل الهندسة المدنية مثل الجسور والمباني، ولكن أيضاً الهياكل البحرية والطيران والميكانيك مثل هياكل السفن وأجسام الطائرات والآلات، بالإضافة إلى المكونات الميكانيكية مثل المكابس وأجزاء الآلات و أدوات التشغيل و....

يقدم برنامج ال Ansys سبعة أنواع للتحليل الإنشائي (STRUCTURAL ANALYSIS) [1] وهي:

التحليل الثابت (Static analysis)، التحليل النموذجي (Modal analysis)، التحليل التوافقي (Harmonic analysis)، التحليل الديناميكي العابر (Transient dynamic analysis)، تحليل الطيف (Spectrum analysis)، تحليل الإزيم (Buckling analysis)، التحليل الديناميكي الصريح (Explicit dynamic analysis)،

دراسة مرجعية :

قام العديد من الباحثين باستخدام برنامج العناصر المنتهية Ansys لإجراء حسابات وإيجاد تصاميم مثلى لجوائز بيتونية مسلحة.

من المعروف بأن الدراسة التجريبية لسلوك الجوائز تعطي السلوك الدقيق للهيكول ولكنها تستغرق وقتاً طويلاً وتعتبر عملية مكلفة. لذا يعد برنامج Ansys أحد الأدوات المستخدمة لتحديد سلوك الجوائز حاسوبياً. يعمل برنامج Ansys على طريقة

العناصر المنتهية ويستخدم تحليل العناصر المنتهية لتقييم الهيكل ويعطي نتائج دقيقة وسريعة وقليلة التكلفة مقارنة بالدراسة التجريبية [4].

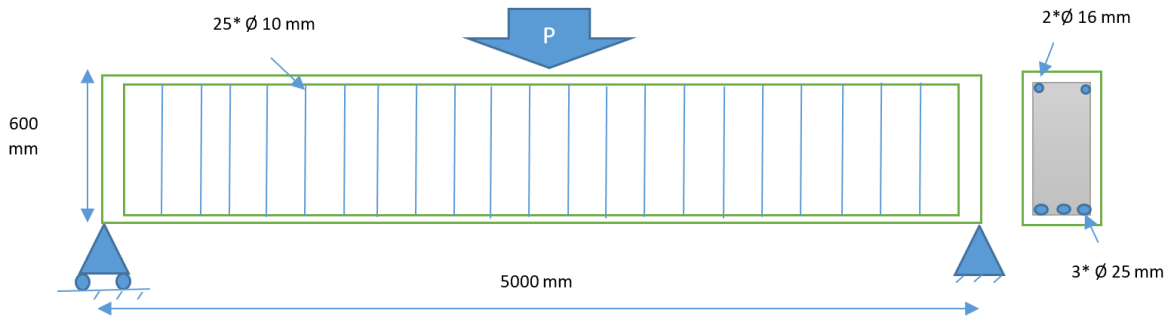
إن طريقة العناصر المنتهية هي طريقة تحليل عددية تقوم بتقسيم العنصر إلى أجزاء أصغر، ويتم تحليل العنصر تحت ظروف تحميل معينة ومن ثم تقييم استجابة العنصر للحمولات، يتم تمثيل استجابة العنصر من خلال عدد محدود من درجات الحرية كقيمة دالة مجهولة في مجموعة من النقاط العقدية. معظم المسائل في الجوائز هي غير خطية بطبيعتها، وبالتالي فإن التحليل غير الخطي هو أداة فعالة للحصول على الحل الدقيق. قام (نيلسون، وآخرون.2004) باستخدام النمذجة على برنامج ال Ansys لدراسة التشققات ضمن الجوائز [8][6].

قام هانسون [2]، وكذلك سومز وكورلي [3] باستخدام النمذجة لدراسة أثر وجود فتحة ضمن الجائز على أدائه. قام روبرت آر إس وبرنس إيه جي [5] بدراسة تقوية العناصر البيتونية باستخدام وصلات الفيبر المعزز بالألياف من خلال نمذجة العناصر البيتونية مع العناصر المعززة، حيث تم تحديث وصلات الأعمدة الخرسانية باستخدام البوليمر المقوى بألياف الكربون.

قام Jayajothi P [6] وآخرون [7] بدراسة العناصر المحدودة تحليل FRP لعوارض RC المعززة باستخدام Ansys ، وفي النهاية يزداد اعتماد برامج (FEA) وبما فيها ال Ansys لتنفيذ الدراسات والأبحاث بين المهندسين في الصناعة والإنشاءات.

الموديل الهندسي :

الجائز الذي سيتم دراسته موضح بالشكل (1)، بطول 5000 ملم ومقطع عرضي 300×600 مم، مع التسليح العرضي 25*3 مم للشد، و2*16 مم للضغط، الموصف بالشكل (1). توضح هذه الدراسة النمذجة غير الخطية للعناصر المحدودة للخرسانة المسلحة، وسلوك الجائز تحت تأثير الحمولة P الموضحة بالشكل، وقيمة السهم في منتصف الجائز، من أجل عدة قيم وأنواع ل P، كما سيتم حساب قيمة الحمولة التي تسبب بداية ظهور التشققات ضمن الجائز تحليلياً وكذلك على السحابة الحسابية المحملة على موقع Clearcalcs.com المتخصص بالحسابات الإنشائية، ومقارنتها مع نتائج النمذجة .



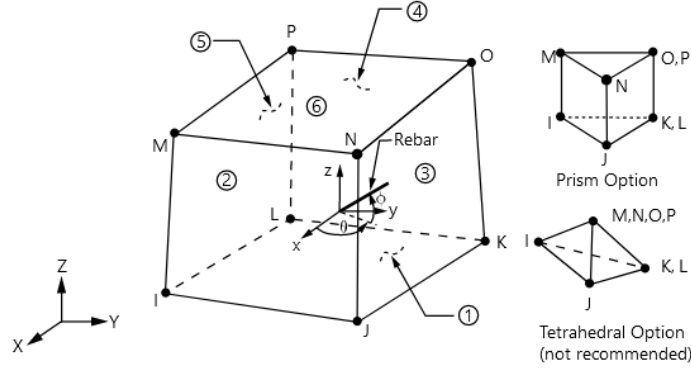
الشكل رقم (1): توصيف الجائز البيتوني مع التسليح الأساسي

النمذجة:

نمذجة الخرسانة المسلحة :

تمت النمذجة باستخدام العنصر (65) SOLID الذي يتألف من 8 عقد تمتلك كل عقدة ثلاث درجات حرية هي الانتقالات باتجاه المحاور الثلاث (Ux , Uy , Uz) ، . يمكن من خلال هذا العنصر نمذجة السلوك الخطي واللاخطي

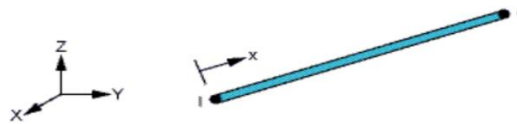
للبيتون، و توجد أربع مواد مختلفة ضمن العنصر، المادة الأولى وهي مادة البيتون والثلاثة الباقية هي خصائص قضبان التسليح بالاتجاهات الثلاثة، وتعتبر مادة هذا العنصر متماثلة الخواص (isotropic) مع أو بدون تسليح وذلك مع قابليتها للتشقق والانهييار. الشكل (2)،



الشكل رقم(2): العنصر الحجمي (65) Solid المعتمد لنمذجة البيتون ونقاطه التكاملية.

نمذجة فولاذ التسليح:

تم نمذجة فولاذ التسليح كعنصر خطي (8) Link يشترك مع البيتون بنفس العقد وبالتالي فإن ارتباطه معه تام. يتكون هذا العنصر من عقدتين (I, J) وتمتلك كل عقدة ثلاث درجات حرية وهي الانتقالات في اتجاهات المحاور الثلاثة (U_x, U_y, U_z) ويبين الشكل (3) هذا العنصر، ويعتبر عنصر شد - ضغط محوري، يتم تعريف مقطع العنصر، التشوه البدئي، وخصائص المادة.



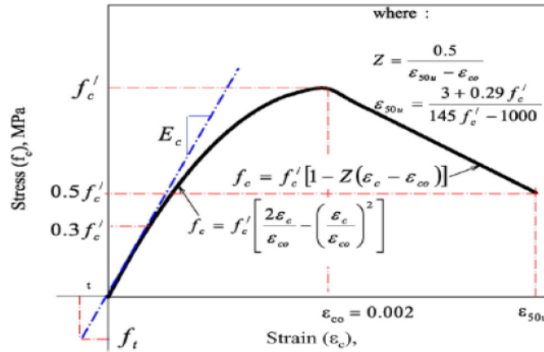
الشكل رقم (3): العنصر الحجمي (8) Link المعتمد لنمذجة فولاذ التسليح ونقاطه التكاملية.

إدخال خصائص المواد وفق برنامج ال Ansys.

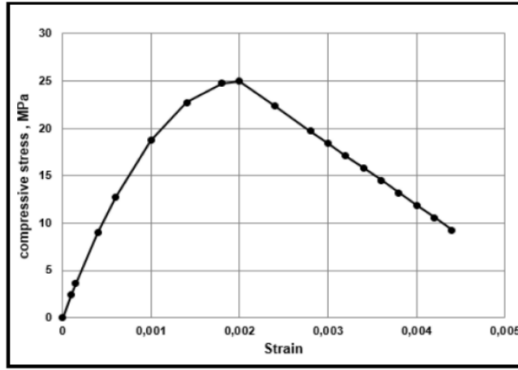
البيتون:

النموذج الخرسانة ذو الجودة العادية هو نموذج للتصلب الحركي متعدد الخطية (Multilinear Kinematic Hardening) عن طريق الضغط والانفعال، إن منحنيات الخرسانة غير المحصورة المقترحة من قبل كينت بارك لإجهاد الشد هو $ft = 0.7 \cdot \sqrt{fc}$ [13] كما هو مبين في الجدول (1) و (2). ونعيد التأكيد بأنه تم استخدام نوع العنصر SOLID65 في نمذجة المواد الخرسانية وهذا يمكن أن يوفر نتائج حتى في حالة السلوك غير الخطي للخرسانة المسلحة [12].

الجدول رقم (1): خصائص المواد الخرسانية بواسطة العنصر SOLID65



Linear - Elastic - Isotropic	
Modulus of Elasticity, E_c	24,375 MPa
Poisson Ratio, ν	0.20
Nonlinear - Multilinear Kinematic Hardening	
Strain (ϵ_c)	Stress (f_c)
0	0
0.00010	2.4375
0.00015	3.6094
0.00040	9.0000
0.00060	12.7500



Strain (ϵ_c)	Stress (f_c)
0.00100	18.7500
0.00140	22.7500
0.00180	24.7500
0.00200	25.0000
0.00240	22.3720
0.00280	19.7430
0.00300	18.4290
0.00320	17.1150
0.00340	15.8000
0.00360	14.4860
0.00380	13.1720
0.00400	11.8580
0.00420	10.5440
0.00440	9.2290

الجدول رقم (2): الخواص الغير خطية - الغير مرنة - اللدونة غير المعدنية للعنصر solid 65

Open shear transfer coefficient	0.30	
Closed shear transfer coefficient	1.00	
Uniaxial cracking stress	3.50 MPa	$(f_t = 0.70 \sqrt{f'_c})$
Uniaxial crushing stress	25 MPa	(f'_c)
Tensile crack factor	0.60	

خواص فولاذ التسليح

أما خواص فولاذ التسليح الطولي والعرضي فهي: عامل مرونة الفولاذ $Es=200000$ MPa ، معامل بواسون $\nu=0.3$ ، إجهاد الخضوع للفولاذ المستخدم مبين في الجدول 3 :

الجدول رقم (3): إجهاد الخضوع للفولاذ المستخدم

f_y (MPa)	القضيب
320.5	Ø 10
388.8	Ø 16
450	Ø 25

التحقق من المحاكاة المعتمدة (Validity of the model):

سيتم التحقق من المصادقية أو الفاعلية VALIDATION للنموذج وعملية المحاكاة عن طريق مقارنة نتائج الدراسة التحليلية للجائز، مع النتائج المأخوذة من البرنامج المحمل على موقع Clearcalcs.com مع النتائج المأخوذة من الدراسة على برنامج ال (ANSYS)، تحت ظروف تحميل مختلفة، ومقارنة هذه النتائج مع بعضها البعض، وسيتم التركيز على البارامترات التالية:

- الانتقال الأعظمي (السهم) في منتصف الجائز من أجل عدة حمولات.
- الحمولة الموافقة للظهور التشققات (على الانعطاف).

وبعد أن يتم التحقق من الفاعلية للموديل على ال Ansys يمكن استخدام هذه النموذج لدراسة حالات تحميل مختلفة ومعقدة للجائز يصعب الحصول على نتائجها بالحساب التحليلي.

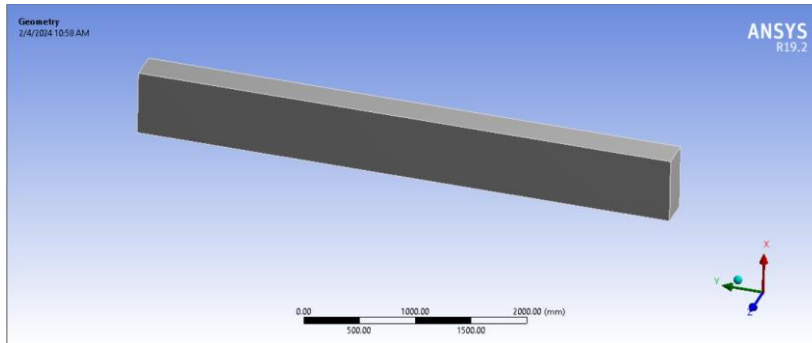
سيتم تنفيذ الحسابات التحليلية للجائز بالاعتماد على الكود السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة.

يساعد برنامج التصميم والتحليل الهيكلي الموجود على السحابة الحاسوبية على موقع Clearcalcs.com المهندسين والمصممين على أداء أفضل أعمالهم بثقة وسرعة أكبر مما يسمح بتحقيق نتائج فورية وهذا يؤدي إلى إنجاز الأعمال الهندسية بشكل أسرع من خلال تنفيذ مجموعة واسعة من العمليات الحاسوبية، وتصدير التقارير المفصلة عن النتائج.

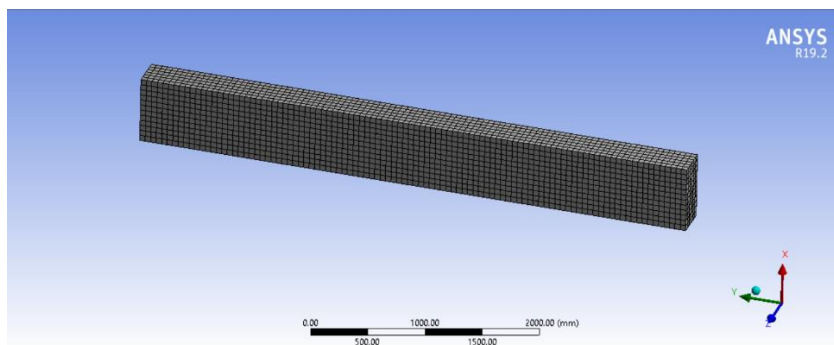
النتائج :

- **دراسة التدلي والسهم :** يظهر في الأشكال أدناه الجائز قبل وبعد التقطيع وشبكة التلسيح بعد الرسم على ال

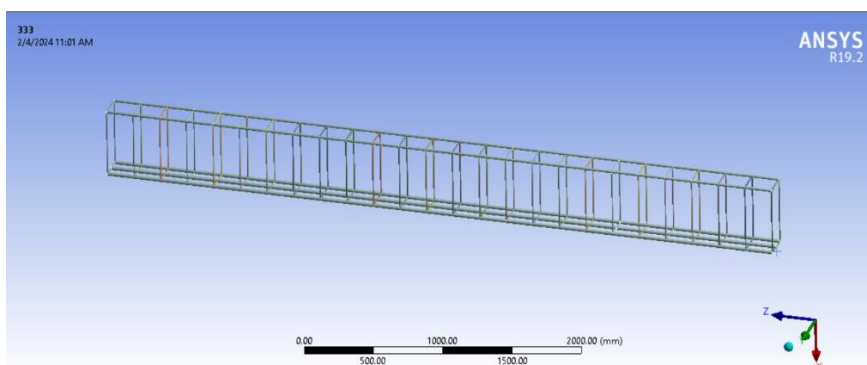
Ansys



الشكل رقم (4) : نموذج الجائز قبل التحميل قبل التقطيع لعناصر منتهية.

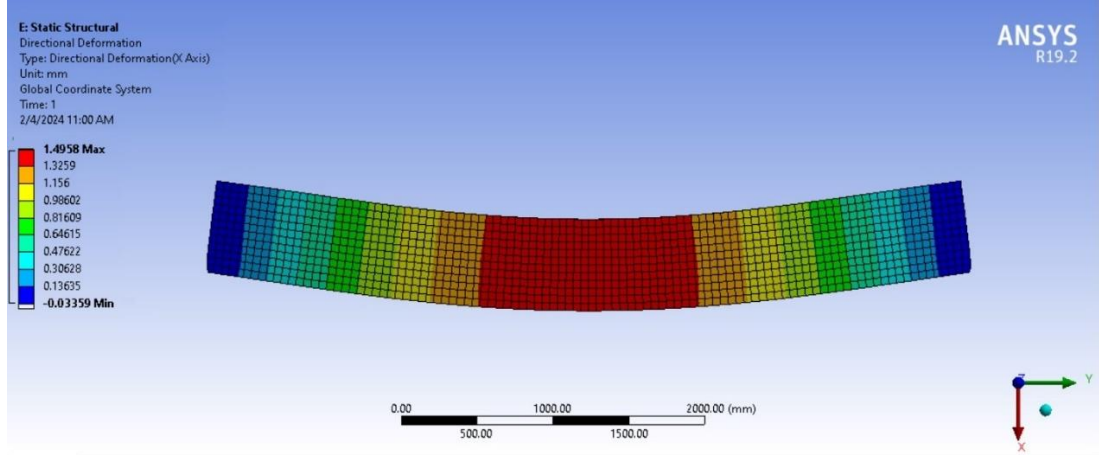


الشكل رقم (5) : نموذج الجائز قبل التحميل وبعد التقطيع لعناصر منتهية.



الشكل رقم (6) : نموذج التلسيح ضمن الجائز قبل التحميل.

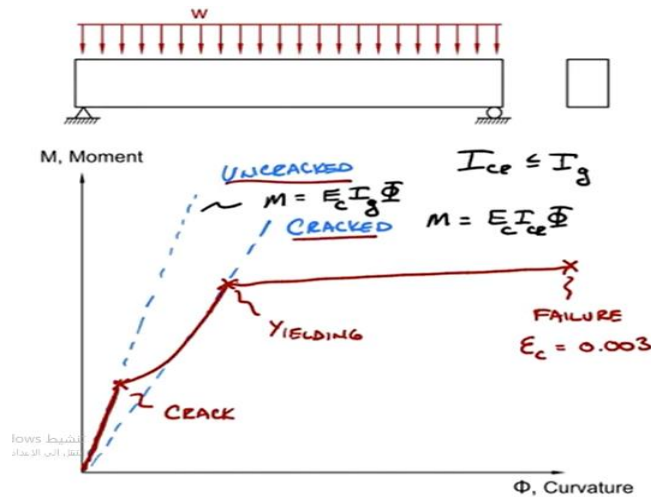
يظهر الشكل (7) والجدول (4) قيمة التدلي في الجائز، وقيمة السهم (التدلي الأعظمي في منتصف الجائز) والبالغ قيمته 1.49 مم الناتج عن حمولة موزعة بانتظام على سطحه العلوي قيمتها 1.5 KN/m:



الشكل (7) مخطط التدلي والسهم للجائز بتأثير حمولة موزعة بانتظام 1.5 KN/m.

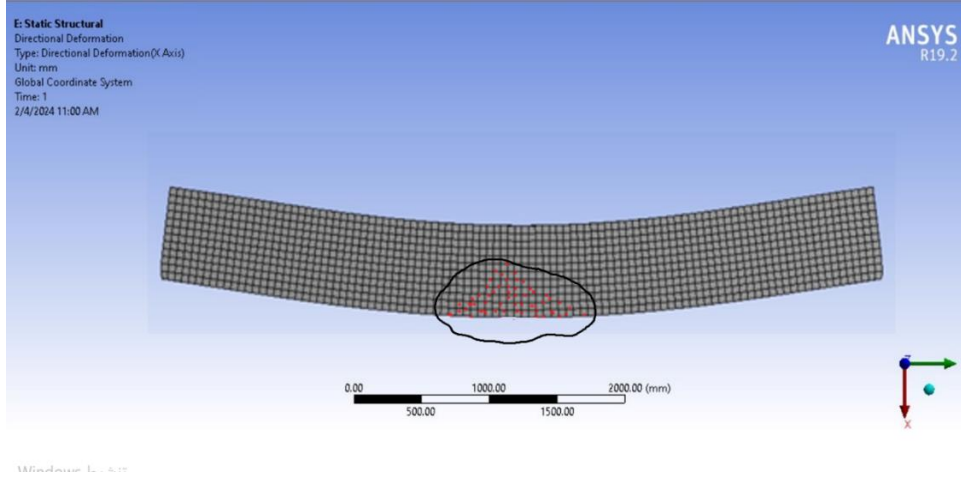
دراسة التشقق :

يستخدم مصطلح "عزم التشقق" أو cracking moment بشكل شائع في مجال الهندسة الإنشائية ويرتبط بسلوك الهياكل الخرسانية المسلحة. ويشير إلى اللحظة التي يبدأ فيها عضو خرساني، مثل العارضة أو البلاطة، في ظهور تشققات بسبب الأحمال المطبقة أو الضغوط الداخلية.



الشكل رقم (9): منحنى التشقق للجائز البيتوني.

يظهر في علاقة منحنى التشوه للجائز curvature مع العزم المطبق على الجائز في الشكل (9) [2]، كيفية بداية ظهور التشققات مع تزايد عزم الانعطاف في منتصف الجائز، عند النقطة 2 الموضحة بالمخطط الموضح عند النقطة CRACK في الشكل (9). يظهر الشكل (8) بداية ظهور التشققات في الجائز في أسفل ومنتصف الجائز والتي تسمى تشققات الإنعطاف.



