

مجلة جامعة البعث

سلسلة العلوم الهندسية الميكانيكية
والكهربائية والمعلوماتية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 45 . العدد 10

1444 هـ - 2023 م

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

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

مديرة مكتب مجلة جامعة البعث
بشرى مصطفى

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

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

الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة البعث

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

. هاتف / فاكس : 2138071 31 963 ++

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

. البريد الإلكتروني : [magazine@ albaath-univ.edu.sy](mailto:magazine@albaath-univ.edu.sy)

ISSN: 1022-467X

شروط النشر في مجلة جامعة البعث

الأوراق المطلوبة:

- 2 نسخة ورقية من البحث بدون اسم الباحث / الكلية / الجامعة) + CD / word من البحث منسق حسب شروط المجلة.
 - طابع بحث علمي + طابع نقابة معلمين.
 - إذا كان الباحث طالب دراسات عليا:
يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقة على النشر في المجلة.
 - إذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:
يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.
 - إذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية من خارج جامعة البعث :
يجب إحضار كتاب من عمادة كليته تثبت أنه عضو بالهيئة التدريسية و على رأس عمله حتى تاريخه.
 - إذا كان الباحث عضواً في الهيئة الفنية :
يجب إرفاق كتاب يحدد فيه مكان و زمان إجراء البحث ، وما يثبت صفته وأنه على رأس عمله.
 - يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (العلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية):
عنوان البحث .. ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).
- 1- مقدمة
 - 2- هدف البحث
 - 3- مواد وطرق البحث
 - 4- النتائج ومناقشتها .
 - 5- الاستنتاجات والتوصيات .
 - 6- المراجع.

- يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (الآداب - الاقتصاد - التربية - الحقوق - السياحة - التربية الموسيقية وجميع العلوم الإنسانية):
- عنوان البحث .. ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).
- 1. مقدمة.
- 2. مشكلة البحث وأهميته والجديد فيه.
- 3. أهداف البحث و أسئلته.
- 4. فرضيات البحث و حدوده.
- 5. مصطلحات البحث و تعريفاته الإجرائية.
- 6. الإطار النظري و الدراسات السابقة.
- 7. منهج البحث و إجراءاته.
- 8. عرض البحث و المناقشة والتحليل
- 9. نتائج البحث.
- 10. مقترحات البحث إن وجدت.
- 11. قائمة المصادر والمراجع.
- 7- يجب اعتماد الإعدادات الآتية أثناء طباعة البحث على الكمبيوتر:
 - أ- قياس الورق 25×17.5 B5.
 - ب- هوامش الصفحة: أعلى 2.54- أسفل 2.54 - يمين 2.5- يسار 2.5 سم
 - ت- رأس الصفحة 1.6 / تذييل الصفحة 1.8
 - ث- نوع الخط وقياسه: العنوان . Monotype Koufi قياس 20
- . كتابة النص Simplified Arabic قياس 13 عادي . العناوين الفرعية Simplified Arabic قياس 13 عريض.
- ج . يجب مراعاة أن يكون قياس الصور والجداول المدرجة في البحث لا يتعدى 12سم.
- 8- في حال عدم إجراء البحث وفقاً لما ورد أعلاه من إشارات فإن البحث سيهمل ولا يرد البحث إلى صاحبه.
- 9- تقديم أي بحث للنشر في المجلة يدل ضمناً على عدم نشره في أي مكان آخر، وفي حال قبول البحث للنشر في مجلة جامعة البعث يجب عدم نشره في أي مجلة أخرى.
- 10- الناشر غير مسؤول عن محتوى ما ينشر من مادة الموضوعات التي تنشر في المجلة

11- تكتب المراجع ضمن النص على الشكل التالي: [1] ثم رقم الصفحة ويفضل استخدام التهميش الإلكتروني المعمول به في نظام وورد WORD حيث يشير الرقم إلى رقم المرجع الوارد في قائمة المراجع.

تكتب جميع المراجع باللغة الانكليزية (الأحرف الرومانية) وفق التالي:
آ . إذا كان المرجع أجنبياً:

الكنية بالأحرف الكبيرة . الحرف الأول من الاسم تتبعه فاصلة . سنة النشر . وتتبعها معترضة (-) عنوان الكتاب ويوضع تحته خط وتتبعه نقطة . دار النشر وتتبعها فاصلة . الطبعة (ثانية . ثالثة) . بلد النشر وتتبعها فاصلة . عدد صفحات الكتاب وتتبعها نقطة . وفيما يلي مثال على ذلك:

-MAVRODEANUS, R1986- Flame Spectroscopy. Willy, New York, 373p.

ب . إذا كان المرجع بحثاً منشوراً في مجلة باللغة الأجنبية:

. بعد الكنية والاسم وسنة النشر يضاف عنوان البحث وتتبعه فاصلة، اسم المجلد ويوضع تحته خط وتتبعه فاصلة . المجلد والعدد (كتابة مختزلة) وبعدها فاصلة . أرقام الصفحات الخاصة بالبحث ضمن المجلة . مثال على ذلك:

BUSSE,E 1980 Organic Brain Diseases Clinical Psychiatry News , Vol. 4. 20 – 60

ج . إذا كان المرجع أو البحث منشوراً باللغة العربية فيجب تحويله إلى اللغة الإنكليزية و التقيد

بالبنود (أ و ب) ويكتب في نهاية المراجع العربية: (المراجع In Arabic)

رسوم النشر في مجلة جامعة البعث

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

المحتوى

الصفحة	اسم الباحث	اسم البحث
26-11	د. اليدا اسبر	إدارة مجموعة الخدمات بطريقة ديناميكية
60-27	د. مروه اسد د. محمد باكير	تحسين فعالية محرك نبضي نفاث بدون صمامات من خلال رفع الضغط الأولي لحجرة الاحتراق
86-61	م. ميس ابراهيم م. لبنى حايك	رسم الممیزة الميكانيكية لمحرك تحريضي ثلاثي الطور باستخدام Raspberry pi
114-87	ميسم زريفه د. سهيل حنا	دراسة تحليلية لتأثير تدفق مياه المبخر المائي على معامل أداء المضخة الحرارية (ماء-هواء)

134-115	م. نغم عبد الله	مقارنة بين أداء أداة شتل مفردة الأسطوانة وأداة شتل مزدوجة الأسطوانة
154-135	رامي حمود د. احمد قره علي د. بدر العلي	تأثير بعض العوامل الفيزيائية والكيميائية على نمو بكتريا Bacillus المعزولة من الروسوبيات الشاطئية لمنطقة أقاميا

إدارة مجموعة الخدمات بطريقة ديناميكية

ملخص

يستمر استخدام الانترنت في الانتشار السريع حتى تم الوصول لمليارات الخدمات غير المتجانسة والتي تقدم من أجهزة مختلفة، لذلك تغيرت طرق بناء أنظمة التعاون خصوصا مع تطور البرامج والتطبيقات التي تهدف لتلبية طلبات المستخدمين بدقة، حيث أن بناء كتلة مركبة من الخدمات التي تحقق رغبات المستخدمين ديناميكياً و بوجود بيانات غير متجانسة تعتمد على العديد من الأجهزة المختلفة المحمولة وغيرها من موارد يمثل تحدياً.

في هذا البحث نقترح طريقة تهدف لإدارة هذه الأنظمة المختلفة الموجهة نحو الخدمة وإدارة الخدمات المقدمة بطريقة ديناميكية من خلال نظام ديناميكي يتضمن العديد من الكيانات (الخدمات المجردة) لها مدخلاتها ومخرجاتها بهدف توفير الخدمات وبياناتها للمستخدمين وتقديم لهم الإدارة الذاتية وفقاً لمتطلباتهم المتغيرة.

الكلمات المفتاحية: اختيار الخدمة، التعاون، نظام ديناميكي

Manage the services Collection in a dynamic way

Abstract

The use of the Internet continues to spread rapidly until billions of heterogeneous services were reached, which are provided from different devices. Therefore, the ways of building cooperture systems have changed, especially with the development of programs and applications that aim to meet the demands of users accurately. Therefore, building a complex mass of services that fulfill the desires dynamically in the presence of heterogeneous environments dependent on many different mobile devices and other resources is a challenge. In this research, we propose a method that aims to manage these various service-oriented systems and manage the services provided in a dynamic manner through a dynamic system that includes many entities (abstract services) that have their inputs and outputs in order to provide services and their data to users and provide them with self-management according to their changing requirements.

Keywords: Service selection, Cooperation, Dynamic system

1-المقدمة

خلال السنوات الماضية انتشرت الانترنت والخدمات المقدمة للمستخدمين بشكل كبير ولا زالت مستمرة بالانتشار مع تزايد عدد المستخدمين المتطلبين دائما للتطور لذلك هذا الانتشار الكبير يتطلب حلول جديدة وتعزيز أنظمة ذكية لتمكين التطبيقات مختلفة المجالات من التواصل مع بعضها ومع المستخدم مثل (المجال الصحي، النقل، الخدمات الاجتماعية وغيرها).

بالتالي الجمع بين خدمات الانترنت وإدارتها بهدف تحقيق التشغيل البيئي [8] بين هذه الخدمات يعتبر خطوه مهمة جديدة لبناء أنظمة ذكية لا يزال تحديا قائما خصوصا مع تطور متطلبات المستخدمين [9].

تم التطرق لهذه المشكلة في مجال نظم المعلومات الموجهة للخدمات SOA [3] دون الأخذ بعين الاعتبار الميزات التي يجب أن تتمتع بها الخدمة من أجل تلبية احتياجات المستهلك، ما هي مستويات الأداء المطلوبة لهذه الميزات لتقديمها خدمة عالية الجودة (سعر الخدمة، وقت الاستجابة، معدل الاستجابة) [2][1] لذلك نقترح وصف متطلبات الخدمة بالاعتماد على البيانات المنتظرة والخصائص المتاحة من قبل المستخدمين بهدف إدارة خدمات النظام بشكل ديناميكي.

سنوضح المشكلة المطروحة من خلال المثال التالي: في سيناريو نظام النقل توجد خدمات مختلفة تتبادل الخدمات المقدمة حيث نعتبر الخدمة هي أي معلومة أو بيانات يتم توفيرها (على سبيل المثال يمكن الوصول إليها من خلال الأجهزة المحمولة، لابتوب... وغيرها)

إن تنوع الخدمات المتعلقة بمحطة النقل والتي تعطي معلومات عن المحطة نفسها (مثلا معلومات عامة، تنبيهات، توافر أماكن وقوف السيارات، المتاجر المتوفرة ضمن المحطة،

أو كل ما يمكن بثه للمستخدمين ويجذب موضوع اهتمامهم، يتطلب التحديث وأن تكون متوفرة بشكل دائم للمستخدم لأن الخدمات المقدمة الخاصة بمحطة النقل ستبث على الأجهزة المختلفة للمستخدمين الذين يتفاعلون مع النظام من خلال أجهزتهم المختلفة التطبيقات بحيث يمكنهم التعبير عن اهتماماتهم مما يتطلب من جميع أجهزة النقل أن تكون مجهزة بأجهزة يمكن الوصول إليها من خلال الخدمات المتوفرة بشكل دائم.

تقدم هذه الأجهزة الخدمة فيما يتعلق بموقع وسيلة النقل والتي يمكن أن تتغير وأيضا المستخدمين يمكنهم التعبير عن أنواع مختلفة من الاهتمامات المتغيرة ويمكن توفير العديد من الخدمات المقدمة ديناميكيا بواسطة مزودين مختلفين وبالتالي بناء نظام متكيف مع التغيرات والتطورات التي تلبى احتياجات المستخدمين أمر بالغ الأهمية ومن الضروري إدارة هذه الخدمات بطريقة ديناميكية تلبى طلبات المستخدمين.

2. الدراسة المرجعية

في [4] قدم الباحث نموذج يهدف لتنفيذ الخدمات في بيئة موزعة وغير متجانسة دون الأخذ بعين الاعتبار ديناميكية التغيير بين الخدمات أثناء تجميعها بما يحقق طلبات عدة مستخدمين لنفس الخدمة.

في [5] قدم طريقة لاختيار الخدمة المثلى أثناء تدفق وتجميع الخدمات المرشحة للتركيب لكن مع تزايد الخدمات المقدمة عبر الانترنت وتزايد حجم وتعقيد الأنظمة الموجهة للخدمة لابد من فهم الخطأ وآلية استبدال الخدمات لتكوين تركيب متجانس يلبي الطلب بالوقت المناسب.

في [6] قدم نهجا يهدف لتركيب الخدمات وفقا للسياق، لكن لا بد من استرداد الخدمات عند اخفاقها والذي يمكن أن يحدث في أوقات التنفيذ المختلفة وخصوصاً مع تزايد

خدمات الانترنت أصبح من الضروري تقديم بنية ديناميكية قابلة لإعادة الاستخدام لتلبية احتياجات المستخدمين.

في [7] قدم طريقة لتجميع الخدمات الموزعة لكن هذه الطريقة غير فعالة نظرا لعدم توزيع الخدمات حسب الوظائف التي تؤديها لذلك لا بد من التعامل مع التغيرات المتوقعة لتركيب الخدمات بطريقة ديناميكية ومراعاة وظائف الخدمات المتشابهة ومشكلة التوزيع الديناميكي للخدمات المقدمة من عدة مزودين.

إن اختيار الخدمات المثلى وإدارتها لا يزال تحديا قائما في مجال تركيب الخدمات حاولنا من خلال طريقتنا المقترحة المعتمدة على القواعد والتخطيط لبناء نظام ديناميكي يقدم خطة تنفيذية تمكن المستخدمين من تحقيق أهدافهم في الحصول على المطلوب في الواقع تنوعت الأبحاث التي تهتم بتركيب الخدمات وتقديم الخدمة المناسبة للمستخدم وتعددت الجوانب التي تهتم بها هذه الأبحاث حيث ركز أغلبها على طرق تركيب الخدمات والخوارزميات لتوليد خطة تركيب بناء على مخطط مسبق غير قابل للتغيير أو التكيف مع متطلبات المستخدمين المتغيرة [12].

بالنظر لعملنا المقترح بعض الأبحاث عملت على تجميع أو تصنيف الخدمات بناء على مدخلات ومخرجات هذه الخدمات [11]، إلا أنه لتركيب الخدمات يجب اختيار أفضل الخدمات لتحقيق عملية التركيب وفقاً لمعايير وسياقات المستخدمين المتغيرة بشكل دائم. هدفنا هو تقديم خطة قابلة للتنفيذ من خلال إدارة تلقائية للخدمات وفقاً للمتطلبات المعبر عنها وتنفيذها بسرعة وبالتالي هدفنا عملية اختيار الخدمات بشكل ديناميكي أن تتم أثناء عملية تركيب الخدمات ليتم التكيف مع المتطلبات المتغيرة.

لذلك عند تركيب الخدمات يجب معرفة ومراعاة القيود المفروضة على كل خدمة لتحقيق التعاون بين الشركاء ويجب مراعاة التغيرات الديناميكية ولا بد من تحديد آلية اختيار للخدمات المناسبة التي تحقق الهدف ضمن الزمن المطلوب وخصوصاً مع تواجد عدد

كبير من الخدمات التي تقدم نفس الوظائف مما يجعل اختيار الخدمة المناسبة للتنفيذ مهمة صعبة مع تزايد وتطور الأجهزة الذكية.

3. هدف البحث

نتيجة التطور السريع للأجهزة الذكية أصبح من الضروري استكشاف الخدمات الضرورية التي تلبي حاجات المستخدمين المعقدة من خلال تركيب الخدمات أو الجمع بين عدة خدمات تلبي حاجتهم، بما أن تركيب الخدمات لا يزال تحد كبير مع تزايد عدد الخدمات التي تقدم نفس الوظائف مما جعل اختيار الخدمة المثلى مهمة صعبة خصوصاً مع تزايد الأجهزة ذات المعالجة الذكية والحاجة الضرورية لتركيب الخدمات بأفضل زمن ممكن يلبي حاجة المستخدمين المختلفة، هدفنا لإدارة الخدمات وتجميعها بطريقة ديناميكية تلبي الطلب بالوقت المناسب لعدة مستخدمين.

بالتالي نهدف لتقديم نظام ديناميكي يتضمن العديد من الكيانات (الخدمات المجردة) لها مدخلاتها ومخرجاتها بهدف توفير الخدمات وبياناتها للمستخدمين وتقديم لهم الإدارة الذاتية وفقاً لمتطلباتهم المتغيرة .

4. نظام إدارة الخدمات

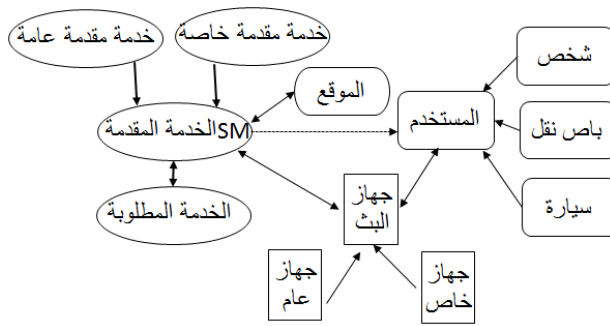
لإدارة الخدمات نحتاج لعنصر أساسي وهو قاعدة المعرفة (مصدر المعلومات الأساسي) التي تتيح تخزين ومشاركة معلومات النظام وسلوكه (التكيف مع التغيرات المطلوبة) وبالتالي نحتاج أيضاً لمراقبة بيئة العمل والمحلل الذي يتخذ القرارات، سيعمل النظام وفقاً للمخطط الذي بدوره يسهل معرفة الإجراءات الواجب اتخاذها بهدف تنفيذها من قبل منفذ.

إن المراقب سيقدم الأغراض المختلفة التي يمكن إرسالها والتي يمكن تغييرها وفقاً للطلبات والإجراءات المعطاة، يتلقى المخطط بدوره المعلومات من المحلل ويولد خطط

التنفيذ ليقوم المنفذ بتحقيقها، عندئذ يقوم المراقب بتجميع الطلبات المختلفة من عدة أجهزة (مستخدمين) والخدمات المرتبطة بها ليتم تقديم الخدمة المستدعاة التي تحقق الهدف الأساسي. وتعتبر مصدر المعلومات الأساسي حيث يمكنه التغيير وفق المتطلبات والسياق والسلوك المتوقع للنظام.

رمزنا للخدمة المقدمة ب SM والتي يمكن أن تمثل بيانات خام أو معلومات بعدة تنسيقات مثل مستند HTML، فيديو معين ، ملف صوتي وندرجها ضمن موضوعات الاهتمام وتكون على اتصال بالنظام ، بحيث أي كيان في النظام المهتم بالوصول إلى الخدمة المقدمة (يوفر له هذه الخدمة) ومستخدمي الخدمة يتألفون من الأشخاص والمركبات المتصلة مثلا الحافلات وغيرها.

واعتمدنا التسميات التالية مثلا (الموقع هو تمثيل للمواقع المختلفة للخدمات المقدمة، أجهزة البث وتسمى أيضاً (أجهزة العرض) تمثل الكائنات المادية التي تبث الخدمات المقدمة مثلا إذا الشخص يملك هاتف ذكي يعتبر بمثابة جهاز بث لأنه يمكن الوصول إليه لإرسال الخدمة المقدمة إليه) من خلال تطبيق الهاتف المحمول)) كما موضح في الشكل[1].



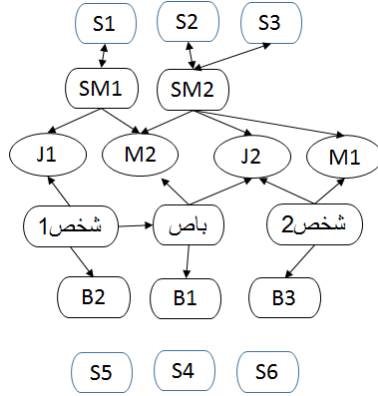
الشكل 1: سياق الخدمات المقدمة

مثلا يمكن للمواطنين امتلاك هاتف محمول الذي يعتبر بمثابة جهاز بث خاص وفي حال كان سفرهم في حافلة ذات شاشات عرض لديهم حق الوصول إلى جهاز (أجهزة البث للحافلة) أيضا إلى جانب المواقع والموضوعات ذات الاهتمام.

عرفنا رقم خاصية للكائن هذه الخاصية تميز حقيقة أنه يجب إرسال الخدمة المقدمة إلى مجموعة من الكيانات على أساس موقعها واهتماماتها هذه المعرفة تعتبر عنصر أساسي في اتخاذ القرار للمحلل.

في حالة الاستخدام الخاصة بعملنا تقوم قاعدة المعرفة بإنشاء مثال للخدمة الموجودة وتستمر بمراقبة للحالة الحالية للنظام.

بفرض لدينا الخدمات المقدمة التالية $SM1, SM2$ كما موضح في الشكل يوجد حافلة وشخصان في النظام الشخص 1 هو من ركاب الحافلة والشخص 2 لم يركب في الحافلة ، يتم إنشاء موضوعين مختلفين $jz1, jz2$ مع موقعين مختلفين $M1, M2$ الخدمة الأولى التي تقدم نسميها الخدمة المقدمة الأولى هي المتعلقة بالموقع الثاني والخدمة المقدمة الثانية ترتبط بكلا الموقعين $M1, M2$ ، يتم تقديم الخدمات المرتبطة على سبيل المثال الخدمة المقدمة الثانية لديها خدمتان محتملتان لاسترداد الخدمة المقدمة ، أي اثنان يمكنهما استخدام بروتوكولات وأنواع بيانات مختلفة.



الشكل 2: تمثيل الكيانات

ويحدد المحلل الكيانات المهمة بالخدمات المقدمة المستهدفة بفضل قاعدة المعرفة حيث دور المحلل لاستخراج هذه المعرفة وإنشاء طلب التغيير للتخطيط بكيفية إرسال كل خدمة مقدمة إلى الجهات المعنية بناء على الأجهزة التي يمكنهم الوصول إليها.

باستخدام القواعد يمكن تحديد ما إذا كان يجب إرسال أي خدمة مقدمة SM إلى كيان (حافلة على سبيل المثال) أم لا. بناء على المعرفة الحالية تمكن قواعد النظام من تحديد ما إذا كان الأشخاص هم من ركاب الحافلة) وبالتالي استنتاج أن لديهم إمكانية الوصول إلى جهاز البث الخاص بها وترث مكانتها أيضا.

باستخدام قواعد التفريق بين المحتويات الخاصة والجماعية متى تتوفر خدمات مقدمة جديدة (أغراض) قد يطلقها المحلل لاستنتاج المعرفة بالاعتماد على ما هو موجود حاليا في قاعدة المعرفة ثم يقوم المحلل بإنشاء المعرفة المستنتجة (الكائن المستنتج) تشير الخصائص إلى الكيان الذي يجب إرسال الخدمة المقدمة إليه).

كتابة شرط قاعدة

- 1) If \exists Entity O ^is interested in (J) then collect (O,J)
- 2) If \exists Entity O ^ \exists service(SM)^has related Subject(SM,J)^has related a location(SM,M)^is located to(O,M)then should be sent to (SM,O)

إن Service تمثل الخدمات المختلفة المقدمة

إن SM تمثل البيانات ذات الصلة والتي تقدمها الخدمات Services والتي يمكن أن تستهلكها مجموعة الكيانات الكائن O يمثل الأشخاص أو الباص أو أي كيان في النظام مهتم بالوصول إلى البيانات المنتجة عن طريق الخدمات.

B: يمثل أي نوع من الأجهزة التي تمكن النظام من بث البيانات إلى الكيانات

إذاً يقوم المحلل بتحديد العناصر المطلوب تضمينها على أساس الأغراض المتلقاة والمعرفة الحالية في حالتنا تعتبر الخدمات المقدمة التي يجب إرسالها إلى الكيانات والعناصر الضرورية لتمكين المخطط من إنشاء ملف خطة التنفيذ للقيام بذلك فإنه يجمع معلومات حول الكيانات ما هي الأجهزة التي يمكنهم الوصول إليها وما هي الخدمات المتاحة والخدمات المستخدمة المرتبطة بالمحتوى لأجهزة البث.

5.مخطط التنفيذ:

الهدف من المخطط هو توليد خطة التنفيذ هذا يعني أن تكون التغييرات المطلوبة تمت بهدف إنشاء خطة الرسم لأن خطة التنفيذ تنتج مباشرة سير العمل من الخدمات المراد الاتصال بها على سبيل المثال استرداد البيانات من مجموعة من الخدمات، أداء

الإجراءات أو التحويلات قبل إرسال الخدمات المقدمة إلى الكيانات المحددة عن طريق إضافة خدمات إضافية لتناسبها التنسيق المنتظرة ودمج الخدمات المقدمة (معلومات وغيرها....) طبعاً حسب حاجة الكيانات وأجهزة البث المرتبطة بالخدمات المقدمة ويمكن الوصول إليها (الخدمة المقدمة المطلوبة).

6. قواعد إدارة ودمج الخدمات

الهدف من القواعد هو دمج الخدمات قبل إرسال محتوياتها إلى جهاز بث يعتمد على من يجب أن يتلقى هذه الخدمة المقدمة وماهي الأجهزة التي يمكن لهذه الكيانات الوصول إليها، عملنا على ترتيب القواعد في ثلاث طبقات الأولى مخصصة لتقديم عقد الدمج كما في الرسم لدمج ملفات الخدمات المقدمة.

الطبقة الثانية تعمل على نتائج الأولى طبقة لإجراء الاتصال بين العقد M التي تم إنشاؤها والخدمات.

والطبقة الثالثة مخصصة لإزالة العقد المعزولة المتبقية أي الأشخاص وأجهزة البث وعقد الخدمات المقدمة واحتفظ فقط بالعقد أي الخدمات الدمج أو العقد للحصول على خطة التنفيذ نتيج هذه القواعد إنشاء عقد وسيطة أي دمج العقد لتجميع ناتج عدة خدمات قبل إرسالها للخدمات المطلوبة.

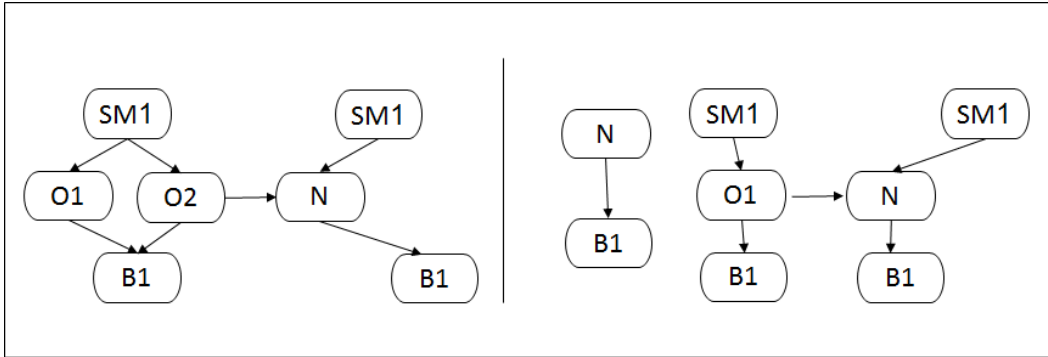
تكمن الفكرة في إعادة تجميع الخدمات المقدمة التي تحمل معلومات تهتم بها عدة عناصر والتي لديها حق الوصول إلى هذه الخدمات المقدمة، هذه الخدمات المقدمة المسترجعة سيتم دمجها أثناء مرحلة التنفيذ واستخدامها بجهاز عرض مشترك بناء على القاعدة الأولى ننشئ العقد M.

هدفنا من القاعدة الأولى هو إنشاء عقدة عندما يكون لدينا كائنين يجب أن يتلقوا نفس الخدمة من جهاز عرض عام (مثلا المسافرين في نفس حافلة النقل).

إن دمج الخدمات المطلوبة قبل إرسالها لجهاز البث يعتمد على من يجب أن يتلقاها وما هي الأجهزة التي يمكن للكيانات الوصول إليها.

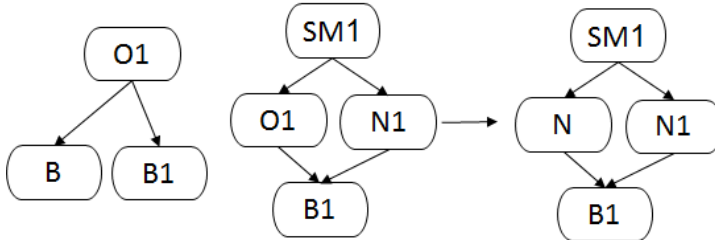
نهدف من القاعدة 1 و 2 كما موضح في الشكل [3] إلى انشاء عقد كمدخلات للخدمة المطلوبة المرتبطة بجهاز البث وليكن B1. أي أنه يجب على كيانيين تلقي نفس الخدمة المقدمة ومشاركة جهاز عرض مشترك (على سبيل المثال هم ركاب نفس الحافلة) كما مبين في الشكل نبين سلوك القواعد بأكملها تم إنشاؤها بواسطة المحلل.

حيث يبين الشكل التالي الرسم البياني للخطة والنموذج الناتج عن تحويل المخطط وفقا للقواعد



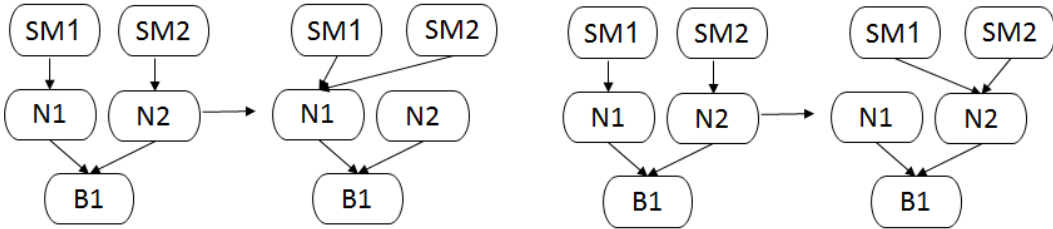
الشكل 3: الرسم البياني للخطة

وعرفنا القاعدة الثالثة بعد إزالة العقد المعزولة (الأشخاص، أجهزة البث والخدمات) ونحتفظ بالعقد (أي خدمات الدمج) للحصول على خطة التنفيذ.



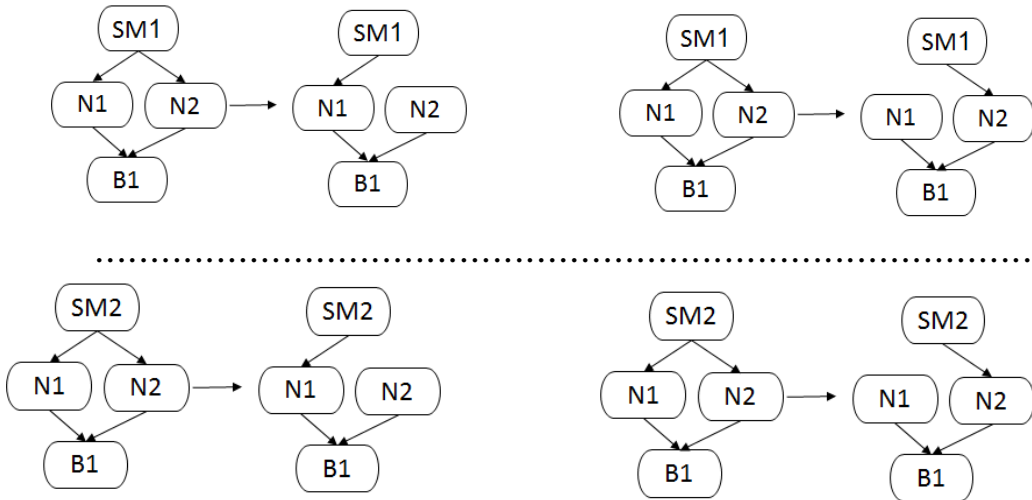
الشكل 4: إزالة العقد المعزولة

ويوضح الشكل مخطط الخطة التي تم الحصول عليها حيث قمنا بإنشاء العقد N بالاعتماد على حقيقة أن غرضين يجب أن يتلقوا نفس الخدمة المقدمة



الشكل 5: إنشاء العقد للأغراض التي تتلقى نفس الخدمة

ثم تستخدم العقد N لربط الخدمات المقدمة للأجهزة أو تجميع العقد N لتجنب تعدد العقدة N المرتبطة بنفس الجهاز.



الشكل 6: تجميع العقد

7. مبدأ التطابق بالبحث عن نفس الخدمة

نعتمد مبدأ التطابق المنطقي بأن يكون لكلا الخدمتين نفس الخرج النهائي

يبين الجدول التالي الروابط المنطقية المختلفة للخدمات

S1	S2	S1VS2	S1^S2	S1→S2
T	T	T	T	T
F	T	T	F	F
T	F	T	F	F
F	F	F	F	T

Rule: $S1 \leftrightarrow S2$ is equivalent to $S2 \leftrightarrow S1$

$S1 \leftrightarrow S2$ is equivalent to $S2 \leftrightarrow S1$

Rule: $S1 \wedge (S2 \wedge S3)$ is equivalent to $(S1 \wedge S2) \wedge (S1 \wedge S3)$

$S1 \wedge (S2 \wedge S3)$ is equivalent to $(S1 \wedge S2) \wedge (S1 \wedge S3)$

التعابير المنطقية: حيث تشير نتيجة true إلى أن الحدث المطلوب يتوافق مع الإجرائية

وتشير النتيجة false إلى أن الحدث المطلوب لا يتوافق مع الإجرائية. وهناك حاجة

ملحة إلى لغة معيارية موحدة لمعالجة وتوجيه الاتصالات الأساسية في خدمة الويب.

يجب أن تستخدم الإجرائية لغة تضمن تمثيل الإجرائية وتحقق المتطلبات التالية:

- يجب أن تعرف بشكل جيد. يمكن اعتبار لغة الإجرائية محددة جيدا إذا كانت البنية وهيكل الإجرائية واضحين وبدون غموض،
- أن تتميز اللغة بالمرونة وقابلية التوسع. يجب أن تكون لغة الإجرائية مرنة بما فيه الكفاية للسماح بالتعبير عن معلومات الإجراءات الجديدة، وأن تكون قابلة للتوسع بما يكفي للسماح بإضافة الأنواع الجديدة من الإجراءات.
- قابلية التبادل والتواصل مع لغات أخرى. هناك عادة العديد من اللغات التي يمكن استخدامها في مجالات مختلفة للتعبير عن إجراءات مماثلة، و التبادل

أمر لا بد منه للسماح لخدمات مختلفة أو تطبيقات مختلفة من مجالات مختلفة الاتصال ببعضها البعض وفقا للسلوك المذكور في هذه الإجراءات.

من هذه اللغات نذكر XACML (Extensible Access Control Markup Language [10] هي توسع من XML وهي لغة مراقبة الوصول و لغة الطلب والرد، وهذه اللغة تزود معاني مشتركة للتعبير عن الأحداث والأهداف وشروط الوصول وتعبر عن الاستفسارات عن إمكانية الوصول لهدف معين وتصف الإجابات لأي استعلام. يكمن هدفنا المستقبلي تطبيق القواعد السابقة باستخدام لغة XACML وتوضيح آلية عمل النظام المقترح .

المراجع

- [1] Newcomer, E, Lomow G, 2005, "Understanding SOA with Web Services," Addison Wesley, ISBN 0-321-18086-0.
- [2] Pulparambil, S., and Baghdadi, Y., "Service oriented architecture maturity models: A systematic literature review," *Computer Standards & Interfaces*, 61, 65-76. (2019).
- [3] Papazoglou, M. P. and Georgakopoulos, A. D., "Service-Oriented Computing," In *Communications of the ACM*, vol. 46 (10), pp. 24-28.2003.
- [4] M.R. Namjoo, A. Keramati Analysing Causal dependencies of composite service resilience in cloud manufacturing using resource-based theory and DEMATEL method *Int J Comput Integr Manuf*, 31 (10) (2018), pp. 942-960
- [5] F. Li, L. Zhang, Y. Liu, Y. Laili, F. Tao A clustering network-based approach to service composition in cloud manufacturing *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 30 (12) (2017), pp. 1331-1342
- [6] Yuan Yuan, Weishi Zhang, Xiuguo Zhang. « A Context-aware Self-adaptation Approach for Web Service Composition ». 3rd International Conference on Information Systems Engineering. (2018)
- [7] S Sadeghram, H Ma, G Chen -A distance-based genetic algorithm for robust data-intensive web service composition in dynamic bandwidth environment 2020 IEEE International ..., 2020
- [8] C. Paniagua, "Service interface translation. an interoperability approach," *Applied Sciences*, vol. 11, no. 24, p. 11643, 2021.
- [9] S. Iarovyi, J. L. M. Lastra, R. Haber, and R. del Toro, "From artificial cognitive systems and open architectures to cognitive manufacturing systems," in 2015 IEEE 13th international conference on industrial informatics (INDIN). IEEE, 2015, pp. 1225–1232.
- [10] HR Nielson, F Nielson: The logic of XACML. Science Computer Pro-gramming, 2014.
- [11] M. Zhu, J. Li, G. Fan, and K. Zhao, "Modeling and verification of response time of qos-aware web service composition by timed csp," in *Procedia Computer Science*, vol. 141, pp. 48–55, 2018.
- [12] Y. Zhu, Z. Huang, and H. Zhou, "Modeling and verification of webservices composition based on model transformation," *Journal of software: practice and experience*, vol. 47, pp. 709–730, 2016.

تحسين فعالية محرك نبضي نفاث بدون صمامات من خلال رفع الضغط الأولي لحجرة الاحتراق

طالب الدراسات العليا: مروه اسد

كلية: الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة: البعث

الدكتور المشرف: محمد عبده باكير

الملخص

يهدف البحث إلى الدراسة والتقييم الترموديناميكي لمحرك هجين لنوعين من المحركات: المحرك النفاث النبضي والمحرك العنفي، حيث تم دراسة امكانية استخدام المحرك العنفي كضاغط، يعطي كمية من الهواء المضغوط الفائض ليستخدم لتشغيل المحرك النبضي عديم الصمامات، إضافة الى عمله الأساسي كمحرك عنفي نفاث كامل يعطي قوة دفع، وبالتالي دراسة امكانية الاستخدام المختلط للمحرك العنفي والمحرك النبضي معاً لإنتاج الدفع للطائرة. حيث تم استنتاج أفضل قيمة لنسبة استنزاف الهواء المضغوط من ضاغط المحرك العنفي إلى المحرك النبضي عديم الصمامات، وبمقارنة أداء المحرك المقترح مع أداء المحرك العنفي النفاث التقليدي، وصلت نسبة التحسن عند بارامترات التشغيل الأفضل لعمل المحرك الى 55% عند قوة الدفع، 25% عند الاستهلاك النوعي للوقود، 15% للمردود الحراري، و3% لمردود الدفع.

الكلمات المفتاحية:

محرك عنفي نفاث - محرك نبضي نفاث - دورة همفري - دورة برايتون.

Increase the Efficiency of Valveless Pulsejet Engine by Raising the Initial Pressure

Abstract

This paper aims to study and analysis the thermodynamic properties of the proposed engine, and the ability of using Turbo engine as compressor that generates pressed air to be used in running the Pulsejet engine besides of its basic work as a complete Turbo engine that produces impulse force, then ability hybrid using both Pulse engine and Turbo engine to produce the impulse for plane. Moreover, we will get the best value of pressed air mass ration from Turbo engine to Pulse engine, and compare properties results of the proposed engine with classical Turbo engine. Improving ration reaches to 55% for thrust, 25% for specific fuel consumption, 15% for thermal efficiency and 3% for propulsive efficiency.

Keywords:

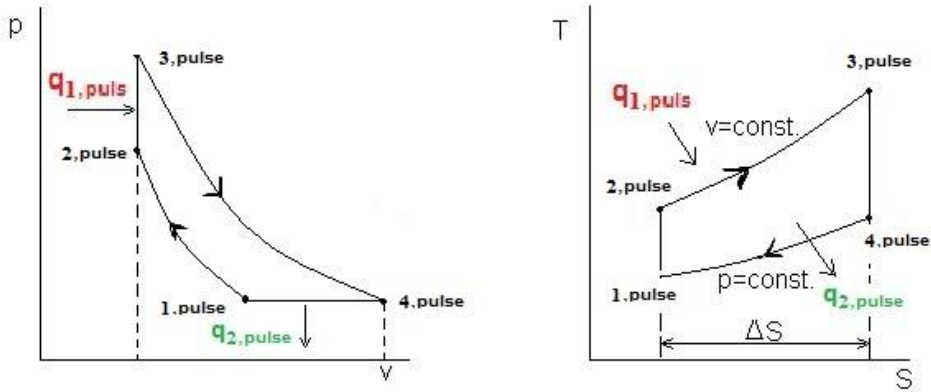
Turbojet Engine, Pulsejet Engine, Humphrey Cycle, Briton Cycle

1- مقدمة:

المحركات النفاثة النبضية هي نوع من المحركات النفاثة اللاعنفية تعمل على مبدأ الاحتراق تحت حجم ثابت في حجرة احتراق خاصة مما يؤدي الى ازدياد الضغط بدون استخدام ضاغط ميكانيكي، ثم يتم التمدد في انبوب خاص [1].
تمتاز هذه المحركات ببساطة التصميم حيث لا تحتوي على اجزاء متحركة (لا عنفة ولا ضاغط) مما يجعلها نموذجاً فريداً بين المحركات يقترب من المحركات الصاروخية. [6]

2- الدورة الترموديناميكية للمحرك النبضي ذو الانضغاط الأولي:

المحرك النبضي ذو الانضغاط الأولي هو محرك دفع غير تقليدي يتم تأمين الهواء المضغوط الداخل اليه بطرق مختلفة، يعمل وفق دورة ترموديناميكية رباعية هي دورة همفري. يبين الشكل رقم (1) الدورة المذكورة في الاحداثيات $p-v$ والاحداثيات $T-S$: [8]



الشكل (1) : الدورة الترموديناميكية للمحرك النبضي ذو الانضغاط الأولي

تجري دورة همفري ذات الانضغاط الأولي في المحرك النبضي على النحو التالي: [2]

✓ يتم ضغط الغاز العامل (الهواء الجوي) في ضاغط مناسب من الضغط الجوي

$P_a = P_{1,pulse}$ وحتى الضغط $P_{2,pulse}$. ويستهلك أثناء ذلك عملاً خارجياً.

- ✓ يتم بعد ذلك تسخين الهواء المضغوط بتقديم كمية الحرارة و قدرها $q_{1,pulse}$ من مصدر خارجي (وقود) ويتم التسخين تحت حجم ثابت مما يسبب ارتفاع ضغط الغاز العامل حتى القيمة $P_{3,pulse}$.
- ✓ يتم بعد ذلك تمدد الغاز العامل في أنبوب نفث مناسب من الضغط $P_{3,pulse}$ وحتى الضغط $P_{4,pulse}$ والذي يساوي الضغط الجوي $P_{1,pulse}$. وينتج عن ذلك عمل للاستخدام الخارجي (على شكل طاقة حركية تنتج قوة دفع).
- ✓ يتم بعد ذلك تبريد الغاز العامل تحت ضغط ثابت من النقطة $(4,pulse)$ الى النقطة $(1,pulse)$. ويتم ذلك عملياً باستبدال الغاز العامل بهواء جوي جديد ونبذ كمية من الحرارة $q_{2,pulse}$.
- ✓ ان التسخين تحت حجم ثابت يحتاج إلى إغلاق حجرة التسخين في لحظة إضافة الحرارة، ويجب أن يتم بعد ذلك فتح الحجرة للسماح بتمدد الغاز الذي تم تسخينه. إن ذلك يعني إغلاق وفتح حجرة الاحتراق بشكل متكرر مما يعني أن دورة همفري هي من النوع التكراري الذي ينتج " دفعات " من العمل على شكل طاقة حركية، تنتج " نبضات " من قوة الدفع وليس دفعاً مستمراً. وهي أقرب إلى دورات المحركات المكبسية التكرارية منها إلى دورة المحرك العنفي المستمرة. [6]
- ✓ ومن هنا أيضاً تسمية المحرك الذي يعمل وفقها " بالمحرك النبضي ".
- ✓ المميزات الترموديناميكية لهذه الدورة هي:

$$\beta = \frac{P_{2,pulse}}{P_{1,pulse}} \quad , \quad \Gamma = \frac{P_{3,pulse}}{P_{2,pulse}} = \frac{T_{3,pulse}}{T_{2,pulse}}$$

حيث:

β : نسبة الانضغاط الأولية خارج المحرك النبضي.

Γ : نسبة ارتفاع الضغط في حجرة احتراق المحرك النبضي.

✓ فانه يمكن استنتاج عمل الدورة ومردودها الحراري اللذان يمكن إعطائهما بالعلاقة
النهائية التالية:

✓ العمل:

$$W = q_{1,pulse} - q_{2,pulse} = C_{VG} \cdot (T_{3,pulse} - T_{2,pulse}) - C_{PG} \cdot (T_{4,pulse} - T_{1,pulse})$$

$$W = \frac{R_G T_1}{k_G - 1} \cdot \left[\beta^{\frac{k_G - 1}{k_G}} \cdot (\Gamma - 1) - k_G \cdot (\Gamma^{\frac{1}{k_G}} - 1) \right]$$

حيث:

C_{VG} : السعة الحرارية النوعية لغازات الاحتراق عند حجم ثابت.

C_{PG} : السعة الحرارية النوعية لغازات الاحتراق عند ضغط ثابت.

k_G : الأس الأديباتي لغازات الاحتراق

R_G : الثابت النوعي لغازات الاحتراق

✓ المردود الحراري:

$$\eta_{th} = 1 - \frac{q_{2,pulse}}{q_{1,pulse}}$$

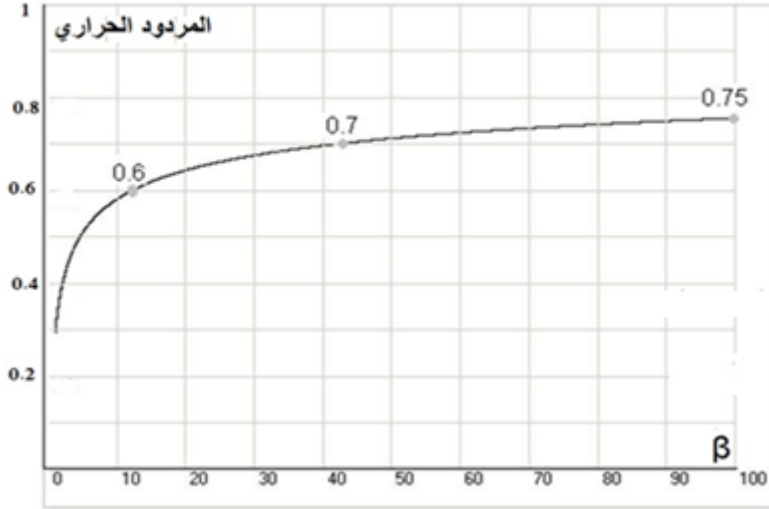
$$\eta_{th} = 1 - \frac{k_G \cdot (\Gamma^{\frac{1}{k_G}} - 1)}{\beta^{\frac{k_G - 1}{k_G}} \cdot (\Gamma - 1)}$$

يلاحظ من العلاقات السابقة أن عمل دورة همفري ومردودها النظري يتعلقان بكل من نسب الانضغاط في الضاغط ونسبة التسخين في حجرة الاحتراق التي تتعلق بدورها بنسبة الانضغاط. [5]

يمكن التعويض عن Γ في العلاقات السابقة بالعلاقة:

$$\Gamma = \frac{P_{3,pulse}}{P_{2,pulse}} = \frac{T_{3,pulse}}{T_{2,pulse}} = \frac{T_{3,pulse}}{T_{1,pulse} \cdot \beta^{\frac{k_G-1}{k_G}}}$$

عند دراسة علاقة المردود بنسبة الانضغاط المبينة في الشكل التالي (2) سمح باستنتاج ما يلي: [8].



الشكل (2): علاقة المردود الحراري مع نسبة الانضغاط

1- تمتلك دورة همفري (الدورة الترموديناميكية للمحرك النبضي مع انضغاط أولي) مردوداً حرارياً قيمته (0.27 - 0.2) عند عدم وجود انضغاط أولي. أي أن المحرك العامل وفق هذه الدورة يمكن مبدئياً أن يعمل بدون وجود ضاغط. لذلك كانت النماذج الأولى للمحركات النبضية مصنوعة بدون ضاغط ميكانيكي. واعتمد على الانضغاط الناتج عن التسخين فقط لجريان الدورة.

2- يمكن زيادة مردود هذه الدورة بزيادة نسبة الانضغاط. ويزداد سريعاً حتى نسبة انضغاط (10 - 12) حيث يصل المردود النظري إلى (0.6)، بعدها تتباطأ الزيادة في المردود بشكل واضح.

فمثلاً: إن زيادة الانضغاط من 12 إلى 42 (بمقدار 3.5 ضعف تؤدي إلى زيادة المردود بمقدار 10% فقط، وتؤدي زيادة نسبة الانضغاط حتى 100 (بمقدار 8 أضعاف) إلى زيادة المردود بمقدار 15% فقط. فإذا أخذنا بعين الاعتبار الصعوبة التقنية من جهة، وانخفاض المراديد الحقيقية للضواغط ذات الانضغاط العالي من جهة أخرى، يمكن أن نستنتج أن نسبة الانضغاط المناسبة لهذا النوع من الدورات الترموديناميكية (وللمحركات الميمنة على أساسها) تقع في المجال $\beta=10-20$ حيث المردود النظري η_{th} يأخذ القيمة (0.58-0.65).

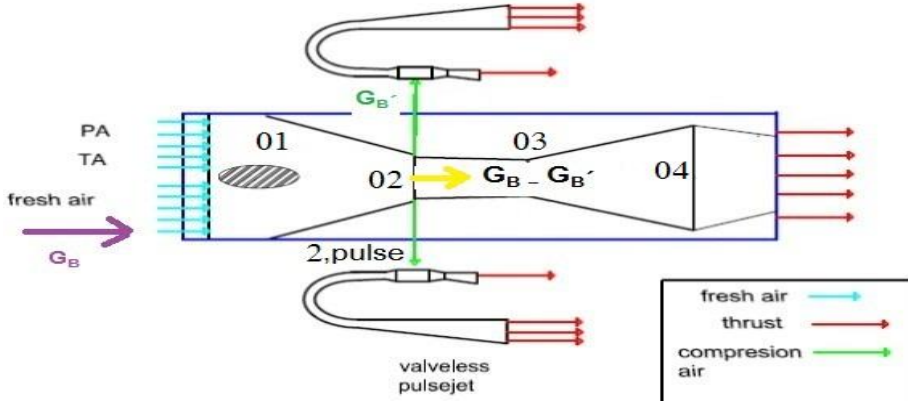
3- إن استخدام ضاغط ميكانيكي في الدورة (في المحرك النبضي) يفقد هذا النوع من المحركات ميزة مهمة هي بساطة التصميم وعدم وجود أجزاء متحركة فيه، لكنه يكسبه ميزة المردود الجيد مما يفتح آفاقاً لاستخدامه في الطيران كمحرك أساسي أو إضافي.

3- دراسة ترموديناميكية للمحرك العنفي النبضي عديم الصمامات (المحرك المقترح):

3-1- المخطط الرمزي لأجزاء المحرك العنفي النبضي المقترح:

إن المخطط الرمزي المقترح للمحرك الهجين موضح بالشكل (3)، وهو مكون من جزئين أساسيين:

- محرك عنفي تقليدي أو منتج للغاز المضغوط مهمته الأساسية تقديم الهواء المضغوط بالكمية والضغط اللازمين للمحرك النبضي، كما يشارك بتقديم قوة دفع كمحرك نفث.
- محرك نبضي عديم الصمامات مكون فقط من حجرة احتراق تنتهي بجزئي أنبوب نفث بطول مناسب، ويأخذ الهواء اللازم لتشغيله من خلف ضاغط المحرك العنفي، والذي يجب أن يصمم من أجل هذه الغاية.



الشكل (3) المخطط الرمزي للمحرك العنفي النبضي النفاث المقترح

حيث:

G_B : التدفق الكتلي للهواء الداخل الى ضاغط المحرك العنفي النفاث.

G_B' : التدفق الكتلي للهواء المستنزف الى المحرك النبضي من المحرك العنفي.

2-3 - حساب الدورة الترموديناميكية للمحرك العنفي النبضي: (Turbo - Pulse Engine TPE)

إن الدورة الترموديناميكية الحقيقية للمحرك العنفي هي دورة برايتون المؤلفة من أربعة

عمليات ترموديناميكية كما في الشكل(4):[3]

✓ يضغط الهواء من النقطة 1 إلى النقطة 2 بواسطة الضاغط وفق عملية كظيمة عكوسة.

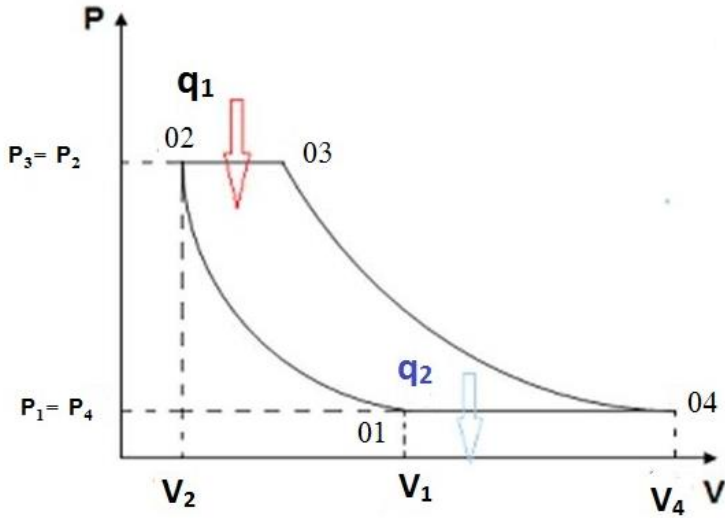
✓ تسخينه تحت ضغط ثابت من النقطة 2 إلى النقطة 3 في حجرة احتراق.

✓ يدخل الغاز الساخن إلى العنفة فيتمدد وفق عملية كظيمة تنتج العمل المطلوب لعمل الضاغط.

✓ يتابع تمدده بنفس العملية في فوهة النفط معطياً الدفع المطلوب

✓ تبريد الغاز العامل ويتم في الوسط الخارجي (عملياً بتبديل الهواء بهواء جديد).

ولا تتم العمليات السابقة في المحركات الحقيقية بشكل أدبياتي _ كما يفترض وإنما تتم بشكل بوليتروبي، بسبب الضياعات المتنوعة التي ترافقها والتي تؤدي إلى انخفاض عمل الدورة.[2]



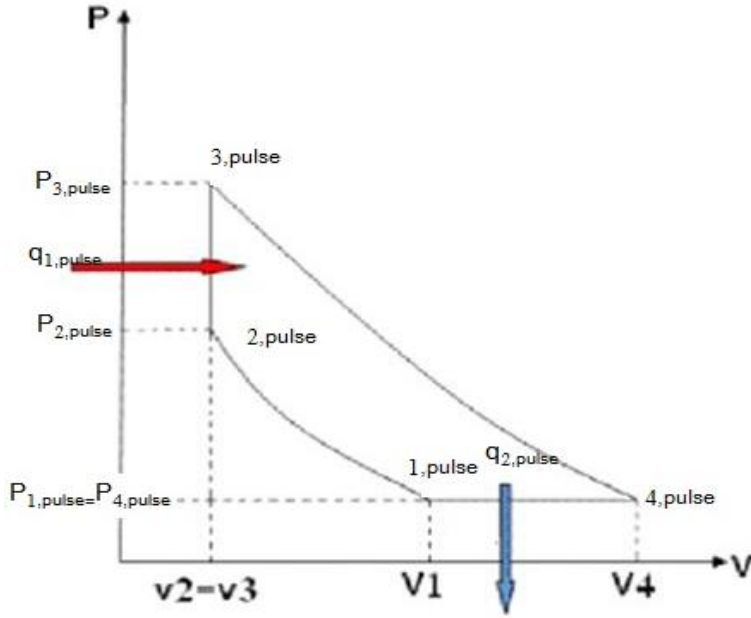
الشكل (4) العملية الترموديناميكية للمحرك العنفي النفاث

3-3- الدورة الترموديناميكية للجزء النبضي من المحرك [4] :

تتألف الدورة الترموديناميكية في المحرك النبضي من العمليات التالية كما هو موضح بالشكل رقم (5):

- عملية انضغاط بوليتروبية خارجية (تتم في ضاغط المحرك العنفي وسيتم حساب العمل المستهلك فيها عند حساب المحرك العنفي وبالتالي لا تحسب في المحرك النبضي).

- عملية احتراق تحت حجم ثابت.
- عملية تبريد تحت ضغط ثابت.



الشكل (5) الدورة الترموديناميكية للمحرك النباض

يتم حساب الدورة الترموديناميكية للمحرك النبضي انطلاقاً من الضغط ودرجة حرارة الهواء الداخل إلى حجرة احتراق المحرك النبضي ($T_{2,pulse}$, $P_{2,pulse}$) ، أما سرعة دخول الهواء إلى المحرك النبضي ($V_{0,pulse}$) فهي سرعة خروجه من ضاغط المحرك العنفي، حيث أن سرعة دخول و خروج الهواء من الضاغط تبقى نفسها لا تتغير بسبب وجود مرحلتين للناشر الثابت و المتحرك داخله، حيث تزيد السرعة في الجزء المتحرك و تنخفض في الجزء الثابت لذلك يمكننا القول أن السرعة تبقى نفسها لا تتغير، أما سرعة الدخول للضاغط فهي نفسها سرعة الخروج من ناشر المحرك العنفي $V_{out} = V_{0,pulse}$ التي تتعلق بعامل ارتفاع الضغط في الناشر σ_{Bx} ، ثم تحسب سرعة الخروج من الناشر على النحو التالي: [7]

$$\Delta P = \frac{\rho}{2} (V_{in}^2 - V_{out}^2)$$

$$; \Delta P = P_{01} - P_{00}$$

حيث:

ΔP : فرق الضغط بين طرفي الناشر.

ρ : كثافة الهواء عند تبعاً للبارامترات الجوية.

V_{in} : سرعة دخول الهواء للناشر و هي سرعة دخول الهواء للمحرك العنفي V_0 .

V_{out} : سرعة خروج الهواء من الناشر.

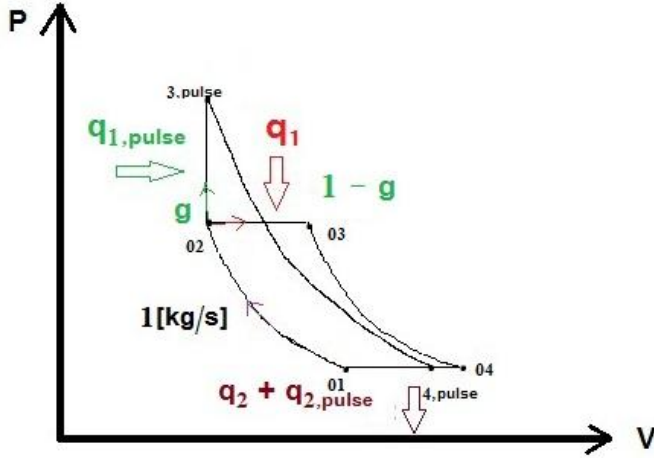
P_{01} : ضغط الهواء بعد الناشر.

P_{00} : ضغط الهواء عند الدخول للناشر.

مع ملاحظة أن عمل المحرك النبضي يساوي عمل التمدد كاملاً كون الانضغاط لا يتم في هذا المحرك.

لذلك: سوف يتم تشغيل المحرك النبضي بجانب المحرك العنفي النفاث وذلك لتأمين الهواء المضغوط من ضاغط المحرك العنفي لحرارة احتراق المحرك النبضي ، إضافة لتأمين تشغيل الضاغط بواسطة عنفة المحرك العنفي ، ويتم ذلك باعتبار أن التدفق الكتلي للهواء الداخل الى المحرك العنفي النفاث هو $1[\text{kg/s}]$ ، يمكن افتراض قيمة التدفق الكتلي لأن الجملة هي جملة ترموديناميكية مفتوحة، وبأن تدفق الهواء بعد الضاغط سيتم استنزاف قسم منه (g نسبة استنزاف من التدفق الكلي) الى حجرة احتراق

المحرك الاخر وهو المحرك النبضي، أما ما تبقى من التدفق ($g-1$) فيتابع جريانه الى حجرة احتراق المحرك العنفي النفاث ثم الى العنفة وانتهاءً بفوهة النفاث، الشكل رقم(6).



الشكل (6) العمليات الترموديناميكية للمحرك العنفي النبضي المقترح

ولكن: عند اجراء الاستنزاف من المحرك العنفي النفاث الى المحرك النبضي ومع انخفاض بتدفق الهواء العامل المار بالعنفة عنه في الضاغط فإن الاستطاعة المقدمة من قبل العنفة لا يساوي الاستطاعة اللازمة لتشغيل الضاغط وبالتالي أصبح هناك نقص في استطاعة العنفة المنتجة.

نقترح حل لهذه المشكلة: المشكلة تكمن في نقص الاستطاعة المقدمة من قبل العنفة ولزيادة هذه الاستطاعة نقترح زيادة مراحل التمدد في العنفة أي استبدال العنفة القديمة بعنفة جديدة ذات عدد مراحل أكثر لتتمدد فيها غازات الاحتراق لدرجة حرارة أقل وبالتالي الاستطاعة المقدمة من قبلها تكون أكبر.

والسؤال ما هو مقدار الزيادة في تمدد الغازات في العنفة؟

إن مقدار الزيادة في تمدد غازات الاحتراق في العنفة يجب أن يساوي مقدار النقص في استطاعتها نتيجة نقص تدفق هذه الغازات بسبب الاستنزاف.

نكتب المعادلات مع الاخذ بالحساب التغير في استطاعة العنفة، حيث استطاعة العنفة يجب أن يساوي استطاعة الضاغط:

$$N_T = N_C$$

$$(G_B - G_{B'}) \cdot C_{PG} (T_{03} - T_{04}) = G_B \cdot C_{Pa} (T_{02} - T_{01})$$

ومن أجل واحدة الكتلة:

$$(1-g) \cdot C_{PG} (T_{03} - T_{04}) = C_{Pa} (T_{02} - T_{01})$$

حيث:

N_T : استطاعة العنفة

N_C : استطاعة الضاغط

T_{03} : درجة حرارة غازات الاحتراق بعد حجرة الاحتراق

T_{04} : درجة حرارة غازات الاحتراق بعد العنفة

T_{02} : درجة حرارة الهواء المضغوط بعد الضاغط

T_{01} : درجة حرارة الهواء الداخل للضاغط

3-4- الموديل الرياضي للمحرك العنفي النبضي النفاث المقترح:

يبين الجدول رقم (1) الرموز والمصطلحات العلمية المقابلة لها والمستخدم في الموديل الرياضي:

المعطيات	
$T_a = 223.3 \text{ K}$	درجة الحرارة الخارجية الجوية
$P_a = 0.265 \text{ bar}$	ضغط الهواء الخارجي الجوي
$T_{03} = 2000 \text{ K}$	درجة حرارة الغازات الخارجة من حجرة الاحتراق في المحرك العنفي
$T_{3,pulse} = 2000 \text{ K}$	درجة حرارة الغازات الخارجة من حجرة الاحتراق في المحرك النبضي
$R_a = 286 \text{ J/kg.K}$	الثابت النوعي للهواء
$R_G = 289 \text{ J/kg.K}$	الثابت النوعي لغازات الاحتراق
$C_{pa} = 1005 \text{ J/kg.K}$	السعة الحرارية للهواء عند ضغط ثابت
C_{PG}	السعة الحرارية لغازات الاحتراق عند ضغط ثابت

تحسين فعالية محرك نبضي نفاث بدون صمامات من خلال رفع الضغط الأولي لحجرة الاحتراق

$C_{va} = \frac{C_{Pa}}{k_a}$	السعة الحرارية للهواء عند حجم ثابت
$C_{vG} = \frac{C_{PG}}{k_G}$	السعة الحرارية لغازات الاحتراق عند حجم ثابت
$k_a = 1.444$	الأس البوليتروبي للهواء إذا كان التحول أديباتي
$k_G = 1.323$	الأس البوليتروبي لغازات الاحتراق إذا كان التحول أديباتي
$\zeta_{com} = 0.99$	مردود حجرة الاحتراق للمحركين النبضي والعنفي
$a = \sqrt{k_a \cdot T_a \cdot R_a}$	سرعة الصوت في الظروف الجوية
$V_0 = a \cdot M$	سرعة دخول الهواء للمحرك العنفي
M	رقم ماخ
$\beta = 1:40$	نسبة الانضغاط في الضاغط
$\Delta P_B = 0.01 \text{ bar}$	انخفاض الضغط في حجرة الاحتراق
$H_u = 43260000 \text{ J/kg}_f$	القيمة الحرارية للوقود المستخدم في حجرة الاحتراق
$\zeta_{sc} = 0.86$	المردود البوليتروبي لعملية الانضغاط في الضاغط
$\zeta_{st} = 0.87$	المردود البوليتروبي لعملية التمدد في العنفة
$\zeta_J = 0.95$	مردود أنبوب النفث في المحرك النبضي
$\zeta_m = 0.90$	المردود الميكانيكي للمحرك العنفي
$g = 0:0.05:0.9$	نسبة استنزاف الهواء من المحرك العنفي الى النبضي
$\varphi_c = 0.9$	عامل انخفاض سرعة خروج الغازات من فوهة وأنبوب النفث
$\sigma_{Bx} = 1.016$	عامل ارتفاع الضغط عند مدخل الهواء
$\sigma_{\varphi k} = 0.6$	عامل انخفاض الضغط في فوهة النفث
$G_B = 1 \text{ [kg/sec]}$	التدفق الكتلي للهواء المستهلك في المحرك العنفي
$G_{B^*} = G_B \cdot g$	التدفق الكتلي للهواء المستهلك في المحرك النبضي

جدول (1): الرموز والمصطلحات العلمية المستخدمة في الموديل الرياضي

3-4-1- بارامترات الضغط ودرجات الحرارة عند أجزاء المحرك العنفي:

• الناشر (Diffuser):

يحسب ضغط الهواء على مدخل الناشر من العلاقة التالية: [3]

$$P_{00} = P_a \cdot \left(1 + \frac{k_a - 1}{2} \cdot M^2\right)^{\frac{k_a}{k_a - 1}}$$

وضغط الهواء بعد الخروج من الناشر يعطى بالعلاقة التالية: [7]

$$P_{01} = P_{00} \cdot \sigma_{Bx}$$

أما درجة الحرارة فتبقى نفسها لا تتغير قبل الدخول للناشر وبعده أي:

$$T_a = T_{00} = T_{01}$$

• الضاغط (Compressor):

تحسب درجة حرارة الهواء بعد الخروج من الضاغط وفق العلاقة التالية:

$$T_{02} = T_{01} \cdot \tau_k$$

حيث

τ_k : نسبة التسخين في الضاغط و تحسب من العلاقة: [7]

$$\tau_k = 1 + \frac{\frac{k_a - 1}{k_a} - 1}{\zeta_{\infty c}}$$

أما ضغط الهواء بعد الضاغط فيحسب تبعاً لنسبة الانضغاط في الضاغط وفق

المعادلة التالية:

$$P_{02} = P_{01} \cdot \beta$$

حيث يحسب العمل النوعي للضاغط بالمعادلة التالية: [3]

$$w_c = \frac{k_a}{k_a - 1} \cdot R_a \cdot (T_{02} - T_{01})$$

و بالتالي استطاعة الضاغط N_c :

$$N_c = w_c \cdot G_B$$

• **حجرة الاحتراق (Burner):**

يتم في حجرة الاحتراق تقديم الحرارة تحت ضغط ثابت ولكن وبسبب وجود ضياعات في الضغط يحسب ضغط غازات الاحتراق بعد حجرة الاحتراق وفق المعادلة التالية: [3]

$$P_{03} = P_{02} \cdot (1 - \Delta P_B)$$

أما درجة حرارة غازات الاحتراق بعد خروجها من حجرة الاحتراق T_{03} فتكون محددة حسب نوع معدن حجرة الاحتراق.