الشكل رقم (8) : التشققات في الجائز.

- مقارنة النتائج :
من خلال الحساب التقليدي [9-11] والنمذجة على برنامج ال ANSYS والحساب المقارن على السحابة الحسابية الرقمية WWW.Clearclacs.com تبين لنا مايلي :
- نتائج حمولة التشقق على الإنعطاف :
الجدول رقم (4) : مقارنة نتائج حمولة تشقق الإنعطاف.

قيمة عزم الإنعطاف الموافق لبداية ظهور التشققات في الجائز		
بالحساب على برنامج Clearcalcs	بالنمذجة على ال Ansys	بالحساب التحليلي
74 Kn.m	76 KN.m	68 KN.m

نتائج حمولة التدلي والسهم :
يظهر الجدول (5) قيم التدلي من أجل عدد من الحمولات :

الجدول رقم (5): مقارنة نتائج السهم (التدلي الأعظمي في وسط الجائز).

قيمة التدلي بالحساب على موقع https://clearcalcs.com بال مم	قيمة التدلي بالحساب من برنامج ال Ansys بال مم	قيمة التدلي بالحساب التحليلي بال مم	الحمولة	
			موزعة بانتظام KN/m	مركزة في المنتصف KN
1.55	1.49 (الشكل 7)	1.59	1.5	
6.2	5.7	5.9	5	
16.4	16	15.5	10	
25.9	25	24.9	16	
37.5	38	36.9	22	
60	60.9	58	38	
76	75.5	75.1	48	
5.4	4.8	4.2		20
9.8	9.5	9		30
16.1	16.8	17.3		50

• تحليل النتائج :

من خلال الدراسة السابقة لقيم التدلي الأعظمي (السهم) في وسط الجائز وقيمة عزم التشقق CRACKING MOMENT والذي يكافئ القيمة الدنيا لعزم الانعطاف الموافق للحمولة الدنيا المطبقة على الجائز، والتي تسبب في بداية ظهور تشققات الانعطاف في أسفل ومنتصف الجائز، وكما تظهر النتائج الموضحة بالأشكال والجدول السابقة التقارب الكبير بين القيم التحليلية المحسوبة من المعادلات التقليدية [9-11] والقيم التي نحصل عليها من خلال النمذجة على ال Ansys والقيم التي نحصل عليها من خلال البرنامج الحسابي الإنشائي الموجود على موقع <https://clearcalcs.com> المعتمد عالمياً لدراسة الجوائز،

الخلاصة:

يلخص هذا القسم نتائج النمذجة والتحليل بالعناصر المنتهية لجائز بيتوني مسلح، باستخدام ANSYS الإصدار 14.5 وتبين لنا ما يلي:

- 1- إن برنامج ال ANSYS هو أداة فعالة لدراسة الجوائز البيتونية المسلحة تحت ظروف تحميل مختلفة ويعطي نتائج مطابقة للواقع بخطأ لم يتجاوز ال 6 % عن القيم التحليلية و 7 % عن قيم المأخوذة من برنامج الموقع CLEARCALCS.COM و ضمن الحالات التي تمت دراستها، وضمن حدود تنعيم التقطيع التي تم اعتمادها في بناء نموذج ال ANSYS ، وهنا من المعروف بأنه يمكن زيادة الدقة بتنعيم التقطيع لعناصر منتهية ولكن ذلك سيطلب زمن الحساب كثيرا مقابل تحسين دقة النتائج.
- 2- تكفي الدراسة السابقة لإثبات مصداقية الموديل الحاسوبي للجائز المذكور أعلاه وبنائنا عليها يمكن دراسة سلوك هذا الجائز من أجل حالات تحميل معقدة يصعب الحصول على نتائجها تحليلياً.

3- تثبت لنا الدراسة السابقة إمكانية اعتماد النمذجة على ال ANSYS كأداة موثوقة لإجراء كافة الحسابات الإنشائية لأي جائر.

المراجع :

- 1- ANSYS, ANSYS User's Manual Release 11, ANSYS, Inc.
- 2- Hanson, J.M., Square openings in webs of continuous Joists, Portland Cement Association, 1969, pp: 1-14.
- 3-Somes, N.F. and W.G. Corley, Circular openings in webs of continuous beams, American Concrete Institute, Detroit, MI, 1974, pp: 359-398.
- 4- Neha, S. and Malipatil, M, "Parametric Study on Reinforced Concrete Beam using ANSYS", Civil and Environmental Research,6(8),pp-88-94, 2014.
- 5- Robert R. S. and Prince A. G., Finite Element Modelling on Behaviour of reinforced concrete beam-column joints retrofitted with carbon fibre reinforced polymer, International Journal of Civil and Structural Engineering, 1(3), 576-582, 2010.
- 6- Jayajothi P., Kumutha R. and Vijai K., Finite Element Analysis of FRP Strengthened RC Beams Using Ansys, *Asian Journal of Civil Engineering*, 14(4), .631-643, 2013.
- 7- Subramani T., Manivannan R., Kavitha M. Crack Identification in Reinforced Concrete Beams Using Ansys Software, Int. Journal of Engineering Research and Applications, Vol. 4, Issue 6 (Version 6), pp.133-141, June 2014.
- 8- Nilson, A. H., Darwin, D., and Dolan, C. W., "*Design of Concrete Structures, 13th Ed.*," Mc Graw Hill, Singapore, 2004.
- 9-ACI 352R-02,"Recommendations for Design of Beam- Column Connections in Monolithic Reinforced Concrete Structures", American Concrete Institute, ACI-ASCE Committee 352, 2002.
- 10- ACI-ASCE committee 352, "Recommendations for Design of Beam- Column Joints in Monolithic Reinforcement Concrete Structures", ACI Journal, Proceedings Vol. 82, No. 3, May-June 1985, pp:266-283.
- 11- ACI 318-02, "Building Code Requirements for Structural Concrete", American Concrete Institute, 2002.
- 12- Musmar M. A., Rjoub M. I. and Abdel Hadi M. A. (2014).Nonlinear Finite Element Analysis of Shallow Reinforced Concrete Beams Using SOLID65 Element, ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol. 9, No. 2, February.
- 13- Kent, D. C. and Park, R. (1971). Flexural Members with Confined Concrete, Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 97, pp. 1969 - 1990.

تصميم هوائي مصفوفي ذو مخطط إشعاعي شبه آيزوتروبي باستخدام المشعات الاطارية

د. م. عبد المعين أحمد الرفاعي*

(الإيداع: 24 نيسان 2024، القبول: 6 حزيران 2024)

الملخص:

تم في هذا البحث اقتراح تصميم جديد لهوائي مصفوفي يتميز بمخطط إشعاعي شبه آيزوتروبي في المستوى الكهربائي، حيث يتكون الهوائي المقترح من مشعات إطارية. لتحسين عملية الموافقة من حيث الممانعة وزيادة التوجيهية تم استخدام مشعات إطارية متصلة على التسلسل مع بعضهم البعض وطول محيط كل مشع عند التردد المتوسط يساوي 2λ بدلاً من λ . تم من خلال المحاكاة العددية دراسة خصائص الهوائي المقترح وأمثلة البارامترات الهندسية لمشعات الهوائي المصفوفي، بحيث يتم الحصول على مخطط إشعاعي شبه آيزوتروبي في المستوى الكهربائي. أظهر التحليل العددي أن الهوائي المقترح يتمتع بخصائص إشعاعية محسنة من حيث تباين ربح المخطط الإشعاعي على كامل سطح الإشعاع الكروي وبنطاق ترددي عريض من حيث موافقة الممانعة مقارنة بالهوائي المصفوفي ذو محيط المشع الذي يساوي λ .

الكلمات المفتاحية: الهوائي الاطارية، التوصيل التسلسلي، محيط الإطار، مخطط إشعاع شبه آيزوتروبي.

* أستاذ مساعد في قسم الاتصالات- كلية الهندسة - الجامعة الوطنية الخاصة - حماة

Design of an Array Antenna with a Quasi–Isotropic Radiation Pattern Using FrameRadiators

Dr. Eng. Abdoulmouen Ahmed Alrifai

(Received: 24 April 2024, Accepted: 11 July 2024)

Abstract:

In this research, a new design for an array antenna was proposed that features a quasi–isotropic radiation pattern in the electrical plane. The proposed antenna consists of frame radiators. To improve the approval process in terms of impedance and increase directivity, frame radiators connected in series with each other were used, and the circumference length of each radiator at the intermediate frequency equals 2λ instead of λ . Through numerical simulation, the characteristics of the proposed antenna and examples of geometric parameters of array antenna radiators were studied, so that a quasi–isotropic radiation pattern in the electrical plane was obtained. Numerical analysis showed that the proposed antenna has improved radiation characteristics in terms of the gain variation of the radiation pattern over the entire spherical radiation surface and with a wide bandwidth in terms of impedance matching compared to the array antenna with a radiator circumference equal to λ .

Keywords: frame antenna, serial connection, frame circumference, quasi–isotropic radiation pattern.

*Associate Professor – Al-Wataniya Private University - Faculty of Engineering - Department of Communications

1- المقدمة:

تم استخدام الهوائيات الاطارية منذ سنوات عديدة في منظومات الاتصالات اللاسلكي المختلفة [1]. عادةً ما يتم استخدام هوائي اطاري مع اطارين متصلين على التوازي. المحيط في كل منهما يساوي الطول الموجي عند التردد المتوسط (إطار بطول موجة واحدة) [1,2]. يمتلك الإطار ثنائي طول الموجة توجيهية أكبر بمقدار 3dB تقريباً من إطار ذو طول الموجة الواحدة، ولكن مقاومة دخله كبيرة [3]، مما يصعب عملية الموافقة. لكن، توصيل إطارات ذات طولين موجيين في مصفوفة خطية مع إثارة متسلسلة يخفض من مقاومة الدخل. بالإضافة إلى ذلك، فإن ذلك يؤدي إلى زيادة في التوجيهية. تم وصف مثل هذه المصفوفة بإيجاز في [3,4]. يعرض هذا البحث نتائج محاكاة عددية أكثر تفصيلاً لمصفوفة خطية من مشعات اطارية ذات طولين موجيين مع اتصال تسلسلي. يتم ثني الإطارات في المستوي الكهربائي لإنتاج مخطط إشعاعي شبه أيزوتروبي في المستوي الكهربائي.

2- الدراسات المرجعية:

تم في [1] تقديم مراجعة متعمقة للهوائيات شبه أيزوتروبية، بهدف فهم مبادئ عمل هذه الهوائيات وعرض التطورات والتحديات والحلول الحديثة التي يقدمها مختلف الباحثين. تم في البداية مناقشة تقنيات التصميم المختلفة لتحقيق مخططات شبه أيزوتروبية، مثل استخدام الديبولات التكميلية، وأحاديات القطب المتعددة أو الديبولات، والاطارات. تم شرح تطبيقاتها بإيجاز في تقنيات مختلفة، مثل RFID، وحصاد الطاقة، وشبكات الاستشعار اللاسلكية، وإنترنت الأشياء. ثم تم مناقشة وتبويب بارامترات الأداء الرئيسية المختلفة، مثل تعقيد البنية، ونهج التصميم، وخصائص الحقل البعيد والإشعاع، ومعاملات الانعكاس، وتردد التشغيل وعرض المجال الترددي، وانحراف الربح، وعملية التصنيع. وفر البحث إرشادات وساعد مهندسي الهوائيات في تصميم هوائي شبه أيزوتروبي بأداء مرغوب فيه.

تم في [5] اقتراح نوعين من التنفيذ العملي للرنانات التقليدية $\lambda/4$ على شكل حرف U، والتي من المفترض أن تتمتع من الناحية النظرية بتباين مثالي في الربح (قريب من الصفر) ولكن لديها مقاومة إشعاع منخفضة. النوع الأول عبارة عن مشع مزدوج الطبقة على شكل حرف U. تقدم الطبقة المضافة الإضافية رنيناً يمكن استخدامه لموافقة ممانعة جيدة مع خط تغذية شائع الاستخدام بقيمة 50Ω . يتم استخدام نموذج مصفوفة مكونة من عنصرين وشبكة ذات منفذين لإظهار آلية العمل واعتبارات التصميم. والنوع الثاني عبارة عن هوائي رقاقة RFID على شكل حرف U. يمكن أن تتمتع الرقاقة بممانعة عقدية جيدة تتوافق مع الشريحة المنتهية. بالمقارنة مع نظيريهما، يتمتع كلا الهوائيين المقترحين بأقل تباين في الربح. وفي الوقت نفسه، فإن ميزتهما الجذابة مثل المظهر المنخفض للغاية، والحجم الجانبي الصغير، والوزن الخفيف، والتكوين البسيط وعملية التصنيع، تجعلهما مرشحين ممتازين للاتصالات اللاسلكية داخل السيارة في المستقبل.

تم في [6] تصميم هوائي عريض المجال ذو مخطط إشعاعي شبه أيزوتروبي أحادي التغذية لشبكات الاستشعار اللاسلكية في حالة عدم وجود خط نظر LOS. اعتمد الهوائي المقترح على مجموعة من الديبولات المتقاطعة على شكل شوكة. أظهر الهوائي خصائص إشعاعية شبه أيزوتروبية عريضة مجال الإشعاع مع كفاءة إشعاعية عالية.

تم في [7] اقتراح هوائي شبه أيزوتروبي مع مستوى أرضي لتطبيقات المنزل الذكي القائمة على إنترنت الأشياء. يتكون الهوائي المقترح من مستوى أرضي ومشع $\lambda/4$ على شكل حرف U مع قسم عمودي يمر عبر المستوى الأرضي ولكن لا يتصل به. يعمل الهوائي في النمط المتوازن ولا يثير نمط المستوى الأرضي وهو أمر ضروري للحصول على مخطط إشعاع شبه أيزوتروبي.

تم في [8] دراسة الهوائي الديبولي الزاوي. للديبول الزاوي زاوية تقاطع قدرها 60 درجة، ويشع مخطط شبه أيزوتروبي مع فرق ربح يبلغ حوالي 6.4dB على كامل سطح الإشعاع الكروي. لتحسين أيزوتروبية الهوائي، تم تقديم عنصرين طفيليين.

حيث يعملان كمشعات تكميلية تساعد على تعزيز الإشعاع في المنطقة الضعيفة، مما يقلل فرق الريح بشكل كبير إلى 1.57dB.

تم في [9] اقتراح هوائي ثلاثي البعد صغير كهربائياً لتوليد مخطط إشعاع شبه أيزوتروبي. يتكون الهوائي المقترح من طبقة واحدة ناقلة ذات بنية متناظرة ثنائية قبل أن يتم تغليفها برغوة أسطوانية. يتم استخدام عنصر اقتران تحريضي على شكل H لتغذية الهوائي للحصول على الديبول المغناطيسي وزوج من الديبولات الكهربائية القصيرة بعد تغليف الهوائي برغوة أسطوانية. وبالتالي، من خلال الجمع بين الديبولات التكميلية المتعامدة مع نفس شدة الإشعاع وطور تربيعي، يمكن الحصول على مخطط إشعاع شبه أيزوتروبي. لقد تبين أن تباين ربح الهوائي الصغير كهربائياً المقترح هو $(ka=0.48)$. يوضح [10] خطوات تصميم حزمة هوائي شبه أيزوتروبي قائم على رقعة شرائحية مايكروية. الهيكل المقترح عبارة عن مكعب مجوف مزود بستة مشعات شريحة مايكروية، مشع على كل وجه من وجوهه. حيث أن المشكلة المطروحة هي العثور على الصفحات المثلى التي سيتم تطبيقها على كل رقعة، بحيث أنه عندما يتم تنشيط جميع المشعات الستة في آن واحد، يكون مخطط الإشعاع الناتج شبه أيزوتروبي. نظراً لتعقيد البنية، تم استخدام نموذج مبسط للديبولات المغناطيسية لتحديد الطور الذي يجب تحفيز كل رقعة لتحقيق أقرب ما يمكن إلى المشع الأيزوتروبي. تم تحقيق تباين ربح مُقاس قدره 6.5dB للكثرة ثلاثية الأبعاد.

3- الهدف من البحث:

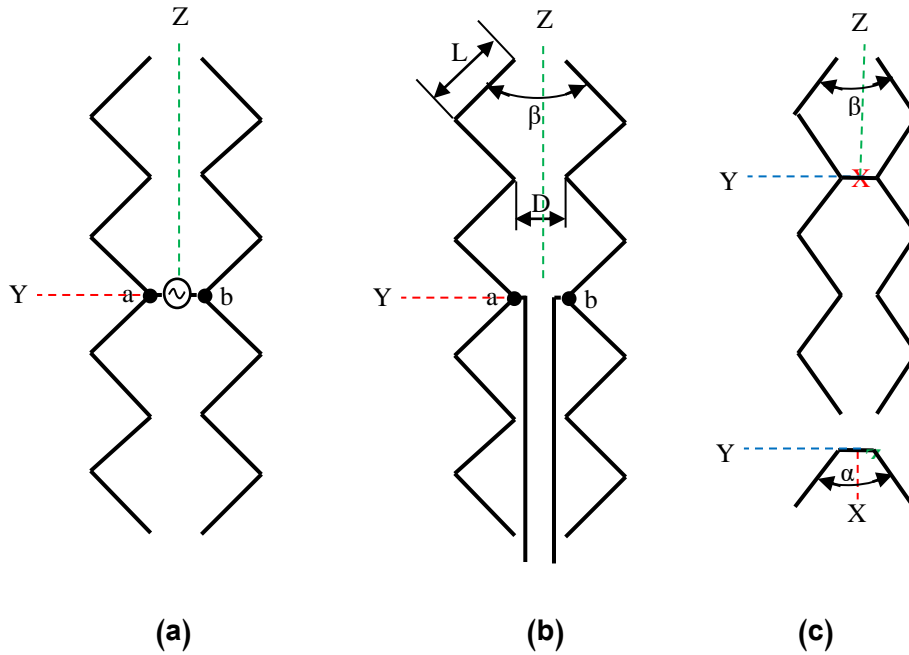
لوحظ من الدراسات المرجعية أنه تم تخصيص دراسات عديدة لتصاميم مختلفة من الهوائيات، إن كانت بشكلها المفرد أو على شكل مصفوفة وذلك للحصول على مخطط إشعاعي شبه أيزوتروبي. إن الهدف من هذا البحث هو اقتراح تصميم جديد لهوائي مصفوفي يتكون من مشعات إطارية، طول محيط كل منها عند التردد المتوسط يساوي 2λ ومتصلة مع بعضها البعض على التسلسل وله مخطط إشعاع شبه أيزوتروبي في المستوى الكهربائي. كما يجب أن يتمتع الهوائي بموافقة جيدة من حيث الممانعة مع خط التغذية وأن يكون سهل التصميم وخفيف الوزن. سوف يتم تنفيذ الدراسة عن طريق تنفيذ محاكاة عددية للهوائي المقترح بهدف الوصول إلى البارامترات الهندسية المناسبة لمشعات الهوائي والتي تسمح بالحصول على مخطط إشعاعي شبه أيزوتروبي في المستوى الكهربائي مع أقل تباين ممكن في الريح على كامل سطح الإشعاع الكروي.

4- المواد وطرائق البحث:

يبين الشكل (1) وبشكل تخطيطي مصفوفة هوائي اطاري ثنائي الموجة قيد الدراسة. يتم وصل القوة المحركة الكهربائية (التغذية) بين النقطتين a و b، كما هو موضح في الشكل (1). تم استخدام الرموز التالية في الشكل (1): L- طول جوانب الإطار، D- طول فتحة التحريض، α (ألفا) - الزاوية بين جانبي الإطار (الشكل 1b)، β (بيتا) - الزاوية في الجزء العلوي من الإطار (القمة). مابين في الشكلين a و b هوائيين بزاوية $180^\circ = \alpha$ ، وعلى هذه الزاوية تعتمد درجة الأيزوتروبية (التماثل) لمخطط الإشعاع في المستوى الأفقي XZ. يعتبر هذا المستوى هو المستوى الكهربائي. أي مستوى عمودي يتضمن المحور Z هو المستوى المغناطيسي. يتم الإشارة إلى عدد الحلقات بالرمز Nz. في الشكل (1a,b) فإن Nz=4، وعلى الشكل (1c) فإن Nz=3. يشار إلى عدد الإطارات الموجودة أسفل نقاط التحريض بالرمز Na، والتي تتواجد أعلى نقاط التحريض بالرمز Nd، حيث: $Nz = Na + Nd$.

يوضح الشكل (1b) خيار تحريض محتمل بواسطة خط ثنائي الناقل (خط مزدوج). على الشكل (1c) لا تظهر نقاط التحريض. عند النمذجة العددية للهوائي، يتم إدخال القوة المحركة الكهربائية التحريضية في وسط الناقل الذي يربط النصفين الأيسر والأيمن من الإطارات ويقع على طول المحور Y (الشكل 1c).

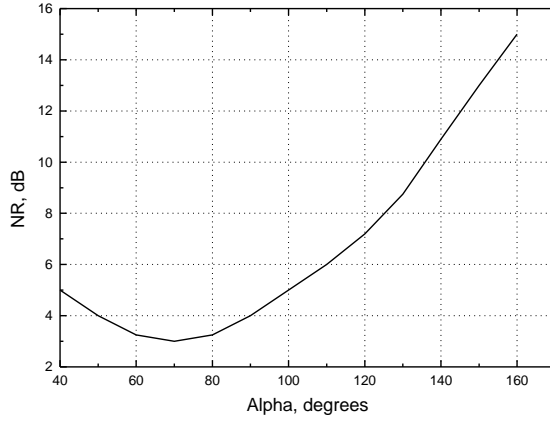
تم إجراء جميع الحسابات باستخدام برنامج MMANA [11] والبرنامج الأساسي [12,13]. يستخدم كلا البرنامجين طريقة المعادلات التكاملية في تقريب الناقل الرفيع [14].