وبالتالي يمكننا حساب استهلاك الوقود النسبي في المحرك العنفي (g_t) وفق المعادلة التالية: [3]

$$g_t = \frac{C_{PG} \cdot 10^3 (T_{03} - T_{02})}{\zeta_{com} \cdot H_u}$$

حيث:

C_{PG} : السعة الحرارية النوعية لغازات الاحتراق عند ضغط ثابت

وتحسب وفق المعادلة: [7]

$$C_{PG} = 0.883 + 2.09 \cdot 10^{-4} \cdot (T_{03} - 0.48 T_{02})$$

أيضاً تحسب كمية الحرارة النوعية المضافة في حجرة احتراق المحرك العنفي وفق المعادلة: [3]

$$q_1 = C_{PG} \cdot (T_{03} - T_{02})$$

• **العنفة (Turbine):**

في المحركات العنفة يجب أن تؤمن العنفة عمل الضاغط وبالتالي استطاعة العنفة يجب أن تساوي استطاعة الضاغط لذلك:

$$N_T = N_C$$

وبالتالي يمكن حسب العمل الذي تنجزه العنفة من المعادلة التالية:[3]

$$W_T = \frac{N_T}{G_B(1-g)}$$

ويحسب بالتالي الهبوط الحراري على العنفة من المعادلة:

$$\Delta T = \frac{W_T}{C_{PG}}$$

وكذلك نسبة التمدد في العنفة (β_t):[7]

$$\beta_t = \left(\frac{1}{1 - \frac{\Delta T}{T_{03} \cdot \zeta_{\infty t}}} \right)^{\frac{k_G}{k_G - 1}}$$

ونحسب ضغط ودرجة حرارة خروج الغازات من العنفة وفق المعادلات التالية:

$$P_{04} = \frac{P_{03}}{\beta_t}$$

$$T_{04} = T_{03} - \Delta T$$

• فوهة النفث (Nozzle):

حيث تحسب نسبة تمدد غازات الاحتراق في فوهة النفث β_n لإنتاج الدفع

للمحرك العنفي وفق المعادلة التالية:

$$\beta_n = \frac{P_{04} \cdot \sigma \varphi k}{P_a}$$

وبالتالي سرعة خروج غازات النفث وفق المعادلة التالية:[3]

$$V = \varphi_c \sqrt{\frac{2 \cdot k_G}{k_G - 1} \cdot R_G \cdot T_{04} \left[1 - \frac{1}{\beta_n^{\frac{k_G - 1}{k_G}}} \right]}$$

حيث تتساوى سرعة النفث مع قوة الدفع النوعية في المحرك العنفي $V = P_Y$

وبذلك تحسب قوة الدفع في المحرك العنفي النفاث وفق المعادلة:

$$F_S = G_B \cdot P_Y$$

أيضاً يمكننا حساب الاستهلاك النوعي للوقود وفق المعادلة:

$$SFC = \frac{3600 \cdot g_t}{F_S}$$

3-4-2- بارامترات الضغط ودرجات الحرارة عند أجزاء المحرك النبضي النفاث:

❖ حجرة احتراق (Burner):

بارامترات الهواء الداخل لحجرة احتراق المحرك النبضي تساوي بارامترات الهواء المضغوط خلف الضاغط وبالتالي:

$$T_{2,pulse} = T_{02} \quad P_{2,pulse} = P_{02}$$

ويكون ضغط غازات الاحتراق عند خروجها من حجرة الاحتراق: [6]

$$P_{3,pulse} = P_{2,pulse} \cdot \frac{T_{3,pulse}}{T_{2,pulse}}$$

حيث:

$T_{3,pulse}$: درجة حرارة غازات الاحتراق بعد حجرة الاحتراق و هي محددة أيضاً بنوع معدن حجرة الاحتراق.

كمية الحرارة النوعية المضافة في حجرة احتراق المحرك النبضي تحسب وفق المعادلة: [8]

$$q_{1,pulse} = C_{VG} \cdot (T_{3,pulse} - T_{2,pulse})$$

أيضاً يمكننا حساب استهلاك الوقود النسبي في المحرك النبضي حسب المعادلة: [6]

$$g_{t,pulse} = \frac{q_{1,pulse}}{\zeta_{com} \cdot H_u}$$

❖ أنبوب النفث (Thrust Pipe):

تحتسب نسبة التمدد الكلية في المحرك النبضي β_{pulse} : [8]

$$\beta_{pulse} = \frac{P_{3,pulse}}{P_a}$$

وبالتالي نستطيع حساب العمل النوعي المنجز في المحرك النبضي وهو عمل التمدد

كامل في أنبوب النفث: [8]

$$w_{pulse} = \frac{1}{k_G - 1} \cdot R_G \cdot T_{3,pulse} \cdot \left(1 - \frac{1}{(\zeta_j \cdot \beta_{pulse})^{\frac{k_G - 1}{k_G}}} \right)$$

أيضاً نستطيع حساب سرعة خروج غازات النفث من أنبوب النفث وفق المعادلة:

$$V_{pulse} = \sqrt{2 \cdot w_{pulse}}$$

حيث تتساوى قوة الدفع النوعية مع سرعة خروج الغازات في المحرك النبضي وفق

المعادلة:

$$P_{Y,pulse} = V_{pulse}$$

وبالتالي تعطى قوة الدفع الناتجة عن المحرك النبضي وفق المعادلة التالية:

$$F_{S,pulse} = G_{B'} \cdot P_{Y,pulse}$$

يمكننا بذلك حساب الاستهلاك النوعي للوقود في حجرة احتراق المحرك النبضي وفق المعادلة:

$$SFC_{pulse} = \frac{3600 \cdot g_{t,pulse}}{F_{s,pulse}}$$

3-4-3- مميزات أداء المحرك العنفي النبضي النفاث:

▪ تعطى قوة الدفع الكلية للمحرك المقترح وفق المعادلة التالية:

$$F_{S,tot} = F_S + F_{S,pulse}$$

▪ ويمكننا حساب الاستهلاك النوعي للوقود في المحرك المقترح بالمعادلة التالية:

$$SFC_{tot} = \frac{3600 \cdot g_{t,tot}}{F_{S,tot}}$$

حيث:

$g_{t,tot}$: استهلاك الوقود النسبي و يمكن حساب قيمته من المعادلة التالية:

$$g_{t,tot} = \frac{q_{tot}}{\zeta_{com} \cdot H_u}$$

حيث:

q_{tot} : كمية الحرارة النوعية المضافة في المحرك المقترح و تعطى بالمعادلة:

$$q_{tot} = g \cdot q_{1,pulse} + (1-g) \cdot q_1$$

▪ يعطى مردود الدفع للمحرك المقترح وفق المعادلة التالية: [7]

$$\eta_p = \frac{g \cdot V_{0,pulse} (V_{pulse} - V_{0,pulse}) + (1-g) \cdot V_0 \cdot (V - V_0)}{0.5 [g \cdot (V_{pulse}^2 - V_{0,pulse}^2) + (1-g) \cdot (V^2 - V_0^2)]}$$

المردود الحراري يحسب وفق المعادلة: [7]

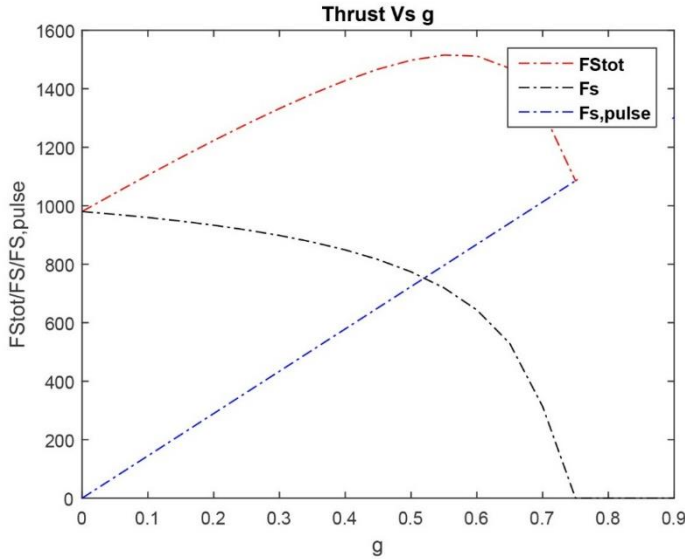
$$\eta_{th} = \frac{0.5 [g \cdot (V_{pulse}^2 - V_{0,pulse}^2) + (1-g) \cdot (V^2 - V_0^2)]}{q_{tot}}$$

4- تحليل أداء المحرك العنفي النبضي Pulse Turbo Jet Engine:

تمت برمجة الخوارزميات السابقة على برنامج Matlab وأجريت عدة دراسات شملت تأثير مختلف البارامترات على أداء المحرك العنفي النبضي المقترح.

4-1 مخططات دراسة سلوك المحركات بالنسبة لتغير نسبة الاستنزاف (g):

❖ مخطط قوة الدفع:



الشكل (7): علاقة قوة الدفع بنسبة الاستنزاف g

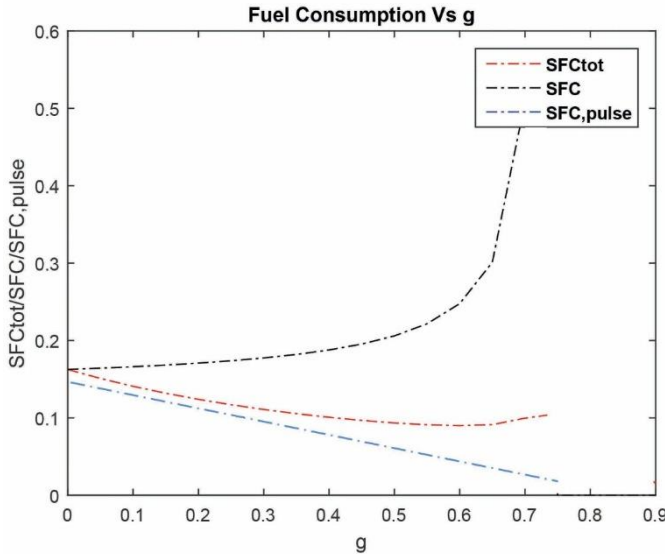
نلاحظ من الشكل رقم (7) مايلي:

1-تزداد قوة الدفع مع ازدياد نسبة الاستنزاف g حتى تصل الى قيمة عظمى تقترب من $[1600 \text{ N/kg.s}^{-1}]$ عند نسبة استنزاف قريبة من 0.6 لتبدأ بعدها بالانخفاض يرجع ذلك لزيادة عمل العنفلة ولتراجع سرعة نفث المحرك.

2-عند نسبة استنزاف معينة تختلف باختلاف نسبة الانضغاط في المحرك العنفي (عند بارامترات التشغيل قيمة $g=0.75$) تصبح قيمة قوة الدفع في المحرك العنفي صفراً (أي لا يعمل المحرك العنفي في هذه الحالة كمحرك نفاث بل فقط كضاغط هواء للمحرك النبضي)

3-معنى ذلك أن هناك نسبة استنزاف معينة تشكل حداً لعمل المحرك المقترح، وتسمى نسبة استنزاف حد العمل.

❖ مخطط الاستهلاك النوعي للوقود:



الشكل (8): علاقة الاستهلاك النوعي للوقود بنسبة الاستنزاف g

حيث:

SFC_{tot} : الاستهلاك النوعي للوقود في المحرك المقترح $(kg_{fuel}/N.h)$.

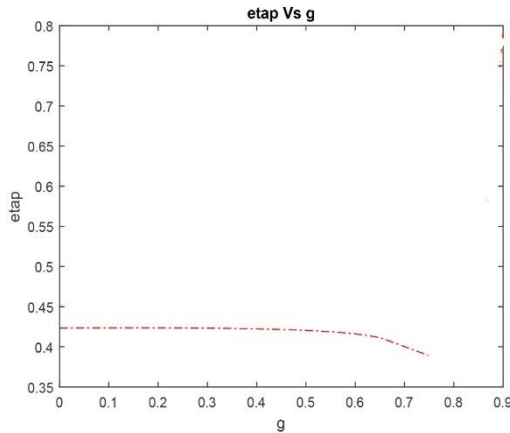
SFC : الاستهلاك النوعي للوقود في المحرك العنفي المستنزف $(kg_{fuel}/N.h)$.

SFC_{pulse} : الاستهلاك النوعي للوقود في المحركات النبضية $(kg_{fuel}/N.h)$.

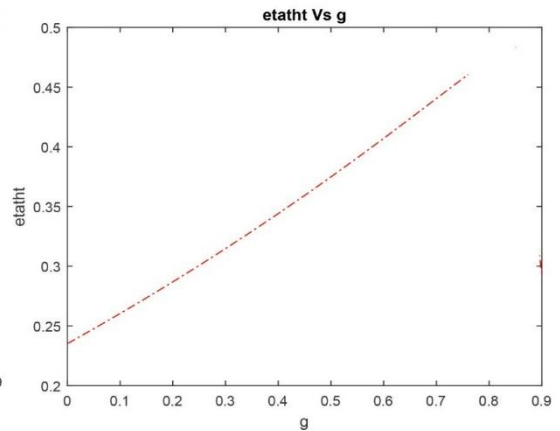
نستنتج من الشكل (8) أن:

- الاستهلاك النوعي للوقود ينخفض بازدياد نسبة الاستنزاف g في المحرك الهجين والمحركات النبضية حتى يصل الى قيمة تقترب من $0.08(kg_{fuel}/N.h)$.
- الاستهلاك النوعي للوقود في المحرك العنفي (المستنزف) يزداد بازدياد نسبة الاستنزاف الى أن يصل الى قيمة لنسبة الاستنزاف قريبة من نسبة استنزاف حد العمل ($g=0.75$) تصبح فيها الزيادة في الاستهلاك كبيرة جداً وذلك للتناقص الكبير في قوة الدفع عند تلك النقطة.

❖ مخططات المردود الحراري ومردود الدفع:



الشكل (10): علاقة مردود الدفع مع النسبة g



الشكل (9): علاقة المردود الحراري بالنسبة g

حيث:

etath : المردود الحراري للمحرك المقترح.

etap : مردود الدفع للمحرك المقترح.

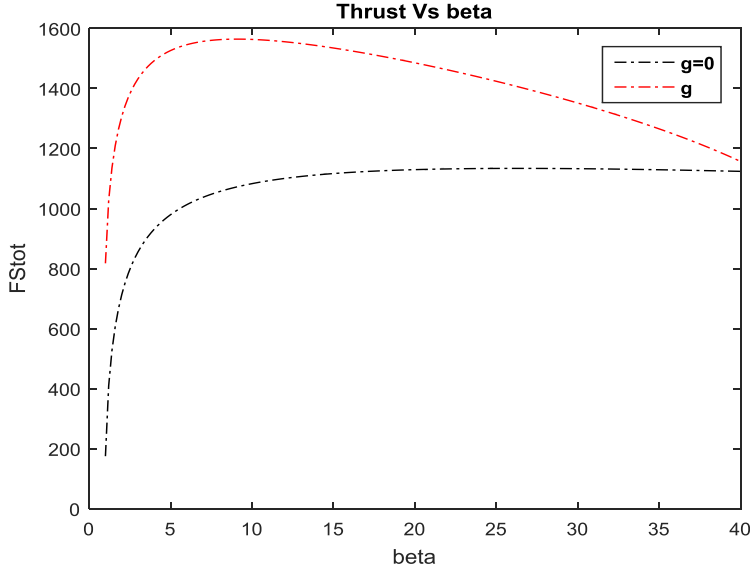
نلاحظ من المخططات السابقة أن:

- تحسن المردود الحراري للمحرك المقترح مع زيادة نسبة الاستنزاف الى أن تصل الى نسبة قريبة من حد العمل ($g=0.75$) ينخفض بعدها المردود الحراري، مع ملاحظة أن المردود الحراري عند انعدام نسبة الاستنزاف ($\eta_{th} = 0.23$) هو مردود المحرك العنفي النفاث فقط عند شروط التشغيل.
- اما في مخطط مردود الدفع الشكل (10) لا يوجد هذا التغير الملحوظ عند ازدياد نسبة الاستنزاف g أما عند وصوله الى نسبة الاستنزاف الأفضل للعمل يبدأ بالانخفاض.

4-2-مخططات دراسة تأثير نسبة الانضغاط في ضاغط المحرك العنفي على أداء المحرك المقترح ومقارنته مع أداء المحرك العنفي التقليدي:

في هذه المخططات ان المقارنة تكون بين المحرك العنفي التقليدي بدون استنزاف ($g=0$) وبين المحرك العنفي النبضي المقترح عند أفضل أداء له أي عند أفضل نسبة استنزاف g (تؤخذ بقيمة تقريبية من المخططات السابقة)

❖ مخطط قوة الدفع:

الشكل (11): علاقة قوة الدفع بنسبة الانضغاط β

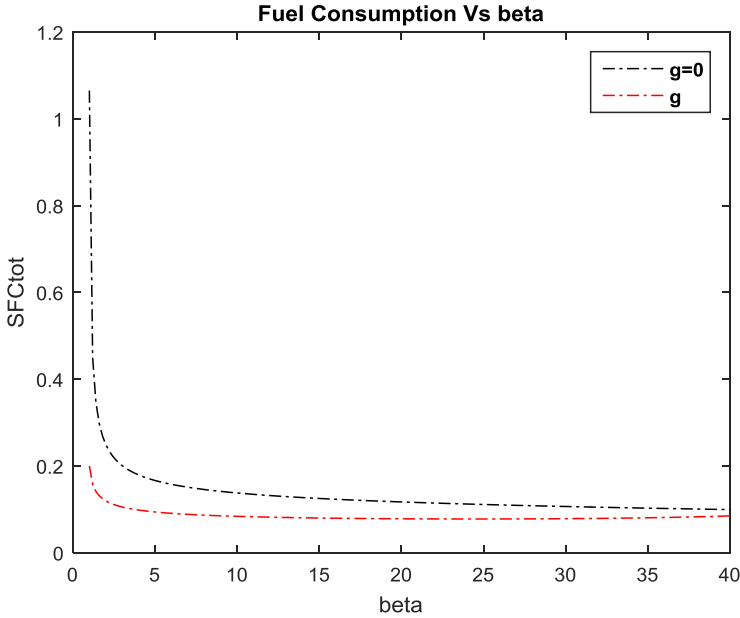
نلاحظ من المخطط السابق أن:

- عند نسبة انضغاط تساوي الواحد أي الضاغط لا يعمل فإن قوة الدفع في المحركات العنفيه صغيرة جداً (لا تتجاوز $150[\text{N}/\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}]$ للإقلاع في بداية التشغيل) أما قوة الدفع للمحرك المقترح فهي جيدة تتجاوز $1000[\text{N}/\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}]$ يمكن الاعتماد عليها في حال توقف الضاغط فجأة عن العمل.

- نلاحظ أن الزيادة الملحوظة في قوة الدفع في المحرك المقترح تظهر عند نسب الانضغاط المنخفضة أي (3 - 8) تبدأ قوة الدفع بالتراجع عند نسب الانضغاط المتوسطة والمرتفعة.

- إن ازدياد قوة الدفع الى أن تصل الى نسبة انضغاط معينة وتراجع بعدها يعود الى أن قوة الدفع تتناسب طردياً مع سرعة النفث التي بدورها تتراجع بشكل ملحوظ عند نسبة الانضغاط التي تجعل عمل العنفة يرتفع بنسبة كبيرة.

- عند جميع قيم نسب الانضغاط نلاحظ أن المحرك المقترح أفضل من المحرك العنفي التقليدي وذلك بنسب تحسن تختلف حسب اختلاف نسبة الانضغاط وتصل الى 60% في أفضل ظروف التشغيل، وينعدم هذا التحسن عند نسبة انضغاط عالية قريبة من 40. ❖ مخطط الاستهلاك النوعي للوقود:



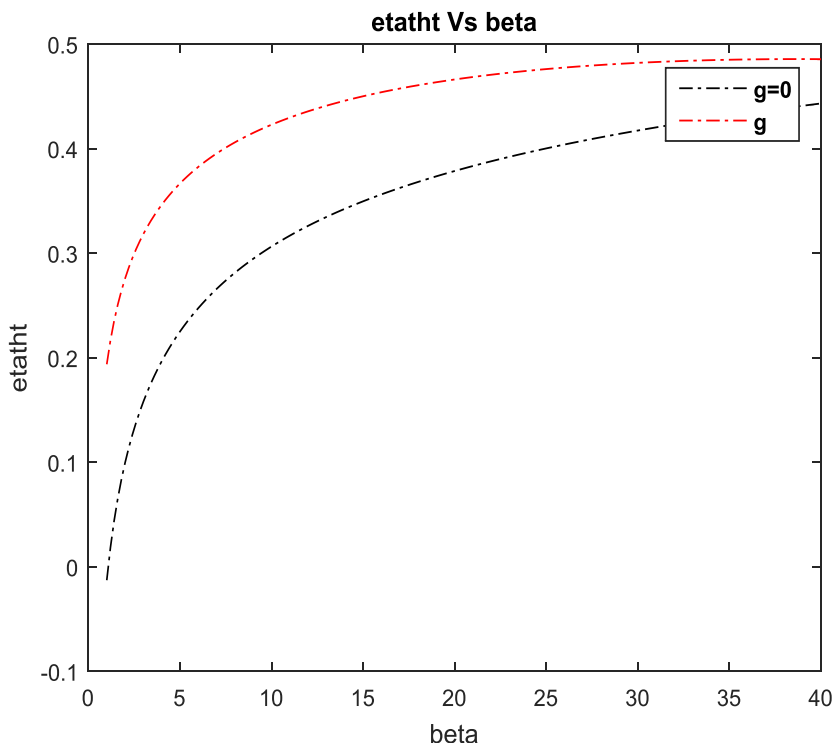
الشكل (12): علاقة الاستهلاك النوعي للوقود مع نسبة الانضغاط β

نلاحظ أن:

- الاستهلاك النوعي للوقود مرتفع جداً في بداية تشغيل المحرك العنفي التقليدي يتجاوز قيمة 1 [kg/N.h] أما في المحرك المقترح لا توجد هذه القفزة الكبيرة في الاستهلاك عند التشغيل فتبلغ قيمة الاستهلاك قرابة 0.2 [kg/N.h] أي يوجد توازن في الاستهلاك خلال زيادة نسب الانضغاط.

- المحرك المقترح اقتصادي أكثر من المحرك العنفي التقليدي ويظهر هذا بشكل واضح عند نسب الانضغاط المنخفضة، حيث تبلغ نسبة التوفير بالاستهلاك النوعي للوقود حوالي 25%.

❖ مخطط المردود الحراري:



الشكل (14): علاقة المردود الحراري بنسبة الانضغاط β

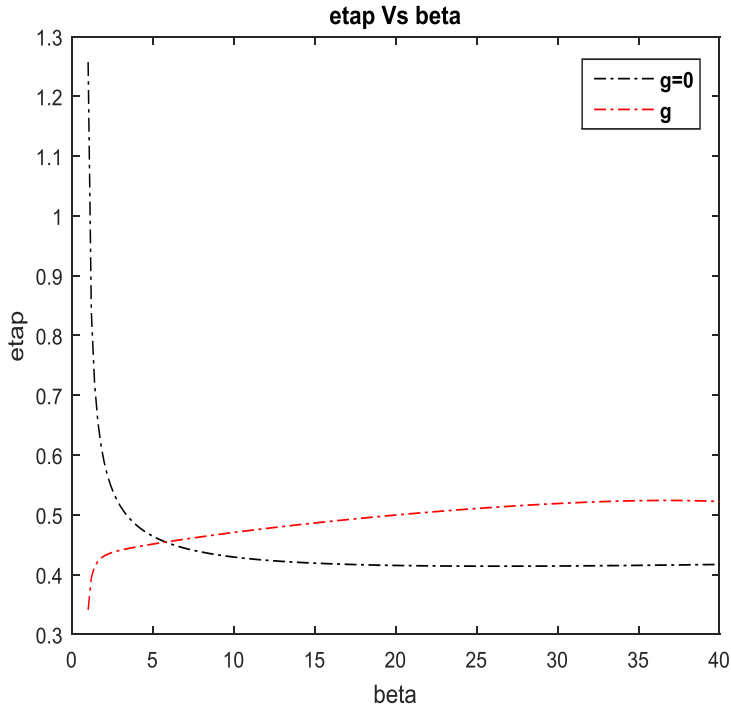
نلاحظ من المخطط أن:

- انعدام المردود الحراري للمحرك العنفي التقليدي عند نسبة انضغاط تساوي الواحد (لا يوجد انضغاط في الضاغط) أما المحرك المقترح فيعطي مردود قريب ل 0.2 عند هذه النسبة وذلك بفضل الجزء النبضي من المحرك الذي يعمل بدون انضغاط أولي فيه.
- يمكن زيادة المردود بزيادة نسبة الانضغاط، حيث أن المردود الحراري يتناسب طردياً مع سرعة النفط، وتكون هذه الزيادة سريعة حتى نسبة انضغاط تقريبا 12 (تختلف باختلاف نسبة الاستنزاف) يصل فيها المردود الحراري الى 0.47، بعدها تتباطأ هذه الزيادة في المردود بشكل واضح، أي زيادة نسبة الانضغاط

من 5 الى 10 (أي بمقدار الضعف) أدت الى زيادة المردود بقيمة 12% تقريباً أما عند الزيادة من 20 الى 40 سوف تؤدي الى زيادة المردود بمقدار 4 % فقط.

- إذا أخذنا الصعوبة التقنية من جهة وانخفاض المراديد الحقيقية للضواغط ذات الانضغاط العالي من جهة أخرى، يمكن أن نستنتج أن نسبة الانضغاط المناسبة لهذا النوع من المحركات تقع في المجال (3 - 15) حيث المردود الحراري يقع في المجال (0.4 - 0.49).

❖ مخطط مردود الدفع:



الشكل (14): علاقة مردود الدفع بنسبة الانضغاط β

نلاحظ من المخطط أن:

- لا يوجد هذا التحسن الملحوظ في مردود الدفع بين المحرك العنفي والمحرك المقترح الفرق صغير جداً.
- كما نعلم أن المحرك العنفي التقليدي يتناقص فيه مردود الدفع بازدياد نسب الانضغاط في المجال المنخفض ويبدأ بالاستقرار عند مجال نسب الانضغاط المرتفعة، وذلك يعود الى العلاقة العكسية بين مردود الدفع وسرعة النفث، أما المحرك المقترح فإنه يتناسب طردياً مع نسبة الانضغاط.
- يلاحظ أن مردود الدفع للمحرك المقترح أفضل من المحرك العنفي التقليدي عند نسب انضغاط أكبر من 10 أما أصغر من 5 فإن المحرك العنفي التقليدي يعد أفضل من المحرك العنفي النبضي من حيث مردود الدفع.

الاستنتاجات من مخططات دراسة العلاقة بين مميزات أداء المحرك المقترح ونسبة الانضغاط الاولى β :

- يعمل المحرك المقترح بصورة أفضل من المحرك العنفي النفاث عند جميع نسب الانضغاط ولكن يكون هذا التحسن ملحوظ أكثر عند نسب الانضغاط المنخفضة (8 - 3) β من حيث قوة الدفع والاستهلاك النوعي للوقود والمردود الحراري أما مردود الدفع يعمل أفضل عند β مرتفعة.

- حيث وصلت نسبة التحسن عند قيم التشغيل الأفضل لعمل المحرك الى:

55% عند قوة الدفع $F_{S,tot}$

25% عند الاستهلاك النوعي للوقود SFC_{tot}

15% عند المردود الحراري η_{th}

3% عند مردود الدفع η_p

5- النتائج:

من خلال الدراسة السابقة للمحرك الهجين المقترح ومقارنة قيم قوة الدفع والاستهلاك النوعي للوقود مع المحرك العنفي النفاث التقليدي تم التوصل إلى النتائج التالية:

1- إن المحرك الهجين المصمم على أساس محرك عنفي والذي يأخذ الهواء المضغوط من ضاغط المحرك العنفي، يعمل بشكل أفضل من المحرك العنفي التقليدي عند جميع نسب الانضغاط، وخاصة عند نسب انضغاط منخفضة (3 - 8)، وبالتالي التصميم على أساس محرك عنفي ذو ضاغط نسبة انضغاطه منخفضة يغني عن الصعوبات التقنية من جهة وانخفاض المراديد الحقيقية للضاغط ذات الانضغاط العالي من جهة أخرى.

2- وصلت نسبة التحسن للمحرك المقترح عن المحرك العنفي التقليدي عند قيم التشغيل الأفضل لعمل المحرك الى:

55% عند قوة الدفع $F_{s,tot}$

25% عند الاستهلاك النوعي للوقود SFC_{tot}

15% عند المردود الحراري η_{th}

3% عند مردود الدفع η_p

3- مع زيادة نسبة الاستنزاف يتحسن أداء المحرك المقترح، الى أن تصل قوة الدفع الى قيمة عظمى، وباستمرار زيادة النسبة يتوقف المحرك العنفي عن انتاج قوة الدفع تسمى عندها نسبة الاستنزاف بنسبة حد العمل، حيث يشكل ذلك حداً لعمل المحرك المقترح.

4- يمكن استخدام منظومة مكونة من محرك عنفي نفاث ومجموعة من المحركات النبضية التي تعمل محركات اضافية مساعدة للمحرك العنفي، معززة لقوة الدفع في المحرك العنفي.

5- يمكن أيضاً اعتبار المحركات النبضية محركات أساسية يمكن الاعتماد عليها في حال حصول خلل في عمل ضاغط المحرك العنفي، وتوقفه فجأة عن العمل

(وثوقية وأمان في حال استخدامه في الطائرات المدنية)، حيث بلغت قوة الدفع عند توقف الضاغط عن العمل في المحرك العنفي $[150 \text{ N/kg.s}^{-1}]$ ، أما في المحرك المقترح تجاوزت $[1000 \text{ N/kg.s}^{-1}]$.

6- تلافى مشكلة في المحرك العنفي التقليدي وهي الحصول على إما مردود حراري جيد أو مردود دفع جيد وذلك بتحول العلاقة العكسية بين مردود الدفع ونسبة الانضغاط الى علاقة طردية.

6-المقترحات:

وبناءً على الدراسة السابقة يقترح استخدام هذا النوع من المحركات:

- 1) بناءً على الدراسة السابقة يقترح استخدام هذا النوع من المحركات:
 - أ- كمحرك أساسي يعمل بنسبة انضغاط منخفضة تقع ضمن المجال (1.5 - 6) وهذا يعطي ميزة البساطة في تصميم المحرك الهجين النفاث من حيث عدد مراحل الضاغط.
 - ب- معزز لقوة الدفع في الطائرات التي تستخدم المحركات العنفية فقط.
- 2) دراسة فعالية استخدام المحركات النبضية كمحركات اقلاع للطائرات.
- 3) دراسة فعالية استخدام المحركات النبضية كمحركات توجيه في الطائرات.
- 4) اقتراح تقنيات لزيادة نسبة استنزاف حد العمل وذلك لتلافي مشكلة الحد من عمل المحرك المقترح.
- 5) دراسة امكانية استخدام غازات الاحتراق ذات الضغط المرتفع بعد العنفة في حجرة احتراق المحرك النبضي.
- 6) يقترح تنفيذ هذا المحرك بأجهزة وأدوات مخبرية ومقارنة النتائج العملية مع النتائج النظرية للبحث.

7-المراجع:

المراجع الأجنبية:

1. SAI, KUMAR, 2014, International Journal of Engineering Research and Technology ISSN: 2278-0181, **Design of Pulse Jet Engine for UAV**, Vol.3, Issue 9.
2. IFTEKHAR, MOHAMMAD, 2016, **KAIZEN TECHNIQUE APPLIED FOR "VALVE" USED IN PULSEJET ENGINE**, International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR), Vol.5, Issue 5.
3. THOMAS M, JEFFRYS W. CHAPMAN, **Practical Techniques for Modeling Gas Turbine Engine Performance**, URL:
<https://www.ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=201600124852019-08-29>.
4. MEHOLIC, GREGORY V, 1995, **The Evolution and Testing of An Aero valve Pulsejet Engine**, Theses-Daytona Beach.142, URL:

<https://www.common.erau.edu/db-theses/142>.

5. BRESLAU, MULLER, 2018 , **Comprehensive Thermodynamic Analysis of the Humphrey Cycle for Gas Turbines with Pressure Gain Combustion**, Article, URL:

<https://www.semanticscholar.org>.

6. ANAND, RAHUL, 2020, **VALVELESS PULSED COMBUSTOR ANALYSIS**, Thesis—the Academic Department of school of science and Engineering, Article, URL:

<https://www.researchgate.net>.

7. RAUF, JIM, 1980, **Jet Engine—Powering Modern Airplanes**, UPPSAIA UNIVERSITY, Vol.2.

<https://www.teknat.uu.se/student>.

المراجع العربية:

8. سليمان، نادر، 2006. دراسة ترموديناميكية وتصميمية لتأثير بارامترات الدخول

إلى محرك نبضي. رسالة ماجستير، جامعة حلب، قسم هندسة الطيران، كلية الهندسة

الميكانيكية والكهربائية، سوريا، 56 صفحة.