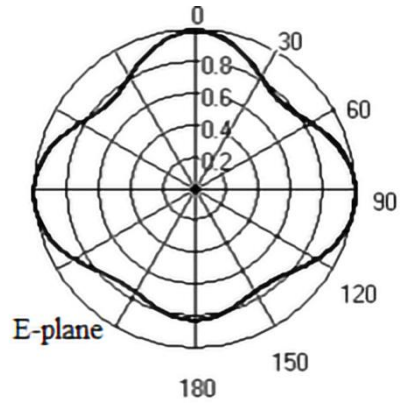
الشكل رقم (1): رسم تخطيطي للهوائي المصفوفي المقترح

5- نتائج المحاكاة العددية:

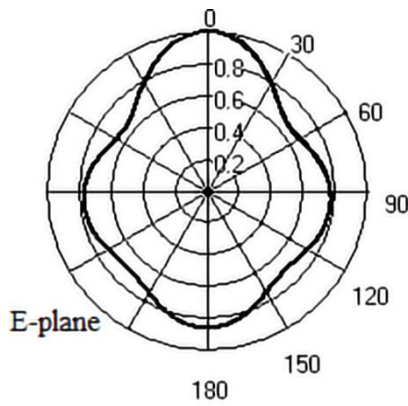
مبين على الشكل (2a) علاقة أيزوتروبية المخطط الإشعاعي في المستوى الأفقي بالنسبة للزاوية α . يفهم بعدم التماثل القيمة NR ، التي تساوي نسبة القيمة العظمى إلى القيمة الدنيا لمطال الحقل الكهربائي بالنسبة لزاوية السم φ في المستوى XY . عندما $NR=1$ (0 dB)، يكون المخطط الإشعاعي في المستوى الأفقي عبارة عن دائرة (مخطط أيزوتروبي). كما يمكن أن نرى، يتشكل المخطط الأكثر أيزوتروبياً عند $\alpha=70^\circ$. يظهر في الشكل (2b-d) المخطط الإشعاعي في المستوى الأفقي بالنسبة لثلاث زوايا α ، لمصفوفة ذات $Nz = 4$ ، عند التردد المتوسط (طول جوانب الإطار $L=0.5\lambda$ ، طول الموجة). يبين التحليل العددي أن عدم تماثل NR لا يتعلق عملياً بعدد الإطارات في الهوائي ولا بالطول L ولا بالتردد، ولكنه يعتمد بشكل كبير على الزاوية α . يظهر في الشكل (2) النتائج التي توافقت $\beta=70^\circ$. أيضاً تعتمد الخصائص والبارامترات الأخرى للهوائي (المخطط الإشعاعي، والتوجيهية، وممانعة الدخل) على الزاوية β . يبين الشكل (3) اعتماد ممانعة الدخل عند التردد المتوسط على الزاوية β لعدد من قيم α للهوائي مع $Nz=4$ (الشكل 1a). نصف قطر ناقل الإطار هو $A_0=2.5$ mm (0.0083 من طول الموجة المتوسطة). تم الحصول على جميع النتائج الواردة أدناه للحالة التي كان فيها التردد المتوسط $f_0=1000$ MHz. علاوة على ذلك، تم اختيار جميع البارامترات الهندسية للهوائي بحيث يكون المخطط الإشعاعي في المستوى الأفقي أكثر أيزوتروبياً عند التردد المتوسط. يستنتج من الشكل (3) أنه مع زيادة الزاوية α ، تنخفض مركبات ممانعة الدخل (X و R) ومع زيادة الزاوية β تزداد، وتصل قيمة R إلى الحد الأعظمي عند قيمة معينة لـ β .



(a)

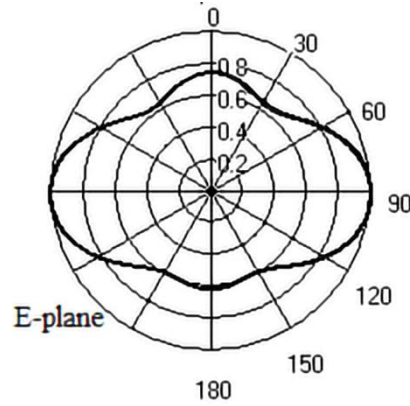


(b)



$\alpha = 90^\circ$

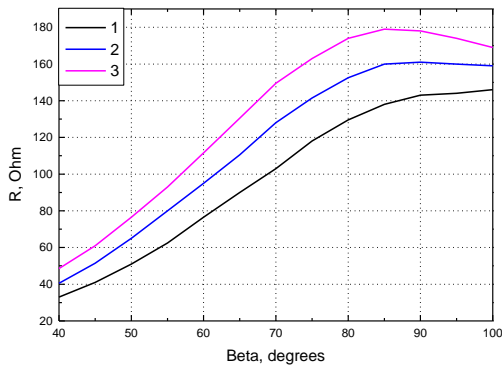
(c)



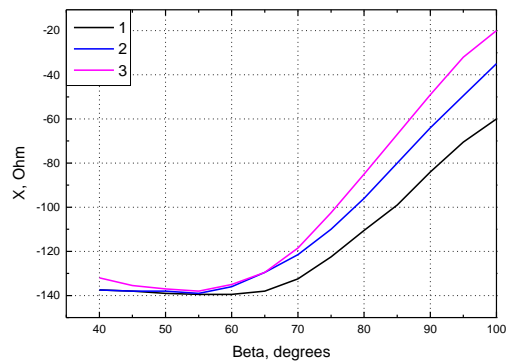
$\alpha = 50^\circ$

(d)

الشكل رقم (2): (a) علاقة عدم التماثل NR بالنسبة للزاوية α ، و (b, c, d) المخطط الإشعاعي في المستوي الأفقي (المستوي E) عندما $\beta = 70^\circ$



(a)



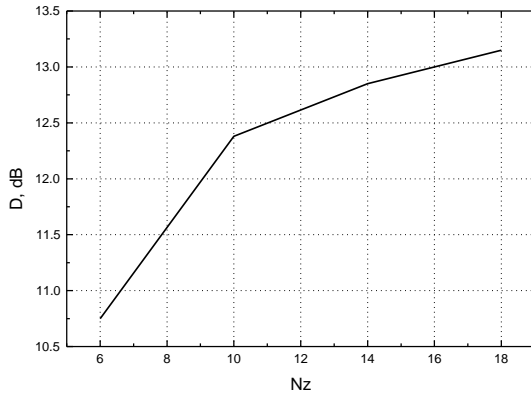
(b)

الشكل رقم (3): علاقة مركبتي ممانعة الدخل: الفعالة (R) والسلبية (X) بالنسبة للزاوية β ،

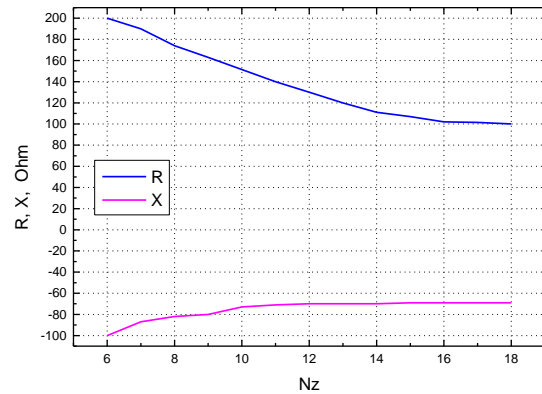
لمصنوفة مع $N=4$. 1) $\alpha = 60^\circ$, 2) $\alpha = 80^\circ$, 3) $\alpha = 100^\circ$

تبين النتائج الحسابية أنه عندما تتغير الزاوية β ، فإن التوجيهية تصل إلى قيمتها العظمى عندما تساوي $\beta = 75^\circ - 65^\circ$ من أجل جميع قيم α من المجال $60^\circ - 100^\circ$. وبالتالي، لضمان مخطط اشعاعي أكثر **أيزوتروبياً** في المستوى الأفقي، يجب اختيار الزاويتين α و β بحيث تساويان $75^\circ - 65^\circ$. تم إجراء جميع نتائج المحاكاة اللاحقة من أجل $\alpha = \beta = 70^\circ$.

أظهر التحليل المنفذ أنه من أجل عدد مختلف من الإطارات (NZ)، فإن التوجيهية تصل إلى القيمة العظمى عند طول جانب مثالي معين للإطار L. مع العلم بأن تلك القيمة تختلف باختلاف عدد الإطارات. عندما يتغير NZ من 6 إلى 18، فإن القيمة المثلى ل L تتغير من $0.497\lambda_0$ إلى $0.51\lambda_0$ ($-\lambda_0$ طول الموجة المتوسط). يظهر في الشكل (4a) رسم بياني لعلاقة التوجيهية بالنسبة لعدد الإطارات عند قيمة مثلى ل L. يوضح الشكل (4b) علاقة مقاومة الدخل بالنسبة لعدد الإطارات عند تردد متوسط قدره 1000MHz وعند طول جانب أمثل للإطار L من حيث معامل التوجيهية.



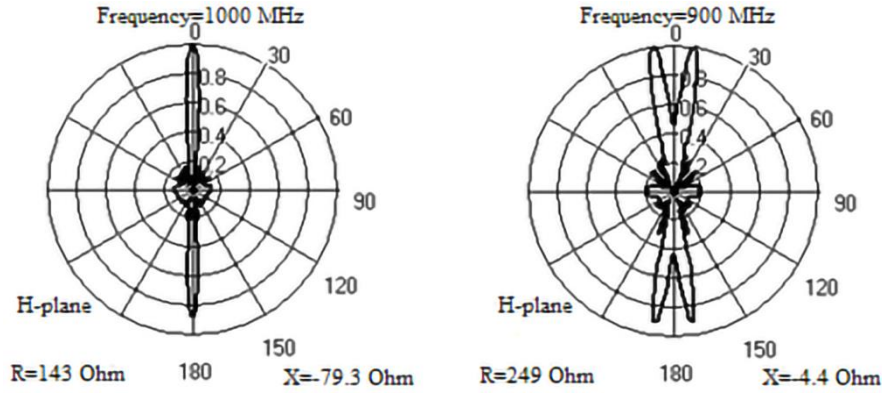
(a)



(b)

الشكل رقم (4): (a) علاقة التوجيهية بالنسبة لعدد الاطارات و (b) مقاومة الدخل على التردد المتوسط 1000MHz عند طول أمثلي للإطار

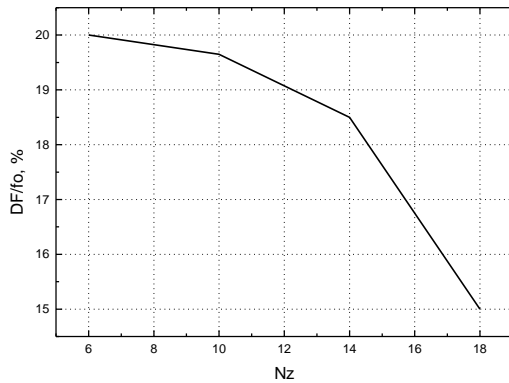
عندما يتغير التردد، تتغير ممانعة الدخل (التي هي قيمة عقدية) ومخطط الإشعاع والتوجيهية. علماً أن التغير في مخطط الإشعاع في المستوى E (الكهربائي أو الأفقي) غير كبير. لكن يكون التغير في المستوى H (المغناطيسي أو العمودي) كبير. يرجع ذلك إلى حقيقة أن كل إطار سابق (ابتداءً من نقاط التحريض) يعتبر خط تغذية للإطار التالي عند التردد المتوسط مع بارامترات هندسية توفر أقصى توجيهية. قفزة الطور في إطار واحد تساوي تقريباً 360° . في هذه الحالة، تتعرض جميع الإطارات بشكل متوافق بالطور، ويكون عرض الفص الرئيسي ومستوى الفصوص الجانبية أقل ما يمكن. عند انزياح التردد عن التردد المتوسط يزداد فرق طور التحريض بين الإطارات (عدم توافق بالطور). في هذه الحالة، يتوسع عرض الفص الرئيسي للمخطط الإشعاعي (أو حتى ينقسم)، ويزداد مستوى الوريقات الجانبية، وتخفض التوجيهية. هذه الاستنتاجات موضحة في الشكل (5) والذي يبين المخططات الإشعاعية في الإحداثيات القطبية عند التردد المتوسط $f_0 = 1000\text{MHz}$ وعند التردد 900MHz لحالة $Nz = 10$.



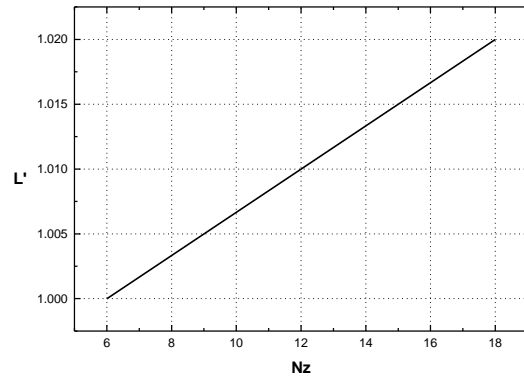
الشكل رقم (5): المخطط الإشعاعي في المستوي العمودي لمصفوفة ذات البارامترات:

$$Nz=10, L=150 \text{ mm}, \alpha=\beta=70^\circ$$

مستوى الفصوص الجانبية عند التردد المتوسط أقل من -13dB . وهذا يعني أن مطال التيارات في جوانب الإطار تتناقص مع زيادة رقم الإطار (مع ابتعاد الإطار عن مركز الهوائي). مع زيادة عدد الإطارات، فإنه يتناقص مجال التردد الذي يحتفظ فيه المخطط الإشعاعي بشكله المقبول من حيث مستوى الفصوص الجانبية وشكل الفص الرئيسي. من الملائم تقييم مجال التردد النسبي $DF = (f_{max} - f_{min})/f_0$ عن طريق الانخفاض في التوجيهية عندما ينزاح التردد عن التردد المتوسط f_0 . مبين على الرسم البياني في الشكل (6) علاقة مجال التردد النسبي DF بالنسبة لعدد الإطارات Nz . من الملائم اعتبار التردد الموافق للتوجيهية العظمى هو التردد المتوسط. وهذا التردد قريب، كما سبق الإشارة إليه، من القيمة التي يساوي عندها طول جانب الإطار نصف طول الموجة. يوافق الرسم البياني مع $f_0 = 1000\text{MHz}$ ، ونصف قطر نواقل الإطار $A_0 = 2.5\text{mm}$. تم أخذ طول جانب الإطار لكل قيمة Nz ليتوافق مع التوجيهية الأعظمية. يوافق ترددي القطع f_{max} و f_{min} انخفاض في التوجيهية بمقدار 3dB مقارنة بقيمتها عند التردد المتوسط. يبين الشكل (6b) علاقة الطول الجانبي للإطار المقيس على طول الموجة المتوسط ($L' = L/\lambda_0$) بالنسبة لعدد الإطارات Nz .



(a)



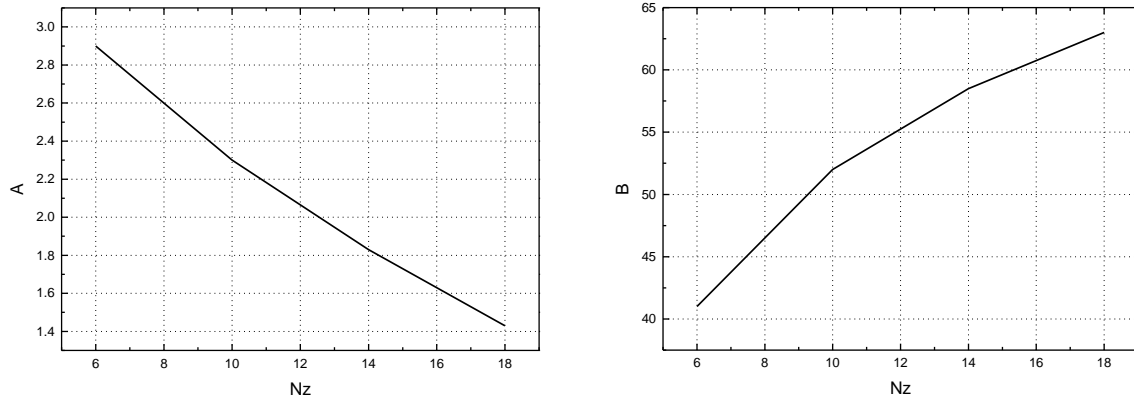
(b)

الشكل رقم (6): (a) علاقة عرض المجال النسبي و (b) علاقة طول جانب الإطار المقيس لطول الموجة المتوسطة والأمثلي من حيث التوجيهية L' بالنسبة لعدد الإطارات Nz

يستنتج من الشكل (6a) أنه مع زيادة عدد الإطارات، يتناقص مجال التردد. هذه النتيجة متوقعة: مع زيادة عدد الإطارات، يزداد عدم التوافق بالطور مع انحراف التردد عن التردد المتوسط. وفي الوقت نفسه، تجدر الإشارة إلى أنه مع زيادة عدد الإطارات، يقل مطال التيارات في الإطار عند ابتعاده عن الإطار المركزي. هذا يؤدي إلى انخفاض في مستوى الفصوص الجانبية للمخطط الإشعاعي. في مصفوفة من إطارين يساوي هذا المستوى -13dB والذي يوافق توزيع مطالي موحد لتحريض المشعات في المصفوفة. في مصفوفة مكونة من 18 إطار، يبلغ مستوى الفصوص الجانبية -18dB. مع انخفاض مستوى إثارة الإطارات الحديدية، يزداد عرض الفص الرئيسي للمخطط الإشعاعي، مما يؤدي إلى انخفاض في التوجيهية. لذلك، مع زيادة عدد الإطارات في الهوائي، فإنه هناك عاملان يؤثران على عرض الفص الرئيسي للمخطط الإشعاعي وعلى التوجيهية وهما: الأول: تؤدي الزيادة في الطول الموجي للمصفوفة الخطية للهوائيات الاطارية إلى انخفاض عرض الفص الرئيسي للمخطط الإشعاعي، وبالتالي إلى زيادة التوجيهية. الثاني: في نفس الوقت يؤدي انخفاض مستوى إثارة الإطارات الحديدية إلى زيادة عرض الفص الرئيسي للمخطط الإشعاعي وإلى انخفاض التوجيهية. وبسبب تأثير هذه العوامل عند زيادة عدد الإطارات، فإن سرعة (معدل) انخفاض عرض الفص الرئيسي للمخطط الإشعاعي وزيادة التوجيهية تتباطئ. يوضح الشكل (4a) هذا بالنسبة للتوجيهية. يمكن أيضاً توضيح هذه المحددات الحاكمة بمساعدة علاقات معروفة من النظرية العامة للهوائيات، نستعرض ذلك. تعتبر مصفوفة هوائيات اطارية مع تحريض متسلسل عبارة عن مصفوفة خطية متساوية البعد بين المشعات. في مصفوفة الهوائيات الخطية ذات التوزيع المنتظم للتحريض المطالي والصفحي لمشعات المصفوفة فإنه من أجل تقييم التوجيهية (D) وعرض الفص الرئيسي للمخطط الإشعاعي ($2\theta_{0.5}$) عند عدد مشعات أكبر من 10، فإنه غالباً ما يتم استخدام العلاقات التي تم الحصول عليها من ضارب المنظومة [3,4].

$$D = A \frac{L}{\lambda} \quad , \quad 2\theta_{0.5} = B \sqrt{\frac{\lambda}{L}}$$

يظهر في الشكل (7) علاقة الثوابت A و B بالنسبة لعدد الإطارات، التي تم الحصول عليها نتيجة المحاكاة العددية لمصفوفة الهوائيات الاطارية.



الشكل رقم (7): علاقة الثوابت A و B بالنسبة لعدد الاطارات

عند التوزيع المطالي والصفحي المنتظم لتحريض المشعات في المصفوفة الخطية $A=2$ و $B = 51^\circ$. مصفوفة الهوائيات الاطارية المدروسة متوافقة ضمن مجال ترددي عريض. أظهر التحليل العددي أن نسبة الموجة الواقفة في خط ذو مقاومة مميزة تبلغ 150Ω أقل من 2 في المجال الترددي $40\% \bar{f}_0$ عند عدد إطارات من 6 حتى 18.

5- النتائج والمناقشة

أظهر التحليل العددي لمصفوفة الهوائيات الاطارية مع تحريض متسلسل على أن الهوائي المقترح هو عريض المجال، خاصة من حيث موافقة الممانعة. يتيح الثني في الإطارات في المستوى الكهربائي الحصول على مخطط اشعاعي مع عدم انتظام NR في هذا المستوى لا يزيد عن dB (2-3). تسمح زيادة عدد الإطارات بالوصول إلى توجيهية حتى (12-13) dB. وهذا يتوافق مع عدد إطارات يساوي $Nz=14-18$. من غير المستحسن استخدام عدد أكبر من الإطارات، لأنه عندما $Nz > 18$ فإن زيادة التوجيهية تتباطأ بشكل كبير مع زيادة عدد الإطارات. مع العدد المشار إليه من الإطارات، فإن عرض الفص الرئيسي يتناقص حتى $10^\circ - 12^\circ$ في المستوى المغناطيسي. تتوافق نتائج المحاكاة المذكورة أعلاه مع الحالة التي يكون فيها عدد الإطارات أعلى وأسفل نقاط التحريض (a و b في الشكل 1) هو نفسه ($Na=Nd$). إذا كان $Na \neq Nd$ ، فإن الاتجاه الأعظمي للمخطط الإشعاعي ينحرف عن الناظم باتجاه خط توضع الاطارات في جهة عدد الاطارات الأكبر. مع زيادة عدم التناظر في عدد الإطارات في الأعلى والأسفل، يتناقص الجزء الفعال من ممانعة الدخل، ويزداد الجزء السلبي بالقيمة المطلقة.

6- الاستنتاجات

أظهرت نتائج المحاكاة العددية أن الهوائي المصفوفي المقترح والمكون من مشعات إطارية طول محيطها يساوي 2λ يتميز بمخطط إشعاعي شبه آيزوتروبي في المستوى الكهربائي وله خصائص إشعاعية محسنة من حيث تباين ربح المخطط الإشعاعي على كامل سطح الإشعاع الكروي وبمجال ترددي عريض من حيث موافقة الممانعة مقارنة بالهوائي المصفوفي ذو طول محيط المشع الذي يساوي λ .

7- التوصيات

من المستحسن استخدام مصفوفة الهوائيات الاطارية المدروسة في أنظمة الاتصالات الأرضية كهوائي عمودي مع مخطط اشعاع شبه آيزوتروبي في المستوى الأفقي.

8- المراجع:

- [1] S. I. Hussain Shah, S. M. Radha, P. Park and I. -J. Yoon, (2021), "Recent Advancements in Quasi-Isotropic Antennas: A Review," in *IEEE Access*, vol. 9, pp. 146296-146317, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3122181.
- [2] A, ALRIFAI, (2018), "Numerical Simulation of the Properties of the Scattering Array Antennas Consisting of Dipole and Loop Antennas" ,PhD dissertation, Dept. Antenna and UHF Devices, Belarus State University of Informatics and Radio Electronic.
- [3] Balanis, C, A, (2016), "Antenna theory", 2nd edition, John Wiley and Sons, pp. 931.
- [4] Volakis, J, L., (2019), "Antenna Engineering Handbook", 4th Edition, Georgia, Mc Graw-Hill, pp. 1872.
- [5] Ren Wang, Jing-Jing Ma, ChuanSheng Chen, Jiang Xiong, (2020), "Low-Profile Implementation of U-Shaped Power Quasi-Isotropic Antennas for Intra-Vehicle Wireless Communications", *IEEE Access* PP(99):1-1, DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2979880,
- [6] Radha, Sonapreetha Mohan, Mee-Su Lee, Seong Hoon Choi, and Ick-Jae Yoon, (2024), "A Compact, Low-Profile, Broadband Quasi-Isotropic Antenna for Non-Line-of-

Sight Communications" *Applied Sciences* 14, no. 5: 2068, <https://doi.org/10.3390/app14052068>

[7] Jianxing Li, Yanyang Wang, Luoxing Zhang, Huang Binke, Sen Yan, Xiaoming Chen, (2023), "Quasi-Isotropic Antenna With System Ground Plane for IoT-Based Smart Home Applications" , IEEE Internet of Things Journal PP(99):1-1, DOI: 10.1109/JIOT.2023.3342452,

[8] Jia Wen Luo, Yongmei Pan, Shao Yong Zheng, Shui Hong Wang, (2020), "Communication A Planar Angled-Dipole Antenna With Quasi-Isotropic Radiation Pattern", IEEE Transactions on Antennas and Propagation PP(99):1-1, February 2020, DOI: 10.1109/TAP. 2963898,

[9] Yangyang Wang, Sen Yan, (2021), "Design of an Electrically Small 3-D Antenna With Quasi-Isotropic Radiation Pattern", IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters PP(99):1-1, DOI:10.1109/LAWP.2021.3098174,

[10] Arboleda, M. B., Klionovski, K., Zhen, S., & Shamim, A, (2021), "Hertzian Magnetic Dipoles Model of a Quasi-isotropic radiation microstrip patch based Antenna-in-Package". IEEE 19th International Symposium on Antenna Technology and Applied Electromagnetics (ANTEM). doi:10.1109/ antem51107.2021.951869

[11] Alrifai, A, (2010), "Computer modeling of wire antennas All about the MMANA", Higher Institute of Applied Sciences, PP 65.

[12] Alrifai, Abdoulmouen, (2017), "Improving the Frequency Range of Franklin's Antenna:.. International Journal on Communications Antenna and Propagation (IRECAP), 7. 410.

[13] Alrifai. Abdoulmouen, (2023), "Study of a broadband toroidal array antenna composed of bi-conical radiators for radio direction finding", International Journal on Communications Antenna and Propagation (IRECAP), Vol.13. no. 4.

[14] Ellingson, Steven, (2020), "Electromagnetics". 10.21061/electromagnetics, vol.2.

استخدام خوارزمية الحشرات الضوئية مع عوامل الخوارزمية الجينية للبحث عن البيانات المخزنة في قواعد البيانات الموزعة

د. م. علي دياب

م. إناس عدي

(الإيداع: 24 نيسان 2024، القبول 11 تموز 2024)

الملخص:

مع تقدم شبكات الكمبيوتر وتزايد عدد مصادر البيانات وكمية البيانات بسرعة كبيرة في السنوات الأخيرة أدت اللامركزية في قواعد البيانات إلى تطوير قاعدة البيانات الموزعة على أجهزة متعددة حيث يكون توزيع قاعدة البيانات شفافاً للمستخدمين، يفرض توزيع البيانات هذا تحدياً على معالجة استفسارات المستخدم فإن الاستراتيجية ضرورية لإنتاج خطط استعلام مثالية في أنظمة قواعد البيانات الموزعة، في هذا البحث قمنا باستخدام خوارزمية (FAGA) وهي عبارة عن دمج لخوارزمية اليراعة المضيفة (FA) مع عوامل الخوارزمية الجينية (GA) وهي الاختيار والطفرة والتقاطع في مرحلة وضع اليراع من معيار (FA) تم اختبار أداء النهج المقترح على قاعدة البيانات وتمت مقارنتها بخوارزمية مستعمرة النحل الاصطناعي (ABC) والخوارزمية الجينية (GA) و خوارزمية اليراع المضيفة (FA) من حيث الكلفة مقابل عدد التكرارات والعلاقات والاستعلامات وتبين من خلال النتائج والمقارنة أنها قادرة على انشاء خطط الاستعلام الموزعة وبكلفة أقل نسبياً لمعالجة استعلام موزع

تمت محاكاة عملية البحث عن البيانات ضمن قواعد البيانات الموزعة باستخدام بيئة MATLAB.

الكلمات المفتاحية: قواعد البيانات الموزعة، خوارزميات البحث، الخوارزمية الجينية (GA)، خوارزمية اليراع المضيفة (FA)، خوارزمية مستعمرة النحل الاصطناعي (ABC)، استخدام خوارزمية اليراع المضيفة مع عوامل الخوارزمية الجينية (FAGA).

* ماجستير علوم ويب - اختصاص شبكات- كلية الهندسة المعلوماتية - الجامعة الافتراضية السورية.

** أستاذ - قسم التحكم الآلي والحاسوب- كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة البعث.

Using The Firefly Algorithm With Genetic Algorithm Operators To Search For Data Stored In Distributed Databases.

Eng.Inas Adi *

Dr.Eng.Ali Diab**

(Received: 25 January 2024,Accepted: 23 July 2024)

Abstract:

Distributed query processing entails accessing data from multiple sites. Keeping in mind that the distribution of the database should be transparent to user. In addition to the usual disk IO and CPU costs, the cost due to transmission of data between different sites, referred to as the site-to-site communication cost, also exists. This cost, being the major cost, needs to be reduced in order to improve the response time for distributed queries. One way to reduce this communication cost is by devising a distributed query processing strategy that involves fewer number of sites for answering the distributed queries.

In this paper, a distributed query plan generation (DQPG) algorithm based FAGA algorithm, which is a combination between the luminous Firefly Algorithm(FA) and the Genetic Algorithm (GA), which generates distributed query plans that involves less number of sites and have higher relation concentration in the participating sites, is presented. Additionally, the experimental comparison of the FAGA algorithm with the GA,FA and artificial bee colony (ABC) algorithms in terms of cost rate algorithm exhibits that the former is able to generate comparatively better quality top-K query plans for a given distributed query.

Keywords: Distributed databases, search algorithms, genetic algorithm, firefly algorithm, artificial bee colony algorithm, mix between firefly algorithm and operator genetic algorithm.

* Master of Web Science – Networks – Faculty of Informatics Engineering – Syrian Virtual University.

** Professor – Department of Automatic Control and Computers – Faculty of Mechanical and Electrical Engineering – Al-Baath University.

1– INTRODUCTION:

Distributed databases are essential in the current business environment, in which data spread across multiple geographical locations is connected by a computer network. An effective distributed database management system (DDBMS) is required to manage and retrieve data from such disparate data sources[1]. DDBMS provides a simple, unified interface to the user, which appears like a single database instead of disparate databases. Query processing plays a crucial role in the performance of DDBMS[2]. The query processing problem is far more challenging in a distributed environment, since a distributed query may involve relations that are fragmented and/or replicated across multiple distinct sites leading to the incurring of site-to-site data transmission costs. In order to address this problem, an optimal Distributed Query Processing (DQP) strategy has to be devised. In DQP, the user queries are analyzed and transformed into a set of data manipulation operations. In DDBMS, first the user query is passed to a query parser, where the user query is parsed and the corresponding relational algebraic expression is generated. Using the query optimizer, an optimal relational algebraic expression, comprising an effective query processing plan, is generated. The user query is broken into sub-queries and the execution plan is devised for all such sub-queries, each of which is processed in parallel at their respective sites. The results of these sub-queries are thereafter integrated to produce the final result for the user query. Thus, the goal of the DQP strategy is to generate query processing plans in a manner that reduces the data transmission cost, which would substantially reduce the total cost of processing a distributed query. This query processing cost comprises of local processing costs and site-to-site data transmission cost.

In DQP, the data transmission cost is more significant than the local processing cost. In order to make distributed query processing more efficient, communication of data between sites needs to be minimized in order to reduce the site-to-site data transmission cost[3].

2– The research objective:

The research aims to develop a mechanism for searching data in distributed large databases stored in a distributed manner in cloud computing to achieve optimal utilization of it.

The developed method should surpass the gaps and flaws of the old methods and consider that the data storage location may change due to changes in the network and cloud environment.

3– Literature review:

The cloud service is defined as an application that the customer obtains via the internet and uses when needed through a browser without the need to install the application on their local device[1][2].

The concept of distributed databases has been defined as the deployment of data across multiple geographically distributed locations and linking them to a computer network instead of using a central database to store the data, with each site processing the data independently and transparently[3][4].

Researchers used genetic algorithms and their elements of selection, crossover, and mutation to generate query plans with lower cost for searching data within distributed databases[8][7][6][5].

The researchers also used the bee algorithm to search for data stored within distributed databases at a lower cost in order to achieve optimality for the access plan to user queries distributed across network sites[11][10][9].

The researchers discussed the concept of the firefly algorithm and its parameters such as light intensity, attractiveness, distance, and movement[12][16].

The researcher proposed in his research paper the Firefly Algorithm (FA algorithm) to achieve optimality for the access plan for distributed queries at locations in the network [13]. In 2019, the researcher presented the integration of the Firefly Algorithm with the genetic algorithm operators to find the optimal solution [14][15].

4– Distributed database search techniques:

4–1 Genetic Algorithm:

Genetic algorithm (GA) is a search and optimization algorithm that follows the natural evolutionary process according to which living organisms adapt themselves to changes in the environment[3]. GA consists of encoding schemes, fitness function, and selection of parent's, genetic operators (crossover, mutation and inversion) . The fitness value of each chromosome in the population, using the fitness function, is evaluated. The fitter individuals are then selected for crossover and mutation to arrive at the population for the next generation. GA explores the entire solution space to arrive at an optimal set of chromosomes[4].

4–2 Artificial Bee Colony Algorithm:

The artificial bee colony algorithm (BCO) is an optimization algorithm based on the intelligence model of bee swarm foraging behavior . It is known that when the bees find food during the search trip, they return to the hive with a sample of it to tell the rest of the

working bees about the location and direction of the food through the bee performing a vibrating dance in a certain direction and a certain number of times to indicate the location of the food. It was suggested by Karabuga in 2005.

4-3 Firefly algorithm (FA):

Firefly algorithm (FA) proposed by Xin-She Yang is metaheuristic algorithm which is a biologically inspired and is inspired from the flashing behavior of fireflies. This optimization technique is based on the fact that the each firefly attracts to other firefly on the basis of the brightness i.e. firefly with low brightness is attracted toward firefly with more brightness and hence search space is explored efficiently[11].

❖ A firefly algorithm follows three basic rules:

- 1) It considers that all fireflies are unisex. Thus, they attract each other without regarding their sex.
- 2) Each firefly attracts to other firefly which is proportional to the brightness of individual firefly. So, less bright firefly attracts toward brighter firefly and hence decrease the distance between them.
- 3) This brightness is a measure of objective function. The objective function is problem dependent function and changes problem to problem[12].

The light intensity of each firefly determine its brightness and hence its attractiveness. Attractiveness of the firefly is calculated using $\beta(r) = \beta_0 e^{-\gamma r^2}$.

Where β_0 measures the attractiveness at $r = 0$ and is usually selected as 1.

γ represents light absorption coefficient. $r_{i,j}$ is the Cartesian distance between two fireflies i and j at location x_i and x_j respectively in the space.

The movement of the firefly i in the space which is attracted toward another firefly j is defined by using $X_i = x_i + \beta_0 e^{-\gamma r^2} + \alpha (\text{rand} - 1/2)$

Where α is the randomization parameter in interval $[0, 1]$ and rand is random number generator with numbers uniformly distributed in range $[0, 1]$.

Parameter γ controls the variation in attractiveness and define convergence.

In most of cases, its values lie in range $[0.01, 100]$.

4-4 Using improved firefly algorithm based on genetic algorithm crossover operator:

The firefly algorithm is advantageous over other optimization algorithms due to its flexibility, simplicity, robustness and easy implementation but a major drawback associated with the standard FA applied for solving different optimization problems is poor exploitation capability when the randomization factor is taken large during firefly changing position. This poor exploitation may lead to skip the most optimal solution even present in the vicinities of

the current solution which results in poor local convergence rate that ultimately degrades the solution quality. To overcome this problem, the crossover operator of genetic algorithm (GA) is incorporated into firefly position changing stage that results in better exploitation capability which improves the local convergence rate resulting in better solution quality[13][14].

The following figure(1) illustrates the fake code for the proposed approach:

```

1: Begin
2: Initialize the fireflies population
3: Evaluate the fireflies based on fitness function
4: while Stopping criteria do not meet do
5: i = 0
6: Calculate the distance of each firefly from the
best using  $r_{ij} = \sqrt{(x_{i1} - x_{j1})^2 + (x_{i2} - x_{j2})^2}$ 
7: Update the fireflies positions using
 $X_i = x_i + \beta_0 \exp(-\gamma r_{ij}^2)(x_i - y_j) + \alpha \epsilon$ 
8: Evaluate the fitness function
9: Sort and rank the fireflies according to fitness
function values
10: Interchange the fireflies of FA and chromosomes
of GA
11: Apply GA crossover operator
12: i ++
13: end while
    
```

Figure 1:. Proposed Algorithm FAGA

❖ Proposed Algorithm:

1: Parameters Initialization.

[RSM: Relation Site Matrix, Nr : Number of Relation, N_f : Total Number Of Fireflies , $(F_1, F_2, F_3 \dots F_n)$: Firefly Population, $Max_{iteration}$: Max Number Of Iterations, TKQP: Number Of Top-K Query Plans, (γ) Gamma: Air Absorption Coefficient, (α) Alpha: Randomization Parameter , (α) Alpha: Randomization Parameter, pc: Crossover, pm:Mutation]

2- Generating initial solutions randomly using the FA criterion.

3-The solutions created randomly are evaluated based on the fitness function, then the best value is selected.

4- The iteration phase begins with $i=1$.

5- Calculating the distance between the best obtained value and the rest of the fireflies, then evaluating them using the fitness function.

6- Based on the calculated fitness values of the solutions, they are sorted and all fireflies' positions are changed.

7-FA fireflies are replaced with GA chromosomes.

8- Then, applying selection, mutation, crossover factors, and evaluating the resulting solutions using the fitness function, and the process repeats until the maximum specified number of iterations.

5-Results and Discussion:

The BCO algorithm, the GA algorithm, FA algorithm and FAGA algorithm were implemented in MATLAB 7.7 in a Windows 7 environment. The fore algorithms were compared by conducting experiments on an Intel-based 2 GHz PC having 1 GB RAM. The comparisons were carried out on parameters like number of iterations, average QPC (AQPC) and top-K query plans.

The line graphs were plotted to algorithm on AQPC against the number of iterations for selecting the top-ten query plans. These graphs, for the number of relations $n = 6$ and 8 and 12, are shown in Figures (2-15) respectively. Graphs were plotted showing the average QPC value of top-10 plans .

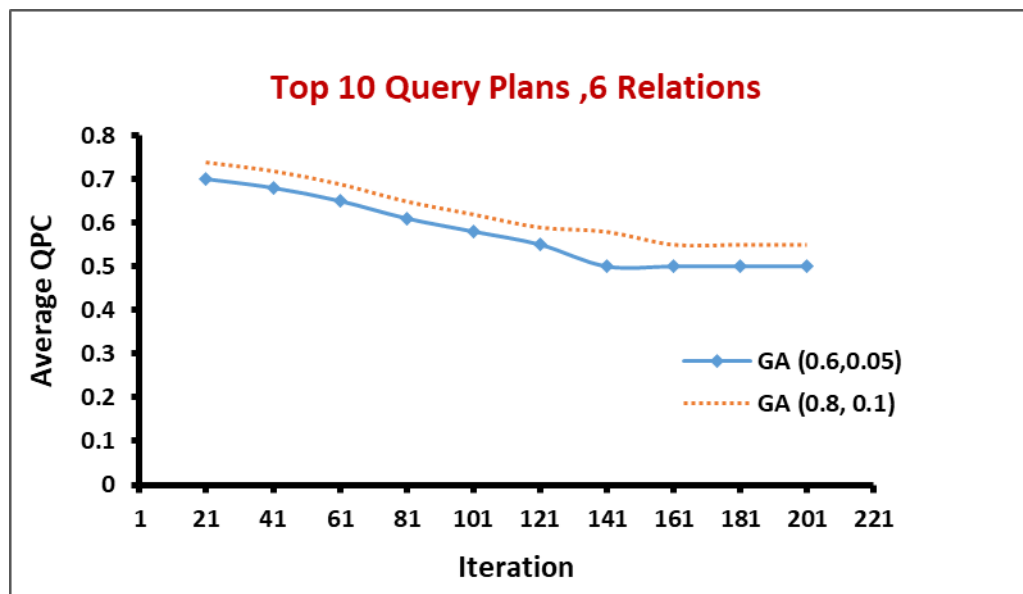


Figure 2. DQPGGA AQPC vs. iterations (6 relations, top-ten query plans)

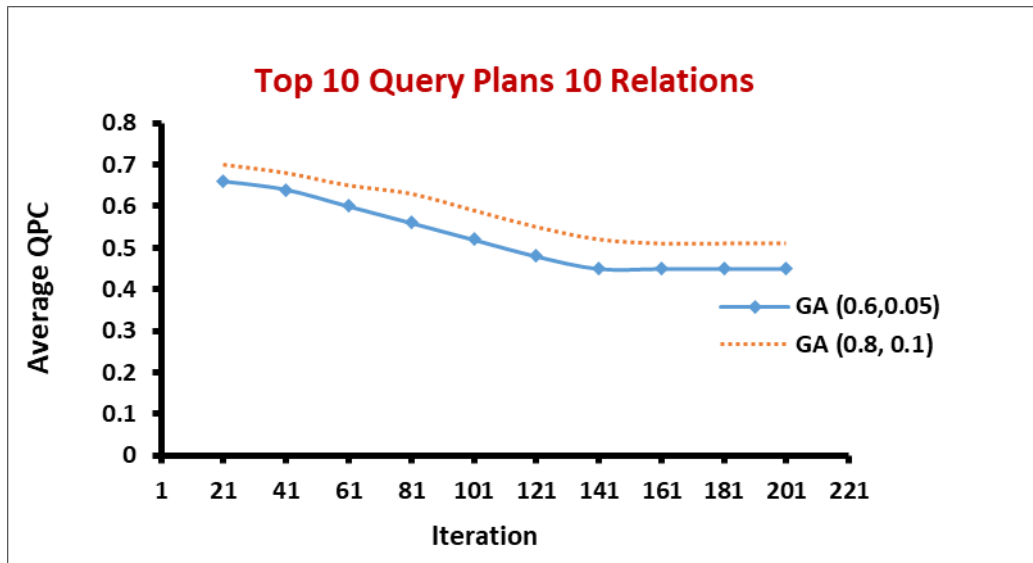


Figure 3. DQPGGA AQPC vs. iterations (10 relations, top-ten query plans)

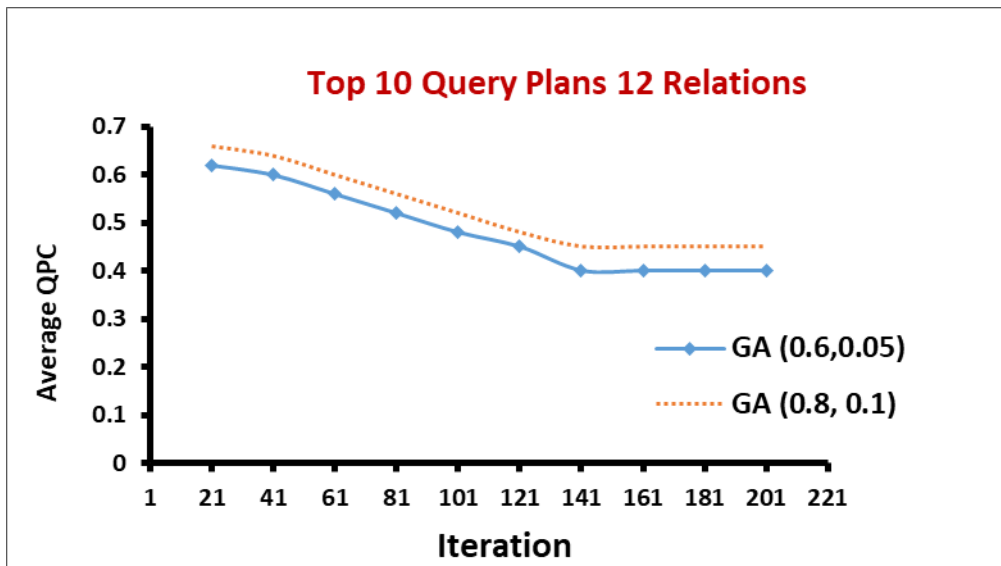


Figure 4. DQPGGA AQPC vs. iterations (12 relations, top-ten query plans).

These graphs were plotted for **GA algorithm** by varying for crossover with $P_c = \{0.6, 0.8\}$ and mutation with $P_m = \{0.05, 0.1\}$. The graphs are shown in Figure 8,9,10 convergence to the minimum AQPC for $P_c=0.6$ and $P_m=0.05$. shows that $P_c=0.6$ and $P_m=0.05$ are best values for generating top-k query plans.