رسم الميزة الميكانيكية لمحرك تحريضي ثلاثي

الطور باستخدام Raspberry pi

** م. لبنى نديم حايك

* م. ميس عبد الوهاب ابراهيم

ملخص البحث

انطلاقاً من حاجة العملية التعليمية إلى التجارب العملية وضرورة أن تقوم الأقسام التخصصية بتصميم وتنفيذ منصاتهما، ونظراً لعدم توفر الأجهزة اللازمة لتقديم الوسائل التوضيحية للطلاب ولإيجاد حل لهذه الإشكالية استناداً إلى دراسات سابقة في هذا المجال، تم إجراء تجربة عملية لرسم الميزة الميكانيكية لمحرك تحريضي ثلاثي الطور مقادراً بطريقة التحكم الشعاعي وذلك باستخدام الراسبييري باي .

تم في هذا البحث توضيح طريقة القيادة المستخدمة لتحميل المحرك التحريضي ثلاثي الطور من أجل رسم المميزات الميكانيكية للمحرك وأنظمة قياس العزم المتوفرة بالسوق المحلية من أجل المنصات التعليمية للطلاب وليس من أجل الاستخدام الصناعي، كما تم تصميم نظام خاص لتحميل المحرك التحريضي من أجل دراسة تأثير تغيرات عزم الحمولة وعرض منحنيات العمل على البرنامج المصمم ابتداءً من حالة اللاحمل وحتى قيمة العزم الأعظمي عند سرعات مختلفة وقد تم رسم مميزة (سرعة/عزم) للمحرك التحريضي ومقارنة نتائج القيم المقروءة من مسجلات المبدلة (VFD) في الزمن الحقيقي مع القيم المقروءة من الحساسات المركبة على نظام التحميل.

وقد بينت النتائج استقراراً واضحاً في قيم السرعة والعزم عند استخدام تقنية التحكم الشعاعي ، وتقارباً كبيراً بين النتائج المخبرية التي تم الحصول عليها والدراسات النظرية .

الكلمات المفتاحية : الميزة الميكانيكية ، التحكم الشعاعي ، راسبييري باي ، المبدلة الترددية ، محرك تحريضي ثلاثي الطور .

Draw the mechanical characteristic of a three-phase induction motor using the Raspberry Pi

****Eng.Loubna Hayek**

*** Eng. Mays Ibrahim**

Abstract

Proceeding from the need of the educational process for practical experiments and the necessity for the specialized departments to design and implement their platforms, and due to the lack of the necessary devices to provide illustrative means to students and to find a solution to this problem based on previous studies in this field, a practical experiment was conducted to draw the mechanical characteristic of a three-phase induction motor driven By vector control, using the Raspberry Pi .

In this research, the driving method used to load the three-phase induction motor was clarified in order to draw the mechanical characteristics of the motor and the torque measurement systems available in the local market for educational platforms for students and not for industrial use, and a special system was designed to load the induction motor in order to study the effect of torque

changes payload The curves of the designed program were presented starting from the no-load state to the maximum torque value at different speeds. A characteristic (speed / torque) of the induction motor was drawn and the results of the values read from the VFD registers were compared in real time with the values read from the sensors existing on the load system.

The results showed a clear stability in the values of speed and torque when using the vector control technique, and a great convergence between the obtained laboratory results and theoretical studies.

Keywords: mechanical characteristic, vector control, raspberry pi, variable frequency drive, three-phase induction motor.

* M.Sc. – Department of Industrial Automation– Faculty of Technical engineering – Tartous University

مقدمة :

إن التطور في قيادة محركات التيار المتناوب كانت عن طريق محاكاة طرق التحكم بالتيار المستمر للحصول على مميزات مشابهة في مجال الاستجابة السريعة للعزم، والدقة في السرعة، ولكن التحكم بالسرعة في المحركات التحريضية أصعب بكثير من التحكم بالسرعة في محركات التيار المستمر؛ كون العلاقة بين تيار المحرك والعزم علاقة غير خطية، [1] وتتطلب خوارزميات تحكم قوية ومحكمة لتحقيق أغراض التحكم عند مجال العمليات الواسع، إذ أن الهدف من التحكم الشعاعي في المحركات التحريضية هو توفير إمكانية فصل التحكم بالعزم المتولد عن التحكم بالفيض المغناطيسي. [2]

تم في هذا البحث اعتماد كلاً من المنهجين الوصفي والتجريبي، حيث تم توصيف الإشكاليات المطروحة، وتوصيف الإجراءات والأدوات اللازمة لإجراء البحث، وتمت دراسة خصائص المبدلة الشعاعية من أجل تحقيق الربط بينها وبين Raspberry Pi بغية تصميم واجهة تخاطبيه (GUI) لنظام القيادة المستخدم، حيث تقوم المبدلة بالتحكم بالمحرك التحريضي المربوط معها باستخدام تقنية التحكم الشعاعي.

المنهج الوصفي :

المكونات المادية للنظام :

- 1- محرك تحريضي ثلاثي الطور ذو قفص سنجابي.
- 2- Vector Drive.
- 3- Raspberry Pi.
- 4- Laptop.
- 5- بروتوكولات الاتصال.

6- شاشة عرض.

7- حساس عزم.

8- حساس سرعة .

9- نظام تحميل للمحرك.

واجهة البرنامج:

1. تشغيل وإيقاف المحرك .

2. تغيير اتجاه الدوران .

3. ضبط السرعة.

4. رسم المميّزة الميكانيكية للمحرك.

توصيف التجربة:

1. يقوم الطالب بالاطلاع على نموذج التحكم الشعاعي وفهم كيفية عمله.

2. الانتقال نحو التطبيق العملي و التأكد من صحة التوصيل.

3. تشغيل الواجهة وضبط السرعة عند قيمة منخفضة.

4. تشغيل نظام التحميل وزيادة الحمل بشكل تدريجي ،ولكن عند زيادة الحمل فوق

القيم الاسمية يجب أخذ القيم خلال زمن قصير لتجنب ارتفاع حرارة المحرك بشكل كبير .

5. زيادة السرعة وتكرار الخطوة 4 حتى الوصول للعزم الاسمي.

6. يقوم الطالب برسم المميّزة الميكانيكية للمحرك ويجب أن تتطابق مع المميّزة

الميكانيكية التي تظهر على الواجهة .

7. يقوم الطالب بالاطلاع على الكود البرمجي ومراقبة عمل البرنامج .

حيث قمنا بإجراء التجارب اللازمة لإثبات الفرضيات ،ثم الوصول إلى النتائج ، وتمت مناقشة تلك النتائج ومقارنتها بنتائج الأبحاث العالمية ،وصولاً إلى الاستنتاجات، ويمكن تلخيص منهجية البحث بالخطوات التالية:

- 1- اختيار التجهيزات المادية المناسبة للنظام .
- 2-دراسة شاملة للمبدلة الشعاعية المستخدمة لإعداد بروتوكول الاتصال الخاص بالمبدلة .
- 3- ربط Raspberry pi مع Vector Drive عن طريق الطرفيات ومع نظام تحصيل بيانات العزم.
- 4- برمجة Vector Drive .
- 5- تطوير واجهة التحكم والمراقبة (GUI) .
- 6- تحصيل بيانات العزم والسرعة من الحساسات المركبة على نظام التحميل .
- 7- الاختبار والتنفيذ .
- 8- إظهار المنحنيات والمميزات الميكانيكية المطلوبة .
- 9- تطابق النتائج المخبرية مع الدراسات النظرية .

هدف البحث:

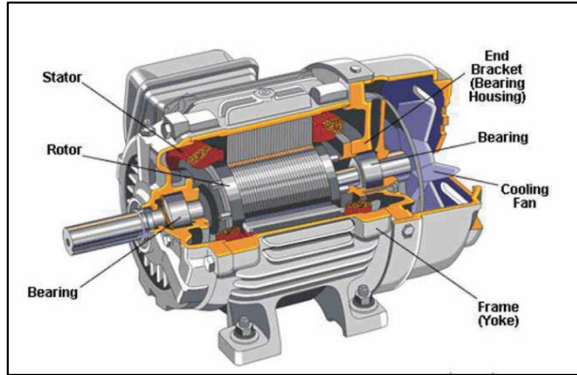
نظراً لأن مفهوم التحكم الشعاعي بالمحركات التحريضية لا يزال غامضاً بالنسبة للطلاب بسبب محدودية الأدوات التعليمية لمفاهيم التحكم الشعاعي وكلفتها العالية، هنا تكمن أهمية البحث من الناحية التعليمية حيث يمكن استخدام النموذج المقترح كأداة لتعزيز فرص البحث التطبيقي والتجريبي وتحسين مناهج القيادة الآلية باستخدام التحكم الشعاعي على مستويات الدراسات العليا والجامعية ، كذلك تسهيل التعامل مع أنظمة التحكم الشعاعي وبرمجتها ، بالتالي تقليل الفجوة بين الدراسات النظرية والتطبيقات العملية .

يقدم هذا البحث طريقة جديدة لتحصيل بيانات التحكم الشعاعي حيث تم استخدام الراسبييري باي لقيادة المبدلة الشعاعية (VFD) التي بدورها تقود المحرك التحريضي ، كما تم إرسال واستقبال البيانات بين Raspberry Pi و Vector Drive بالتالي يمكننا استخدام الراسبييري من بناء نموذج للمراقبة والتحكم وتحصيل بيانات السرعة والعزم عند تحميل محرك القيادة المستخدم .

مواد وطرائق البحث :

1- المحركات التحريضية :

تمتاز المحركات التحريضية ذات القفص السنجابي (squirrel cage induction motor) بالبساطة والمتانة وتعد المحركات التحريضية ذات القفص السنجابي ذات سرعة ثابتة "مقارنة بالدوائر الملفوف" إذا تم توصيلها إلى مصدر طاقة ذو جهد وتردد ثابتين، وهذا مناسب في أنظمة القيادة التي تتطلب سرعة ثابتة، ومن جهة أخرى تتطلب العديد من التطبيقات الصناعية سرعات متغيرة، أو تتطلب التنظيم على مجال محدد من السرعات ويبين الشكل (1) بنية المحرك التحريضي ذو القفص السنجابي . [2]



الشكل (1) : بنية المحرك التحريضي ذو القفص السنجابي

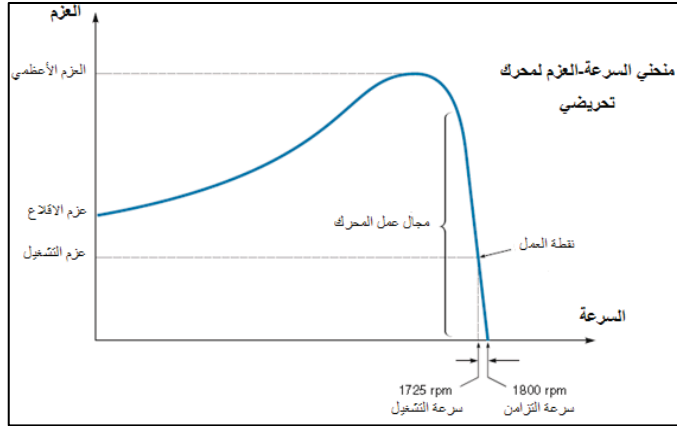
وتتمتاز المحركات التحريضية بالميزات الآتية التي تجعلها تلعب دوراً مهماً في معظم التطبيقات الصناعية:

- القدرة على إنتاج عزم دوران عالية عند سرعات منخفضة .
- كفاءة عالية على مجال سرعات وعزوم كبيرة.
- متانة عالية في مختلف ظروف التشغيل.
- استجابة سريعة لعزم الحموله .
- تشغيل المحرك ودارات القيادة على كامل مجال السرعة بكفاءة وموثوقية عالية وأعطال أقل.

إن منحنى السرعة- عزم للمحرك التحريضي المبين بالشكل (2) يعطينا معلومات عن أداء المحرك التحريضي عند السرعات والعزوم المختلفة، فالعزم المولد في المحرك عند سرعة التزامن هو صفر لأن المحرك يتطلب وجود انزلاق ليعمل ، وعند سرعة التوافق ينعدم الانزلاق ، والمنحنى يكون تقريباً خطي في المجال عند شروط العمل الطبيعية .

[3]

وتسمى النقطة التي يعطى عندها عزم الحمل الكامل بنقطة العمل وتحدد من قبل المصنع ويكون مجال تشغيل المحرك حول هذه النقطة، أما أكبر عزم يمكن أن يولد يسمى بالعزم الأعظمي أو عزم الانهيار (Pullout or Breakdown Torque)، وهو غالباً يكون من 2-3 أضعاف عزم الحموله الاسمي، بينما عزم الإقلاع يكون أكبر من عزم الحموله بحدود 1.5 مرة .



الشكل (2) : منحني السرعة عزم للمحرك التحريضي

2- التحكم الشعاعي vector control:

تستخدم تقنية التحكم الشعاعي لتغيير سرعة المحرك التحريضي على مجال واسع، في مخطط التحكم الشعاعي يتم تجميع التيار المكون من مركبتين: الأولى مسؤولة عن إنتاج الفيض، والثانية مسؤولة عن إنتاج العزم في المحرك، وله مميزات عديدة أهمها: التحكم بالسرعة على مجال واسع، وتنظيم دقيق للسرعة، واستجابة ديناميكية عالية. [4]

إن أكثر التقنيات المعاصرة الشائعة في قيادة المحركات التحريضية هي التحكم الشعاعي، والذي يعرف أيضاً بالتحكم المباشر بالعزم، وبالتحكم الشعاعي بالفيض، وتم تطويرها في التطبيقات الصناعية من قبل شركة ABB، والوظيفة الأساسية هي التحكم بجريان الطاقة من المأخذ الرئيسي خلال سير العملية عبر شعاع المحرك، مقداران فيزيائيان يصفان حالة الشعاع (state of the shaft) هما العزم والسرعة، يعتمد التحكم بجريان الطاقة على التحكم بهذه الكميات، ويتم في التطبيق العملي التحكم بأحد هذين المقدارين، ونقول: التحكم بالعزم، أو التحكم بالسرعة. [5]

وعند قيادة السرعة المتغيرة في نمط التحكم بالعزم يتم تحديد السرعة من قبل الحمل، العزم تابع للتيار الفعلي والفيض الفعلي في الآلة، وبالمثل عند التحكم بالسرعة يتم تحديد العزم من قبل الحمل.

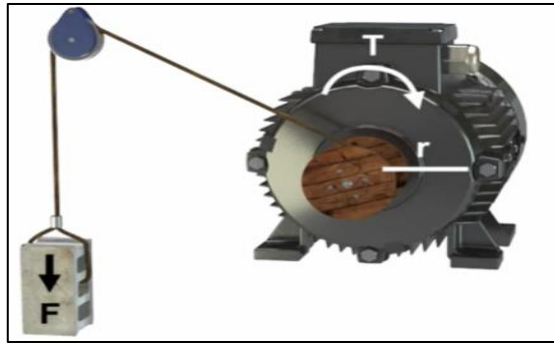
تستخدم أجهزة قيادة السرعة المتغيرة (Variable speed drives) في التحكم الدقيق بسرعة المحركات الكهربائية التي تقود الأحمال بدءاً من المراوح، والمضخات، إلى التطبيقات المعقدة في آلات الورق، والروافع، والعمليات المشابهة. [6]

3- مفهوم العزم:

البارامترات التي تحدد نوع العمل الذي يمكن أن ينتجه المحرك هي: السرعة، العزم والاستطاعة.

تعرف السرعة على أنها عدد الدورات التي يدورها المحرك بالدقيقة وواحدتها RPM. يعرف العمل على أنه القوة المطبقة خلال مسافة معينة. ولكن في حالة المحركات والرافعات والبكرات فإن العمل المنجز يسمى بالعزم كما في الشكل (3)، فالعزم هو نوع خاص من العمل ولكن ينجز بشكل دوراني. فإذا كانت القوة F والقطر البكرة r فإن العزم يعطى بالعلاقة (1). [7]

$$T = F * r \quad (1)$$



الشكل (3) : مفهوم العزم

يوجد عدة وحدات لقياس العزم [Ib-ft] أو [NM] وغالباً ما نستخدم NM. فإذا كان لدينا عزم قيمته 1NM يكون قادر على رفع 1Newton مسافة 1 Meter. منذ سنوات قبل اختراع المحركات فإن معظم الأعمال كانت تتجز يدوياً وقد تم التقدير انه

$$1\text{Horse Power}=33000 \text{ Ib-ft /min}= 44880 \text{ NM/min}= 746 \text{ Nm/Min}= 746 \text{ W}$$

غالباً ما نستخدم الحصان البخاري او الواط (Watts) لقياس الاستطاعة. [28] يمكن ربط السرعة والعزم والاستطاعة مع بعضهم وفق العلاقة (2)

$$T[Nm] = \frac{9.55 * Power [Watts]}{Speed [RPM]} \quad (2)$$

فمن أجل الحفاظ على العزم ثابت فإنه عند زيادة السرعة يجب زيادة الاستطاعة، والعكس صحيح.

ومن أجل الحفاظ على السرعة ثابتة فإنه عند زيادة العزم يجب زيادة الاستطاعة، والعكس صحيح.

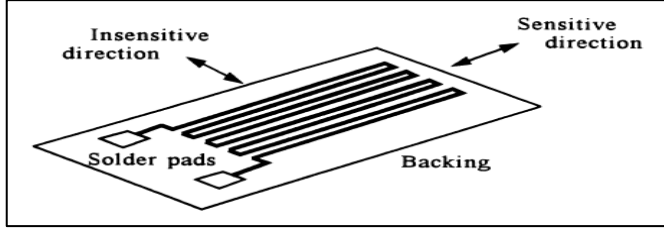
ومن أجل الحفاظ على الاستطاعة ثابتة فانه عند زيادة السرعة يجب تخفيض العزم، والعكس صحيح. [7]

3-1 أجهزة قياس العزم الدوراني:

يوجد أشكال مختلفة لأجهزة قياس العزم التي يمكن أن تتركب بين المحرك والآلة (سير، ضاغط، عنفة....) لقياس العزم الذي يقدمه المحرك لتشغيل الآلة ، في هذا البحث سنناقش أنظمة تحصيل بيانات العزم من اجل المنصات التعليمية للطلاب وليس من أجل الاستخدام الصناعي لقياس العزم على الآلات الصناعية، فيما يلي أبرزها : [8]

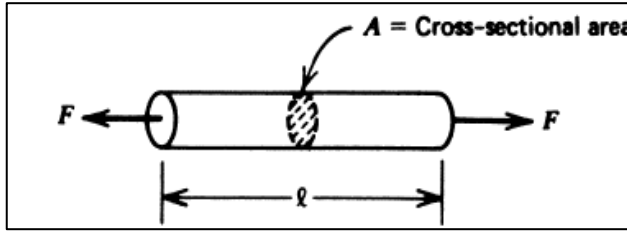
3-1-1 مقاومات الانفعال Strain Gauge:

تستجيب هذه المقاومات للانفعالات الميكانيكية وتلتصق بشكل متين على الجسم الذي نريد قياس الإجهاد عليه وهي موضحة بالشكل (4).



الشكل (4) : مقاومة انفعال مركبة على الجسم المراد قياس الاجهاد عليه

لو أخذنا مقطع من ناقل وتعرض للشد فإنه يزداد طولُه ويقل مقطعه كما في الشكل (5)



الشكل (5) : ناقل تعرض للشد

تعطى مقاومة الناقل بالعلاقة (3) :

$$R = \rho * \frac{l}{A} \quad (3)$$

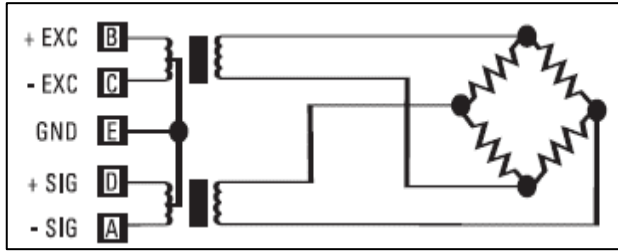
أو يتم تركيب أربع مقاومات انفعال على محور يربط بين المحرك والحمولة كما هو موضح بالشكل (6). وعندما يدور المحرك يتعرض محور المقياس إلى إجهاد يتناسب قيمته مع قيمة الحمولة، ونحصل على جهد يتغير تبعاً لعزم الحمولة. [8]



الشكل (6): جهاز قياس العزم من شركة PCB

ويتم توصيل المقاومات الأربعة مع بعضها عن طريق جسر واطستن كما بالشكل (7).

حيث جميع المقاومات الموصولة هي مقاومات انفعال. [9]

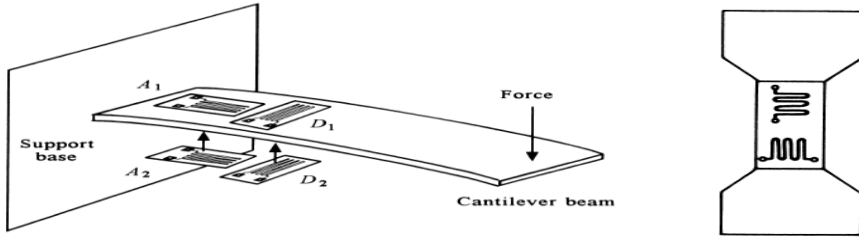


الشكل (7): البنية الداخلية لمقياس العزم من شركة PCB

3-1-2 جسر واطستن Wheatstone bridge :

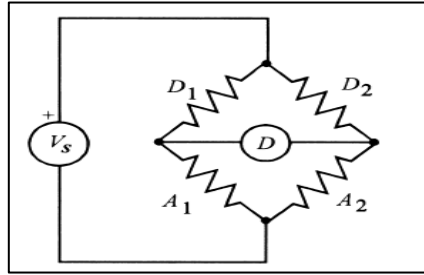
تستخدم جميع خلايا الحمل Load Cells جسر واطستن في توصيل مقاومات الانفعال، فمن خلال هذا الجسر يمكننا زيادة دقة القياس عن طريق توصيل 4 مقاومات انفعال ويكون الخرج صفر في حالة عدم وجود حمولة. [10]

يوضح الشكل (8) دائرة خلية الحمل وكيفية توصيل مقاومات الانفعال. حيث يوجد 4 مقاومات ، اثنين من كل جهة A1,A2 لقياس الانحناء، D1,D2 للتغلب على التشويش الناتج عن تغير درجات الحرارة. [10]



الشكل (8): خلية الحمل Load Cell

ويوضح الشكل (9) بنية جسر واطستن مع 4 مقاومات انفعال.



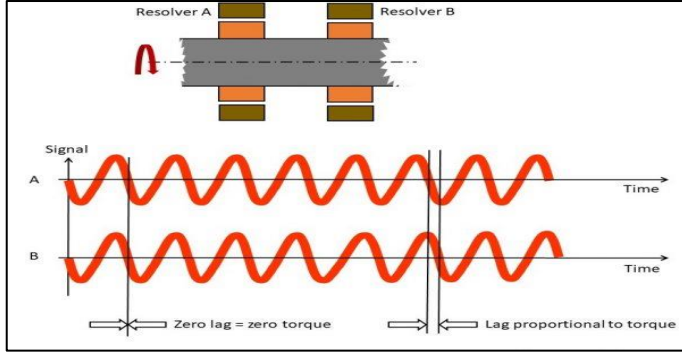
الشكل (9) : جسر واطستن

ويمكننا حساب جهد الخرج انطلاقا من قانون كيرشوف الثاني، كما في العلاقة (4)

$$V_o = \left(\frac{D1}{D1 + A1 + \Delta A1} - \frac{D2}{D2 + A2 - \Delta A2} \right) V_s \quad (4)$$

3-1-3 حساسات الزاوية (Angle Sensors) :

تعتمد هذه الأجهزة على قياس زاوية التواء المحور (the twist) الواصل بين المحرك والحمولة وبالتالي قياس العزم حيث يتم إضافة اثنين من حساسات الزاوية أو (Shaft encoder) الأول يوصل عند المحرك والآخر يوصل عند الحمولة وبمعرفة انحراف الطور بين الحساسين يمكننا معرفة العزم. كما هو موضح بالشكل (10) . [11]



الشكل (10) : قياس العزم باستخدام حساسات الزاوية

في حالة عدم وجود عزم يكون الانزياح في الطور بين الاشارتين هو 0، وعندما نطبق عزم حمولة على المحرك فإن الانزياح الطوري يزداد بشكل طردي مع العزم. ولكن حساسات الزوايا يجب ان تكون دقيقة جداً وتقيس بنسبة 0.0001 درجة (وهي غالباً حساسات تحريضية بمواصفات خاصة Inductive sensors). وليس من الضرورة أن يكون المحور طويلاً لزيادة الدقة وإنما يتم استخدام محور طوله 25mm ولكن له مرونة محددة تناسب مجال العزم المطلوب قياسه. وغالباً لا تستخدم هذه المقاييس لأن سعرها مرتفع جداً بالرغم من انها أكثر متانة وموثوقية ودقة من مقاومات الانفعال [11].

4- منصة قياس العزم عن طريق آلة التيار المستمر ونظام بروني:

تم في هذا البحث الاستعانة بمنصة قياس العزم TERCO الموجودة في مخبر القيادة الآلية، تقوم هذه المنصة على قياس عزم المحركات ميكانيكياً عن طريق نظام بروني ولكن هنا لا يتم التحميل عن طريق الاحتكاك وإنما عن طريق توصيل حمولات على مولدة التيار المستمر. يتكون نظام قياس العزم من مولدة تيار مستمر ولكن هيكل المولدة موصول على المؤشر الميكانيكي لقياس العزم وبالتالي كلما ازداد العزم ازدادت زاوية دوران الهيكل ، وتقيس العزوم حتى 25Nm.

رسم المميّزة الميكانيكية لمحرك تحريضي ثلاثي الطور باستخدام Raspberry pi

وتحتوي المنصة على مقياسي تيار، الأول يقيس حتى 1A ويتم وصله لقياس تيار التهيج ، والثاني 15A ويقيس تيار المتحرض، كما تحتوي المنصة أيضا على حساس سرعة (تاكومتر) يقيس حتى 4000 RPM، بالإضافة إلى مقاومة تحميل للمتحرض.

بالنسبة للمولدة فإن استطاعتها هي 2.2KW والسرعة 1500 RPM وجهد التهيج 220VDC والتيار 0.8A، يوضح الشكل (11) منصة قياس عزم المحركات الكهربائية مقدمة من شركة TERCO السويدية. [12]



الشكل (11) : منصة قياس العزم من شركة TERCO

5- مواصفات شريحة Raspberry pi 3 model B الفنية:

تم في هذا البحث استخدام شريحة Raspberry pi 3 model B وهذا الجدول يوضح مواصفاتها الفنية

جدول 1 يبين مواصفات شريحة Raspberry pi model B 3 : [13]

Quad Core 1.2GHz Broadcom BCM2837 64bit CPU	نوع المعالج
1GB RAM	سعة ذاكرة الوصول العشوائي
BCM43438 wireless LAN and Bluetooth Low Energy (BLE) on board	شريحة بلوتوث + شريحة ال WIFI
100 Base Ethernet	منفذ الانترنت
40-pin extended GPIO	عدد أقطاب التحكم
4 USB 2 ports	نوع و عدد منافذ USB
4 Pole stereo output and composite video port	مخرج الصوت و الفيديو
Full size HDMI	نوع وصلة الشاشة
CSI camera port for connecting a Raspberry Pi camera	مدخل كاميرا راسبيري باي عالية الدقة
DSI display port for connecting a Raspberry Pi touchscreen display	مدخل شاشة اللمس
Micro SD port for loading your operating system and storing data	مدخل بطاقة الذاكرة
Upgraded switched Micro USB power source up to 2.5A	منفذ micro usb المخصص للتغذية

6- مقارنة بين ARDUINO UNO & RASPBERRY PI 3 Model B :R3

جدول 2 مقارنة بين raspberry pi 3 و Arduino uno :

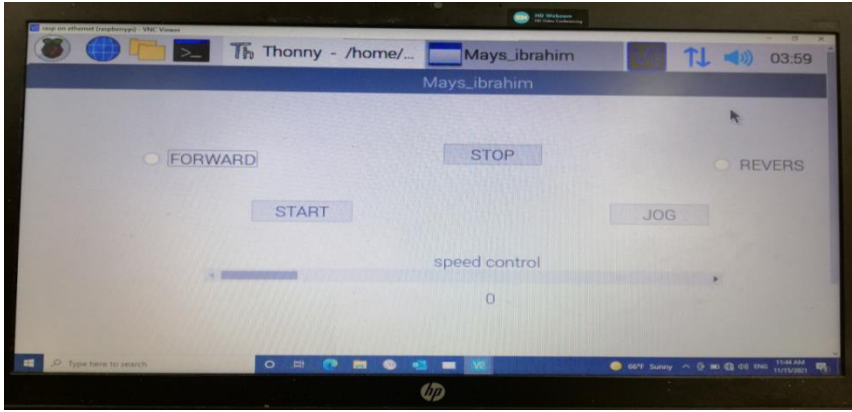
ARDUINO UNO	RASPBERRY PI 3	من حيث
R3	MODEL B	الإصدار
16MHz , 328 AT Mega	Quad Core 1.2GHz Broadcom BCM2837 64bit CPU	المعالج
2KILLO BYTE	1GIGA BYTE	الذاكرة العشوائية
32 KILLO BYTE	MICRO SD CARD	الذاكرة الثابتة
NO	YES	تشغيل فيديو عالي الدقة
14	(20 TO 24)	عدد مخارج التحكم
6	NO	عدد مداخل التماثلي
6	20	مخارج PWM
NO	YES	معالجة تفرعية
NO	YES	مدخل شبكة
ARDUINO C	كل لغات البرمجة التي تعمل على Linux	اللغات البرمجية المدعومة

تم استخدام متحكم أردوينو من أجل قراءة قيمة السرعة من الانكودر ، لأن الراسبيري لا تحوي على أقطاب Analog .

7- النموذج العملي المصمم :

تم في هذا البحث دراسة خصائص المبدلة الترددية ودراسة بارامترات ومخططات التوصيل للمبدلة الشعاعية المستخدمة، وكيفية ضبطها لتلائم النظام العملي المصمم، والتعرف على بارامترات المحرك التحريضي المربوط معها، وكيفية تحديد طريقة قيادته مع إمكانية التغيير بين الأنماط المتعددة لطرق القيادة المختلفة ضمن المبدلة، كذلك إعداد بروتوكول الاتصال المناسب من أجل تحقيق الربط بين الراسبييري باي والمبدلة . ثم تم تصميم واجهة تخاطبية GUI للتحكم بالمبدلة الترددية مباشرة عن طريق الطرفيات في Raspberry Pi مما يمكننا من إرسال واستقبال البيانات بين Raspberry pi & VFD .

كذلك تم تشغيل المحرك التحريضي وإيقافه وتدويره بالاتجاهين الأمامي والعكسي بمرونة، بالإضافة إلى زلقة للتحكم بالسرعة، كما تم حساب قيمة السرعة عن طريق الانكودر الضوئي (حساس السرعة) المربوط على محور المحرك التحريضي .

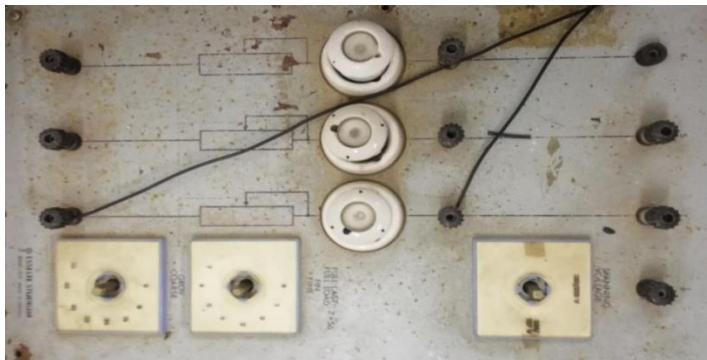


الشكل (12) : البرنامج المصمم للتحكم بال VFD

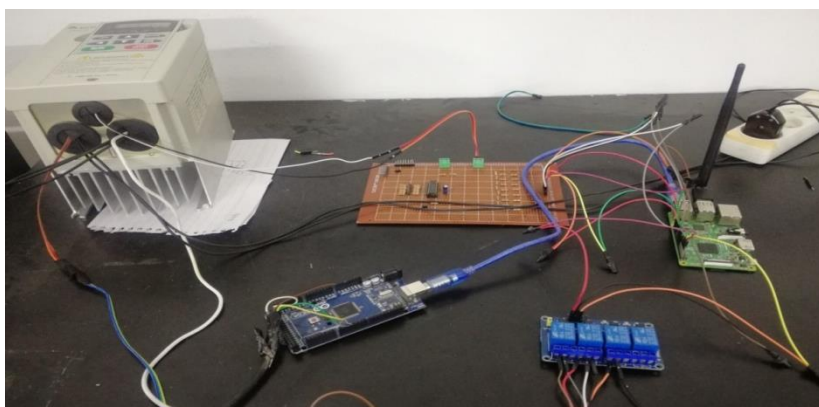
كما تم تصميم نظام خاص لتحميل المحرك التحريضي من أجل دراسة تأثير تغيرات عزم الحمولة وعرض منحنيات العمل على البرنامج المصمم (الواجهة) ابتداء من حالة اللاحمل وحتى قيمة العزم الأعظمي عند سرعات مختلفة فقد تم استخدام مقاومة متغيرة

رسم الممبزة الميكانيكية لمحرك تحريضي ثلاثي الطور باستخدام Raspberry pi

للتحكم بالحمولة المطبقة على المحرك، وقد تم رسم ممبزة (سرعة/ عزم) للمحرك التحريضي ومقارنة نتائج القيم المقروءة من مسجلات المبدلة (VFD) في الزمن الحقيقي



الشكل (13) : نظام تحميل المحرك التحريضي



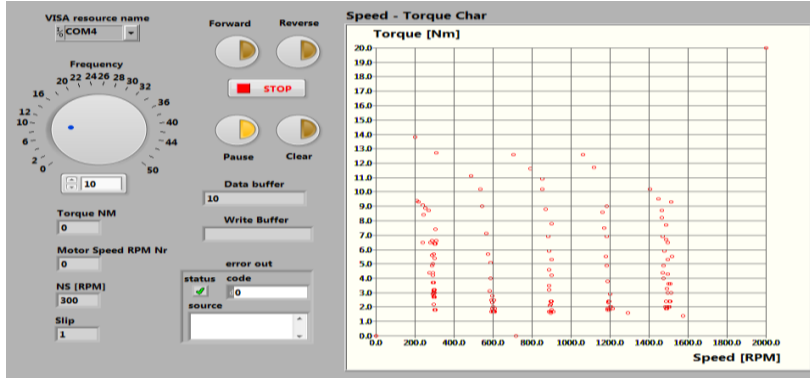
الشكل(14) : ربط Raspberry pi & vfd

يبين الشكل (14) الآلية المستخدمة لربط الراسبييري باي بالمبدلة الشعاعية عن طريق الطرفيات ، بالإضافة إلى ريليهات يتم التحكم فيها كقواطع لأزرار Fwd&Rev...