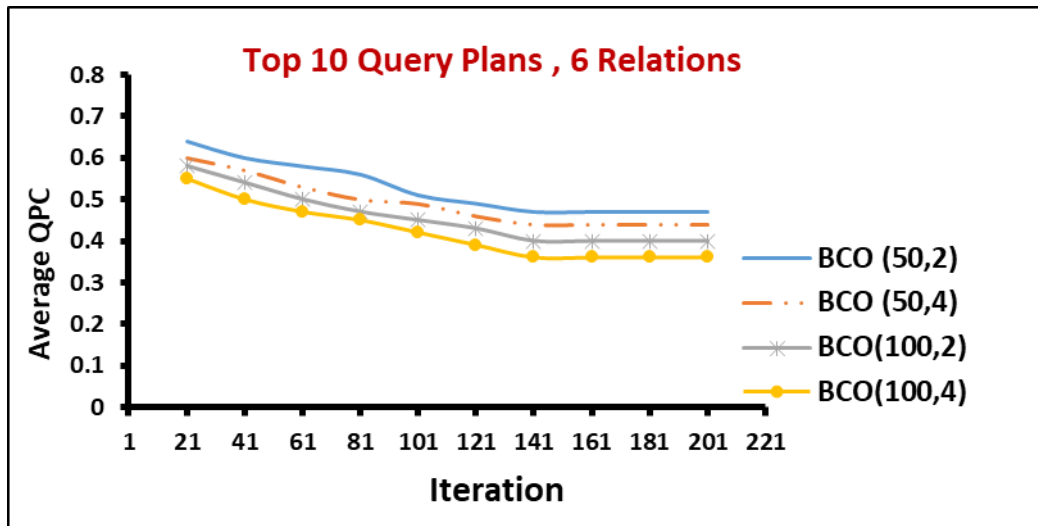


Figure 5. DQPGBCO AQPC vs. iterations (6 relations, top-ten query plans)

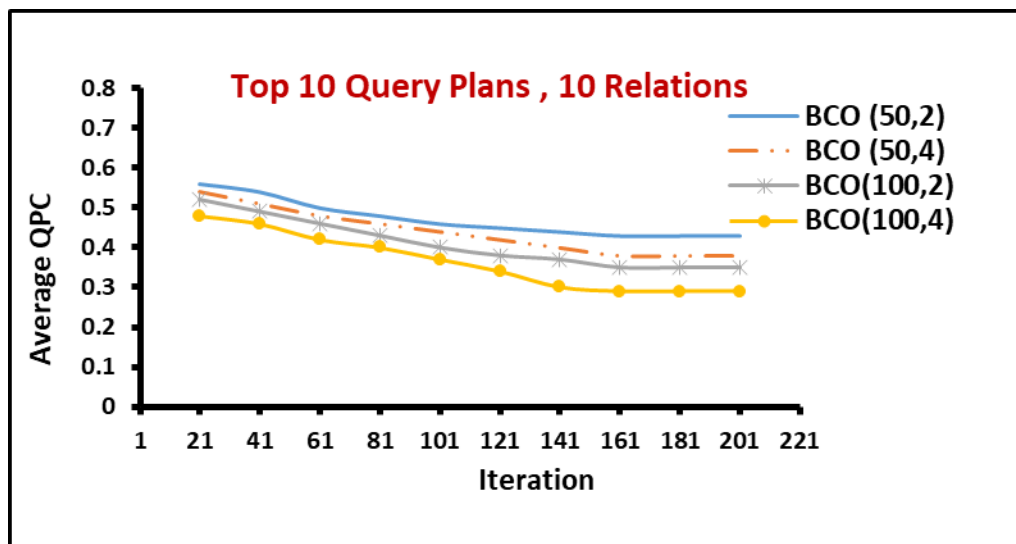


Figure 6. DQPGBCO AQPC vs. iterations (10 relations, top-ten query plans)

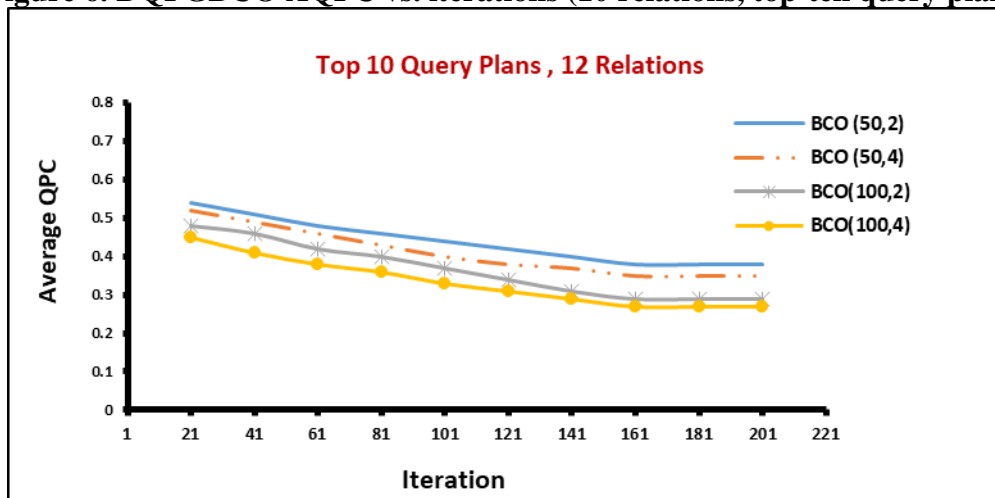


Figure 7. DQPGBCO AQPC vs. iterations (10 relations, top-ten query plans)

These graphs(5,6,7) were plotted for **bee** algorithm by varying the number of bees (NB = 50, 100) and the number of constructive moves (NC = 2, 4), represented as BCO(NB,

NC). QPGBCO performs comparatively better for 100 bees with NC as 4 i.e., for BCO(100, 4), It can be observed from the graphs that DQPGBCO, for all values of NC, is able to generate the top-K query plans at a lower AQPC, when compared with query plans generated by DQPGGA. This difference in AQPC is significant for BCO(100, 4). It can thus be concluded from the above graphs that DQPGBCO performs better than DQPGGA in terms of the AQPC of the generated top-K query plans.

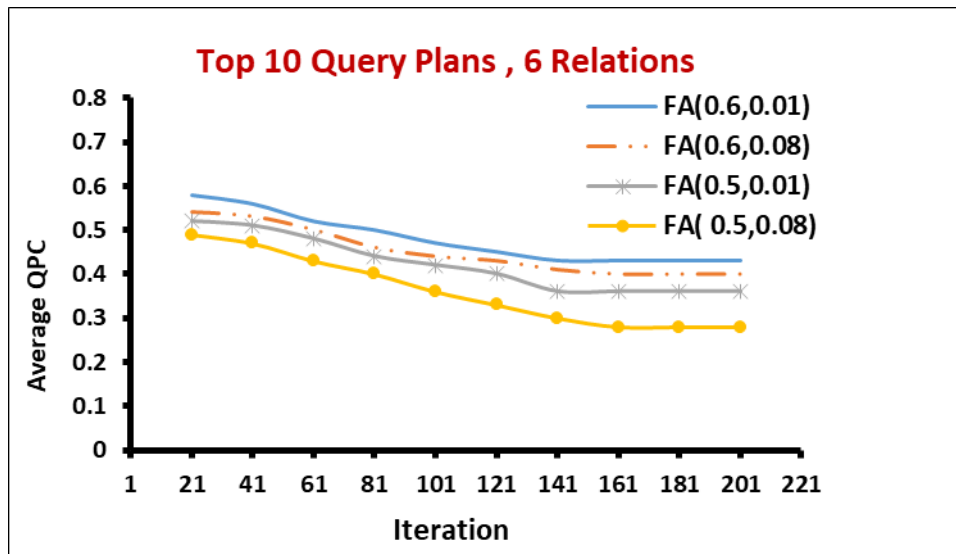


Figure 8. DQPGFA AQPC vs. iterations (6 relations, top-ten query plans)

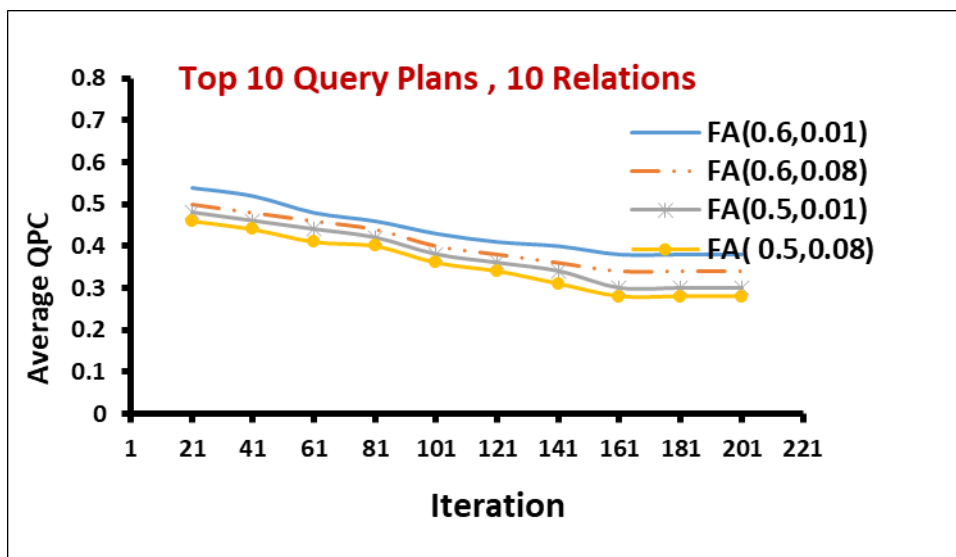


Figure 9. DQPGFA AQPC vs. iterations (10 relations, top-ten query plans)

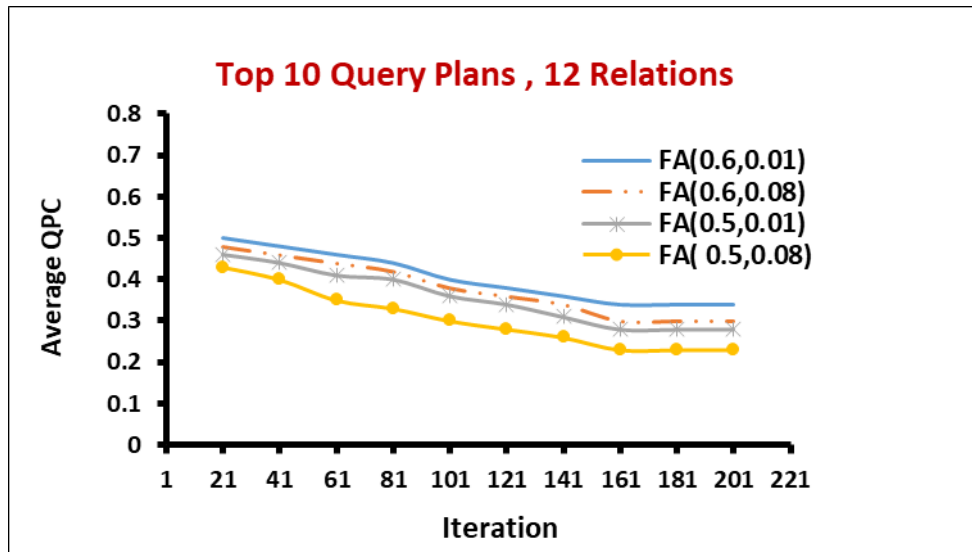


Figure 10. DQPGFA AQPC vs. iterations (12 relations, top-ten query plans)

These graphs were plotted for FA algorithm by varying α ($\alpha=0.5, 0.6$) and γ ($\gamma=0.01, 0.08$) and are represented as FA(α, γ). It can be clearly observed from the graphs that DQPGFA is able to generate the Top-10 query plans with the lowest Average QPC (AQPC) for $\alpha=0.5$ and $\gamma=0.08$. This claim is further substantiated from Figure 8,9,10. It can be observed from the graphs that DQPGFA, is able to generate the top-K query plans at a lower AQPC, when compared with query plans generated by DQPGGA and DQPGBCO . graphs that DQPGFA performs better than DQPGGA and DQPGBCO in terms of the AQPC of the generated top-K query plans.

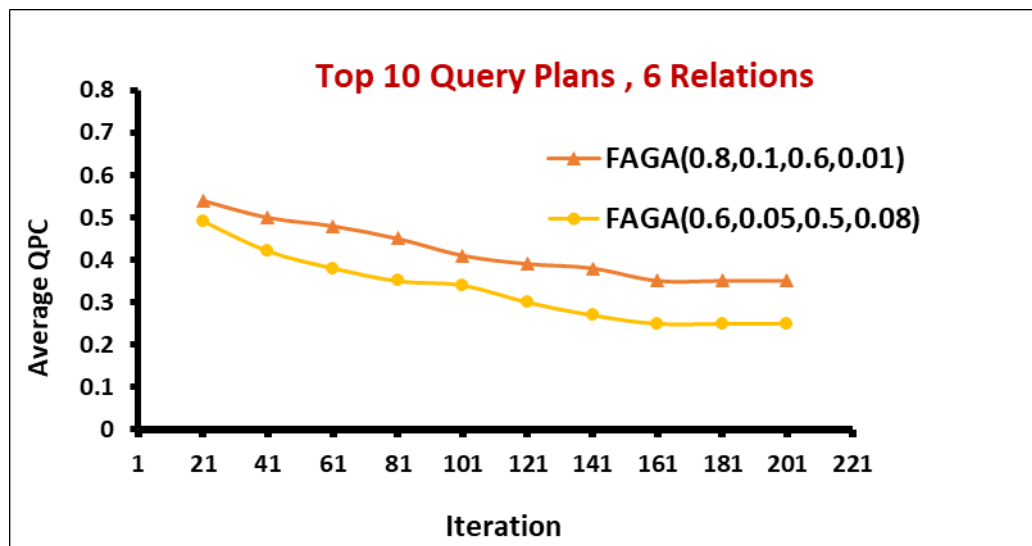


Figure 11. DQPGFAGA AQPC vs. iterations (6 relations, top-ten query plans)

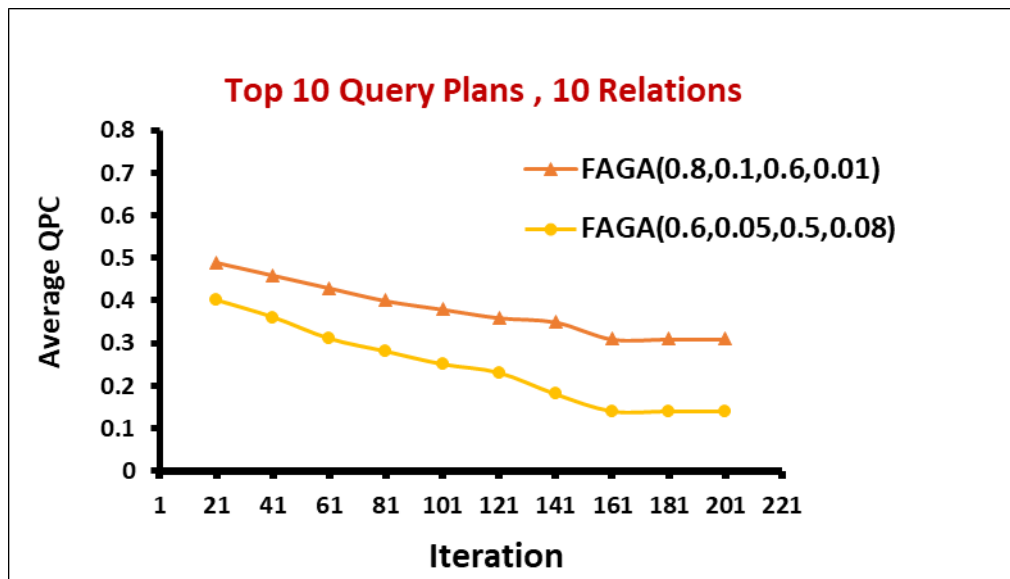


Figure 12. DQPGFAGA AQPC vs. iterations (10 relations, top-ten query plans)

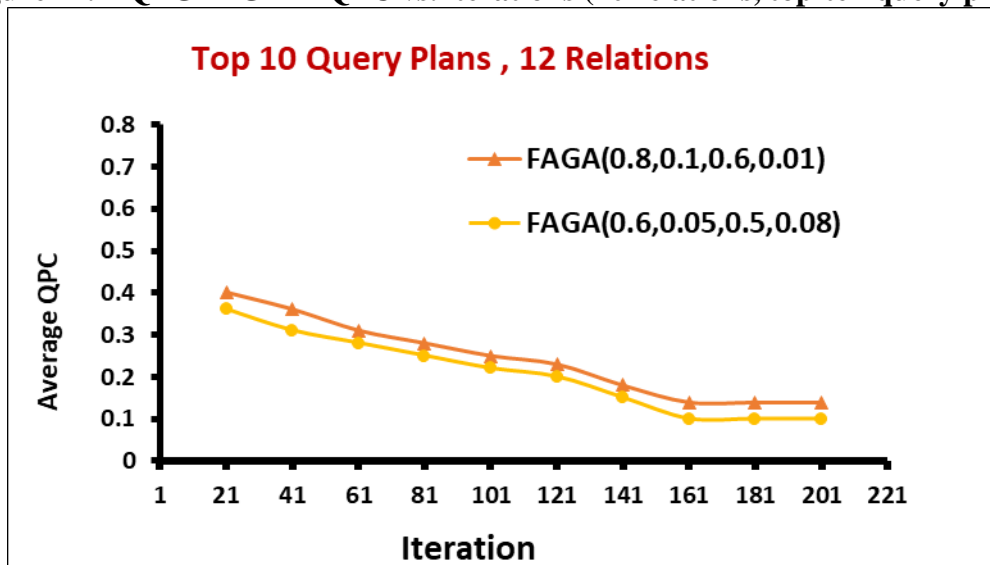


Figure 13. DQPGFAGA AQPC vs. iterations (12 relations, top-ten query plans)

These graphs were plotted for **FAGA** algorithm by varying α ($\alpha=0.5, 0.6$) and γ ($\gamma=0.01, 0.08$), $pc(0.6,0.5)$, $pm(0.01,0.08)$ and are represented as $FAGA(\alpha, \gamma)$.

It can be clearly observed from the graphs that DQPGFAGA is able to generate the Top-10 query plans with the lowest Average QPC (AQPC) for $\alpha=0.5$ and $\gamma=0.08$ and $pc=0.6$ and $pm=0.05$ This claim is further substantiated from Figure 11,12,13.

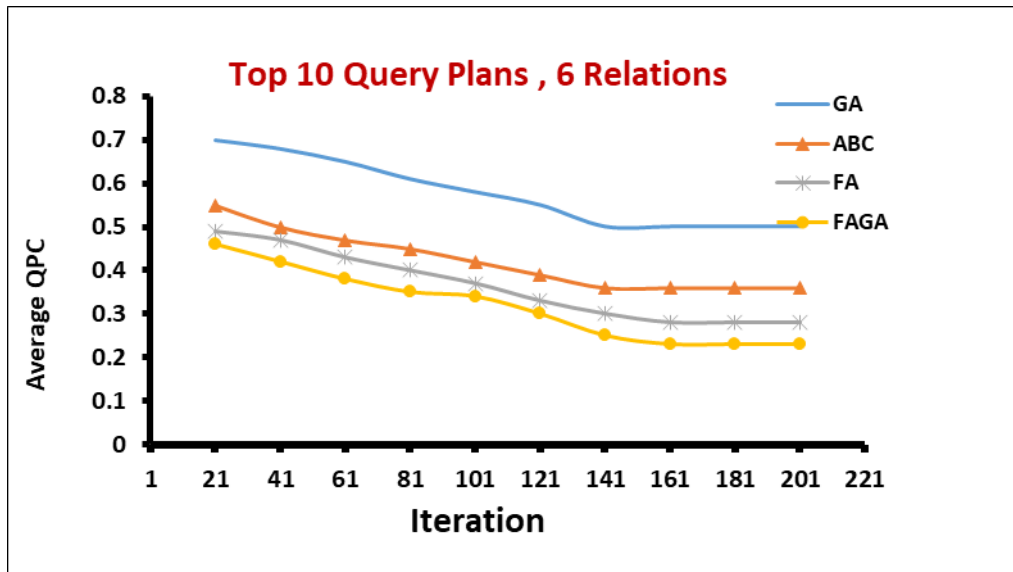


Figure 14. FAGA vs. FA vs. BCO vs. GA AQPC vs. iterations (6 relations, top-ten query plans)

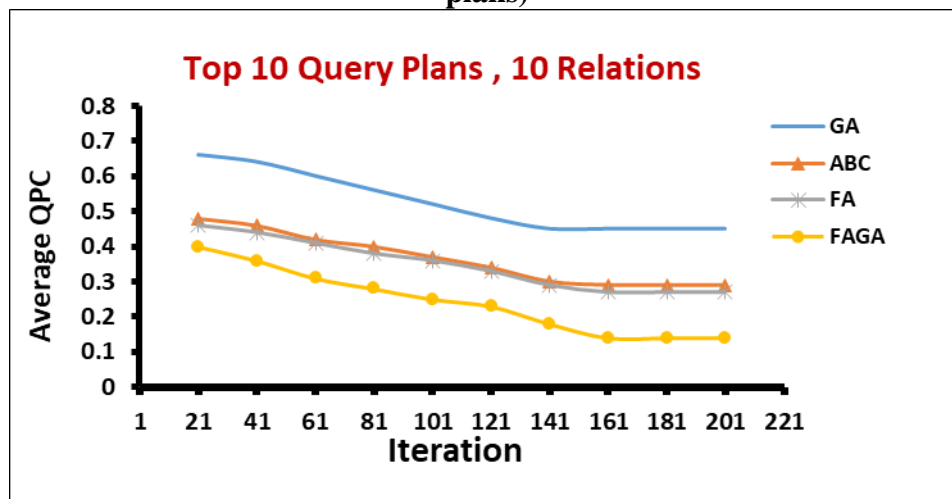


Figure 15. FAGA vs. FA vs. BCO vs. GA AQPC vs. iterations (10 relations, top-ten query plans)

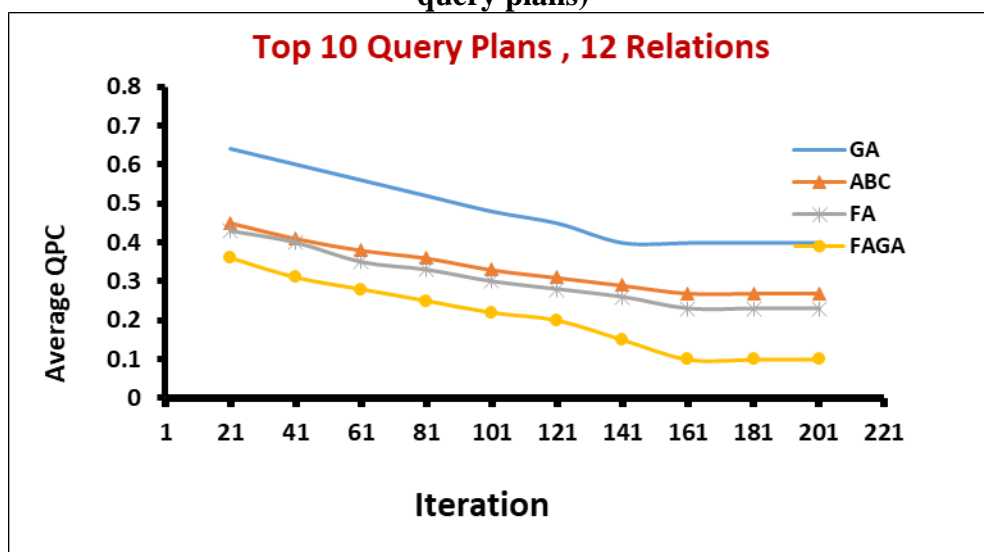


Figure 16. FAGA vs. FA vs. BCO vs. GA AQPC vs. iterations (12 relations, top-ten query plans)

It can be observed from the graphs that DQPGFAGA, is able to generate the top-K query plans at a lower AQPC, when compared with query plans generated by DQPGGA, DQPGBCO and DQPGFA. graphs that DQPGFAGA performs better than DQPGGA , DQPGBCO , DQPGFA in terms of the AQPC of the generated top-K query plans.