النتائج والمناقشة :

تم تصميم واجهة GUI بنجاح للتحكم بالمبدلة الترددية مباشرة عن طريق الطرفيات في Raspberry Pi مما يمكننا من إرسال واستقبال البيانات بين Raspberry pi & VFD .

المنحنيات تم عرضها بواسطة Vnc Viewer الذي يمكننا من توفير الكلفة المادية في حال شراء شاشة خاصة للراسبييري ، كما تم حساب قيمة السرعة عن طريق الأنكودر المربوط على محور المحرك ، يتكون نظام قياس العزم من مولدة تيار مستمر ولكن هيكل المولدة موصول على مؤشر ميكانيكي لقياس العزم وبالتالي كلما زاد العزم ازدادت زاوية دوران الهيكل، يقيس العزوم حتى 25Nm.



الشكل (15) : تغيرات السرعة والعزم عند استخدام برنامج Labview

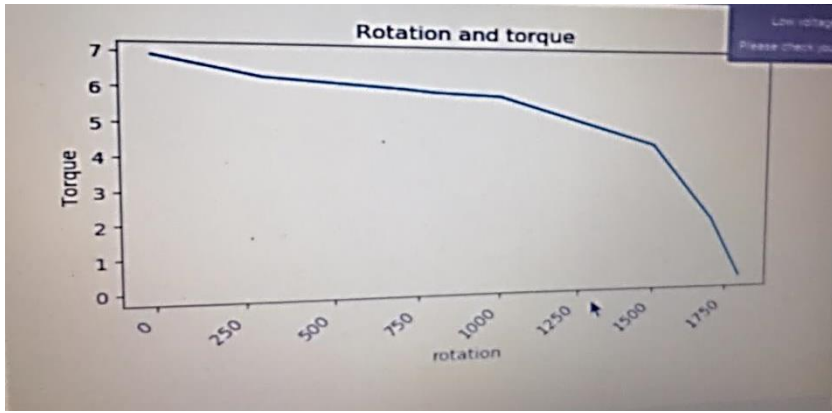
اعتمادا على الدراسات المرجعية التي تم فيها استخدام برنامج Labview من أجل قيادة المبدلة الشعاعية عن طريق بروتوكول Modbus وبرنامج Labview نلاحظ أنه عند السرعات المنخفضة (حتى 300 rpm) فإن السرعة بقيت ثابتة حتى الوصول إلى قيمة بحدود 1.5 من العزم الاسمي وبعدها انخفضت بشكل مباشر . [14]

وبالمقارنة بين النتائج التي تم الحصول عليها عند تطبيق نظام القيادة المصمم باستخدام Raspberry Pi نلاحظ ان السرعة بدأت من الصفر ثم ازدادت بالتدرج أي التغيرات في شكل مميزة (سرعة / عزم) كانت طفيفة بحيث بقيت تتأرجح حول قيم ثابتة حتى 1000

Raspberry pi رسم المميّزة الميكانيكية لمحرك تحريضي ثلاثي الطور باستخدام

rpm، بينما العزم المولد كان كبيراً في البداية من أجل الإقلاع ومن ثم انخفض حتى الصفر عند الوصول إلى حالة الاستقرار .

ومن أجل توضيح الحالة الديناميكية نجعل السرعة تتغير من حالة التوقف وحتى السرعة الاسمية عند زمن 0.2 s والعزم يتغير من حالة اللاحمل وحتى العزم الاسمي عند الزمن 1.8 S. ويوضح الشكل (16) الحالة الديناميكية عند تغيير السرعة والعزم، حيث نلاحظ تغيير شكل المميّزة عند سرعة 1500 rpm بشكل حاد .



الشكل (16) : مميّزة السرعة / عزم

بينما عند السرعات المتوسطة والمرتفعة فإن نظامي التحكم يقدمان أداءً جيداً ولكن نظام التحكم الشعاعي المصمم أكثر ثباتاً اعتماداً على زاوية المنحني .

والجدير بالملاحظة أنه عند السرعات المرتفعة ترتفع حرارة المحرك بالإضافة إلى ذلك ترتفع حرارة الحزام بين المحرك والمولد ويحدث انزلاق مما يؤدي إلى تأرجح القيم المقروءة حول القيم الحقيقية .

مقارنة القيم المقروءة من الانفرتر ومن الحساسات :

جدول 4 :

Torque (Nm)	Speed (rpm)
0	1800
1.9	1700
5	1500
6	1000
6.1	800
6.2	700
6.3	300

جدول 3 :

Torque (Nm)	Speed (rpm)
0	2700
2.1	2640
3	2580
4.1	2520
5.2	2460
6.9	2520
8	2580

يبين الجدول 3 القيم القروءة لكل من السرعة والعزم من المسجلات الداخلية للانفرتر وبيّن الجدول 4 القيم المقروءة للسرعة والعزم من حساسات السرعة والعزم المركبة على نظام التحميل إذ نلاحظ أن القراءات السابقة متقاربة إلى حد كبير .

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- عند نمذجة نظام التحكم الشعاعي كانت قيم مركبة الفيض ثابتة ومركبة التيار تتغير تبعاً للحمولة .
- تم تحقيق التراسل بين الراسبييري والمبدلة الشعاعية بمرونة عبر استخدام الطرفيات وتم عرض تغيرات العزم المقدم بدلالة سرعة دوران المحرك .
- يمكن استخدام المبدلة الترددية ولا حاجة لحساس السرعة (الانكودر الضوئي) الا من أجل العمليات التي تتطلب تحكماً دقيقاً بالسرعة .

التوصيات :

- تجربة قياس عزوم المحركات التي تعمل في حالة عدم وجود مبدلة شعاعية .
- تحصيل بيانات المحرك في الحالات العابرة وتأثير تغير قيم التسارع والتباطؤ على الأداء .
- استخدام مبدلة ذات معالج أسرع لتقليل التأخير الزمني الحاصل في الاستجابة القادمة من البرنامج .

قائمة المراجع :

- [1] Schauder, C. (1992). Adaptive speed identification for vector control of induction motors without rotational transducers. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 28(5), 1054-1061
- [2] Peng, F. Z., & Fukao, T. (1994). Robust speed identification for speed-sensorless vector control of induction motors. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 30(5), 1234-1240
- [3] BUINAC,R.; TOMLJENOVIC,V.2013, *Determination of the Torque – Speed Characteristic of Induction Motor in electric Machinery Education. IEEE Croatia*,895- 899
- [4] Schauder, C. (1992). Adaptive speed identification for vector control of induction motors without rotational transducers. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 28(5), 1054-1061
- [5] Peng, F. Z., & Fukao, T. (1994). Robust speed identification for speed-sensorless vector control of induction motors. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 30(5), 1234-1240.
- [6] Holtz, J., & Quan, J. (2001, September). Sensorless vector control of induction motors at very low speed using a nonlinear inverter model and parameter identification. In *Industry Applications Conference, 2001. Thirty-Sixth IAS Annual Meeting. Conference Record of the 2001 IEEE* (Vol. 4, pp. 2614-2621). IEEE.
- [7] 8 April 2019. <https://datum-electronics.co.uk/product/rotary-torque-sensor-m425>
- [8] 8 April 2019. <https://datum-electronics.co.uk/product/rotary-torque-sensor-m425>
- [9]5May2019.<https://measurementsensors.honeywell.com/techresources/-appnotes/Pages/Ways to Measure the Force Acting on a Rotating Shaft.aspx> *Tunis*, Vol.11, No.15, 8728- 8732
- [10] أ.د. علي احمد محمود، مقرر عناصر التحكم والقياس. جامعة طرطوس

[11] 20 April 2019. <https://www.zettlex.com/articles/torque-measurement-angle-sensors>

[12] <https://www.tercosweden.com>

[13] <http://www.raspberypi.org>

[14] Ghaith, Ghanem. "Didactic Experiment Platform for Acquiring Vector Control Data Using Labview (Modeling, Design, Implementation)". Tartous university, 2019.

دراسة تحليلية لتأثير تدفق مياه المبخر المائي على معامل أداء المضخة الحرارية (ماء-هواء)

طالب الدراسات العليا: ميسم زريفه

كلية: الهمك - جامعة: البعث

الدكتور المشرف: سهيل حنا

الملخص:

في هذه الورقة البحثية تم إنشاء نموذج رياضي لمضخة حرارية (ماء-هواء) بغرض التدفئة، وتم الأخذ بالاعتبار أكثر البارامترات الفيزيائية التي يمكن أن تؤثر على أداء المنظومة بشكل مفصل وعميق وخاصة من ناحية المبادل الحلزوني المائي المستخدم كمبخر وذلك للحصول على نموذج رياضي يدرس تأثير تدفق المياه في المبخر المائي على أداء المضخة الحرارية، من خلال النتائج تبين التأثير الكبير لتدفق المياه في المبادل الحلزوني على درجات الحرارة للأجزاء الداخلية للمضخة الحرارية وبالتالي تأثير ذلك على قيم كميات التدفقات الحرارية في كل من المبخر والمكثف، وتم أيضاً دراسة تأثير تدفق مياه المبادل الحلزوني على معامل الأداء الحراري COP Coefficient of performance للمضخة الحرارية.

كلمات مفتاحية:

مضخة حرارية، معامل الأداء الحراري، المبخر المائي، المكثف.

Abstract:

In this paper, a mathematical model of heat pump (water-air) has been established for heating purpose. Parameters that could affect the performance of the system have been deeply taken into consideration, especially on the water helical heat exchanger (used as an evaporator), to obtain the mathematical model that could study the effect of water flow in the evaporator on the heat pump performance. The results showed the great effect of water flow within helical exchanger on the temperatures of inner parts of the heat pump, consequently the effect of water flow on heat fluxes of both the evaporator and the condenser. Moreover, the effect of water flow of the helical exchanger on heat pump Coefficient of performance COP has been studied.

Key Words:

Heat pump, Coefficient of performance, water evaporator, condenser.

1- مقدمة:

تعتبر المضخة الحرارية تقنية فعالة وضرورية لتقليل استهلاك الطاقة والانبعاثات الغازية خاصة مع ما يواجهه عالمنا من تحديات الطاقة والتغيرات المناخية، فللمضخات الحرارية دور كبير في تحسين كفاءة الطاقة المستهلكة في المباني السكنية وخاصة من ناحية التدفئة.

من الصعب العثور في المجالات العلمية على المقالات التي تتناول القضية التي تطرحها هذه الورقة البحثية، فمعظم المقالات التي تتناول النمذجة الرياضية لنظام المضخة الحرارية تتناول موضوع تحسين معامل أدائها دون الخوض في تفاصيل أعمق تشير إلى النظام الفرعي المستخدم في المبخرات المائية وهي تدفق مياه الدارة الفرعية وتأثيرها على أداء المنظومة، فقد قدمت العديد من الأبحاث نماذج رياضية مختلفة لأنواع مختلفة من المضخات الحرارية وسنستعرض أهمها.

اقترح الباحث في [1] نموذج فيزيائي تحليلي يعتمد على طريقة الأمثلة الشاملة لانتقال الحرارة لوسيط التبريد في كل من المكثف والمبخر، ودرس الانتقال الحرارية في المرحلة العابرة واعتمد على التحليل الديناميكي لكل من الضاغط وصمام التمدد. حيث تم دمج التحليل الديناميكي وانتقال الحرارة لتشكيل نموذج فيزيائي شامل يوصف العلاقة بين البارامترات المجهولة وشروط العمل المعلومة وتم تحديد البارامترات المجهولة تحليلياً، فعلى سبيل المثال تم العمل على أمثلة نظام التبريد ضمن شروط عمل مختلفة لتقليل انتقال الحرارة الإجمالي في كل من المبخر والمكثف.

قدم الباحثون في [2] نموذج محاكاة ديناميكي لتحديد أداء مضخة حرارية هوائية مائية (لتسخين المياه) وقد تم استخدام النموذج المطور لتقييم أداء مضخة حرارية بأربع مناطق مختلفة وتم التحقيق من وفورات الطاقة والحد من الانبعاثات الغازية في كل منطقة وتم مقارنة أداء النموذج الديناميكي المستخدم لثلاثة أنظمة Air Source Heat Pump

ASHPAW Water Heating مختلفة لها هندسيات سطوح مختلفة للمبادل المدروس (المكثف) وأظهرت النتائج إن استخدام هندسة سطوح geometry أصغرية للمبادل يزيد من معامل أدائها الحراري.

طور الباحثون في [3] نموذجاً رياضياً لوصف الحالة شبه المستقرة لأداء مضخة حرارية (ماء - ماء) حيث استخدمت المنظومة لتسخين وتبريد مباني واقعة في منطقة البحر المتوسط . حيث تم بناء النموذج الرياضي للمضخة الحرارية التي تضم وشائع مائية أرضية (للمياه الباردة) ووشائع مائية داخل الأبنية (للمياه ساخنة). أخذ بالاعتبار دراسة معامل الأداء COP للمضخة الحرارية في حالتَي التبريد والتسخين وتم التحقق من صحة النموذج المقترح باستخدام المعطيات التجريبية للنظام، حيث تم التحقق من حساسية النظام المقترح من أجل استراتيجيات مختلفة للتحكم بالأمثلة.

طور الباحثون في [4] نموذجاً رياضياً جديداً لانتقال الحرارة بالحالة المستقرة ضمن مبادل حراري صفائحي، حيث تم استخدام هذا المبادل الصفائحي في المكثف. استخدمت طريقة الفروق المنتهية لوصف سلوك المبادل الحراري والتحقق في البارامترات المؤثرة على أداء هذا المبادل ولم يتم مناقشة معامل الأداء الحراري للمنظومة المقترحة.

قُدمت في الأبحاث في [5-7] نماذج رياضية مطورة لمضخة حرارية واعتمدت على طريقة الحل الرياضية العددية لحل تلك النماذج المقترحة.

قام الباحثون في [8] بتطوير نموذج رياضي للمضخة الحرارية للمكثف الصفائحي وتم الاستعانة بإجراءات رياضية للأمثلة والتحقق من النموذج المقترح ومقارنة المعطيات التي تم الحصول عليها مع نتائج محاكاة عددية للمنظومة المدروسة . وتم الأخذ بالاعتبار معامل الأداء الحراري للمنظومة.

فيما قدم الباحث في [9] نموذجاً رياضياً لمضخة حرارية ذات مبخر هوائي يدرس تأثير كل من درجة الحرارة الخارجية والرطوبة النسبية على أداء المضخة الحرارية، وتم مقارنة

نتائج النموذج المطور من خلال البيانات التجريبية المتوفرة في الأدبيات لأربعة مضخات حرارية (هواء-هواء) باستطاعات مختلفة، وكانت شروط التجارب في ظروف الصقيع التي تؤثر على هذا النوع من المبخرات في ظروف التدفئة، وبين أهمية هذين العاملين على COP المضخة.

إن جميع المقالات السابقة والتي تناولت تقديم نماذج رياضية لمختلف أجزاء المضخة الحرارية كانت تعتمد على مبادلات بسيطة إما صفائحية هوائية أو مبادلات هوائية ذات زعانف تقليدية.

في النموذج الحالي تمت دراسة مضخة حرارية (ماء - هواء) لها مبخر من النوع الحلزونية يستخدم المياه الجوفية كمصدر حرارة لانتهائي كما هو مبين في الشكل (1)، وتم التحقيق في أفضل تدفق للمياه في هذا المبادل والذي يوفر أكبر معامل أداء حراري لمنظومة المضخة الحرارية ككل.

2- خطوات إنشاء النموذج الرياضي :

في النموذج الرياضي المقدم تم دراسة كل عنصر من المضخة الحرارية على حدا أي لكل من المبخر والضاغط والمكثف وصمام التمدد. حيث تم تقسيم النموذج المعبر عن المبخر إلى قسمين: قسم تتم فيه عملية التبخير وتم التعبير عن معادلات انتقال الحرارة الخاصة به، وقسم التحميص " التسخين الزائد لوسيط التبريد "

عند وصف التدفق الحراري للتبخير كانت عملية انتقال الحرارة المدروسة في الحالة المستقرة لذلك كانت التدفقات الحرارية ثابتة مع الزمن، وتطلب الحل اختزال بعض البارامترات المجهولة وتم الاحتفاظ بالبارامترات المطلوبة ضمن النموذج الرياضي والتي هي مثلا معدل تدفق الماء و معدل تدفق وسيط التبريد.....

بالتالي عن طريق اختزال البارامترات المجهولة تم تقليل عدد البارامترات في النموذج المقترح ليتضمن فقط كميات انتقال الحرارة المعروفة في كل من القسمين المقترحين $q1$ و $q2$ " تبخير ، تحميص "

تم التخلص من درجة حرارة خروج المياه " المجهولة" وأيضاً سطوح انتقال الحرارة للتسخين وبالتالي بعد الاختصار أصبحت الكميات الحرارية " $q1$ و $q2$ " معتمدة على المتغيرات مثل التدفق الكتلي للماء m_w وتدفق وسيط التبريد m_f

واعتمدت إجراءات الاختزال في المعادلات عن طريق التعويض والاستبدال ففي البداية تم التخلص من سطوح التبادل الحراري المجهولة للقسمين $F1$ و $F2$ والاستعاضة عنهما بسطح التبادل الحراري للمبخر ككل F ، وفي الخطوة الثانية تم التخلص من درجات الحرارة الأخرى غير المعروفة، وهكذا تم الحصول على معادلة تعبر عن درجة حرارة خروج وسيط التبريد من المبخر.

تم تقديم معادلات انتقال الحرارة لأجزاء المضخة الحرارية المختلفة والحصول على نموذج رياضي متكامل للمضخة الحرارية يدرس تأثير التدفق الكتلي لمياه المبخر ودرجات حرارة الداخلية لأجزاء المضخة الحرارية وتأثيرها على كمية الحرارة المنتقلة في كل من المبخر والمكثف وبالتالي تأثيره على معامل الأداء الحراري للمضخة COP.

3-النموذج الرياضي :

يوصف معامل الأداء للمضخة الحرارية COP في حالة التسخين بالمعادلة التالية:

$$\eta = \frac{q}{P_c + P_p} \quad (1)$$

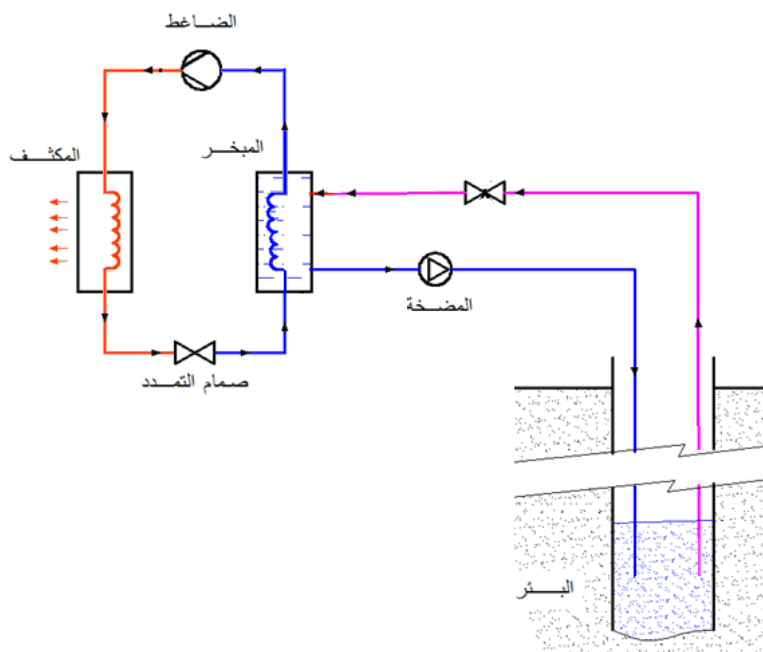
حيث q : الاستطاعة الحرارية للمكثف ، P_p طاقة مضخة تدوير المياه المستهلكة ، P_c طاقة الضاغط المستهلكة.

يمكن الحصول على القيمة العظمى لمعامل الأداء COP بجعل طاقة مضخة تدوير مياه المبخر بحالة مثلى. باشتقاق معادلة ال COP جزئياً بالنسبة لطاقة المضخة نجد:

$$\left\| \frac{\partial \eta}{\partial P_p} \right\|_{\max} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{\partial \eta}{\partial P_p} = \frac{\partial \left(\frac{q}{P_c + P_p} \right)}{\partial P_p}$$

$$\left(\frac{\partial q}{\partial P_p} \right) (P_c + P_p) - q = 0 \quad (2)$$



الشكل (1) مخطط الدارة الرمزية للمضخة الحرارية المدروسة.

1-3- المعادلات الرياضية الحاكمة في المبخر :

كما ذكر سابقاً سيتم الاعتماد على مبخر مائي حلزوني له المواصفات الواردة في الملحق.

يعتمد التدفق الحراري للمبخر على ستة بارامترات مستقلة كما تبينها المعادلة الآتية:

$$q = f[m_w(P_p), m_f(P_c), F, t_{wi}, t_{fe}, \Delta P]$$

حيث: m_w التدفق الكتلي للمياه ، m_f :التدفق الكتلي لوسيط التبريد(الفيون) ، F : مساحة سطح تبادل المبادل t_{wi} :درجة حرارة دخول المياه للمبادل ، t_{fe} :درجة حرارة دخول الفيون للمبادل ، ΔP فرق الضغط. وللحصول على القيمة المثلى للتدفق يجب مراعاة هذه البارامترات الستة، لكن في عملنا هذا سنحاول تحقيق هذه القيمة عن طريق طاقة مضخة تدوير المياه، أي سوف يتم العمل على تحقيق أكبر قيمة للتدفق الحراري بدلالة تدفق مياه المبادل للمبخر لأن طاقة مضخة التدوير تعتمد بشكل مباشر على معدل التدفق الكتلي للمياه.

بالتفاضل الجزئي للتدفق الحراري الكلي الحاصل في المبخر بالنسبة لطاقة المضخة يكون :

$$\frac{\partial q}{\partial P_p} = \frac{\partial q}{\partial m_w} \cdot \frac{\partial m_w}{\partial P_p} \quad (3)$$

حيث أن كمية التدفق الحراري الكلية للمبادل:

$$q = q_1 + q_2 \quad (4)$$

حيث q_1 هي كمية الحرارة المصروفة على تبخير وسيط التبريد، q_2 هي كمية الحرارة المصروفة على عملية تحميص وسيط التبريد . بتبديل (4) في (3) نجد :

$$\frac{\partial q}{\partial m_w} = \frac{\partial(q_1 + q_2)}{\partial m_w} = \frac{\partial q_1}{\partial m_w} + \frac{\partial q_2}{\partial m_w} \quad (5)$$

للحصول على التفاضل الجزئي في المعادلة السابقة من الضروري تحديد العلاقة بين التدفق الحراري و معدل التدفق الكتلي للمياه.

في النموذج المقترح للمبخر سيتم تجزئة عملية التبخر إلى مرحلتين (قسمين) : في القسم الأول من المبخر سيتم فيه تبخير لوسيط التبريد تحت درجة حرارة محددة t_{fe} " درجة حرارة الاشباع في مرحلة التبخير " وضغط محدد . وفي القسم الثاني للمبخر تحدث عملية تحميص (تسخين إضافي) لبخار وسيط التبريد . بالنسبة للقسم الأول فإن معادلة التدفق الحراري الذي يكسبه وسيط التبريد عبر جدار الوشيعية الحلزونية خلال عملية التبخير يحسب كما يلي :

$$q_1 = \dot{m}_f \cdot \Delta i_f \quad (6)$$

$$q_1 = k_1 \cdot F_1 \cdot \Delta t_{ln1} \quad (7)$$

$$q_1 = C_{pw} \cdot m_w \cdot \Delta t_{w1} = C_{pw} \cdot \dot{m}_w (t_{wi} - t_{wm}) \quad (8)$$

حيث: k_1 عامل النفوذ الحراري للقسم الأول عبر جدران المبخر

F_1 مساحة سطح تبادل القسم الأول

Δt_{ln1} فرق درجات الحرارة اللوغاريتمية على طول جدران القسم الأول من المبخر .

C_{pw} : السعة الحرارية النوعية لماء المبادل

m_w التدفق الكتلي للماء

t_{wi} : درجة حرارة دخول لمياه المبادل

t_{wm} : درجة حرارة المياه الملامسة لنهاية القسم الأول .

وبالنسبة للقسم الثاني من المبادل فإن المعادلات تكون بالشكل التالي :

$$q_2 = c_{pf} \cdot \dot{m}_f (t_{ff} - t_{fe}) \quad (9)$$

$$q_2 = k_2 \cdot F_2 \cdot \Delta t_{ln2} \quad (10)$$

$$q_2 = C_{pw} \cdot \dot{m}_w (t_{wm} - t_{wf}) \quad (11)$$

t_{fe} : درجة حرارة الإشباع عند التبخير .

t_{ff} : درجة حرارة خروج وسيط التبريد من المبخر .

k_2 : عامل النفوذ الحراري للقسم الثاني عبر جدران المبخر .

F_2 : مساحة سطح تبادل القسم الثاني .

Δt_{ln2} : فرق درجات الحرارة اللوغاريتمية على طول جدران القسم الثاني من المبخر .

t_{wf} : درجة حرارة خروج المياه من المبادل .

المساحة الكلية لسطح تبادل المبخر :

$$F = F_1 + F_2 \quad (12)$$

التدفق الحراري الكلي للمبخر :

$$q = q_1 + q_2 \quad (13)$$

$$q = C_{pw} \cdot \dot{m}_w (t_{wi} - t_{wf}) \quad (14)$$

معادلة الفروق اللوغاريتمية لدرجات الحرارة للقسمين الأول و الثاني :

$$\Delta t_{ln1} = \left[\frac{(t_{wi} - t_{fi}) - (t_{wm} - t_{fe})}{\ln(t_{wi} - t_{fi}) - \ln(t_{wm} - t_{fe})} \right] \quad (15)$$

$$\Delta t_{ln2} = \left[\frac{(t_{wm} - t_{fe}) - (t_{wf} - t_{ff})}{\ln(t_{wm} - t_{fe}) - \ln(t_{wf} - t_{ff})} \right] \quad (16)$$

حيث: $t_{fi} = t_{fe}$ درجة حرارة دخول وسيط التبريد للمبخر

- المتغيرات المعلومة في نموذج المبخر : $[m_w, m_f, t_{fi}, t_{wi}, \Delta P, F]$

1. m_w معدل التدفق الكتلي لمياه المبخر .
2. m_f معدل التدفق الكتلي لوسيط التبريد .
3. t_{wi} درجة حرارة دخول مياه المبادل (المبخر).
4. t_{fi} درجة حرارة دخول وسيط التبريد إلى المبخر (درجة حرارة الاشباع).
5. ΔP انخفاض الضغط على طرفي المبادل الحراري (المبخر) " مدخل و مخرج " .
6. F مساحة سطح التبادل الكلي للمبخر .

- المتغيرات المجهولة في نموذج المبخر : $[t_{wm}, t_{wf}, t_{ff}, F_1, F_2, q_1, q_2]$

1. t_{wm} درجة حرارة المياه المغادرة للقسم الأول من المبخر .
2. t_{wf} درجة حرارة المياه المغادرة للمبادل الحراري.
3. t_{ff} درجة حرارة وسيط التبريد المغادر للقسم الثاني .
4. F_1 مساحة سطح التبادل للقسم الأول (قسم التبخير) .
5. F_2 مساحة سطح التبادل للقسم الثاني (قسم التحميص) .
6. q_1 التدفق الحراري في القسم الأول .
7. q_2 التدفق الحراري في القسم الثاني .

1-1-3- اختزال المتغيرات المجهولة :

سيتم إيجاد صيغ و علاقات رياضية تربط المتغيرات الستة المعلومة و اختصار المتغيرات المجهولة السبعة بدلالة تلك المتغيرات المعلومة إلى متغيرين فقط و هما q_2 و q_1 (التدفقات الحرارية في القسمين الأول و الثاني)، أي سيتم إيجاد معادلات كل من q_2 و q_1 بدلالة المتغيرات المعلومة فقط.

1-1-1-3- إيجاد التدفق الحراري في القسم الأول q_1 :

إن الخطوة الأولى في إجرائية اختزال المتغيرات المجهولة هي اختصار مساحة سطحي التبادل في القسمين الأول و الثاني واستبدالهما بمساحة السطح الكلي المعلومة . في القسم الأول من المبخر يستقبل وسيط التبريد الحرارة من المياه وهذا يؤدي إلى عملية تبخر لهذا الوسيط وفق المعادلة (6).

يمكن استخدام التعبير الرياضي الآتي للتغير في الانتالبي كتغير له دقة مقبولة [8] .

$$\Delta i_f = a_0 + a_1 t_{fe} + a_2 t_{fe}^2 \quad (17)$$

المعاملات a_0, a_1, a_2 تحدد اعتماداً على قيم جدولية تتعلق بوسيط التبريد ، حيث من أجل وسيط التبريد R407 وبالاعتماد على القيم الجدولية لخصائص هذا الوسيط وتمثيلها باستخدام برنامج الماتلاب واستخدام توابع الملائمة للمنحنيات التي تم الحصول عليها تم إيجاد المعاملات السابقة بحيث $\Delta i_f [j/kg]$:

$$a_0 = 218050 \quad , \quad a_1 = -931.61 \quad , \quad a_2 = -10.045$$

بالتالي:

$$q_1 = \dot{m}_f (a_0 + a_1 t_{fe} + a_2 t_{fe}^2) \quad (18)$$

2-1-1-3- إيجاد التدفق الحراري في القسم الثاني q_2 :

يمكن التعبير عن مساحة السطح في القسم الثاني كما يأتي :

$$F_2 = F - F_1 \quad (19)$$

فيكون الجريان الحراري في القسم الثاني :

$$q_2 = k_2 \cdot F_2 \cdot \Delta t_{ln2} = k_2 (F - F_1) \cdot \Delta t_{ln2} \quad (20)$$

ومن المعادلة (7) نجد :

$$F_1 = \frac{q_1}{k_1 \cdot \Delta t_{ln1}} \quad (21)$$

بالتعويض في المعادلة (20)

$$q_2 = k_2 \cdot \left(F - \frac{q_1}{k_1 \cdot \Delta t_{ln1}} \right) \cdot \Delta t_{ln2} \quad (22)$$

نلاحظ أن البارامترات المجهولة فقط هي التدفقات الحرارية في القسمين الأول و الثاني .
إن درجة حرارة خروج وسيط التبريد من المبخر مجهولة وهي المعادلة الهدف لنموذج
المبخر، و يمكن الحصول عليها بتطبيق معادلة للتدفق الحراري في القسم الثاني، أي
المعادلة (9) نجد :

$$t_{ff} = \frac{q_2}{c_{pf} \cdot \dot{m}_f} - t_{fe} \quad (23)$$

باستبدال المعادلة و (18) و (22) في المعادلة (23) نجد:

$$t_{ff} = \frac{k_2 \cdot \Delta t_{ln2}}{c_{pf} \cdot \dot{m}_f} \cdot \left(F - \frac{\dot{m}_f (a_0 + a_1 t_{fe} + a_2 t_{fe}^2)}{k_1 \cdot \Delta t_{ln1}} \right) - t_{fe} \quad (24)$$

3-1-1-3- التقريب الخطي للفروق اللوغاريتمية :

تعطى معادلة الفروق اللوغاريتمية على طول مبادل حراري بالمعادلة الآتية:

$$\Delta t_{ln} = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{\ln \Delta t_{max} - \ln \Delta t_{min}} \quad (25)$$

عادة في مبادل حراري كالمبخر وبالشروط العملية التي يعمل عندها تكون الفروق الحرارية على طول المبخر ليست كبيرة بالنسبة لوسيط التبريد حيث أن حرارة التبخر ثابتة على قسم مهم من طوله وكذلك بالنسبة للمياه فإن الفروق الحرارية على طول المبخر ليست كبيرة أيضاً. وبالتالي يمكن اعتبار أن الفروق الحرارية على طول جدران المبخر في كل من الوسط الخارجي و الداخلي هي فروق خطية تقريباً وإن الانحراف الناتج عن هذا التقريب بالنسبة لهذه الحالات أقل من 2% ويمكن قبول نتائجه [8]. و بالتالي يمكن كتابة معادلة الفروق الحرارية اللوغاريتمية (25) في القسم الأول بين وسيط التبريد و المياه كما يلي:

$$\Delta t_{ln1} \cong \frac{\Delta t_{max1} + \Delta t_{min1}}{2}$$

$$\Delta t_{ln1} \cong \frac{(t_{wi} - t_{fi}) + (t_{wm} - t_{fe})}{2}$$

$$\Delta t_{ln1} \cong \frac{t_{wi} + t_{wm} - 2 t_{fe}}{2} \quad (26)$$

وذلك لكون عملية التبخر تتم تحت درجة حرارة ثابتة فإن : $t_{fi} = t_{fe}$

ولاختزال درجة حرارة مغادرة مياه المبخر للقسم الاول نستخدم المعادلة (8) :

$$t_{wm} = t_{wi} - \frac{q_1}{c_{pw} \cdot \dot{m}_w} =$$

$$t_{wi} - \frac{\dot{m}_f}{c_{pw} \cdot \dot{m}_w} (a_0 + a_1 t_{fe} + a_2 t_{fe}^2) \quad (27)$$

باستبدال المعادلة (27) بالمعادلة (26) نجد:

$$\Delta t_{ln1} \cong \frac{1}{2} \left(2t_{wi} - 2t_{fe} - \frac{\dot{m}_f}{c_{pw} \cdot \dot{m}_w} (a_0 + a_1 t_{fe} + a_2 t_{fe}^2) \right) \quad (28)$$

وينفس الطريقة يمكن إيجاد التقريب الخطي للقسم الثاني من المبخر ، حيث نحصل على المعادلة الآتية:

$$\Delta t_{ln2} \cong \frac{(t_{wm} - t_{fe}) + (t_{wf} - t_{ff})}{2} \quad (29)$$

ولاختزال درجة حرارة مغادرة مياه المبادل للقسم الثاني نستخدم المعادلة (11) :

$$\begin{aligned} t_{wf} &= t_{wm} - \frac{q_2}{c_{pw} \cdot \dot{m}_w} \\ &= t_{wm} - \frac{c_{pf} \cdot \dot{m}_f}{c_{pw} \cdot \dot{m}_w} (t_{ff} - t_{fe}) \end{aligned} \quad (30)$$

بالتعويض في المعادلة (29) نجد:

$$\Delta t_{ln2} \cong \frac{1}{2} \left(2t_{wm} + \left(\frac{c_{pf} \cdot \dot{m}_f}{c_{pw} \cdot \dot{m}_w} - 1 \right) t_{fe} - \left(\frac{c_{pf} \cdot \dot{m}_f}{c_{pw} \cdot \dot{m}_w} + 1 \right) t_{ff} \right) \quad (31)$$

4-1-1-3- حساب معامل انتقال الحرارة الكلي :

يحدد عامل النفوذ الحراري بين وسيط التبريد ومياه المبادل بالعلاقة :

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_w} + \frac{1}{\alpha_f} + \sum \frac{\delta}{\lambda}} \quad (32)$$

بسبب السماكة القليلة لجدران المبخر δ و نوعية معدنه فإن المقاومة الحرارية لجدرانه يمكن إهمالها $\sum \frac{\delta}{\lambda} \cong 0$. تصبح المعادلة (32) كآلاتي :

$$K = \frac{\alpha_w \cdot \alpha_f}{\alpha_w + \alpha_f} \quad (33)$$

معامل الحمل الحراري للماء الساخن في المبادل الحلزوني الانبوبي بحسب المرجع

[10]

$$\alpha_w = \frac{k_w}{d} \left(0.2176 Re_w^{1.864} Pr_w^{1.333} + 4.708 \left(\frac{\beta}{U^2} (T_s - T_w) d^3 \right)^{0.25} \right) \quad (34)$$

T_s : درجة حرارة السطح الخارجي للأنبوب النحاسي. β : معامل التمدد الحراري للماء.

U اللزوجة الكينماتيكية للماء، d : قطر أنبوب الحلزون ، D قطر وشيعة الحلزون.

معامل الحمل الحراري لوسيط التبريد بحسب المرجع [11] .

$$\alpha_f = 0.31 \frac{k_f}{d} \cdot \left(\frac{d}{D} \right)^{0.3161} \cdot \left(\frac{d \cdot \dot{m}_f}{\mu_f} \right)^{0.6323} \cdot \left(\frac{C_{pf} \cdot \mu_f}{K_f} \right)^{0.28} \quad (35)$$

k_f معامل التوصيل الحراري للفريون.

بتعويض المعادلة (31) في المعادلة (24) وإجراء سلسلة من الاختصارات نجد:

$$t_{ff} = \frac{1}{(1+A.B)} \left(\frac{k_2 \cdot A}{2C_{pf} \cdot \dot{m}_f} (2t_{wm} + C \cdot t_{fe}) - t_{fe} \right) \quad (36)$$

حيث:

$$A = F - \frac{\dot{m}_f (a_0 + a_1 t_{fe} + a_2 t_{fe}^2)}{k_1 \cdot \Delta t_{ln1}}$$

$$B = \frac{k_2}{2c_{pf} \cdot \dot{m}_f} \left(\frac{c_{pf} \cdot \dot{m}_f}{c_{pw} \cdot \dot{m}_w} + 1 \right)$$

$$C = \left(\frac{c_{pf} \cdot \dot{m}_f}{c_{pw} \cdot \dot{m}_w} - 1 \right)$$

$$\Delta t_{ln1} = \frac{1}{2} \left(2t_{wi} - 2t_{fe} - \frac{\dot{m}_f}{c_{pw} \cdot \dot{m}_w} (a_0 + a_1 t_{fe} + a_2 t_{fe}^2) \right)$$

$$t_{wm} = t_{wi} - \frac{\dot{m}_f}{c_{pw} \cdot \dot{m}_w} (a_0 + a_1 t_{fe} + a_2 t_{fe}^2)$$

$$K_{ev} = \frac{\alpha_w \cdot \alpha_f}{\alpha_w + \alpha_f},$$

$$\alpha_f = 0.31 \frac{k_f}{d} \cdot \left(\frac{d}{D} \right)^{3161} \cdot \left(\frac{d \cdot \dot{m}_f}{\mu_f} \right)^{0.6323} \cdot \left(\frac{c_{pf} \cdot \mu_f}{K_f} \right)^{0.28},$$

$$\alpha_w = \frac{k_w}{d} \left(0.2176 Re_w^{1.864} Pr_w^{1.333} + 4.708 \left(\frac{\beta}{U^2} (T_s - T_w) d^3 \right)^{0.25} \right)$$

2-3- المعادلات الرياضية في الضاغط :

الاستطاعة الحرارية المقدمة من الضاغط هي حاصل جداء معدل التدفق الكتلي لوسيط التبريد بالتغير في الإنتالبي للبخار المحمص بعد عملية الضغط . واعتماداً على استطاعة الضاغط و التدفق الكتلي لوسيط التبريد و درجة حرارة البخار المحمص بعد عملية الضغط يمكن كتابة ما يلي [12] :

$$P_c = \dot{m}_f \cdot \Delta i_{fc} \quad (37)$$

بالتالي :

$$P_c \cong \dot{m}_f (c_{pff} \cdot t_{cof} - c_{pfi} \cdot t_{coi}) \quad (38)$$

ويمكن التعبير عن درجة حرارة الفريون عند مخرج الضاغط بالشكل:

$$t_{cff} \cong \frac{1}{c_{pff}} \left(\frac{P_c}{\dot{m}_f} + c_{pfi} \cdot t_{ff} \right) \quad (39)$$

حيث يمكن اعتبار درجة حرارة مدخل الضاغط مساوية لحرارة خرج المبخر
 $t_{coi} = t_{ff}$

3-3- معادلات المكثف :

$$Q_c = F_c \frac{(t_{cff} - t_{i-air})}{\frac{1}{K_{con}} + \frac{1}{2w_f} + \frac{1}{2w_{air}}} \quad (40)$$

ولدينا

$$Q_c = \dot{m}_f c_{p,f} (t_{coif} - t_{conf}) \quad (41)$$

حيث درجة حرارة مدخل المكثف تساوي درجة حرارة مخرج الضاغط $t_{cff} = t_{coif}$
 فتكون درجة حرارة خروج وسيط التبريد (الفيون) من المكثف [12] :

$$t_{conf} = t_{cff} - \frac{F_c}{\dot{m}_f c_{p,f}} \cdot \frac{(t_{cff} - t_{i-air})}{\frac{1}{K_{con}} + \frac{1}{2w_f} + \frac{1}{2w_{air}}} \quad (42)$$

حيث: w_f ، w_{air} هما المكافئ المائي للهواء والفيون على التوالي.

$$w_f = \dot{m}_f c_{p,f}$$

$$w_{air} = \dot{m}_{air} c_{p,air}$$

ولدينا معاملي الحمل الحراري لكل من وسيط التبريد والهواء في المبادل الهوائي بحسب المرجع [11].

$$\alpha_f = 4.118 \frac{k_f}{d} \cdot Re_f^{0.4} \cdot Pr_f^{0.333} \quad (43)$$

$$\alpha_{air} = 4.1 \frac{k_{air}}{d} \cdot Re_{air}^{0.6} \cdot Pr_{air}^{0.333} \quad (44)$$

حيث معامل انتقال الحرارة في مبادل المكثف:

$$K_{con} = \frac{\alpha_{air} \cdot \alpha_f}{\alpha_{air} + \alpha_f} \quad (45)$$

4-3- معادلة صمام التمدد :

وباعتبار أن العملية أديباتية في صمام التمدد تكون المعادلة الممثلة لصمام التمدد [12]

:

$$\frac{t_{fi}}{t_{cf}} = \left(\frac{P_{ev}}{P_c} \right)^{\frac{k-1}{k}}$$

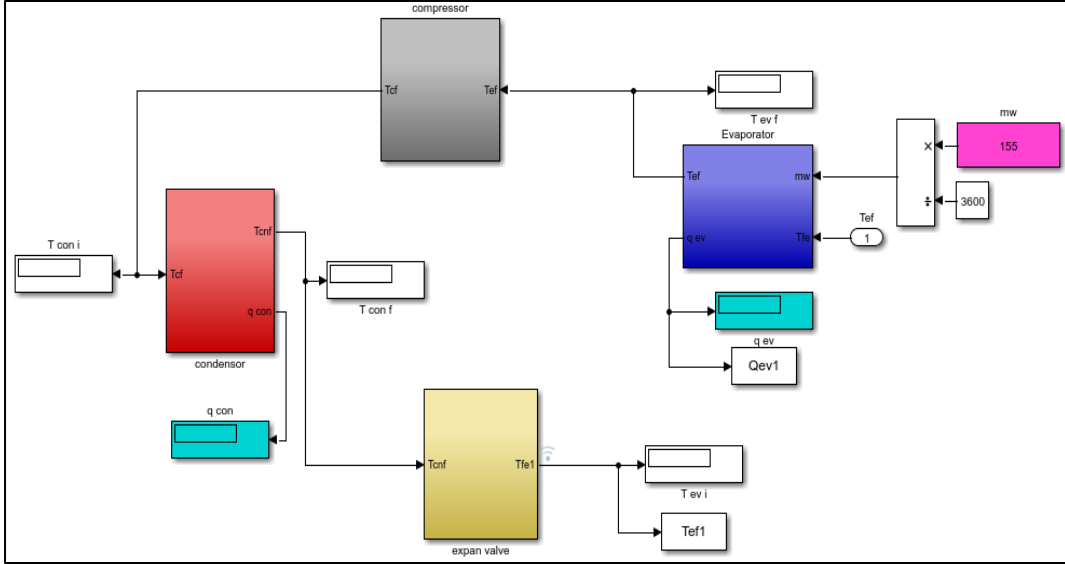
$$t_{fi} = t_{cf} \cdot \left(\frac{P_{ev}}{P_c} \right)^{\frac{k-1}{k}} \quad (46)$$

حيث: $k = \frac{C_p}{C_v}$ لوسيط التبريد، P_{ev} : ضغط السحب في الدارة، P_c ضغط الطرد.

5- النتائج ومناقشتها:

باستخدام المعادلات السابقة المعبرة عن النموذج الرياضي تم انشاء نموذج محاكاة باستخدام Matlab Simulink وتم إدخال شروط عمل المضخة الحرارية ومواصفاتها كما هو وارد في الملحق .

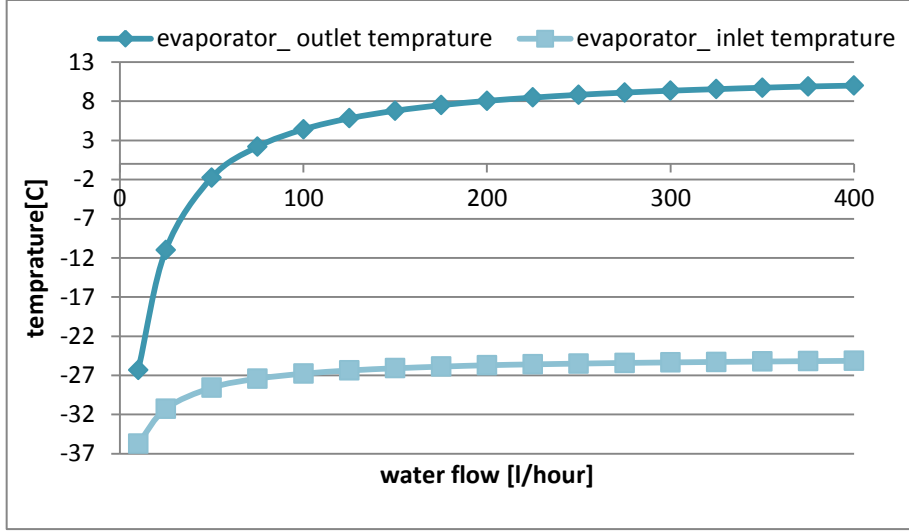
يوضح الشكل (2) مخطط نموذج المحاكاة الماتلاب للمضخة الحرارية المدروسة. وتم الاعتماد على نتائج النموذج في تقييم تأثير التغير في تدفق مياه المبخر المائي على أداء عناصر المضخة الحرارية وعلى معامل أداء المضخة ككل COP.



الشكل (2) مخطط نموذج المحاكاة الماتلاب للمضخة الحرارية المدروسة.

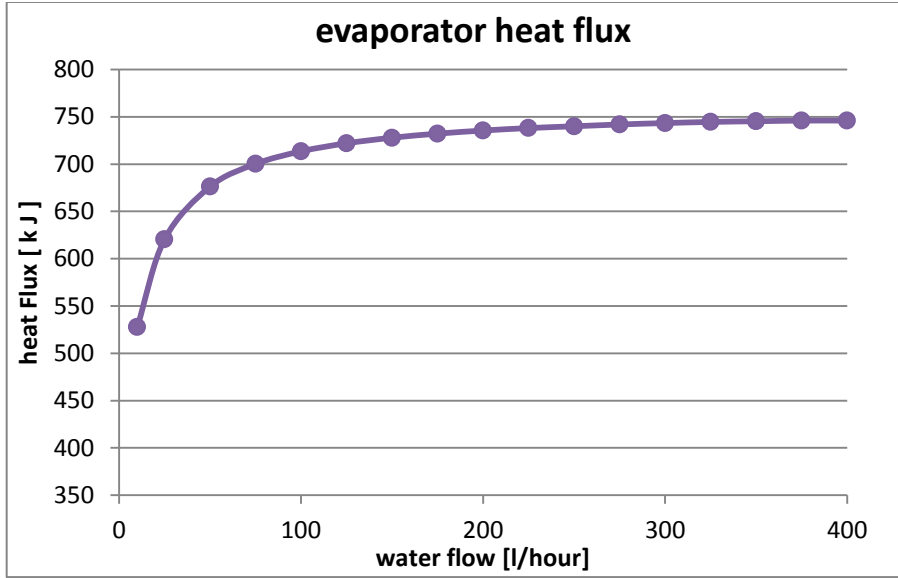
يبين الشكل (3) تأثير تدفق مياه المبخر على درجة حرارة وسيط التبريد عند مدخل ومخرج المبخر، وكما هو ملاحظ من هذا الشكل التأثير الكبير لكمية تدفق المياه على درجة حرارة خروج وسيط التبريد من المبخر مقارنة مع تأثيره على درجة حرارة دخوله إلى المبخر.

كما يتضح أنه عند الوصول إلى تدفق حوالي 150 l/hour فإن أي زيادة في التدفق لا تؤثر على درجة حرارة الدخول لوسيط التبريد إلى المبخر، فيما أنه يظل التأثير الطردي بين تدفق المياه ودرجة حرارة خروج وسيط التبريد من المبخر حتى تدفق حوالي 300 l/hour.



الشكل (3) تأثير تدفق مياه المبخر على درجة حرارة وسيط التبريد عند مدخل ومخرج المبخر

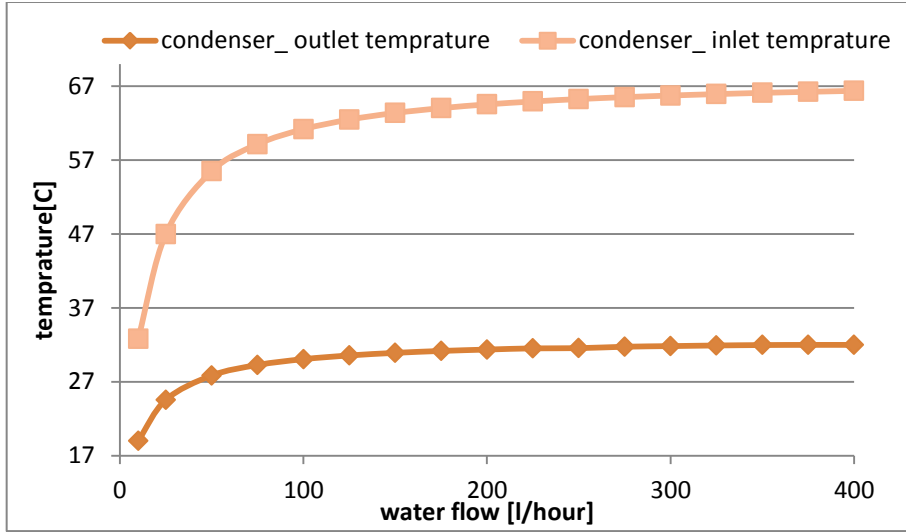
و أي زيادة في التدفق عن هذه القيمة لا تترك أثر يذكر على درجات حرارة مدخل ومخرج المبخر وهذا ما ينعكس بدوره على كميته انتقال الحرارة المتبادلة بين المياه ووسيط التبريد في المبخر ككل كما هو واضح من الشكل (4) الذي يعبر عن تأثير تدفق المياه على التدفق الحراري الحاصل في المبخر المائي.



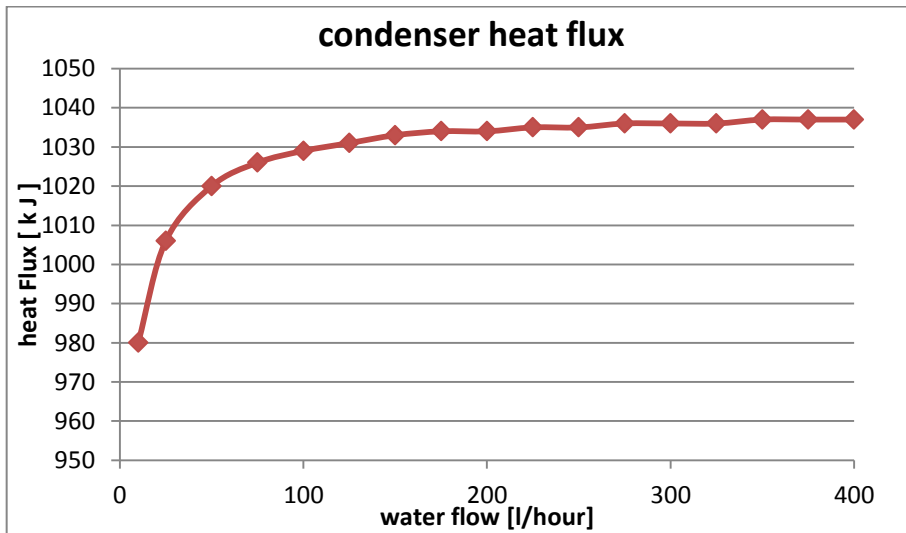
الشكل (4) تأثير تدفق المياه على التدفق الحراري في المبخر المائي.

كما يتضح أيضاً من الشكل (5) أيضاً التأثير الكبير لتدفق مياه المبخر على درجة حرارة وسيط التبريد عند مدخل المكثف (خرج الضاغط) مقارنة مع تأثيره على درجة حرارة خروجه من المكثف.

حيث أنه من أجل تدفق أكبر من 100 l/hour لا يوجد أي تأثير يذكر على درجة حرارة خروج وسيط التبريد من المكثف. في حين نلاحظ التأثير الكبير للتدفق على درجة حرارة خروج وسيط التبريد من الضاغط حتى تدفقات تقارب 275 l/hour وهذا ما يظهر في الشكل (6) المبين لتأثير تدفق المياه على التدفق الحراري الحاصل في المكثف الهوائي.



الشكل (5) تأثير تدفق مياه المبخر على درجة حرارة وسيط التبريد عند مدخل ومخرج المكثف

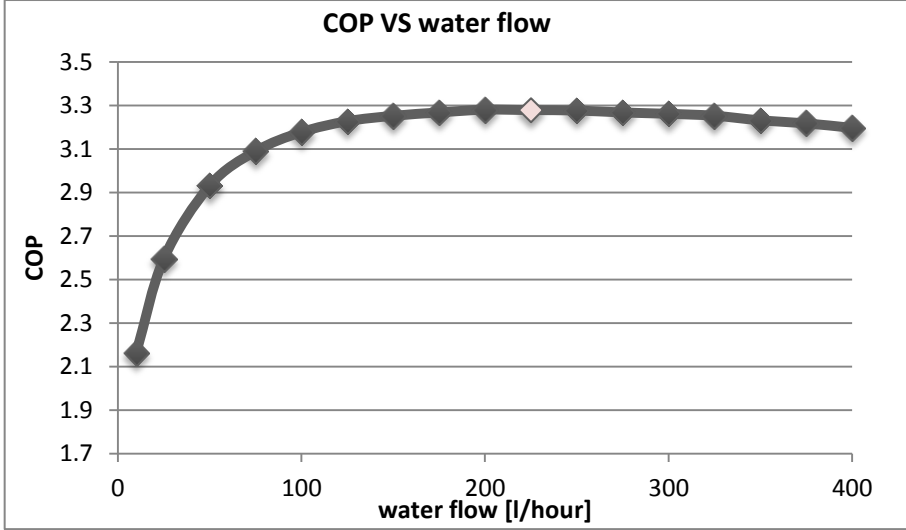


الشكل (6) تأثير تدفق المياه على التدفق الحراري في المكثف.

وكمحصلة نهائية لتأثير تدفق مياه المبخر على منظومة المضخة الحرارية ككل والمعبر عنه بمعامل الـ COP وبحسب المعادلة (1) يتضح لدينا من الشكل (7) أنه بزيادة تدفق

دراسة تحليلية لتأثير تدفق مياه المبخر المائي على معامل أداء المضخة الحرارية (ماء-هواء)

المياه يزداد معامل الأداء بشكل كبير مقارنة مع التدفقات الصغيرة إلى أن يصل إلى التدفق 225 l/hour وأي زيادة في التدفق بعد ذلك فإن ذلك يترك أثر سلبى على معامل الأداء من حيث زيادة كمية الطاقة المستهلكة من مضخة تدوير المياه دون أثر إيجابي في كمية الحرارة التي يمكن تحصيلها من المكثف.



الشكل (7) تأثير تدفق المياه على معامل الأداء الحراري للمضخة الحرارية.

6-الاستنتاجات: conclusions

- ❖ تم انشاء نموذج رياضي لمضخة حرارية (ماء-هواء) بغرض التدفئة، وتم الأخذ بالاعتبار أكثر البارامترات الفيزيائية التي يمكن أن تؤثر على أداء المنظومة بشكل مفصل وعميق وخاصة من ناحية المبادل الحلزوني المائي المستخدم، وتم استنتاج المعادلات التي تعطي درجات الحرارة الداخلية ضمن عناصر المضخة الحرارية بدلالة تدفق مياه المبادل.
- ❖ تمت محاكاة المعادلات الرياضية باستخدام Matlab Simulink وبناء نموذج المحاكاة مع الاخذ بالاعتبار مواصفات عناصر المضخة الحرارية المدروسة.
- ❖ وجدنا التأثير الكبير لتدفق مياه المبادل الحلزوني على درجات الحرارة على الأجزاء الداخلية للمضخة الحرارية وتأثير ذلك على قيم كميات التدفق الحراري في كل من المبخر والمكثف حيث تزداد الأحمال الحرارية المنتقلة في هذه الأجزاء بشكل كبير عند زيادة تدفق المياه حتى الوصول إلى قيم تدفقات معينة تكون أي زيادة فيها لا تؤثر بشكل كبير على أداء المنظومة.
- ❖ وكمحصلة تمت دراسة تأثير تدفق مياه المبادل الحلزوني على معامل الأداء الحراري للمضخة الحرارية ، حيث يزداد بشكل كبير مع زيادة مقدار التدفق المائي ليصل إلى قيمة 3.3 عند تدفق 225 l/hour كما هو واضح من الشكل (7) وبعد ذلك فإن أي تدفق زائد سيكون له تأثير معاكس على معامل الأداء الحراري بسبب الاستهلاك الزائد في مضخة المياه.

7- الملحق:

مواصفات المبخر المائي الحلزوني :

البعد [mm]	العنصر
250	قطر المبادل الاسطواني الخارجي
150	قطر المبادل الاسطواني الداخلي
400	طول المبادل الاسطواني
190	قطر الوشيعية الحلزونية
9.5	قطر أنبوب الوشيعية الحلزونية
20	خطوة الوشيعية الحلزونية

شروط عمل المضخة الحرارية ومواصفاتها:

0.33 hp	استطاعة الضاغط
407C	الفريون المستخدم
0.15 l/min	تدفق وسيط التبريد
1.8 bar	ضغط السحب
13 bar	ضغط الطرد
0.54 m ²	مساحة سطح المكثف
1.5 kg/h	معدل تدفق الهواء
283 K	درجة حرارة الهواء
285 K	درجة حرارة دخول الماء

8-المراجع:

1. Refrigeration systems based on entransy theory. Energy 1 October 2013;60:464e73. <http://dx.doi.org/10.1016/j>.
2. Ibrahim Oussama, Fardoun Farouk, Younes Rafic, Louahlia-Gualous Hasna. Air source heat pump water heater dynamic modeling, optimal energy management and mini-tubes condensers. Energy IJ 1 January 2014;64:1102-16.
3. Corberan JM, Finn DP, Montagud CM, Murphy FT, Edwards KC. A quasi-steady state mathematical model of an integrated ground source heat pump for building space control. Energy Build 2011;43(2-3):760. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.08.017>.
4. Qiao Hongtao, Aute Vikrant, Lee Hoseong, Saleh Khaled, Radermacher Reinhard. A new model for plate heat exchangers with generalized flow configurations and phase change. Int J Refrig 2013;36:622e32.
5. Jozsef Nyers, Laszlo Garbai, Arpad Nyers. Analysis of heat pump's condenser performance by means of mathematical model. Int J Acta Polytech Hung 2014;11(3):139-52.
6. Jozsef Nyers, Arpad Nyers, Investigation of heat pump condenser performance in heating process of buildings using a

- steady-state mathematical model. *IJ Energy Build* 2014;75:523-30.
7. Jozsef Nyers, Arpad Nyers. COP of heating-cooling system with heat pump. In:IEEE International Symposium; 11-12.03.2011. ISBN: 978-1-4577-0095-8,CFP1188N-PRT "EXPRES 2011." Proceedings, p. 17-21, Subotica, Serbia.
 8. Jozsef Nyers, Arpad Nyers. "A modified mathematical model of heat pump's condenser for analytical optimization", *Energy xxx* (2014) 1-9.
 9. Kutbay Sezen et al, "Performance Analysis of air source heat pump according to outside temperature and relative humidity with mathematical modeling" *Energy conversion and management* (2022),//doi.org/j.enconman.2022.11572
 - 10.Q.S Mahdi et al, Experimental and Numerical Investigation to Evaluate the Performance of Helical Coiled Tube Heat Exchanger, *Journal of Engineering and Development*, Vol. 18, No.4, July 2014, ISSN 1813- 7822.
 11. A.H Tarrad et al, A Thermal Assessment for Vertical Helical Immersion Coil Evaporator in a Water Chiller, *American Journal of Energy and Power Engineering* 2015; 2(5): 62-73.
 - 12.T.Kuppan, *Heat Exchanger Design Handbook*, second edition, 2017,1260.

مقارنة بين أداء أداة شتل مفردة الأسطوانة وأداة شتل مزدوجة الأسطوانة

الباحثة: م. نغم علي عبدالله

جامعة: طرطوس

كلية: الهندسة التقنية

الملخص

إن استخدام آلات التشتيل يوفر الكثير من الوقت والجهد، وبشكل خاص عند شتل مساحات كبيرة من الأراضي مقارنة مع الطرق اليدوية. إلا أن تكاليف التشغيل العالية بالإضافة لثمنها المرتفع وعدم إمكانية استخدامها في المساحات الصغيرة والأراضي الجبلية كان المحفز للبحث عن نموذج خاص لهذه الآلات بحيث تكون خفيفة الوزن وسهلة الحمل وذات إنتاجية عالية وسعرها مناسب للمزارع. فهدف البحث إلى تصميم وتنفيذ نموذجين من أدوات الشتل للحيازات الصغيرة والجبلية واختبار أدائهما محلياً. حيث كان النموذج الأول ذو اسطوانة واحدة مصنوعة من الحديد، والنموذج الثاني ذو اسطوانة مزدوجة. نُفذ البحث في حقل زراعي في مدينة طرطوس - قرية جديتي وتم اختبار أداء كل نموذج في زراعة شتلات من نبات الباذنجان من حيث الانتاجية والعمق والتغطية وتلف الأوراق ومقارنتهما فيما بينهما وكذلك مع الطريقة اليدوية التقليدية كشاهد.

أظهرت نتائج أداء النموذجين في زراعة نبات الباذنجان بلوغ متوسط الانتاجية (19 و 18 شتلة/دقيقة) على التوالي للنموذج الأول والثاني مقارنة مع الطريقة التقليدية المقدره بـ 13 شتلة/دقيقة. كما أن متوسط عمق الزراعة كان (9.7 و 8.6 سم) للنموذجين الأول والثاني على التوالي و (8.6 سم) في الطريقة اليدوية. وكذلك متوسط التغطية (94% و 93% للنموذجين الأول والثاني بينما كان (85%) بالطريقة اليدوية. ومنه نستنتج بأن النموذج الأول حقق أفضل إنتاجية وعمق مناسب وتغطية جيدة مقارنة مع النموذج الآخر والطريقة اليدوية.

كلمات مفتاحية: آلة تشتيل، أداة شتل مفردة، أداة شتل مزدوجة، الأداء

Comparison of the performance of a single drum seedling and a double drum seedling

Abstract

The use of seedling machines saves a lot of time and effort, especially when seeding large areas of land compared to manual methods. However, the high operating costs, in addition to its high price and the inability to use it in small areas and mountainous lands, prompted the search for a special model for these machines so that they are light in weight, easy to carry, have high productivity, and are affordable for farms. The research aimed to design and implement two models of seedling tools for small and mountain holdings and test their performance locally. Where the first model with a single cylinder made of iron, and the second model with a double cylinder. The research was carried out in an agricultural field in the city of Tartous - the village of Jediti, and the performance of each model in growing seedlings of eggplant was tested in terms of productivity, depth, coverage and leaf damage, and compared them with the traditional manual method as a witness.

The results of the performance of the two models in the cultivation of eggplant plants showed an average yield of (19 and 18 seedlings/minute), respectively, for the first and second models, compared to the traditional method estimated at 13 seedlings/minute. The average planting depth was (9.7 and 8.6 cm) for the first and second samples, respectively, and (8.6 cm) for the manual method. As well as the average coverage (94% and 93%) for the first and second models, while it was (85%) by the manual method. Hence, we conclude that the first model achieved the best productivity, suitable depth and good coverage compared to the other model and the manual method.

Keywords: seeding machine, single seeding tool, double seeding tool, performance

1- المقدمة

تعد عملية التشتيل من أهم عمليات إنتاج المحاصيل الزراعية، حيث إنها مسؤولة عن وضع الشتلات في حفر صغيرة في الأرض المستديمة بعد نقلها من المشاتل أو الأحواض (لاشين، 2011).

كما يفضل استخدام طريقة الزراعة بالشتول على غيره من طرق الزراعة (البذر، الغرس) لأسباب اقتصادية كثيرة؛ كتوفير الوقت والتقاوي، والتغلب على الظروف البيئية غير الملائمة، وسهولة الرعاية والخدمة وعمليات تغذية الشتلات في المشتل وبتكاليف أقل، وسهولة انتخاب الشتلات القوية والسليمة والتخلص من المريضة والضعيفة، والاستغلال الاقتصادي للأرض المستديمة طوال مدة نمو الشتلات بالمشتل، والإنتاج المبكر لبعض المحاصيل (لاشين، 2011).

إن استخدام الآلات الزراعية في عملية التشتيل خاصة في المساحات الكبيرة ودورها في زيادة الإنتاج الزراعي وتوفير الوقت والجهد بسبب حاجتها لعاملين مقارنة مع الطرق اليدوية التي تحتاج لعدد كبير من العمال الذين يحتاجون لوقت وجهد كبيرين لإتمام عملية التشتيل، وبالتالي تصبح التكلفة الاقتصادية كبيرة بالإضافة إلى عدم الحصول على نسبة نجاح شتل عالية.

لهذا بدأ الكثير من الباحثين بتصميم وتنفيذ واختبار آلات التشتيل التي توفر لهم الوقت والجهد وتزيد الانتاجية واستخدامها في عملية الشتل ومقارنتها بالطرق التقليدية اليدوية، حيث تم تصميم آلة شتل نصف آلية لزراعة الخضروات في الهند، ويمكن من خلالها التحكم بالمسافة بين الصفوف والشتول وتغيير العمق لزراعة الشتول المختلفة وتغطية النباتات بالتربة وتوفير ضغط مناسب فوق النبات. يتراوح بعد الصفوف في نبات الفلفل

الحار بين (46 - 38) [سم] وتباعد الشتول (8 - 6) [سم] كما يتراوح بعد الصفوف في نبات الذرة (38) [سم] وتباعد الشتول (15) [سم] كما ويتراوح البعد بين الصفوف في نبات الفول السوداني (30-15) [سم] (Pai et al, 2016)

كما تم تصميم آلة لزراعة شتلات الأرز في اندونيسيا، حيث تم إجراء اختبار الآلة لتحديد نجاح التصميم، وتم تحقيق كمية التربة والشتول والأسمدة بدقة (94.4%) و (83.4%) من الهدف المخطط له والحصول على سماكة التربة للشتلة الكاملة للأرز بنسبة (2.97) سم من السماكة المستهدفة البالغة (3) سم أو دقة (99%) (Rizaldi ، 2017).