5- CONCLUSION:

This paper addresses the DQPG problem with the aim of generating query plans, for a distributed query, that incur lesser total cost of processing a distributed query this regard, use FA algorithm with operators GA that generates ‘close’ query plans for a distributed query and that involves lesser number of sites and a higher concentration of relations in the participating sites, is proposed. FAGA, which was originally designed for continuous optimization problems, was discretized and adapted to solve the DQPG problem. Experimental based comparisons of FAGA with the GA and BOC and FA algorithm FAGA showed that the former is able to generate query plans that have a comparatively lower QPC. The difference in this QPC increases with increase in the number of relations accessed by the query.

That is, for higher number of relations, FAGA, in comparison to GA,BCO,FA generates query plans that are comparatively more efficient with respect to answering the distributed query. This in turn results in aiding in efficient decision making.

6- Conclusions and recommendations:

- This analytical study facilitates the use of artificial intelligence algorithms to search for data stored in geographically distributed databases, the work of researchers in choosing the most appropriate algorithm, or the combination of two algorithms in order to improve through the features of each algorithm.
- The FAGA algorithm (GA, ABC, FA) is characterized by generating query plans at the lowest cost.
- According to the proposed model, it was found that the FAGA algorithm is better in terms of cost than GA, FA, and ABC.

8- References

[1]Alahmadi, A., Che, D., Khaleel, M., Zhu, M. M., & Ghodous, P. (2015, June). An innovative energy-aware cloud task scheduling framework. In 2015 IEEE 8th International Conference on Cloud Computing (pp. 493–500). IEEE.

- [2]Tekkol, T., & Baykara, M. (2023, October). A Comparative Study for the Detection of Attacks on Cloud Computing Systems. In 2023 Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference (ASYU) (pp. 1–8). IEEE..
- [3]Altaher, R. (2024). Transparency Levels in Distributed Database Management System DDBMS.
- [4] Rababaah, H.,2005, "Distributed Databases Fundamentals and Research". Department of Computer and Information Sciences, Indiana University South Bend.
- [5] Introduction to Genetic Algorithm.[http:// www.rennard .org/ alife/ english/ gavintrgb.html](http://www.rennard.org/alife/english/gavintrgb.html). [Accessed 25 june 2016].
- [6]Umbarkar, A. J., & Sheth, P. D. (2015). Crossover operators in genetic algorithms: a review. *ICTACT journal on soft computing*, 6(1).
- [7] Kumar, T. V., Singh, V., & Verma, A. K. (2010, February). Generating distributed query processing plans using genetic algorithm. In 2010 International Conference on Data Storage and Data Engineering (pp. 173–177). IEEE
- [8] , A. K. (2011). Distributed query processing plans generation using genetic algorithm. *International Journal of Computer Theory and Engineering*, 3(1), 38.
- [9]Wahid, A., Behera, S. C., & Mohapatra, D. (2015). Artificial Bee Colony and its Application: An Overview. *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET)*, 4(4), 1475–1480
- [10] Kumar, T. V., Kumar, L., & Arun, B. (2015). Distributed query plan generation using BCO. *International Journal of Swarm Intelligence*, 1(4), 358–377.
- [11]Yuce, B., Packianather, M. S., Mastrocinque, E., Pham, D. T., & Lambiase, A. (2013). Honey bees inspired optimization method: the bees algorithm. *Insects*, 4(4), 646–662.
- [12] Pal, S. K., Rai, C. S., Singh, A. P.,2012, "Comparative Study of Firefly Algorithm and Particle Swarm Optimization for Noisy Non– Linear Optimization Problems", *I.J.Intelligent Systems and Applications*, Published Online in MECS (<http://www.mecspress.org/>), pp:50–57.
- [13]Singh, N., Prakash, J., & Kumar, T. V. (2016). Distributed Query Plan Generation Using Firefly Algorithm. *International Journal of Organizational and Collective Intelligence (IJOCl)*, 6(1), 29–50.
- [14]Wahid, F., Ghazali, R., & Ismail, L. H. (2019). Improved firefly algorithm based on genetic algorithm operators for energy efficiency in smart buildings. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44(4), 4027–4047.

[15]Wahid, F., Alsaedi, A. K. Z., & Ghazali, R. (2019). Using improved firefly algorithm based on genetic algorithm crossover operator for solving optimization problems. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 36(2), 1547–1562.

[16]Zare, M., Ghasemi, M., Zahedi, A., Gotalipour, K., Mohammadi, S. K., Mirjalili, S., & Abualigah, L. (2023). A global best-guided firefly algorithm for engineering problems. *Journal of Bionic Engineering*, 20(5), 2359–2388

دراسة تجريبية لتحسين أداء الأقراص البيولوجية الدوارة لمعالجة مياه الصرف الصحي

د.م. يوسف سمير ديب* م.محمد منذر الأحمد**

(الإيداع: 15 تموز 2024، القبول: 1 أيلول 2024)

الملخص:

إحدى عمليات معالجة مياه الصرف الصحي هي طريقة الأقراص البيولوجية الدوارة، والتي تعرف أيضًا باسم Rotating Biological Contactor وباختصار RBC توفر كفاءة عالية لإزالة المواد العضوية بتكلفة منخفضة. بساطة العملية تجعلها مرغوبة للغاية، بالإضافة إلى ذلك، فإن تكلفة التأسيس مقبولة وتحتاج إلى مساحة أرض صغيرة للعمل.

في هذه الدراسة تم تحديد العوامل المؤثرة على أداء المعالجة بالأقراص البيولوجية الدوارة، تم مناقشة أداء RBC، أكد العمل التجريبي أن زمن المكوث، المواد المستخدمة في تلبس الأقراص، وسرعة الدوران لها تأثير كبير على معدلات الإزالة والأداء، كانت سرعة الدوران المستخدمة (3, 5, 7 rpm)، وكانت أفضل سرعة 5 rpm حيث وصلت كفاءة الإزالة لكل من COD , BOD₅ , TSS إلى 83.10% , 88.83% , 88.49% على الترتيب، وقد تنوعت الوسائط المستخدمة في المعالجة: أقراص دون مادة تغليف، وأقراص مغلقة بصفائح البولي إيثيلين، وأقراص مغلقة بقماش الفرو، فأظهرت مادة التغليف الفرو أعلى كفاءات إزالة، حيث وصلت كفاءة الإزالة لكل من COD , BOD₅ , TSS إلى 54.53% , 57.10% , 46.10% على الترتيب، حيث أنها تتمتع بأعلى مساحة سطحية، مما سمح بنمو المزيد من الكائنات الحية الدقيقة، وبالتالي زيادة كفاءة إزالة كل من COD و BOD₅ و TSS.

الكلمات المفتاحية: الأقراص البيولوجية الدوارة، COD ، BOD₅ ، TSS ، سرعة الدوران، مادة التغليف للأقراص، زمن المكوث الهيدروليكي.

* دكتور مهندس- قسم هندسة التصميم والإنتاج - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة تشرين
**مهندس - قسم هندسة الآلات الزراعية- كلية الهندسة الميكانيكية - جامعة حلب

An Experimental Study to Improve The Performance of Rotating Biological Contactors for Wastewater Treatment

* Yousef Samir Deeb Dr. Muhammad munzer Al–Ahmad.**

(Received: 15 July 2024, Accepted: 1 September 2024)

Abstract:

One of the wastewater treatment processes is Rotating Biological Contactors. Which also known as RBC and provides acceptable organic removal efficiency at a low cost. The simplicity of operation makes it very attractive. In addition, the operation cost is always low and it does need a small land to operate.

In this review factors affecting the RBC performance discussed. In addition to an experimental works to verify the effect of different factor affecting the RBC system performance and removal efficiency. The experimental work confirmed that the HRT, media material and speed of rotation have a great influence on the removal rates and performance. Rotation speed used was 3, 5 and 7 rpm, while the best speed was 5 rpm. Media materials varied between: discs without coating material, discs coated with low–density polyethylene sheets, and discs coated with furring fabric. discs coated with furring fabric showed the highest removal rates as it had the highest surface area, which allowed more microorganisms to grow, and thus, the removal efficiency of COD, BOD₅ and TSS were increased.

Keywords: Rotating Biological Contactors, COD, BOD₅, TSS, Rotation Speed, Tablet Coating Material, Hydraulic Retention Time.

* Doctor of Engineer – Department of Design and Production Engineering – Faculty of Mechanical and Electrical Engineering – Tishreen University .

**Engineer – Department of Agricultural Machinery Engineering – Faculty of Mechanical Engineering – University of Aleppo.

المقدمة:

أدى التطور الذي شهدته معظم دول العالم، إضافة لزيادة عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة، إلى ارتفاع ملحوظ في الطلب على المياه، حيث بات النقص في موارد المياه العذبة مشكلة تشغل بال المختصين وصناع القرار، كونها تؤثر على العجز المائي ولاسيما في توفير مياه صالحة لإعادة الاستخدام، مما دعا إلى البحث عن حلول أخرى ممكنة، ورغم أن بعض الدول لا تعاني من هذه المشكلة بسبب تنوع مصادر المياه التقليدية فيها، ووجود هذه المياه بكميات تفي بالطلب، إلا أن توزيع المياه الصالحة للاستعمال على سطح الكرة الأرضية ليس متساوياً، الأمر الذي أدى إلى التفكير في تنوع مصادر المياه واستغلال أكبر كمية ممكنة منها بشتى الطرق لتلافي الفجوة ما بين الكميات المتوفرة من المياه والطلب الفعلي عليها، وتعد إعادة استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة من طرق استغلال المياه التي تلاقي قبولاً ملحوظاً في الآونة الأخيرة. ويساهم استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة أو أي استعمالات أخرى، إلى توفير في المياه العذبة والتوسع في المساحات الزراعية لإنتاج محاصيل متنوعة وبسرعة أقل، والتقليل من تكاليف الحصول على المياه في الزراعة من مصادر تقليدية كالمياه الجوفية وغيرها، كما يؤدي أيضاً إلى التقليل من التكاليف المتعلقة بإنتاج واستيراد واستعمال الأسمدة بسبب وجود العناصر الضرورية للنبات في تلك المياه.

أهمية البحث وأهدافه

تأتي أهمية البحث في سوريا من خلال معطيات الواقع الحالي، والتي تتمثل في نقص مصادر المياه، مما دفع بالمزارعين إلى استخدام مياه الصرف الصحي في ري المزروعات بشكل مباشر، والتي تتم عادة في ضواحي المدن، وبالتالي أصبحت مياه الصرف الصحي تشكل مشكلة كبيرة، لذلك كان لا بد من البحث عن وسيلة لمعالجة مياه الصرف الصحي لتحقيق كفاءة عالية لإزالة الملوثات وتحسين جودة مياه الصرف الصحي، مع تقليل الأضرار الناتجة عنها من تلوث التربة والذي ينعكس سلباً على النباتات والحيوانات وصحة الإنسان، والحصول على مياه ذات جودة عالية وتحقيقها للمواصفة السورية لري المزروعات.

تم في هذا البحث دراسة لمعالجة مياه الصرف الصحي بطريقة الأقراص البيولوجية الدوارة RBC، وتحديد تأثير بعض المؤشرات التشغيلية على كفاءة المعالجة لمياه الصرف الصحي، إن هدف المعالجة بطريقة الأقراص البيولوجية الدوارة هو إنقاص الحمل العضوي لمياه الصرف الصحي بشكل اقتصادي للاستفادة منها لأغراض الري، كما أن الحمأة الناتجة يمكن استخدامها في تحسين خواص التربة.

تكمن أهمية المعالجة الهوائية بالأقراص البيولوجية الدوارة RBC:

1. زيادة كفاءة المعالجة وتخفيض أزمدة المكوث الهيدروليكي للمعالجة.
2. تخفيض الكلفة التأسيسية للمعالجة كونها تحتاج إلى مساحات صغيرة.

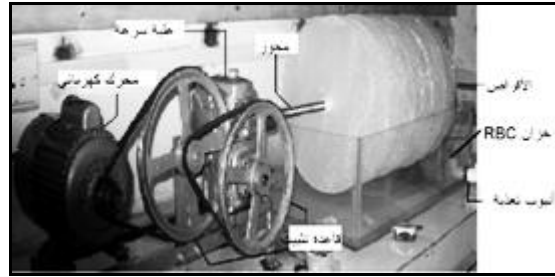
يهدف البحث إلى دراسة فعالية المعالجة بالأقراص البيولوجية الدوارة RBC لمياه الصرف الصحي، وذلك ضمن حوض مصنوع محلياً حيث يحتوي على عدد من الأقراص البلاستيكية المصنعة محلياً، ومحور حامل للأقراص ومحرك وعلبة سرعة ومنظم للتحكم بعدد الدورات، حيث تمت دراسة كفاءة إزالة الـ COD، BOD₅، المواد الصلبة العالقة TSS، خلال أزمدة المكوث الهيدروليكية مختلفة (12,24,36,48,60,72)h، ودراسة العوامل التالية:

1. دراسة تأثير السطح النوعي للأقراص على كفاءة المعالجة.
2. دراسة تأثير سرعة دوران الأقراص على كفاءة المعالجة.
3. دراسة تأثير زمن المكوث على كفاءة المعالجة.

الدراسات المرجعية

قام [1] في 2008 بتصنيع حوض مخبري للأقراص البيولوجية الدوارة RBC ثلاثي المراحل من ألواح أكريليك بسمك 8 mm، حيث تتكون كل مرحلة من 16 قرصاً، بقطر 32cm وتباعد الأقراص 8 mm، كانت مساحة السطح الإجمالية للأقراص 8.57m²، ونسبة الغمر للأقراص 33%، وكان حجم المفاعل 65.6 l، عند سرعة دوران للأقراص 4 rpm، بلغت كفاءة الإزالة للـ COD 80% و 83% عند أزمنة مكوث 16h و 24h على التوالي، وتم إزالة 92% من إجمالي COD عند زيادة زمن مكوث لمياه الصرف HRT إلى 36h، كما تم تحقيق كفاءة إزالة للـ COD بنسبة 96%، مع زيادة مساحة سطح الأقراص حيث سمحت بنمو المزيد من الكائنات الحية الدقيقة، [1].

أجرى [2] في عام 2011 تصميم نظام معالجة بالأقراص البيولوجية الدوارة لمعالجة مياه الصرف الرمادية مؤلف من مرحلة واحدة من الأقراص على مستوى مخبري، يتألف النظام من محرك كهربائي وعلبة سرعة لتخفيض عدد دورات المحرك الكهربائي كما في الشكل رقم (1).



الشكل رقم (1): نموذج الأقراص البيولوجية الدوارة للباحث [2]

تم تشغيل النظام على معدل دورات 1.7 rpm وكانت نسبة غمر الأقراص البيولوجية في الحوض 40%، تم أخذ عينات من المياه المعالجة على أزمنة مكوث مختلفة وذلك لقياس كلٍ من: pH، TDS، BOD₅، COD، TSS، وكانت كفاءة إزالة كلٍ من BOD₅ 53% و COD 60% عند زمن مكوث 1.5h، ولوحظت تغيرات طفيفة في كفاءة إزالة المواد الصلبة المعلقة TSS واعتبر الباحث أن الأقراص البيولوجية الدوارة أكثر تقنيات المعالجة فعالية في تخفيض كلٍ من COD و BOD₅، [2].

درس [3] عام 2012 معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام RBC كل مرحلة مؤلفة من 4 أقراص عمودية على محور الدوران، كل مرحلة أبعادها 100 × 100 × 300 mm، كان حجم الحوض 30l، تم تحسين مساحة سطح الأقراص عن طريق إضافة صفائح البلاستيك على سطح الأقراص، جمعت عينات المياه الرمادية يومياً من مجمع المباني السكنية لإجراء التجربة، أجريت التجارب على تراكيز مختلفة للـ COD (248، 294، 347، 395، 480 mg/l) وسرعات دوران (3 rpm، 4.5، 6)، ذكر الباحثان أنه كانت كفاءة إزالة COD 95.7% عند سرعة دوران 3rpm وبلغت 95.04% عند السرعة 4.5rpm وكما بلغت 94.96% عند 6rpm على التوالي، توصل الباحثان أن أفضل كفاءة إزالة للـ COD كانت عند السرعة 3rpm في نظام RBC، كما أكد الباحثان إمكانية استخدام المياه الناتجة عن المعالجة بالأقراص البيولوجية الدوارة للري في الحدائق دون أي مخاطر، [3].

أجرى [4] في عام 2013 دراسة لمعالجة مياه الصرف بواسطة الأقراص البيولوجية الدوارة، وقام بقياس كلٍ من pH، TSS، BOD₅، COD، وكان حوض المعالجة المستخدم مؤلف من ثلاث مراحل من الأقراص البيولوجية الدوارة ذات

سماكة 5mm المصنوعة من البلاستيك الأكرليكي¹، حجم الحوض $\ell 17$ و $\ell 12$ ، وكان مقطع الحوض نصف دائري وبقطر 30cm وطول كل مرحلة 60cm، وكل مرحلة تتضمن 12 قرصاً بأقطار (20, 22, 24 cm)، وكان تباعد الأقراص 50mm، وتم تثبيت الأقراص على محور بلاستيكي يدور بواسطة محرك كهربائي، كانت سرعة دوران الأقراص (6, 8, 10 rpm)، ونسبة غمر الأقراص 42% خلال جميع التجارب، تم إدخال مياه صرف بتراكيز مختلفة من COD و BOD_5 ، لوحظ من الدراسة أنه بلغت كفاءة إزالة BOD_5 96%، وكفاءة إزالة COD 80% وكفاءة إزالة TSS 79%، عند سرعة دوران 8rpm [4].

درس [5] في عام 2017 نموذج للأقراص البيولوجية الدوارة والمعاملات التي تؤثر على أداء النموذج مثل: زمن المكوث الهيدروليكي، سرعة الدوران، خصائص مياه الصرف المؤثرة في تشكيل طبقة الأغشية الحيوية، درجات الحرارة، ومعدلات تحميل عضوية وهيدروليكية مختلفة، حيث استخدم 10 مجموعات من الأقراص، مع تقسيم الوحدة إلى مرحلتين متتابعتين، تم تثبيت الأقراص الدوارة بشكل عمودي على المحور الحامل للأقراص والذي يدور ببطء ضمن الحوض، تم تغذية الأحواض بمياه صرف من مواقع مختلفة عند درجات حرارة ما بين ($12 \rightarrow 24^\circ C$)، وكانت مادة الأقراص من الصفائح البلاستيكية (الأكرليكي) ذات سمك 2mm وبقطر 150mm ومتباعدة بمسافات تفصل فيما بينها 90mm، وقام بترتيب الأقراص بالتوازي مع بعضها البعض، وكانت الأقراص مغمورة بنسبة 40% من كامل مساحتها، كما قام بزيادة خشونة سطح الأقراص الأكرليكية لتوفير فرصة لالتصاق الكائنات الدقيقة، تم ربط المحور الحامل للأقراص مع محرك كهربائي مزود بمنظم للتحكم في عدد دورات المحرك الكهربائي، كما درس الباحث عملية المعالجة باستخدام أزمنة مكوث هيدروليكية مختلفة (8, 12, 16, 24, 28, 36 h)، وسرعات دوران مختلفة (2, 3, 5, 7, 10 rpm)، وخلصت النتائج إلى أن أفضل كفاءة إزالة للـ COD و BOD_5 كانت عند زمن مكوث هيدروليكي 24h وعدد دورات 2rpm، [5].

درس [6] عام 2022 العوامل التي تؤثر على أداء RBC، أكد العمل التجريبي أن زمن المكوث الهيدروليكي، مواد التغليف، وسرعة الدوران لها تأثير كبير على كفاءات الإزالة والأداء. كانت سرعة الدوران المستخدمة هي (5, 8, 10 rpm)، وتوعدت مواد التغليف من البولي بروبيلين وأوراق الموز وقش قصب السكر، لوحظ أن مادة التغليف البولي بروبيلين سمحت بنمو المزيد من الكائنات الحية الدقيقة بسبب المساحة السطحية الكبيرة، وبالتالي زيادة كفاءة إزالة COD و BOD_5 وكانت أبعاد المرحلة ($35 \times 30 \times 25$ cm)، واستنتج أن سرعة الدوران هي أحد العوامل الرئيسية التي لها تأثيراً كبيراً على معدلات الإزالة لكل من COD و BOD_5 و TSS وكانت السرعة الأفضل هي 5rpm، كما بلغت كفاءة الإزالة باستخدام التغليف البولي بروبيلين حوالي 86.9% و 94.4% و 82.14% عند 5rpm وزمن مكوث هيدروليكي 72h للـ COD و BOD_5 و TSS على التوالي، [6].

في دراسة للباحث [7] 2023 لمعالجة مياه الصرف الصحي بواسطة الأقراص البيولوجية الدوارة كوحدة معالجة بيولوجية، تم تصميم وتطوير الجهاز المخبري من قبل الباحث لتخفيض الأحمال العضوية لمياه الصرف الصحي، كان قطر القرص المستخدم 260 mm ومساحة القرص الواحد $0.1062 m^2$ وعدد الأقراص 16 قرص، وسماكة القرص الواحد 4 mm، وطول المحور الحامل للأقراص 600 mm، كانت المسافة بين الأقراص 30 mm، حيث تم تصميم مرحلتين من الأقراص البيولوجية الدوارة، تم وضع المحور الحامل للأقراص في حوض المعالجة، ثم رُبط مع المحرك الكهربائي لتدوير الأقراص، كانت نسبة غمر الأقراص 45%، لوحظ نمو الأغشية الحيوية على سطح الأقراص وتشكل طبقة رقيقة على سطحها واستمرت عملية النمو 25 يوماً، كانت سرعة الدوران للتجارب 6 rpm وكانت أزمنة المكوث الهيدروليكية (4, 8,

¹ الاسم الكيميائي هو polymethyl methacrylate: مادة بوليمر بلاستيكية مهمة تم تطويرها مسبقاً، تتمتع بشفافية جيدة واستقرار كيميائي ومقاومة للظروف الجوية ومظهر جميل.

وأظهر نظام RBC نتائج جيدة، تم تخفيض BOD لمياه الصرف عند زمن مكوث 48h إلى 85mg/ℓ من BOD الإجمالي البالغ 995mg/ℓ و COD من 1220 mg/ℓ إلى 130 mg/ℓ، بلغت كفاءة إزالة BOD التي حققها نظام RBC 91.5% وكفاءة إزالة COD 89.3%، كما تم ملاحظة زيادة تركيز الأوكسجين في مياه الصرف (98%→35) مع زيادة في سرعة الدوران من 16 rpm إلى 40 rpm، [7].

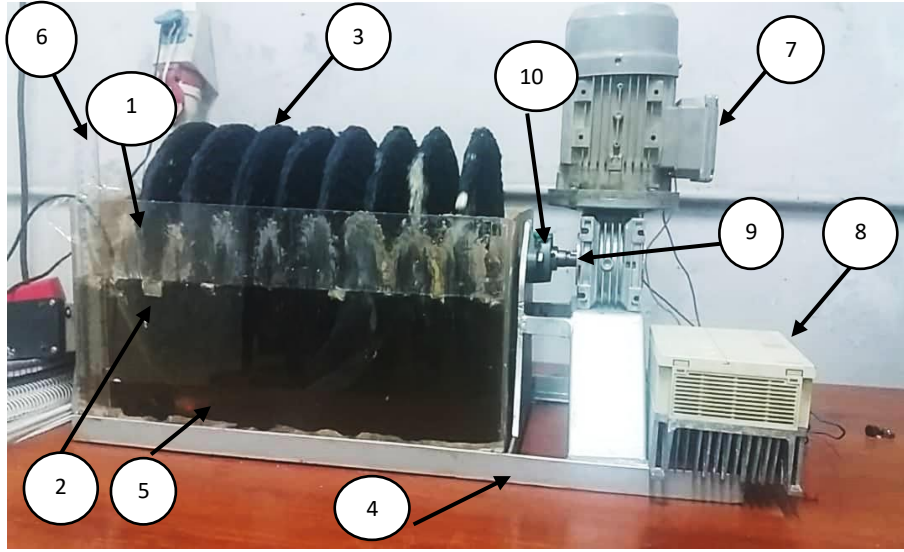
مواد وطرائق البحث

بدايةً تم تحديد مواصفات تصميم نظام RBC بناءً على الدراسات المرجعية السابقة، ويبين الجدول رقم مواصفات حوض المعالجة بالأقراص البيولوجية الدوارة.

الجدول رقم (1): مواصفات حوض المعالجة بالأقراص البيولوجية الدوارة (إعداد الباحث)

الوصف	الوحدة	القيمة
حجم الماء في الحوض	ℓ	25
عدد الأقراص	قرص	8
قطر القرص الواحد	cm	28
نسبة غمر الأقراص	%	42
التباعد بين الأقراص على المحور الأفقي	cm	5
عدد دورات المحور الحامل للأقراص في مرحلة الإقلاع	r.p.m	5
زمن المكوث الكلي	h	72
أبعاد الحوض المستخدم	cm	50 × 30 × 25
طول المحور الحامل للأقراص	cm	60
سماعة القرص	mm	3
مساحة سطح الأقراص الكلية	cm ²	9847.04
نسبة مساحة سطح الأقراص إلى حجم مياه الصرف	cm ² /ℓ	393.88
المحرك المستخدم	-	محرك ثلاثي الاطوار

تم تصميم وتصنيع أجزاء هذا النظام، ويظهر أجزاء نظام المعالجة البيولوجية بالأقراص والمجهز والمجمع من قبل الباحث.



الشكل رقم (2): نظام المعالجة بالأقرص البيولوجية الدوارة المستخدم في البحث (إعداد الباحث)

- ① حوض المعالجة ② مياه الصرف الصحي ③ الأقرص البيولوجية الدوارة ④ قاعدة تثبيت لنظام المعالجة ⑤ السخان الكهربائي ⑥ المسطرة المدرجة ⑦ المحرك الكهربائي ⑧ منظم عدد الدورات ⑨ المحور ⑩ مدحرجات (بيليا).

جمع العينات:

تم جمع عينات مياه الصرف الصحي من منطقة سكنية في مدينة حلب، وهي ناتجة عن الاستعمالات العامة السكنية.

مرحلة إقلاع النظام:

أُخذت عينات المياه ونُقلت إلى المخبر خلال 5 دقائق، وتم تحليلها قبل معالجتها، ثم البدء بإقلاع المفاعل. تم تشغيل النظام على معدل دورات 5rpm وذلك عن طريق (inverter) يتحكم بعدد الدورات، وكانت نسبة غمر الأقرص البيولوجية في الحوض بنسبة 42%، تم قياسها باستخدام مسطرة مدرجة وقد استغرقت عملية التتمية 23 يوماً.

تم أخذ عينات من المياه على أوقات مكوث مختلفة وتحليلها للتأكد من نمو الأغشية الحيوية على سطح الأقرص، وذلك بقياس كلٍّ من COD و BOD₅.

النتائج والمناقشة

أجريت الدراسة للحصول على زمن المكوث الأمثل وتحديد أفضل مادة لتغليف الأقرص وأفضل سرعة دوران، لمعالجة مياه الصرف الصحي بواسطة الأقرص البيولوجية الدوارة، وتحقيق أعلى معدلات إزالة للملوثات الموجودة في مياه الصرف، تم استخدام وحدة RBC المزودة بأقرص أكرليكية، تم اختيار القرص الأكرليكي لأنه لا يتفاعل مع نمو الميكروبات وخفيف الوزن، تم تشغيل المفاعل دفعة واحدة ودراسة معالجة مياه الصرف الصحي بعدة حالات كما يأتي:

دراسة تأثير خشونة سطح الأقرص البيولوجية الدوارة على أداء كفاءة المعالجة عند سرعة دوران 3rpm بعدة حالات:

1. أقرص دوارة دون مادة تغليف.

2. أقرص دوارة مغلقة بصفائح بولي إيثيلين منخفضة الكثافة.

3. أقرص دوارة مغلقة بقماش الفرو.

يبين الجدول رقم (1) خصائص مياه الصرف الصحي الداخلة إلى حوض المعالجة في المرحلة الأولى من التجارب:

الجدول رقم (1): خصائص مياه الصرف الصحي الداخلة إلى حوض المعالجة في المرحلة الأولى

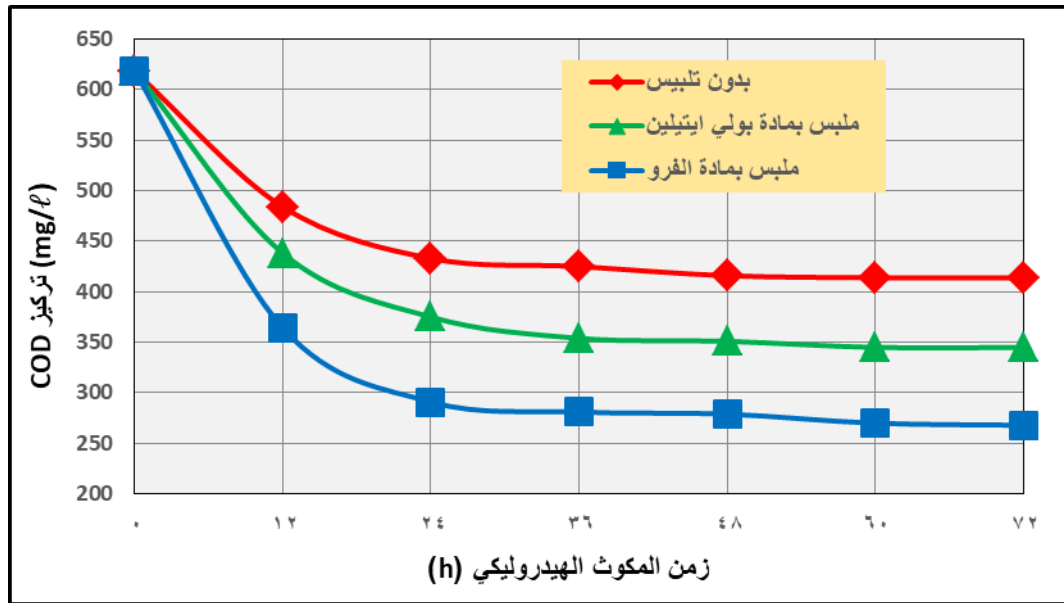
COD	618 mg/l
BOD ₅	303mg/l
TS	912 mg/l
TDS	516 mg/l
TSS	396 mg/l
pH	7.7
EC	503 μs/cm
العكارة	306 NTU

تم اختيار زمن مكوث لحد 72 h لإجراء التجارب واختيار الزمن الأمثل، كما تم تأمين الحرارة اللازمة للمعالجة عن طريق سخان كهربائي مزود بترموستات وهي 24 درجة مئوية.

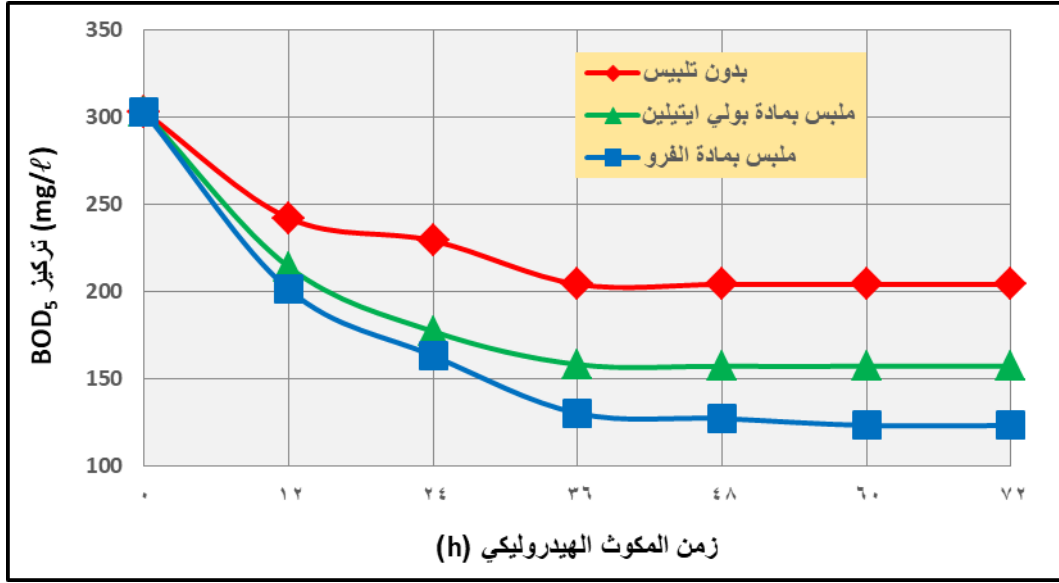
الحالة الأولى:

دراسة تأثير تغليف الأقراص بمواد مختلفة على كفاءة الإزالة لـ COD، BOD₅، TSS:

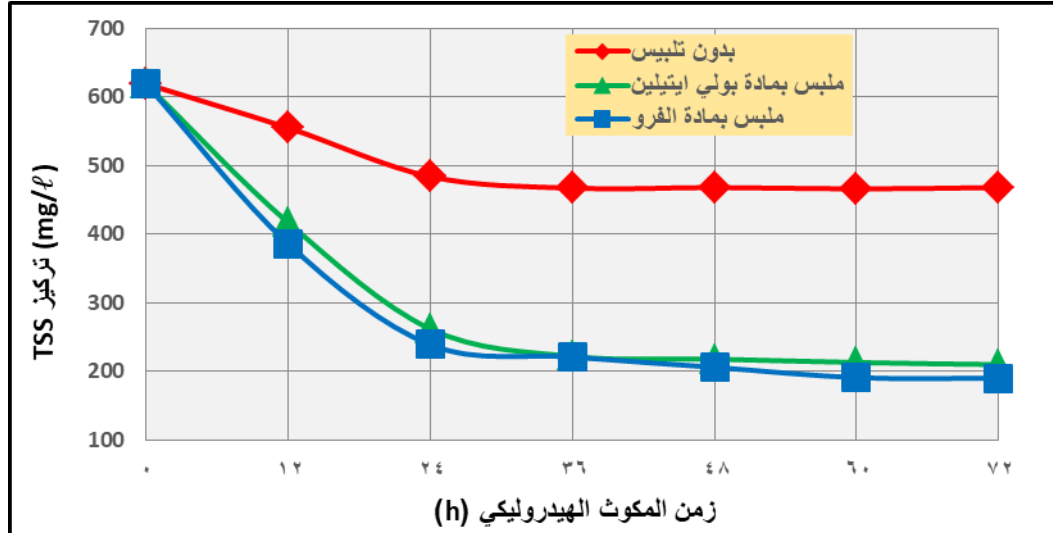
تم اختبار تغير تركيز COD، BOD₅، TSS للمياه الناتجة عن المعالجة، خلال أزمنة مكوث مختلفة (12,24,36,48,60,72h)، وذلك عند قيمة ثابتة لسرعة دوران الأقراص (3rpm)، وتم رسم العلاقة بين قيم كلٍ من الـ COD، BOD₅، TSS وزمن المعالجة، من أجل تغليف الأقراص بمواد مختلفة كما في الأشكال 5 و 6 و 7.



الشكل رقم (5): قيم الـ COD مع أزمنة المكوث من أجل تغليف الأقراص بمواد مختلفة



الشكل رقم (6): قيم BOD₅ مع أزمنة المكوث من أجل تغليف الأقراص بمواد مختلفة



الشكل رقم (3): قيم TSS مع أزمنة المكوث من أجل تغليف الأقراص بمواد مختلفة

من النتائج البحثية تم الحصول على أكبر كفاءة إزالة لكافة المعاملات المدروسة لمياه الصرف الصحي والتي كانت عند تغليف الأقراص بقماش الفرو، حيث أعطت أفضل النتائج وهذا يعني أن مادة التغليف الفرو هي المادة المثلى، ويعود سبب ذلك أن مادة قماش الفرو ذات مساحة سطح نوعي كبير سمحت بنمو المزيد من الكائنات الحية الدقيقة، وبالتالي زادت كفاءة الإزالة، كما تميزت مادة التغليف الفرو بقدرتها على تماسك الأغشية الحيوية وعدم السماح بانسلاخها بشكل سريع، كما لوحظ من الأشكال السابقة أن انخفاض تراكيز الملوثات بعد زمن مكوث 36 ساعة أصبح ضئيلاً، كما أن قيم المؤشرات لم تصل إلى التراكيز المسموحة حسب المواصفة القياسية السورية للري.

الحالة الثانية:

دراسة تأثير سرعة دوران الأقراص المغلفة بقمش الفرو على كفاءة المعالجة لـ COD، BOD₅، TSS: استناداً للنتائج السابقة باستخدام مادة تغليف الفرو والتي أعطت أعلى كفاءات إزالة، تم دراسة تأثير سرعة دوران الأقراص المغلفة بقمش الفرو على كفاءة المعالجة وفق الحالات التالية:

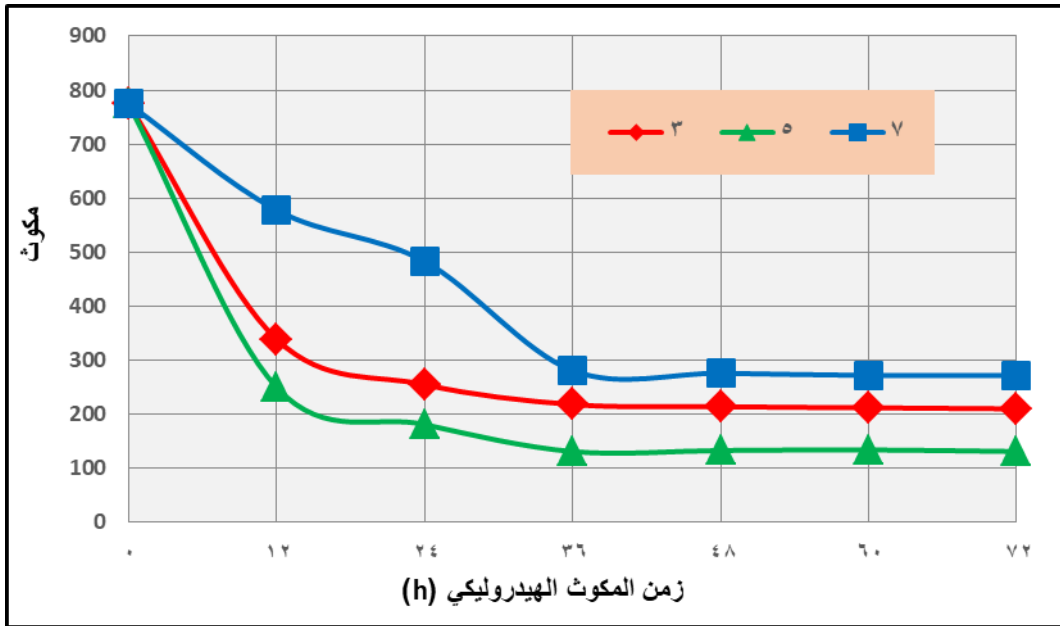
- سرعة دوران الأقراص 3 rpm
- سرعة دوران الأقراص 5 rpm
- سرعة دوران الأقراص 7 rpm

يوضح الجدول خصائص مياه الصرف الصحي الداخلة إلى حوض المعالجة لتجارب الحالة الثانية.

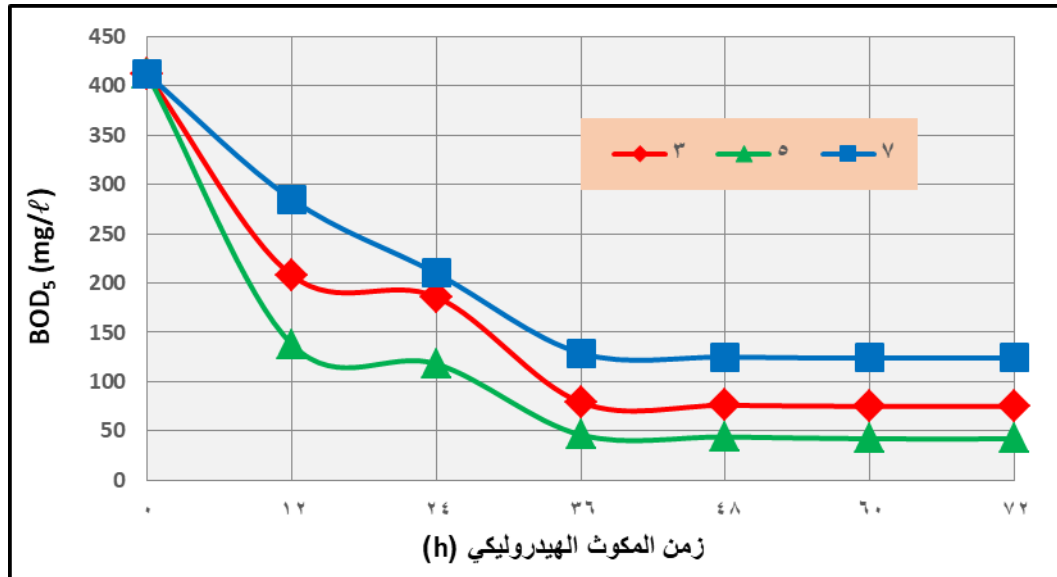
الجدول رقم (3): خصائص مياه الصرف الصحي الداخلة إلى حوض المعالجة

COD	775 mg/ℓ
BOD ₅	412 mg/ℓ
TS	1100 mg/ℓ
TDS	596 mg/ℓ
TSS	604 mg/ℓ
pH	7.6
EC	526 μs/cm
العكارة	431 NTU

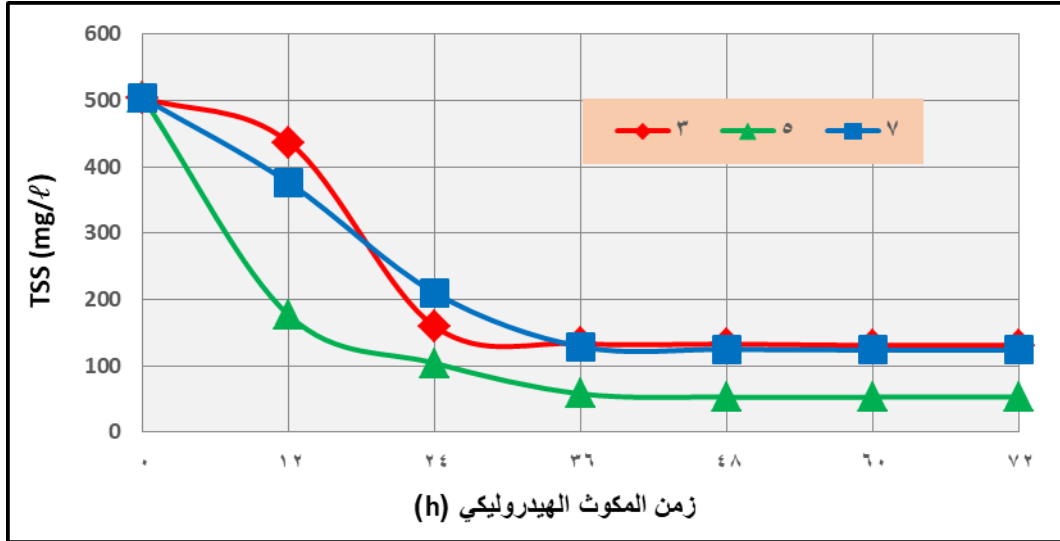
تم اختبار تغير تركيز COD، BOD₅، TSS للمياه الناتجة عن المعالجة، خلال أزمنة مكوث مختلفة (12، 24، 36، 48، 60، 72)، وذلك عند قيم مختلفة لسرعة دوران الأقراص (3، 5، 7 rpm)، وتم رسم العلاقة بين قيم COD، BOD₅، TSS وأزمنة المكوث من أجل قيم مختلفة لسرعة دوران الأقراص كما في الأشكال 8 و 9 و 10 .