وتم تصميم نموذج آخر لآلة في الإكوادور تهدف إلى أتمتة عملية زرع الشتول بالكامل من أجل تحسين كفاءة العملية وتقليل التدخل البشري، وتحقق هذه الطريقة الآلية كفاءة أكثر بنسبة (25%) وتخفيضاً بنسبة (50%) في عدد العاملين مقارنة بالطريقة اليدوية، وتم إجراء عدة تجارب عند عدة ضغوط، وتم الحصول على أعلى نسبة من الشتلات المؤهلة (87%) مع ضغط يتراوح من (0.2) إلى (0.3) [ميغا باسكال] في قاذف الضغط (Artega et al , 2020).

كما تم تطوير عملية زرع تلقائية تعتمد على نظام مدمج مطور للاستخدام في عملية زرع الشتلات في الهند بحيث يضمن الدقة من خلال تحديد موضع الشتلات الأمثل والقدرة على الزراعة بسرعات أعلى والحفاظ على تباعد مناسب بين النباتات. وتشير النتيجة أن النسبة المئوية للزراعة والتباعد بين النباتات مثالية عندما كانت سرعة التشغيل (2)

[كم/سا] وزاوية بكرة التغذية (300)، بينما متوسط تباعد النبات (600) [مم] وكفاءة
الزرع (91.7%) (Khadatkar et al ، 2020).

وبينت نتائج لتجربة شتل محاصيل في مزرعة شياتس في الهند باستخدام عدة محاصيل
نباتية منها: الباذنجان - البندورة، وذلك بطريقتين (اليديوية والآلية)، حيث أظهرت النتائج
أن سرعة العمل بالطريقة الآلية (0.9) [كم/سا] والإنتاجية (0.135) [هـ/سا] وكان
المردود بحدود (68.35%) للبندورة و (75.26%) للباذنجان وبالتالي تم توفير نسبة
العمالة حوالي (80%) في جميع المحاصيل تقريباً عند استخدام الطريقة الآلية (2018)
(Pandey et al ،

2- مبررات البحث وأهدافه

تكمن أهمية البحث في توفير وسيلة مناسبة لزراعة الشتول (أداة شتل) للحيازات الصغيرة
والمناطق الجبلية، حيث إن معظم الآلات الموجودة كبيرة الحجم وتحتاج لمساحات كبيرة
أثناء العمل والمناورة في الحقل. بالإضافة إلى ارتفاع أسعارها والحاجة إلى مهارة في
الاستخدام وهذا الأمر يزيد من صعوبة اقتنائها من قبل الفلاح. كما أن الطرق اليدوية
تحتاج لعدد كبير من العمال ووقت وجهد كبيرين.

يهدف البحث إلى المقارنة بين أداة الشتل مفردة الأسطوانة وأداة الشتل مزدوجة
الأسطوانة ومقارنتهما مع طريقة الشتل اليدوي كشاهد، وذلك من خلال دراسة المؤشرات
التالية: الإنتاجية (شتلة/دقيقة)، عمق الشتلة (سم)، نسبة التلف في الشتلات (%)،
تغطية الشتلات (%).

3- مواد البحث وطرائقه

3-1- موقع البحث والنبات المدروس

نفذت التجارب بأرض زراعية بمساحة 1 دونم في محافظة طرطوس - قرية جديتي، لنبات الباذنجان حيث يزرع بكثرة في الساحل السوري وخاصة في المناطق الجبلية.

تمت عملية التشتيل بعد تجهيز الأرض وتخطيطها (الشكل 1).



الشكل (1) تجهيز الأرض للشتل

3-2- النماذج المختبرة

النموذج الأول: وهو عبارة عن أداة شتل (مفردة الأسطوانة) مصنوعة من المعدن (الحديد) تمتاز بالموصفات الفنية الآتية:

الجدول (1) يبين مواصفات النموذج الأول لآلة الشتل

 <p>أداة شتل مفردة الأسطوانة</p>	1	عدد الأنابيب	
	الحديد	مادة الأنبوب	
	80 cm	طول الأنبوب	
	2 in	قطر الأنبوب	
	الحديد	مادة السلاح (الجزء الفعال)	
	جناحين	عدد أجنحة البدن	
	1	عدد المقابض	
	4 kg	وزن الآلة	
	توضع الشتلة في أعلى الأنبوب وبالضغط على مقبض الزراع تسقط الشتلة إلى الحفرة ثم تسحب الآلة نحو الأعلى مع الاستمرار بالضغط على الذراع		آلية العمل

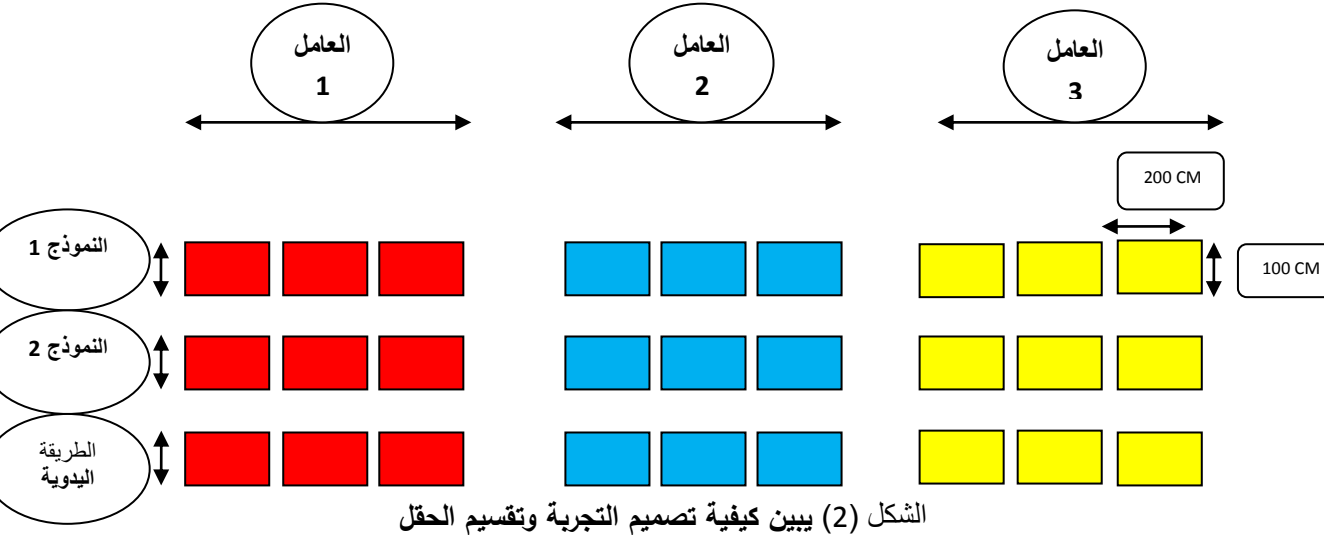
النموذج الثاني: وهو عبارة عن أداة شتل (مزدوجة الأسطوانة) مصنوعة من المعدن (الحديد) تمتاز بالمواصفات الفنية الآتية:

الجدول (2) يبين مواصفات النموذج الثاني لأداة الشتل

	عدد الأنابيب	2
	مادة الأنابيب	الحديد
	طول الأنابيب	80 cm
	قطر الأنابيب	2 in
	مادة السلاح (الجزء الفعال)	الحديد
	عدد أجنحة البدن	جناحين
	عدد المقابض	2
	وزن الآلة	10 kg
	آلة العمل	توضع الشتلة في أعلى الأنبوب وبالضغط على مقبض الزراع تسقط الشتلة إلى الحفرة ثم تسحب الآلة نحو الأعلى مع الاستمرار بالضغط على الذراع
	أداة شتل مزدوجة الأسطوانة	

3-3- تصميم التجربة وتنفيذها

تم تقسيم الأرض إلى قطاعات (قطع تجريبية) وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، إذ تبلغ الأبعاد (100*200) [سم] لكل قطاع ، ويبعد كل قطاع عن الآخر مسافة (50 cm) (الشكل 2). وبعد ذلك تم زراعة (6 شتلات) في كل قطاع بمسافة (50 cm) بين الشتلة والأخرى. حيث بلغ عدد معاملات التجربة (9) وثلاث مكررات وبذلك يكون عدد القطع التجريبية (27).



تم تنفيذ التجربة حسب مخطط التجربة المذكور أعلاه، باستخدام النموذجين المقترحين لأدوات الشتل على نبات الباذنجان وذلك من قبل ثلاثة عمال مختلفي البنية والعمر. وتسجيل القراءات اللازمة لحساب المؤشرات المدروسة.



الشكل (3) تنفيذ التجارب الحقلية وتجريب أدوات الشتل المدروسة

تم قياس عمق الشتل بواسطة مسطرة مدرجة، وزمن العمل ضمن القطاع الواحد (منطقة تجريبية) لست شتلات بواسطة مقياسية زمنية وتغطية الشتل بالمعاينة بعد الشتل، أما نسبة تلف الأوراق فتم تقديرها من خلال معاينة الشتول قبل الزراعة وبعدها، أما الإنتاجية يتم حسابها بدلالة زمن العمل.

4- عرض النتائج ومناقشتها

4-1- نتائج استخدام أداة الشتل مفردة الاسطوانة في شتل نبات الباذنجان

يبين الجدول (3) نتائج استخدام أداة شتل مفردة الاسطوانة في شتل نبات الباذنجان لثلاث عمال للمؤشرات المدروسة وهي: العمق، زمن العمل (الإنتاجية)، التغطية ونسبة التلف. بلغت القيم كمتوسطات بالنسبة لكل من عمق الزراعة وزمن العمل (الإنتاجية) وتغطية الشتلات ونسبة التلف في الأوراق أثناء عملية الشتل عند استخدام النموذج الأول من الأداة المختبرة هي: 9.74 Cm، 19 شتلة/دقيقة، 94% و 5% على التوالي.

جدول (3) يبين متوسط عمق الشتل وزمن العمل (الإنتاجية) وتغطية الشتلات وتلف الأوراق عند استخدام النموذج الأول في شتل نبات الباذنجان

أداة شتل مفردة الاسطوانة					المحصول العمال
باذنجان				المكررات	
المؤشرات المؤثرة					عمق الشتلات cm
تلف الأوراق %	تغطية الشتلات %	عمق الشتلات cm	زمن العمل (الإنتاجية) شتلة/دقيقة		
0	100	14.4	9.5	1	العامل 1
16	100	13.33	10	2	
0	100	24	10.6	3	
5	100	16.36	10.03	<u>المتوسط</u>	
0	100	17.14	11	1	العامل 2
16	100	15.65	9.7	2	
16	50	20	7	3	
11	83	17.14	9.2	<u>المتوسط</u>	
0	100	27.67	11	1	العامل 3
0	100	24	10	2	
0	100	21.18	9	3	
0	100	24	10	<u>المتوسط</u>	
5	94	18.95	9.74	<u>المتوسط</u>	

حيث إن اختلاف زمن العمل بين العمال في الشتل عند استخدام النموذج الأول من أداة

الشتل يعود إلى اختلاف البنية الجسدية والقدرة والخبرة لدى العامل، بينما اختلفت درجة

التغطية بسبب وجود المخلفات النباتية على سطح التربة وبعض العوائق مثل الحجارة.

4-2- نتائج استخدام أداة الشتل مزدوجة الاسطوانة في شتل نبات الباذنجان

بينما بلغ متوسط قيم عمق الزراعة وزمن العمل (الإنتاجية) ودرجة تغطية الشتول ونسبة تلف الأوراق في عملية شتل الباذنجان عند استخدام أداة الشتل مزدوجة الأسطوانة كما يأتي: 8.61 Cm، 18 شتلة/دقيقة، % 93 و % 16 على التوالي، كما في الجدول(4).

جدول (4) يبين متوسط زمن العمل وعمق الشتل وتغطية الشتلات وتلف الأوراق عند استخدام النموذج الثاني من أداة الشتل في شتل نبات الباذنجان

آلة شتل نصف آلية مزدوجة الاسطوانة					المحصول العمال
باذنجان				التكرارات	
تلف الأوراق %	تغطية الشتلات %	زمن العمل (الإنتاجية)	عمق الشتلات cm		المؤشرات المؤثرة
16	90	18	6.5	1	العامل 1
16	100	15	8	2	
0	100	15.65	9.6	3	
11	97	16.36	8.03	<u>المتوسط</u>	
0	100	18	9	1	العامل 2
25	100	22.5	9.7	2	
16	50	20	10	3	
14	83	20	9.5	<u>المتوسط</u>	
33	100	16.36	8	1	العامل 3
16	100	18.94	9	2	
16	100	21.18	7.8	3	
22	100	18.95	8.3	<u>المتوسط</u>	
16	93	18	8.61	<u>المتوسط</u>	

لوحظ وجود تلف في الأوراق نتيجة وجود بعض الأوراق الصفراء تالفة بالأصل في الشتلات قبل زراعتها بالإضافة إلى اختلاف حجم أوراق الشتلات (الأوراق الكبيرة تلامس جدار الأسطوانة وتتلف)، كما أن اختلاف زمن العمل بين العمال الثلاث يعود إلى اختلاف البنية الجسدية والخبرة والمهارة لديهم، بينما اختلاف درجة تغطية الشتلات يعود إلى تراكم المخلفات النباتية على مواقع مختلفة من سطح النبات وتواجد الحجارة.

4-3- نتائج طريقة الشتل اليدوي

بلغت متوسط القيم للمؤشرات المدروسة للعمق وزمن العمل (الإنتاجية) والتغطية ونسبة التلف في عملية شتل البانجان عند اتباع طريقة الشتل اليدوي هي: 8.6، 12.8 شتلة/دقيقة، 85 % و 9 % على التوالي.

جدول (5) يبين متوسط عمق الشتل وزمن العمل (الإنتاجية) وتغطية الشتلات وتلف الأوراق في حال اتباع الشتل اليدوي لنبات الباذنجان.

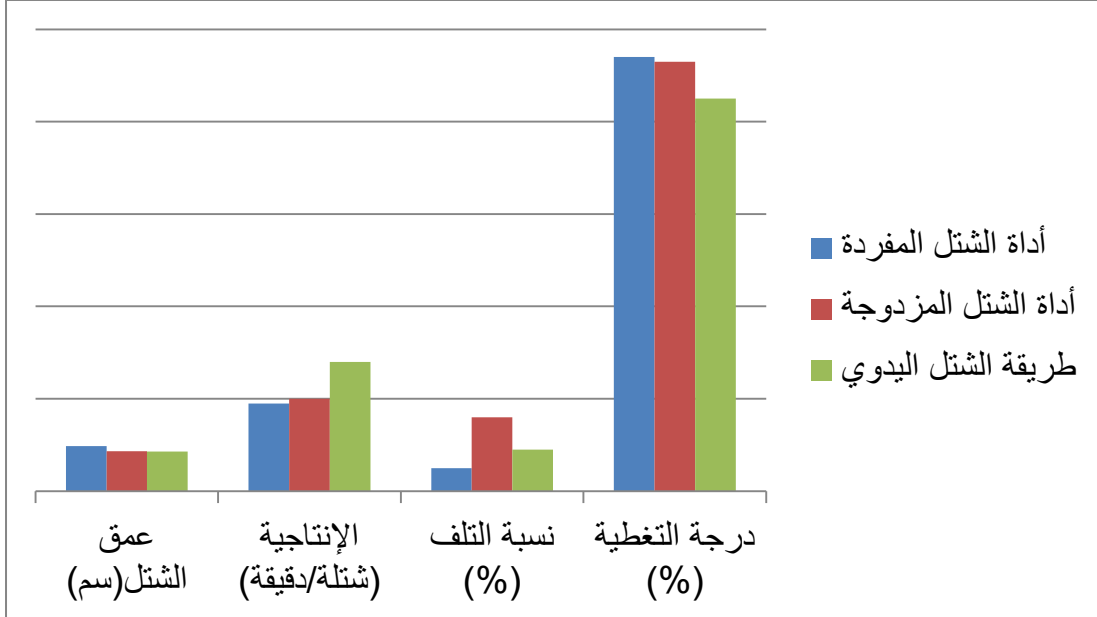
طريقة الشتل اليدوي					
باذنجان					المحصول
المؤشرات المؤثرة				التكرارات	العمال
تلف الأوراق	تغطية الشتلات	الزمن اللازم	عمق		
16	80	35	8	تكرار 1	العامل 1
20	80	30	9	تكرار 2	
10	85	34	11	تكرار 3	
15	82	33	9.3	المتوسط	
5	85	22	8	تكرار 1	العامل 2
0	90	24	7	تكرار 2	
0	92	25	7.5	تكرار 3	
2	89	24	7.5	المتوسط	
10	85	28	9	تكرار 1	العامل 3
15	80	27	8.5	تكرار 2	
5	85	29	9	تكرار 3	
10	83	28	9	المتوسط	
9	85	28	8.6	المتوسط	

تبين من النتائج التي تم الحصول عليها (الجدول 3,4,5) أن استخدام النموذج الأول من أداة الشتل المدروسة (مفردة الاسطوانة) عند زراعة شتلات الباذنجان تحتاج إلى

زمن أقل وبالتالي تزداد سرعة العمل في إنجاز العملية مقارنة مع النموذج الثاني (أداة الشتل مزدوجة الاسطوانة)، وكذلك عند اتباع طريقة الشتل اليدوي. أما عمق الشتل فإنه يزداد عند استخدام النموذج الأول من أداة الشتل مفردة الأسطوانة بالمقارنة مع النموذج الثاني مزدوج الأسطوانة، ويعود السبب في ذلك إلى خفة وزن النموذج الأول وسهولة حمله والعمل به.

كما أن درجة تغطية الشتلات عند استخدام النموذج الأول أفضل من النموذج الثاني وطريقة الشتل اليدوي حيث إن لوجود جناحين للجزء الفعال دور هام في تغطية الشتلة أثناء سحب الآلة من التربة مع الضغط المقبض.

تم عرض النتائج بيانياً (الشكل 4) من خلال إدخال البيانات الأولية للمؤشرات المدروسة وهي: عمق الشتل وزمن العمل (الإنتاجية) ودرجة تغطية الشتلات وتلف الأوراق عند استخدام النموذجين المختبرين من أدوات الشتل وطريقة الشتل اليدوي.



الشكل (4) مقارنة النتائج للمؤشرات المدروسة والمعاملات المختبرة

5-الاستنتاجات

1- تفوق النموذج الأول لأداة الشتل مفردة الأسطوانة من حيث زمن العمل

(الإنتاجية) وعمق الشتل ودرجة تغطية الشتلات ونسبة تلف الأوراق، حيث تم

إنجاز العمل بسرعة أكبر وعمق شتل مناسب مقارنة مع أداة الشتل مزدوجة

الأسطوانة والطريقة اليدوية التقليدية كشاهد.

2- تباين النتائج من حيث زمن عمل العمال وعدد المكررات للعامل الواحد يعود

على اختلاف البنية الجسدية والخبرة والمهارة لديهم.

3- تباين درجة تغطية الشتلات يعود إلى تراكم المخلفات النباتية ووجود بعض

العوائق على سطح التربة.

6-المقترحات

1. دراسة أداء أدوات الشتل المختبرة لأنواع أخرى من الشتول مثل التبغ وغيرها.

2. تطوير وتحديث أدوات ومعدات وآلات الشتل وتحسين مؤشرات عملها.

3. دراسة تأثير الزراعة باستخدام أدوات الشتل على المؤشرات الإنتاجية للنباتات

المستهدفة.

7-المراجع العلمية

1-Arteaga,O; Amores,K; Terán,H;Cangui,R; Ramírez,A; Hurtado C,S; Inlago,D and Chuquimarca,B. 2020. Automation of a seed on tray seeder machine.

2-Khadatkar,A; Mathur,SM and Dubey,K. 2020. Design, Development and Implementation of Automatic Transplanting based on Embedded System for use in Seedling Transplanters.

3-Pai,M; Sharma,S; Krishna,CH; Chaithanya and Sandeep S:2016. A Study on Semi Automatic Vegetable Planting Machine: National Conference on Advances in Mechanical Engineering Scienc.

4-Pandey,R.K ; Tripathi,A; Agarwal,A; Nirala,R.K; Raj,H and Rai,A.D. 2018. Evaluation and performance of two row semi-automatic vegetable transplanter: International Journal of Chemical Studies . SP4: 125-127.

5-Rizaldi,T.2017. DESIGN AND PERFORMANCE TEST OF SEEDLING MACHINE. International Journal of Technical Research and Applications , 2017,pp. 425–431.

6- لاشين،عادل. 2011. مقالة عن الشتل. مجلة مركز البحوث الزراعية -6

تأثير بعض العوامل الفيزيائية والكيميائية على نمو بكتريا *Bacillus* المعزولة من الروسوبيات الشاطئية لمنطقة أفاميا

رامي حمود * د. أحمد قره علي ** د. بدر العلي ***

ملخص

أجريت الدراسة لتحديد تأثير بعض العوامل الفيزيائية والكيميائية على نمو عزلات بكتريا بحرية من جنس الـ *Bacillus* معزولة من الروسوبيات الشاطئية لمدينة اللاذقية. جمعت عينات من الروسوبيات البحرية من منطقة أفاميا خلال الفترة (2019 - 2020). تم تحديد هوية هذه العزلات البكتيرية من خلال التحاليل المخبرية والميكروبيولوجية. تم إجراء عدد من التجارب لمعرفة تأثير تغيرات كل من درجة الحموضة (pH) والملوحة ودرجة الحرارة في نمو هذه العزلات البكتيرية. وقد بينت النتائج إن أفضل نمو للعزلات البكتيرية كان عند درجة حرارة حضن 35 م°، وأدنى نمو لها عند درجة حرارة 10 م°، وإن أعلى قيمة مسجلة لنمو عزلات جنس الـ *Bacillus* البحرية كانت عند درجة (7) pH وأدنى قيم للنمو سجلت عند درجة (5) pH. كما بينت النتائج أن أفضل نمو لتلك العزلات كان في وسط ذو تركيز ملحي 4%. وكان أفضل نمو للعزلات البكتيرية عند استخدام المصادر العضوية للنتروجين وخاصة الببتون مقارنة بالمصادر الاعضوية للنتروجين بينما أظهرت العزلات البكتيرية أدنى قيم للنمو عند استخدام نترات الصوديوم. كان أفضل نمو للعزلات البكتيرية عند استخدام المصادر العضوية للكربون وخاصة الغلوكوز وأظهرت العزلات البكتيرية أدنى قيم للنمو عند استخدام المالتوز.

كلمات مفتاحية: *Bacillus* ، الرسوبيات البحرية ، الاختبارات الكيمياحيوية

* طالب دكتوراه، قسم البيولوجيا البحرية، المعهد العالي للبحوث البحرية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

** أستاذ ، قسم الكيمياء البحرية، المعهد العالي للبحوث البحرية، جامعة تشرين ، اللاذقية، سورية.

*** أستاذ مساعد، قسم البيولوجيا

The effectiv of some physical and chemical factors on the growth *Bacillus* isolacted of coastal sediment of the Apamea region

Rami HAMMOD *

Dr. Ahmad kARA ALI **

Dr. Badr Al ALI ***

ABSTRACT

The study was conducted to study of effect of some physical and chemical factors on the growth of marine bacterial isoalates of *Bacillus* species which were isolated from the coastal sediments of Lattakia city. Marine sediment samples were collected from the Apamea site during the period (2019-2020). laboratory analysis were done todeterment the to determine the identity of the species of the genus *Bacillus*.A number of experiments were conducted to find out the effect of changes in pH, salinity, temperature and changes in nutrient concentrations (carbon, nitrogen) on the growth of these bacterial isolates. The results showed that the best growth of bacterial isolates was at an incubation temperature of 35°C. Its lowest growth was at a temperature of 10°C, and the highest value recorded for the growth of marine *Bacillus* isolates was at pH (7), and the lowest values were recorded at pH (5). The best growth of those isolates was in a medium with a salt concentration of 4%, and the best growth of bacterial isolates was when using organic sources of nitrogen, especially peptone, compared to inorganic sources of nitrogen. The bacterial isolates showed the lowest values of growth when using sodium nitrate. The best growth of bacterial isolates was when using organic sources of carbon, especially glucose, and the bacterial isolates showed the lowest values of growth when using maltose.

Key words: *Bacillus*, marine sediments, biochemical tests

* PhD Student , Dept of Marine biology at HIMR, Tishreen University , Lattakia, Syria.

** Professor, Dept. of Marine Chemistry at HIMR, Tishreen University, Lattakia, Syria

*** Assistant Professor, Dept. of Marine biology at HIMR, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

اكتشف جنس *Bacillus* من قبل العالم Ehrenberg في عام 1835 وأطلق عليه اسم *Vibrio*، وفي عام 1872 أطلق عليه اسم *Bacillus* [16]. يتواجد بصورة واسعة في التربة والمياه والغذاء. ينتمي جنس الـ *Bacillus* إلى الجراثيم الحقيقية، رتبة Bacillales، وعائلة Bacillaceae. يعد من الجراثيم التي تعيش بشكل حر غير متطفلة، يتراوح قطر خلاياها بين 0.5-2 ميكرون، خلاياها عصوية الشكل، إيجابية صبغة غرام، هوائية أو لاهوائية اختيارية، مكونة للأبواغ الداخلية، تكون هذه الأبواغ مقاومة للحرارة والأشعة والجفاف والمواد المطهرة [19]. كما تبدو الخلايا مستقيمة أو منحنية الشكل قليلاً، وتكون الخلايا مفردة أو مزدوجة، وأحياناً بشكل سلاسل طويلة. تتحرك بواسطة سيات محيطية. تحاط الخلايا بمحافظ تكون سميكة مكونة من عديد الببتيدات، ومعظم أنواع هذا الجنس لا تحتاج إلى أوساط معقدة للنمو وتنمو على الأوساط الاعتيادية مثل وسط الآغار المغذي ووسط الآغار المدمي [14].

تُعد أنواع جنس *Bacillus* من الأحياء المجهرية المهمة في المجالات الطبية، الصناعية والزراعية، إذ تنتج حوالي 167 مضاداً، فضلاً عن إنتاجها العديد من الأنزيمات المهمة في المجالات الطبية والصناعية [4]. ففي المجال الصناعي، لم يعد استخدامها مقتصرًا على إنتاج بعض المركبات الصناعية فقط بل تعداه ليشمل إنتاج أعقد المركبات الكيميائية الدوائية وأهمها المضادات الحيوية، الهرمونات، الفيتامينات، المبيدات والأسمدة الحيوية [15]. كما يعد هذا الجنس معقداً على المستوى الوراثي و المظهري، التمثيل الغذائي، التصنيف وعلم البيئة. مما يسمح لها بأن تكون متعددة الاستخدامات للغاية في بيئات مختلفة، خاصة في التربة والمياه [13]. يتأثر نمو الجراثيم وإنتاجها للأنزيمات والمضادات الحيوية والمركبات الكيميائية بالعوامل الفيزيائية (كدرجة الحرارة، درجة الحموضة والرطوبة والملوحة) والكيميائية (كنوعية المصدر الكربوني والنتروجيني في

الوسط الزراعي وغيرها). يختلف تأثير العوامل الفيزيائية والكيميائية بحسب النوع والسلالة البكتيرية المستخدمة وذلك بالاعتماد على تركيبها الجيني وتكيفها مع البيئة التي تعيش فيها [12]. بينت الدراسات أن الكائنات الحية الدقيقة البحرية تمتاز بخصائص تختلف عن مثيلاتها على اليابسة بسبب الشروط البيئية الخاصة في البيئة البحرية وهذا ما يجعلها محط أنظار الباحثين.

- هدف الدراسة:

➤ دراسة تأثير بعض العوامل الفيزيائية (كدرجة الحرارة والرطوبة) على نمو عدد من العزلات البكتيرية التابعة لجنس *Bacillus* البحرية المعزولة من الرسوبيات البحرية لمدينة اللاذقية.

➤ دراسة تأثير بعض العوامل الكيميائية (كدرجة الحموضة، الملوحة، نوعية المصدر الكربوني والنتروجيني في الوسط الزراعي) على نمو عدد من العزلات البكتيرية التابعة لجنس *Bacillus* البحرية المعزولة من الرسوبيات البحرية لمدينة اللاذقية.

➤ تحديد الشروط المثلى لنمو تلك العزلات البكتيرية التابعة لجنس *Bacillus*

مواد البحث وطرائقه:

أجريت الدراسة في موقع منطقة أفاميا (35°76'19.1"N; 35°54'19.3"E) التي تمثل منطقة مفتوحة متأثرة بنشاطات سياحية وقنوات صرف صحي. جمعت العينات الرسوبية البحرية بوساطة عبوات زجاجية معقمة سعة 500 مل خلال شهر تشرين الأول عام (2019 -2020)، ونقلت مباشرة إلى المخبر لإجراء الدراسة المخبرية الميكروبيولوجية.

- عزل وتنميط أنواع مختلفة من جنس الـ *Bacillus sp*:

تم تنميط عزلات بحرية لأنواع مختلفة من جنس الـ *Bacillus sp* وفقاً لإختلاف شكلها ولونها ونموها على وسط الآغار المغذي وإجراء الاختبارات الكيميائية الحيوية وهي: (الكاتلاز،السترات،اليورياز،أحمر المنثيل،الجيلاتيناز،الأوكسيداز،ارجاع النتترات،الأندول وإنتاج H2S، تخمر السكريات (الغلوكوز، الاكتوز، السكروز والمانيتول)) ومقارنة النتائج مع دليل بيرجي وذلك لتحديد وتنميط هوية أنواع جنس الـ *Bacillus sp* وهي : (*B. cereus* ، *B. subtilis* ، *B. circulans* ، *B. polymyxa*).

-دراسة تأثير العوامل الفيزيائية والكيميائية على نمو عزلات الـ *Bacillus*:

تم إجراء عدد من التجارب لمعرفة تأثير تغيرات كل من درجة الحموضة، والملوحة ودرجة الحرارة في نمو هذه العزلات وكانت كما يلي: حضرت مزارع سائلة للعزلات البكتيرية الأربعة التابعة لجنس الـ *Bacillus* البحري في وسط المرق المغذي وحضنت بدرجة حرارة 30م لمدة 24 ساعة.

أجريت عدد من الاختبارات لدراسة تأثير العوامل السابقة كتأثير تغير كل من درجة الـ pH ودرجة الحرارة وتغيرات تركيز الملح وتأثير نوعية المصدر الكربوني والنيتروجيني على نمو العزلات البكتيرية وذلك باستخدام وسط Sorenson broth medium (المزرعة الشاهد) [8] (الجدول 1)، وحضنت المزارع البكتيرية بدرجة حرارة 30 م لمدة 24 ساعة. تم قياس النمو البكتيري لمزارع أنواع جنس *Bacillus* باستخدام جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) لقياس الكثافة الضوئية للنمو البكتيري عند طول موجة 600 نانومتر خلال فترة الحضان [1] [8]

الجدول (1): المواد الكيميائية المستخدمة في تحضير الوسط Sorenson broth medium [8]

المادة	الكمية (غرام / لتر)
Xylan	2
NH ₄ NO ₃	1
K ₂ HPO ₄	0.5
NaCl	0.2
MgSO ₄ .7H ₂ O	0.5
FeSO ₄ .6H ₂ O	0.02

- دراسة تأثير العوامل الفيزيائية والكيميائية على نمو عزلات الـ *Bacillus*:

1. تأثير تغيرات درجة الحرارة على نمو عزلات الـ *Bacillus*:

اختبر تأثير الحضان بدرجات حرارة مختلفة (10، 20، 30، 40، 50) م° على نمو مزارع عزلات الـ *Bacillus* المحضرة كما في الخطوة السابقة مع كثافة ضوئية 0.05 في بداية التجربة. وتم قياس الكثافة الضوئية بعد فترة حضان 24 ساعة لكل عزلة بكتيرية باستخدام جهاز المطياف الضوئي عند طول موجة 600 نانومتر لمعرفة أفضل درجة حرارة للنمو [6].

2. تأثير تغيرات درجة الحموضة على نمو عزلات الـ *Bacillus*:

تم دراسة تأثير درجات حموضة (pH) مختلفة (5، 7 و 9) للوسط على نمو عزلات بكتريا *Bacillus* وضبطت درجة الحموضة لوسط Sorenson broth medium باستخدام محلول كل من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) (40%) وحمض كلور الماء (HCL). تم القيام بتلقيح الوسط بحجوم قيمتها (0.1ml) من مزارع محضرة لكل العزلات البكتيرية بحيث تكون الكثافة الضوئية في بداية التجربة 0.05 باستخدام جهاز المطياف الضوئي ثم حضنت المزارع بدرجة حرارة 30 م° لمدة 24 ساعة لمعرفة أفضل درجة pH مناسبة للنمو [6].

3. تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم على نمو عزلات بكتريا الـ *Bacillus*:

أضيفت تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم (0.5، 2، 4 و 6) % إلى وسط Sorenson broth medium ثم لقت بمزارع سائلة للعزلات البكتيرية التابعة لجنس *Bacillus* ثم حضنت بدرجة حرارة 30 م° ولمدة 24 ساعة وأخذت قياسات الكثافة الضوئية باستخدام جهاز المطياف الضوئي عند طول موجة 600 نانومتر لمعرفة أفضل درجة ملوحة لنمو تلك العزلات البكتيرية في نهاية الحضانة [18] [2].