الشكل رقم (2): قيم COD مع أزمئة المكوث من أجل سرعات دوران مختلفة للأقراص



الشكل رقم (3): قيم BOD5 مع أزمئة المكوث من أجل سرعات دوران مختلفة للأقراص



الشكل رقم (4): قيم TSS مع أزمنة المكوث من أجل سرعات دوران مختلفة للأقراص

من النتائج البحثية تم الحصول على أكبر كفاءة إزالة لكافة المعاملات المدروسة لمياه الصرف الصحي والتي كانت عند سرعة دوران 5 rpm، حيث أعطت أفضل النتائج بالمقارنة مع المعاملات الأخرى، وهذا يعني أن سرعة الدوران 5 rpm هي السرعة المثلى، حيث قامت بإدخال الكمية الكافية من الأوكسجين لعمل البكتريا الهوائية وبالتالي زادت كفاءة المعالجة، وكانت جميع تراكيز مؤشرات التلوث لمياه الصرف في هذه الحالة عند زمن مكوث 36 h وهي أقل من القيم الموضوعة من قبل المواصفة السورية لري المزروعات.

الاستنتاجات

- ✓ أظهرت النتائج البحثية كفاءة استخدام الأقراص البيولوجية كنموذج مناسب لمعالجة مياه الصرف الصحي، وكانت قيم تراكيز الملوثات في المياه الناتجة عن عملية المعالجة عند تغليف الأقراص بمادة الفرو وسرعة الدوران 5 rpm وزمن مكوث 36 h أقل من القيم المسموحة حسب المواصفة السورية لري المزروعات.

TSS	COD	BOD ₅	المؤشر
			نوعية المياه
التركيز (mg/ℓ)			
604	775	412	في المياه قبل المعالجة
58	131	46	في المياه المعالجة بعد زمن 36 h
1500	300	150	في المياه المعالجة حسب المواصفة القياسية السورية لري المزروعات

- ✓ من النتائج البحثية تم الحصول على أكبر كفاءة إزالة لكافة المعاملات المدروسة لمياه الصرف الصحي والتي كانت عند تغليف الأقراص بقماش الفرو وزمن مكوث 36h، حيث وصلت كفاءة الإزالة لكل من COD ، BOD₅ ، TSS إلى 54.53% ، 57.10% ، 46.10% على الترتيب.

✓ من النتائج البحثية تم الحصول على أكبر كفاءة إزالة لكافة المعاملات المدروسة لمياه الصرف الصحي والتي كانت عند سرعة دوران 5 rpm و زمن مكوث 36h، حيث وصلت كفاءة الإزالة لكلٍ من COD ، BOD₅ ، TSS إلى 83.10% ، 88.83% ، 88.49% على الترتيب.

المراجع

- [1] A. Ebrahimi, M. Asadi and G. Najafpour, "DAIRY WASTEWATER TREATMENT USING THREE-STAGE ROTATING BIOLOGICAL CONTACTOR (NRBC)," *IJE Transactions B: Applications*, vol. 22, no. 2, pp. 107–114, 2009.
- [2] A. A. PATHAN, R. B. MAHAR and K. ANSARI, "Preliminary Study of Greywater Treatment through Rotating Biological Contactor," *MEHRAN UNIVERSITY RESEARCH JOURNAL OF ENGINEERING & TECHNOLOGY*, vol. 30, no. 3, pp. 531–538, 2011.
- [3] S. Enayathali.S and D. V. Kumar, "Effect of Rotational Speed of Blades for Treating Grey water In Rotating Biological Contactors," *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, vol. 2, no. 3, pp. 2294–2297, 2012.
- [4] P. A. Kadu, R. B. Landge and Y. R. M. Rao, "Treatment of dairy wastewater using rotating biological contactors," *European Journal of Experimental Biology*, vol. 3, no. 4, pp. 257–260, 2013.
- [5] M. R. Tonde, P. J. R. Mali and P. S. B. Patil, "Study of Rotating Biological Contactors (RBCs) for Wastewater Treatment Process," in *International Conference Proceeding ICGTETM*, Bambhori, Jalgoan, 2017.
- [6] M. A. Mohamed, R. M. ElHefnyb and H. A. Fouada, "Reviewing Rotating Biological Contactor's Different Aspects for Wastewater," *ENGINEERING RESEARCH JOURNAL*, vol. 51, no. 2, pp. 180–187, 2022.
- [7] P. Powar, V. Nejkar, P. Patil and V. Naik, "Dairy Wastewater Treatment with RBC as Secondary unit and use of treated Effluent for Agriculture," in *E3S Web of Conferences 405*, Ichalkaranji, Maharashtra State, India, 2023.

Journal of Hama University

Editorial Board and Advisory Board of Hama University Journal

Managing Director: Prof. Dr. Abdul Razzaq Salem

- **Chairman of the Editorial Board: Asst. Prof. Dr. Noura Hakmi**

Secretary of the Editorial Board (Director of the Journal): Soaad Al Tabba

Members of the Editorial Board:

- **Prof. Dr. Hassan Al Halabiah**
- **Prof. Dr. Muhammad Zuher Al Ahmad**
- **Asst. Prof. Rawad Khabbaz**
- **Dr. Nasser Al Kassem**
- **Dr. Othman Nakkar**
- **Dr.Samer Tomeh.**
- **Dr.Mahmoud Alfattama.**
- **Dr. Abdel Hamid Al Molki**

Advisory Body:

- **Prof. Dr. Hazza Moufleh**
- **Prof. Dr. Muhammad Fadel**
- **Prof. Dr. Rabab Al Sabbagh**
- **Prof. Dr. Abdul Fattah mohammad**
- **Asst. Prof. Dr. Muhammad Ayman Sabbagh**
- **Asst. Prof. Dr. Jamil Hazzouri**
- **Dr. Mauri Gadanfar**
- **Dr. Beshr Sultan**
- **Dr. Mohammad Merza**

Language Supervision:

- **Prof. Dr. Waleed Al Sarakibi**
- **Asst. Prof. Dr. Maha Al Saloom**

Journal of Hama University

Objectives of the Journal

Hama University Journal is a scientific, coherent, periodical journal issued annually by the University of Hama; aims at:

- 1- publishing the original scientific research in Arabic or English which has the advantages of human cultural knowledge and advanced applied sciences, and contributes to developing it, and achieves the highest quality, innovation and distinction in various fields of medicine, engineering, technology, veterinary medicine, sciences, economics, literature and humanities, after assessing them by academic specialists.
- 2- publishing the distinguished applied researches in the fields of the journal interests.
- 3- publishing the research notes, disease conditions reports and small articles in the fields of the journal interests.

Purpose of the Journal:

- Encouraging Syrian and Arab academic specialists and researchers to carry out their innovative researches.
- It controls the mechanism of scientific research, and distinguishes the originals from the plagiarized, by assessing the researches of the journal by specialists and experts.
- The journal seeks the enrichment of the scientific research and scientific methods, and the commitment to quality standards of original scientific research.
- Aiming to publish knowledge and popularize it in the fields of the journal interests and specialties, and to develop the service fields in society.
- Motivating researchers to provide research on the development and renewal of scientific research methods.
- It receives the suggestions of researchers and scientists about everything that helps in the advancement of academic research and in developing the journal.
- popularization of the aimed benefit through publishing its scientific contents and putting its editions in the hands of readers and researchers on the journal website and developing and updating the site.

Publishing Rules in Hama University Journal:

1. The material sent for publication have to be authentic, of original scientific and knowledge value, and should be characterized by language integrity and documentation accuracy
2. It should not be published or accepted for publication in other journals, or rejected by others. The researcher guarantees this by filling out a special entrusting form for the journal.
- 3- The research has to be evaluated by competent specialists before it is accepted for publication and becomes its property. The researcher will not be entitled to withdraw research in case of refusal to publish it.
4. The language of publication is either Arabic or English, and the administration of the journal is provided with a summary of the material submitted for publication in half a page (250 words) in a language other than the language in which the research has been written, and each summary should be appended with key words.

Deposit of scientific research for publication:

Firstly, the publication material should be submitted to the editor of the journal in four paper copies (one copy includes the name of the researcher or researchers, the addresses, telephone numbers. The names of the researchers or any reference to their identity should not be included in the other copies). Electronic copy should be submitted, printed in Simplified Arabic, 12 font on one side of paper measuring 297 x 210 mm (A4). A white space of 2.5 cm should be left from the four sides, but the number of search pages are not more than fifteen pages (pagination in the middle bottom of the page), and be compatible with (Microsoft Word 2007 systems) at least, and in single spaces including tables, figures and sources , saved on CD, or electronically sent to the e-mail of the journal.

Secondly, The publication material shall be accompanied by a written declaration confirming that the research has not been published before, published in another journal or rejected by another journal.

Thirdly, the editorial board of the journal has the right to return the research to improve the wording or make any changes, such as deletion or addition, in proportion to the scientific regulations and conditions of publication in the journal.

Fourthly, The journal shall notify the researcher of the receiving of his research no later than two weeks from the date of receipt. The journal shall also notify the researcher of the acceptance of the research for publication or refusal of it immediately upon completion of the assessment procedures.

Fifthly, the submitted research shall be sent confidentially to three referees specialized in its scientific content. The concerned parties shall be notified of the referee's observations and proposals to be undertaken by the candidate in accordance with the conditions of publication in the journal and in order to reach the required scientific level.

Sixthly. The research is considered acceptable for publication in the journal if the three referees (or at least two of them) accept it, after making the required amendments and acknowledging the referees.

- If the third referee refuses the research by giving rational scientific justifications which the editorial board found fundamental and substantial, the research will not be accepted for publication even if approved by the other two referees.

Rules for preparing research manuscript for publication in applied colleges researches:

First, The submitted research should be in the following order: Title, Abstract in Arabic and English, Introduction, Research Objective, Research Material and Methods, Results and Discussion, Conclusions and Recommendations, and finally Scientific References.

- **Title:**

It should be brief, clear and expressive of the content of the research. The title font in the publishing writing is bold, (font 14), under which, in a single – spaced line, the name of the researcher (s) is placed, (bold font 12), his address, his scientific status, the scientific institution in which he works, the email address of the first researcher, mobile number, (normal/ font 12). The title of the research should be repeated again in English on the page containing the Abstract. The font of secondary headings should be (bold/ font 12), and the style of text should be (normal/ font 12).

- **Abstract or Summary:**

The abstract should not exceed 250 words, be preceded by the title, placed on a separate page in Arabic, and written in a separate second page in English. It should include the objectives of the study, a brief description of the method of work, the results obtained, its importance from the researcher's point of view, and the conclusion reached by the researcher.

- **Introduction :**

It includes a summary of the reference study of the subject of the research, incorporating the latest information, and the purpose for which the research was conducted.

- **Materials and methods of research:**

Adequate information about work materials and methods is mentioned, adequate modern resources are included, metric and global measurement units are used in the research. The statistical program and the statistical method used in the analysis of the data are mentioned, as well as, the identification of symbols, abbreviations and statistical signs approved for comparison.

- **Results and discussion :**

They should be presented accurately, all results must be supported by numbers, and the figures, tables and graphs should give adequate information. The information should not be repeated in the research text. It should be numbered as it appears on the research text. The scientific importance of the results should be referred to, discussed and supported by up-to-date resources. The discussion includes the interpretation of the results obtained through the relevant facts and principles, and the degree of agreement or disagreement with the previous studies should be shown with the researchers' opinion and personal interpretation of the outcome.

- **Conclusions:**

The researcher mentions the conclusions he reached briefly at the end of the discussion, adding his recommendations and proposals when necessary.

- **Thanks and acknowledgement:**

The researcher can mention the support agencies that provided the financial and scientific assistance, and the persons who helped in the research but were not listed as researchers.

Second- Tables:

Each table, however small, is placed in its own place. The tables take serial numbers, each with its own title, written at the top of the table, the symbols *, ** and *** are used to denote the significance of statistical analysis at levels 0.05, 0.01, or 0.001 respectively, and do not use these symbols to refer to any footnote or note in any of the search margins. The journal recommends using Arabic numerals (1, 2, 3) in the tables and in the body of the text wherever they appear.

Third- Figures, illustration and maps:

It is necessary to avoid the repetition of the figures derived from the data contained in the approved tables, either insert the numerical data in tables, or graphically, with emphasis on preparing the figures, graphs and pictures in their final shapes, and in appropriate scale and be scanned accurately at 300 pixels / inch. Figures or images must be black and white with enough color contrast, and the journal can publish color pictures if necessary, and give a special title for each shape or picture or figure at the bottom and they can take serial numbers.

- Fourth- References:

The journal follows the method of writing the name of the author - the researcher - and the year of publication, within the text from right to left, whatever the reference is, for example: Waged Nageh and Abdul Karim (1990), Basem and Samer (1998). Many studies indicate (Sing, 2008; Hunter and John, 2000; Sabaa et al., 2003). There is no need to give the references serial numbers. But, when writing the Arabic references, write the researcher's (surname), and then, the first name completely. If the reference is more than one researcher, the names of all researchers should be written in the above mentioned manner. If the reference is non-Arabic, first write the surname, then mention the first letter or the first letters of its name, followed by the year of publication in brackets, then the full title of the reference, the title of the journal (journal, author, publisher), the volume, number and page numbers (from - to), taking into account the provisions of the punctuation according to the following examples:

العوف، عبد الرحمن و الكزبري، أحمد (1999). التنوع الحيوي في جبل البشري. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 15(3):33-45.

Smith, J., Merilan, M.R., and Fakher, N.S., (1996). *Factors affecting milk production in Awassi sheep*. J. Animal Production, 12(3):35-46.

If the reference is a book: the surname of the author and then the first letters of his name, the year in brackets, the title of the book, the edition, the place of publication, the publisher and the number of pages shall be included as in the following example:

Ingrkam, J.L., and Ingrahan, C.A., (2000). *Introduction In: Text of Microbiology*. 2nd ed. Anstratia, Brooks Co. Thompson Learning, PP: 55.

If the research or chapter of a specialized book (as well as the case of Proceedings), scientific seminars and conferences), the name of the researcher or author (researchers or authors) and the year in brackets, the title of the chapter, the title of the book, the name(s) of editor (s), publisher and place of publication and page number as follows:

Anderson, R.M., (1998). *Epidemiology of parasitic Infections*. In : Topley and Wilsons Infections. Collier, L., Balows, A., and Jassman, M., (Eds.), Vol. 5, 9th ed. Arnold a Member of the Hodder Group, London, PP: 39-55.

If the reference is a master's dissertation or a doctoral thesis, it is written like the following example:

Kashifalkitaa, H.F., (2008). *Effect of bromocriptine and dexamethasone administration on semen characteristics and certain hormones in local male goats*. PhD Thesis, College of veterinary Medecine, University of Baghdad, PP: 87-105.

• **The following points are noted:**

- The Arabic and foreign references are listed separately according to the sequence of the alphabets (أ، ب، ج) or (A, B, C).
- If more than one reference of one author is found, it is used in chronological order; the newest and then the earliest. If the name is repeated more than once in the same year, it is referred to after the year in letters a, b, c as (1998)^a or (1998)^b... etc.
- Full references must be made to all that is indicated in the text, and no reference should be mentioned in case it is not mentioned in the body of the text.
- Reliance, to a minimum extent, on references which are not well-known, or direct personal communication, or works that are unpublished in the text in brackets.
- The researcher must be committed to the ethics of academic publishing, and preserve the intellectual property rights of others.

Rules for the preparation of the research manuscript for publication in the researches of Arts and Humanities:

- The research should be original, novel, academic and has a cognitive value, has language integrity and accuracy of documentation.
- It should not be published, or accepted for publication in other publication media.
- The researcher must submit a written declaration that the research is not published or sent to another periodical for publication.
- The research should be written in Arabic or in one of the languages approved in the journal.
- Two abstracts, one in Arabic and the other in English or French, should be provided with no more than 250 words.
- Four copies of the research should be printed on one side of A4 paper with an electronic copy (CD) according to the following technical conditions:

The list (sources and references) shall be placed on separate pages and listed in accordance with the rules based on one of the following two methods:

(A) The surname of the author, his first name, the title of the book, the name of the editor (if any), the publisher, the place of publication, the edition number, the date of publication.

(B) The title of the book: the name of the author, the title of the editor (if any), the publisher, the place of publication, the edition number, the date of the edition.

- Footnotes are numbered at the bottom of each page according to one of the following documentation ways

A - Author's surname, his first name: book title, volume, page.

B - The title of the book, volume number, page.

- Avoid shorthand unless indicated.

- Each figure, picture or map in the research is presented on a clear independent sheet of paper.

- The research should include the foreign equivalents of the Arabic terms used in the research.

For postgraduate students (MA / PhD), the following conditions are required:

(A) Signing declaration that the research relates to his or her dissertation.

(B) The approval of the supervisor in accordance with the model adopted in the journal.

C – The Arabic abstract about the student's dissertation does not exceed one page.

- The journal publishes the researches translated into Arabic, provided that the foreign text is accompanied by the translation text. The translated research is subject to editing the translation only and thus is not subject to the publication conditions mentioned previously. If the research is not assessed, the publishing conditions shall be considered and applied on it.

- The journal publishes reports on academic conferences, seminars, and reviews of important Arab and foreign books and periodicals, provided that the number of pages does not exceed ten.

Number of pages of the manuscript Search:

The accepted research shall be published free of charge for educational board members at the University of Hama without the researcher having any expenses or fees if he complies with the publishing conditions related to the number of pages of research that should not exceed 15 pages of the aforementioned measures, including figures, tables, references and sources. The publication is free in the journal up to date.

Review and Amendment of researches:

The researcher is given a period of one month to reconsider what the referees referred to, or what the Editorial Office requires. If the manuscript does not return within this period or the researcher does not respond to the request, it will be disregarded and not accepted for publication, yet there is a possibility of its re-submission to the journal as a new research.

Important Notes:

- The research published in the journal expresses the opinion of the author and does not necessarily reflect the opinion of the editorial board of the journal.
- The research listing in the journal and its successive numbers are subject to the scientific and technical basis of the journal.
- A research that is not accepted for publication in the journal should not be returned to its owners.
- The journal pays nominal wages for the assessors, 2000 SP.
- Publishing and assessment wages are granted when the articles are published in the journal.
- The researches received from graduation projects, master's and doctoral dissertations do not grant any financial reward; they only grant the researcher the approval to publish.
- In case the research is published in another journal, the Journal of the University of Hama is entitled to take the legal procedures for intellectual property protection and to punish the violator according to regulating laws.

Subscription to the Journal:

Individuals, and public and private institutions can subscribe to the journal

Journal Address:

- The required copies of the scientific material can be delivered directly to the Editorial Department of the journal at the following address: Syria - Hama - Alamein Street - The Faculty of Veterinary Medicine - Editorial Department of the Journal.

Email: hama.journal@gmail.com

magazine@hama-univ.edu.sy

website: : www.hama-univ.edu.sy/newssites/magazine/

Tel: 00963 33 2245135

contents		
Title	Resarcher Name	Page number
Comparison of Different GPT Versions and Study of The Effectiveness of CAHTGPT in The Medical Sector	Dr. Maisaa Diab Maryam Al-Mousa Al-Maksour	2
The Effect of Polymeric Fibers on The Properties of Silty Soils	DR. Mahmoud Toloj	18
Applying Risk-Based Thinking Methodology To Improve Reliability And Safety Of Small UAV	Eng. Zohair Saqr Dr. ObaidMEng. Maha Badra Al-Sahli	32
Fitting the Genetic Algorithms and Automation for use to selection of steel warehouses of mobile plant for demolition resultants recycling in case of matching warehouse groups in all locations	Eng. Nassib Zaarour Dr. Hamza Ali Dr. Ghosoun Danhash	46
Modeling &Simulation of a Photovoltaic pumping system Based (P&O) MPPT Algorithm	Dr. Ahmad Kurdi	61
Studying the city of Hamas need for fixed services to implement sustainable planning using geographic information systems software.	Amal Ali Mn Dr: Hamza Alali Dr: Mariam Samaan	84
Modeling the behavior of a reinforced concrete beam on the finite element program ANSYS	Eng. Sonia ABEDO	110
Design of an Array Antenna with a Quasi-Isotropic Radiation Pattern Using FrameRadiators	Dr. Eng. Abdoulmouen Ahmed Alrifai	122
An Experimental Study to Improve The Performance of Rotating Biological Contactors for Wastewater Treatment	Eng.Inas Adi Dr.Eng.Ali Diab	133

An Experimental Study to Improve The Performance of Rotating Biological Contactors for Wastewater Treatment	Yousef Samir Deeb Muhammad munzer Al-Ahmad	149
--	---	------------