4. تأثير مصدر الكربون على نمو عزلات بكتريا الـ *Bacillus*:

استبدل المصدر الكربوني في وسط Sorenson broth medium بمصادر بديلة بنفس التركيز لمعرفة أيهما أفضل لنمو عزلات جنس الـ *Bacillus*. إذ استخدمت مصادر كربونية مختلفة كـ (Glucos و Cellulose، Maltose) في الوسط المستخدم قبل تلقيحه وبنفس الكمية الموجودة في الوسط وضبطت درجة الحموضة للوسط عند 7 وعقم بدرجة حرارة 121 م° لمدة 15 دقيقة. لفتح الوسط بالعزلات البكتيرية وحضنت بدرجة حرارة 30 م° ولمدة 24 ساعة بهزازة ذات سرعة 200 دورة/دقيقة وأخذت قياسات الكثافة الضوئية باستخدام جهاز المطياف الضوئي عند طول موجة 600 نانومتر لمعرفة أفضل مصدر كربوني لنمو تلك العزلات البكتيرية في نهاية الحضانة [8].

5. تأثير مصدر النتروجين على نمو عزلات بكتريا الـ *Bacillus*:

استبدل المصدر النتروجيني في وسط Sorenson broth medium بمصادر بديلة بنفس التركيز لمعرفة أيهما أفضل لنمو عزلات جنس الـ *Bacillus*. إذ استخدمت مصادر نتروجينية مختلفة منها عضوية كـ (بيتون ومستخلص الخميرة) وأخرى لاعضوية كـ نترات البوتاسيوم (KNO_3) ونترات الصوديوم ($NaNO_3$) في الوسط المستخدم قبل تلقيحه وبنفس

الكمية الموجودة في الوسط وضبطت درجة الحموضة للوسط عند الدرجة 7 وعقم بدرجة حرارة 121 م° لمدة 15 دقيقة ثم لفق الوسط بحجوم معينة من مزارع العزلات البكتيرية بحيث تكون كثافتها الضوئية في بداية التجربة 0.05 عند طول موجة 600 نانومتر وحضنت بدرجة حرارة 30 م° ولمدة 24 ساعة بهزازة بسرعة 200 دورة/دقيقة وفي نهاية الحضان أخذت قياسات الكثافة الضوئية باستخدام جهاز المطياف الضوئي عند طول موجة 600 نانومتر لمعرفة أفضل درجة ملوحة لنمو تلك العزلات البكتيرية [9] .

النتائج والمناقشة:

تأثير تغيرات درجات الحرارة على نمو عزلات الـ *Bacillus* بعد 24 ساعة حضان:

بالنسبة لعزلة *Bacillus subtilis* بينت النتائج أن أعلى كثافة ضوئية سجلت قيمتها (0.26) عند درجة حرارة 30 م° وسجلت أدنى كثافة ضوئية (0.092) عند درجة حرارة 50 م° (الشكل 1).

بالنسبة لعزلة *Bacillus polymyxa* سجلت النتائج أن أعلى كثافة ضوئية بلغت (0.22) عند درجة حرارة 30 م° وبلغت أدنى كثافة ضوئية (0.071) عند درجة حرارة 50 م° (الشكل 1).

بالنسبة لعزلة *Bacillus circulans* أظهرت النتائج أن أعلى كثافة ضوئية سجلت (0.18) عند درجة حرارة 30 م° وسجلت أدنى كثافة ضوئية (0.064) عند درجة حرارة 50 م° (الشكل 1).

بالنسبة لعزلة *Bacillus cereus* بينت النتائج أن أعلى كثافة ضوئية بلغت (0.12) عند درجة حرارة 30 م° وسجلت أدنى كثافة ضوئية عند درجة حرارة 50 م° وبلغت (0.048) (الشكل 1).

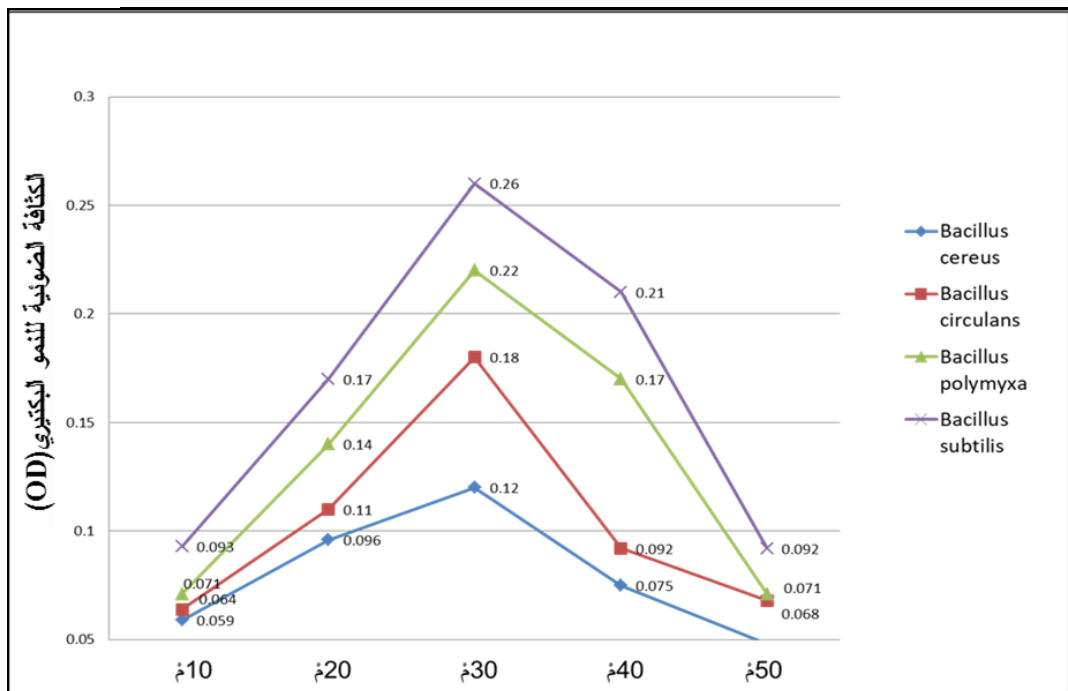
تلعب درجة الحرارة دوراً هاماً في السلوك الكيميائي والفيزيولوجي للمكونات الحيوية للنظام البيئي المائي [17]. يختلف تأثير درجة حرارة المياه عادة بناءً على فصول السنة، الموقع الجيوغرافي، وقت الإعتيان ودرجة حرارة مصدر المياه الداخلة إلى الحوض المائي [6].

يظهر (الجدول 2 والشكل 1) أن أفضل نمو للعزلات البكتيرية كان عند درجة حرارة حضان 30 م°، ثم تلى ذلك نموها عند درجة حرارة 40 م°، وأدنى نمو لها ظهر عند درجة حرارة 50 م° وتلاها عند درجة حرارة 10 م°. يمكن أن يعزى هذا التباين في النمو عند درجات حرارة مختلفة إلى تأثير تغيير درجات الحرارة على الصفات الشكلية والفيزيولوجية وفعالية الأنزيمات للبكتريا البحرية [18] [5].

تنمو الجراثيم بشكل جيد فقط عند تأمين درجات الحرارة المثلى، إذ تنمو معظم البكتريا عند درجة حرارة 30-37 م° المحددة لنمو البكتريا وتختلف الحرارة المثلى للنمو باختلاف نوع البكتريا ومنطقة الدراسة. يمكن أن يعزى ذلك إلى تأثير درجة الحرارة على النشاط الأنزيمي (وخاصة أنزيمات النقل) والوظائف الفيزيولوجية الأخرى المهمة في الخلية الميكروبية [2].

تلعب درجة الحرارة دوراً مهماً في نمو البكتريا والذي يعتمد على تكيف البكتريا وطبيعة غشائها السيتوبلازمي وجدارها الخلوي وبالتالي يؤثر ذلك في فيزيولوجيا وإنتاج الأنزيمات وإنتاج المركبات الكيميائية [10]. يزداد معدل النمو البكتيري بارتفاع درجة حرارة الوسط وهذا ما يسبب استهلاك المواد العضوية وزيادة إنتاج المضادات مما يؤدي بالنتيجة إلى حدوث انخفاض في إنتاج الأنزيمات [4].

تأثير بعض العوامل الفيزيائية والكيميائية على نمو بكتريا *Bacillus* المعزولة من الروسوبيات الشاطئية لمنطقة أفاشيا



الشكل (1): تأثير اختلاف درجة حرارة الحضانة (10، 20، 30، 40، 50) °C على النمو البكتيري للـ *Bacillus* بعد حضانة (24) ساعة.

تأثير اختلاف درجة الحموضة على نمو عزلات الـ *Bacillus*:

بالنسبة لعزلة *Bacillus subtilis* بينت النتائج أن الكثافة الضوئية في نهاية الحضانة كانت أعلاها عند درجة pH 7 وسجلت 0.26 وأدناها عند درجة pH 5 وسجلت 0.092. في حين كانت الكثافة الضوئية 0.19 عند درجة pH 9 في نهاية الحضانة (الشكل 3).

بالنسبة لعزلة *Bacillus polymyxa* أظهرت النتائج أن أعلى كثافة ضوئية 0.24 سجلت عند درجة pH 7 وسجلت أدنى كثافة ضوئية 0.081 عند درجة pH 5. بينما كانت الكثافة الضوئية 0.17 عند درجة pH 9 في نهاية الحضانة (الشكل 3).

بالنسبة لعزلة *Bacillus circulans* أظهرت النتائج أن أعلى كثافة ضوئية للنمو سجلت 0.19 عند درجة pH 7 وبلغت أداها 0.073 عند درجة pH 5. بينما كانت القيم المسجلة 0.14 عند درجة pH 9 (الشكل 3).

بالنسبة لعزلة *Bacillus cereus* لوحظ أن قيم الكثافة الضوئية الأعلى سجلت 0.17 عند درجة pH 7 في حين كانت القيمة الأدنى 0.056 عند درجة pH 5، وعند درجة pH 9 سجلت كثافة النمو البكتيري 0.11 (الشكل 3).

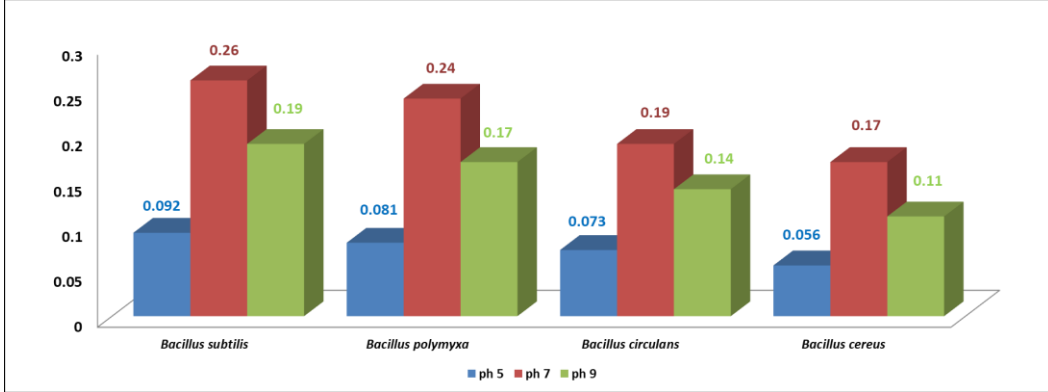
لوحظ من خلال النتائج المسجلة في الجدول (3) أن أعلى قيم سجلت لنمو عزلات جنس الـ *Bacillus sp* البحرية كانت عند درجة pH 7 وأدنى قيم للنمو سجلت عند درجة pH 5، في حين كانت قيم النمو المسجلة عند درجة pH 9 متوسطة. تؤكد هذه النتائج أن درجة الـ pH 7 هي الأفضل لنمو عزلات جنس الـ *Bacillus sp* وتترافق تلك النتائج مع دراسات سابقة [18] [9] .

تؤثر درجة الـ pH بشكل كبير في عمليات استقلاب ونمو الأحياء الدقيقة وبالتالي إنتاج المضادات الحيوية، وتمتلك تراكيز شوارد الهيدروجين أو الهيدروكسيد تأثيراً مباشراً على الخلية أو قد يكون التأثير غير مباشر من خلال تغير درجة تفكك المواد الكيميائية في الركيزة. كما تكتسب تغيرات درجة الـ pH أهمية في نشاط أنزيمات الأحياء الدقيقة وفي تفكيك وانحلال المنتجات الوسطية وغير ذلك إذ أن التغيرات في درجة حموضة الوسط تؤثر بشكل ملحوظ في مردود المنتجات النهائية لاستقلاب الأحياء الدقيقة ولهذا السبب من الضروري ضبط درجة حموضة الوسط قبل إجراء زراعة الأحياء الدقيقة [18] [9] .

وتعد طبيعة الجدار الخلوي إحدى الآليات التي تسيطر على إنتاج الأنزيمات الخارج الخلوية لدى الجراثيم وإن التغيرات في الجدار الخلوي البكتيري يؤثر على إنتاج الأنزيمات الخارجية وإطلاقها من الجدار الخلوي، ويعد عاملي درجة الحرارة ودرجة الحموضة (pH) من العوامل

تأثير بعض العوامل الفيزيائية والكيميائية على نمو بكتريا *Bacillus* المعزولة من الروسوبيات الشاطئية لمنطقة أفاميا

التي تحفز على إحداث تغيير في الغشاء الخلوي والجدار الخلوي. ففي الجراثيم التابعة *sp Bacillus* يشارك الغلاف البروتيني السطحي لها في إفراز الأنزيمات الخارج خلوية وإنتاج المركبات الفعالة حيويًا [14] [11]



الشكل(3): تأثير اختلاف درجة pH الوسط على كثافة النمو البكتيري لـ *Bacillus* خلال فترة حضن (24) ساعة.

تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم على نمو عزلات الـ *Bacillus*:

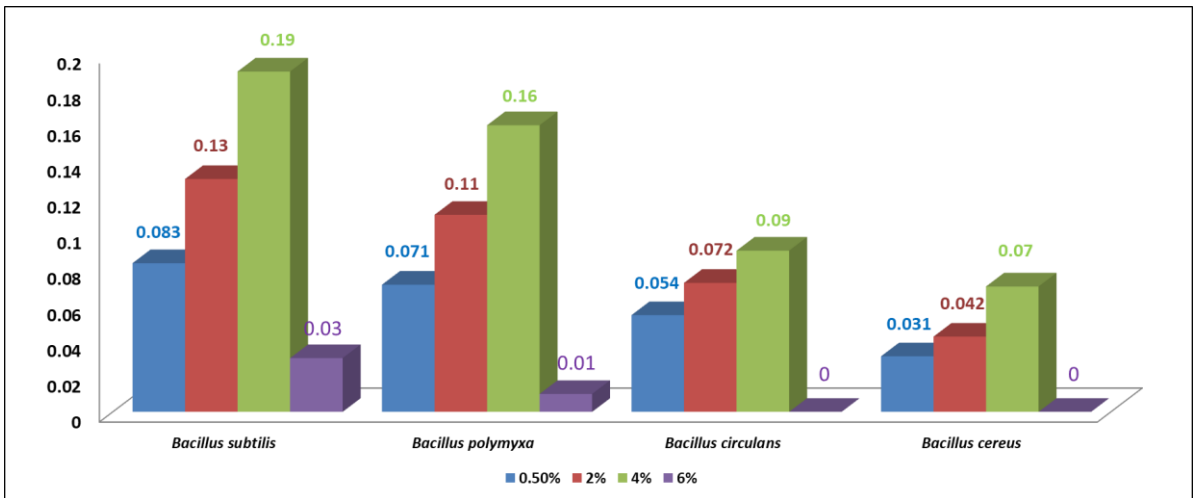
بينت النتائج أن أعلى كثافة ضوئية لنمو عزلات *Bacillus subtilis* سجلت عند تركيز كلوريد الصوديوم (0.5 %) بلغت 0.083 وبلغت 0.13 عند تركيز (2 %)، سجلت 0.19 عند تركيز كلوريد الصوديوم (4 %) وعند تركيز (6 %) سجلت كثافة النمو البكتيري 0.03 (الشكل 4).

بالنسبة لعزلة *Bacillus polymyxa* أظهرت النتائج أن أعلى قيمة للكثافة الضوئية سجلت 0.16 عند تركيز كلوريد الصوديوم (4%) بينما سجلت أدنى قيمة 0.01 عند تركيز (6%). أما عند تراكيز (0.5 و 2) % فسجلت القيم 0.071 و 0.11 على التوالي (الشكل 4).

بالنسبة لعزلة *Bacillus circulans* بينت النتائج أن أعلى قيمة للكثافة الضوئية سجلت 0.09 عند تركيز كلوريد الصوديوم (4%) وأدنى قيمة سجلت (0) عند تركيز 6%. أما عند تراكيز (0.5 و 2) % فسجلت القيم 0.054 و 0.072 على التوالي (الشكل 4).

بالنسبة لعزلة *Bacillus cereus* لوحظ أن أعلى قيمة سجلت للكثافة الضوئية كانت 0.07 عند تركيز كلوريد الصوديوم (4 %) وأدنى قيمة سجلت (0) عند تركيز (6 %). أما عند تراكيز (0.5 و 2) % فسجلت القيم 0.031 و 0.042 على التوالي (الشكل 4).

بينت النتائج المسجلة في الجدول (4) أن كلاً من العزلتين (*B. subtilis*، *B. polymyxa*) تنمو بشكل جيد في الوسط ذو التركيز الملحي 4 % ويعد التركيز الأمثل لنمو تلك العزلات البكتيرية، في حين لم تستطع بعض العزلات (*B. circulans*، *B. cereus*) من النمو على الوسط ذو التركيز الملحي 6 %. أما عند التركيز الملحي (0.5 و 2) % كان النمو متفاوت لبعض العزلات البكتيرية المختلفة، وتترافق تلك النتائج مع دراسات سابقة [11].



الشكل (4): تأثير تراكيز مختلفة من ملح كلوريد الصوديوم على نمو عزلات جنس *Bacillus*.

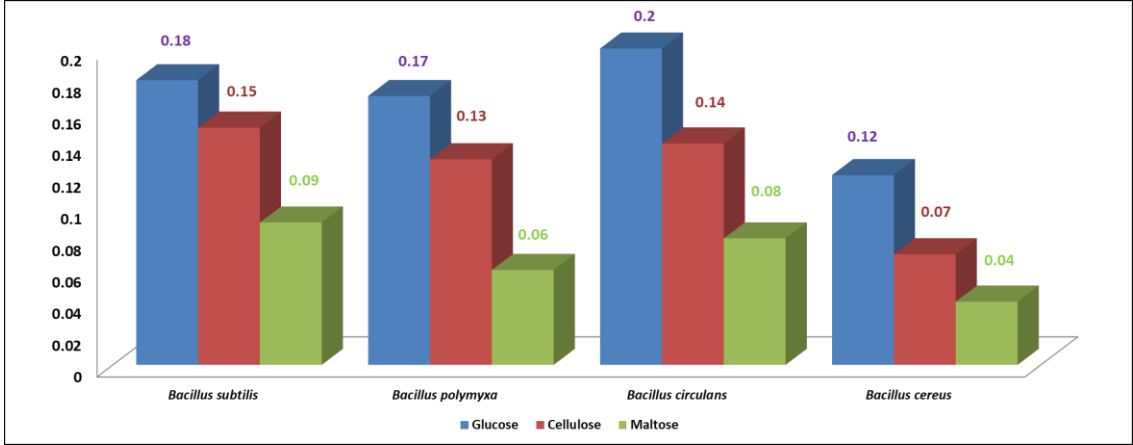
تأثير اختلاف مصدر الكربون على نمو عزلات الـ *Bacillus*:

لدى استخدام مصادر كربون مختلفة (غلوكوز، سيللوز ومالتوز) في الوسط المزروع بدلاً من الـ xylan وتأثيرها على نمو العزلات البكتيرية التابعة لجنس الـ *Bacillus* أظهرت النتائج أن أعلى كثافة ضوئية بالنسبة لبكتريا *Bacillus subtilis* سجلت 0.20 عند استخدام الغلوكوز، في حين كانت أدناها 0.09 عند استخدام المالتوز. أما عند استخدام السيللوز فبلغت الكثافة الضوئية 0.15، وكانت الكثافة الضوئية في المزرعة الشاهدة قد سجلت 0.19 (الشكل 5).

بالنسبة لعزلة *Bacillus polymyxa* أظهرت النتائج أن أعلى قيم الكثافة الضوئية للنمو كانت 0.17 عند استخدام الغلوكوز، في حين كانت أدناها 0.06 عند استخدام المالتوز كمصدر كربوني. أما عند استخدام السيللوز فبلغت الكثافة الضوئية 0.13، وكانت الكثافة الضوئية في المزرعة الشاهد 0.21 (الشكل 5).

بالنسبة لعزلة *Bacillus circulans* أظهرت نتائج إضافة مصادر كربونية مختلفة أن أعلى كثافة ضوئية للنمو البكتيري سجلت عند استخدام الغلوكوز وبلغت 0.18، بينما سجلت أدنى قيمة للكثافة الضوئية 0.08 عند استخدام المالتوز. أما عند استخدام السيللوز فكانت قيمة الكثافة الضوئية للنمو 0.14، وكانت الكثافة الضوئية في المزرعة الشاهدة قد سجلت 0.22 (الشكل 5).

بالنسبة لعزلة *Bacillus cereus* أظهرت نتائج إضافة مصادر كربونية مختلفة في أعلى كثافة ضوئية سجلت عند استخدام الغلوكوز وبلغت 0.12، بينما بلغت أدنى قيمة للكثافة الضوئية 0.04 عند استخدام المالتوز. أما عند استخدام السيللوز فوصلت قيمة الكثافة الضوئية إلى 0.07، وكانت الكثافة الضوئية في المزرعة الشاهدة قد سجلت 0.16 (الشكل 5).



الشكل (5): تأثير مصادر كربونية مختلفة على كثافة النمو البكتيري لعزلات جنس *Bacillus* بعد (24) ساعة من الحضانة بدرجة حرارة 30 م.

من خلال النتائج المسجلة في الشكل (5). لوحظ أن أفضل كثافة ضوئية أو أفضل نمو للعزلات البكتيرية سجل عند إضافة الغلوكوز كمصدر كربوني بعد القيمة المسجلة في المزرعة الشاهدة، بينما أظهرت النتائج أن أدنى كثافة ضوئية سجلت عند استخدام المالتوز. يمكن أن يعزى ذلك إلى دور الغلوكوز في رفع الفعاليات الانزيمية لدورة كريبس داخل الخلايا البكتيرية وبالتالي تحفيزها على النمو، تتوافق هذه النتيجة مع دراسات سابقة [7].

تمتلك المصادر الكربونية تأثير هام على نمو الأحياء الدقيقة وبالتالي على تشكيل المضادات الحيوية وذلك تبعاً للطبيعة الكيميائية ودرجة الأكسدة لهذه المصادر الكربونية. تنمو الأحياء الدقيقة وتركب المضادات الحيوية ولكنها تمتنع عن النمو إذا ما تغير مصدر الكربون المضاف إلى الوسط [5].

تأثير اختلاف المصدر النتروجيني على نمو عزلات الـ *Bacillus*:

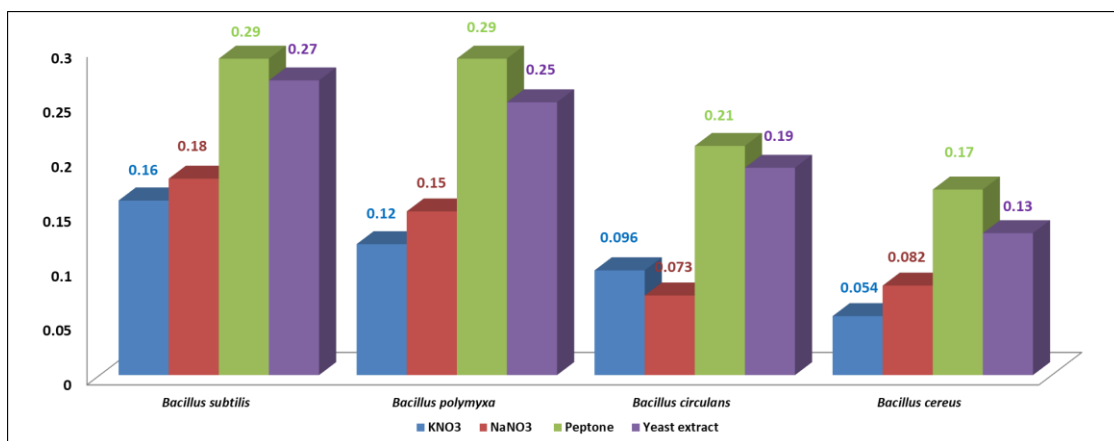
باستخدام مصادر نتروجينية مختلفة لاعضوية (كنترات البوتاسيوم (KNO₃) و نترات الصوديوم (NaNO₃)) وعضوية (الببتون ومستخلص الخميرة) في وسط الزرع بدلاً من نترات الأمونيوم (NH₄NO₃) لدراسة تأثيرها على نمو العزلات البكتيرية البحرية التابعة لجنس الـ *Bacillus*.

بالنسبة لعزلة *Bacillus subtilis* أظهرت النتائج أن قيم الكثافة الضوئية للنمو كانت 0.12 عند استخدام نترات البوتاسيوم، في حين كانت الكثافة 0.15 عند استخدام نترات الصوديوم. أما عند استخدام الببتون ومستخلص الخميرة فبلغت قيم الكثافة الضوئية 0.21 و 0.25 على التوالي، وكانت الكثافة الضوئية المسجلة في المزرعة الشاهدة 0.29 (الشكل 6).

بالنسبة لعزلة *Bacillus polymyxa* كانت قيمة الكثافة الضوئية للنمو المسجلة 0.096 عند استخدام نترات البوتاسيوم كمصدر للأزوت، في حين كانت الكثافة الضوئية 0.073 عند استخدام نترات الصوديوم. أما عند استخدام الببتون ومستخلص الخميرة فبلغت قيم الكثافة الضوئية 0.21 و 0.19 على التوالي، وكانت الكثافة الضوئية للنمو في المزرعة الشاهدة 0.2 (الشكل 6).

بالنسبة لعزلة *Bacillus circulans* أظهرت النتائج أن قيمة الكثافة الضوئية المسجلة عند استخدام نترات البوتاسيوم بلغت 0.054، في حين كانت الكثافة الضوئية 0.082 عند استخدام نترات الصوديوم. أما عند استخدام الببتون ومستخلص الخميرة فبلغت قيم الكثافة الضوئية 0.17 و 0.13 على التوالي، أما الكثافة الضوئية للنمو في المزرعة الشاهدة بلغت 0.15 (الشكل 6).

بالنسبة لعزلة *Bacillus cereus* سجلت قيم الكثافة الضوئية للنمو 0.032 عند استخدام نترات البوتاسيوم، في حين كانت الكثافة الضوئية للنمو 0.041 عند استخدام نترات الصوديوم. أما عند استخدام البيبتون ومستخلص الخميرة فبلغت قيم الكثافة الضوئية 0.16 و 0.15 على التوالي، كانت الكثافة الضوئية للنمو في المزرعة الشاهدة بلغت 0.16 (الشكل 6).



الشكل (6) تأثير مصادر نتروجينية مختلفة على كثافة النمو البكتيري لعزلات جنس *Bacillus* بعد (24) ساعة من الحضان بدرجة حرارة 30 م°

لوحظ من خلال النتائج المسجلة في (الشكل 6). أن قيم الكثافة الضوئية لنمو للعزلات البكتيرية كانت أفضل عند استخدام المصادر العضوية للنتروجين وخاصة البيبتون مقارنة بالمصادر اللاعضوية للنتروجين. إذ أظهرت العزلات البكتيرية أدنى قيم للنمو عند استخدام نترات الصوديوم. وتترافق هذه النتيجة مع دراسات سابقة [7]. يمكن أن يعزى ذلك إلى أن المصادر العضوية للنتروجين تحرر شوارد الأمونيوم بشكل كبير مقارنة بالمصادر اللاعضوية وهذا ما يعمل على زيادة تحفيز النمو البكتيري [3]. تعد مصادر النتروجين هامة من أجل إنتاج الصادات الحيوية من قبل الأحياء الدقيقة ويمكن

لبعض الأوساط أن تؤمن شروط ملائمة لنمو الأحياء الدقيقة ولكن لا تتمكن هذه الأخيرة من إنتاج الصادات الحيوية [7].

الإستنتاجات والتوصيات:

بينت النتائج إن أفضل نمو للعزلات البكتيرية كان عند درجة حرارة حضان 35 م°. وكان أفضل نمو لتلك العزلات عند درجة (7) pH. كما بينت النتائج أن أفضل نمو لتلك العزلات كان في وسط ذو تركيز ملحي 4%. وكان أفضل نمو للعزلات البكتيرية عند استخدام المصادر العضوية للنتروجين وخاصة البيبتون مقارنة بالمصادر الاعضوية للنتروجين. كان أفضل نمو للعزلات البكتيرية عند استخدام المصادر العضوية للكربون وخاصة الغلوكوز.

نوصي بدراسة تأثير العوامل الفيزيائية والكيميائية على نمو عزلات أنواع مختلفة من جنس الـ *Bacillus* لما لها أهمية في المجالات الطبي، الصناعي والزراعي. حيث يتأثر نمو تلك الأنواع وإنتاجها للإنزيمات والمضادات الحيوية والمركبات الكيميائية بالعوامل الفيزيائية والكيميائية (كدرجة الحرارة، درجة الحموضة، الرطوبة، الملوحة وغيرها). يختلف تأثير العوامل الفيزيائية والكيميائية بحسب النوع والسلالة البكتيرية المستخدمة.

المراجع:

- 1- ABAD, M.;BEDOYA, L. and BERMEJO, P.Marine compounds and their antimicrobial activities.Science against microbial pathogens: communicating current research, Vol. 51, No. 3,2011,1293-1306.
- 2- ADAM, S.I.;AHMED, A.A.;OMER, A.K.,In vitro Antimicrobial activity of Rosmarinus officinalis leave extracts. Agri-Food Appl Sci, Vol. 1, No. 2,2014,15-21.
- 3- BATTAN, B.;SHARMA, J.;DHIMAN, S.S. and KUHAD, R.C.Enhanced production of cellulase-free thermostable xylanase by Bacillus pumilus ASH and its potential application in paper industry.Enzyme, Vol. 41, No. 4,2007,733-739.
- 4- BEAR, S.E.;NGUYEN, M.T.;JASPER, J.T., et al.Removal of nutrients, trace organic contaminants, and bacterial indicator organisms in a demonstration-scale unit process open-water treatment wetland.Ecological engineering, Vol. 109, No. 3,2017,76-83.
- 5- BRENNER, D.J.;KRIEG, N.;STALEY, J. and GARRITY, G.Bergey's manual of systematic bacteriology. The Proteobacteria. NY: Springer, Vol. 2, No. 3,,2005.
- 6- CHASANA, U.;NURAINI, Y. and HANDAYANTO, E.The potential of mercury-resistant bacteria isolated from small-scale gold mine tailings for accumulation of mercury.Journal of Ecological Engineering, Vol. 19, No. 2,2018.
- 7- DEDYSH, S.N. and IVANOVA, A.A.Planctomycetes in boreal and subarctic wetlands: diversity patterns and potential ecological functions. FEMS microbiology ecology, Vol. 95, No. 2,2019,fiy227.
- 8- GUPTA, U.;KAR, R. and TECHNOLOGY.Xylanase production by a thermo-tolerant Bacillus species under solid-state and submerged fermentation.Brazilian Archives of Biology, Vol. 52, No. 6,2009,1363-1371.
- 9- ISSAZADEH, K.;RAD, S.K.;ZARRABI, S. and RAHIMIBASHAR, M.R.Antagonism of Bacillus species against Xanthomonas campestris pv. campestris and Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum.African Journal of Microbiology Research, Vol. 6, No. 7,2012,1615-1620.
- 10-MADDAMSETTI, R.;LENSKI, R.E. and BARRICK, J.E.Adaptation, clonal interference, and frequency-dependent

- interactions in a long-term evolution experiment with Escherichia coli.Genetics, Vol. 200, No. 2,2015,619-631.
- 11-MUSSA, A. and ZIAYT, M.Study the effect of Purified Pyoluteorin Produced from P. aeruginosa, Isolated from Rhizospheric Plant Wheat on some UTI Bacteria Biofilm Formation.Research Journal of PharmacyTechnology, Vol. 11, No. 12,2018,5529.
- 12-NADEEM, M.;QAZI, J.I.;BAIG, S. and SYED, Q.U.A.Studies on commercially important alkaline protease from Bacillus Lichniformis N-2 isolated from decaying organic soil.Türk Biyokimya Dergisi, Vol. 32, No. 4,2007,171-177.
- 13-PRAKASH, P.;JAYALAKSHMI, S.;PRAKASH, B., *et al*.Production of alkaliphilic, halotolerent, thermostable cellulase free xylanase by Bacillus halodurans PPKS-2 using agro waste: single step purification and characterization.World Journal of Microbiology, Vol. 28, No. 1,2012,183-192.
- 14-QIN, Y.;WANG, Y.;HE, Y., *et al*.Characterization of subtilin L-Q11, a novel class I bacteriocin synthesized by Bacillus subtilis L-Q11 isolated from orchard soil, Vol. 10, No. 3,2019,484.
- 15-SCHMIDT, A.;KOCHANOWSKI, K.;VEDELAAR, S., *et al*.The quantitative and condition-dependent Escherichia coli proteome.Nature biotechnology, Vol. 34, No. 4,2016,104-110.
- 16-SINGH, D. and SINGH, B.Utility of acidic xylanase of Bacillus subtilis subsp. subtilis JJBS250 in improving the nutritional value of poultry feed. Biotech, Vol. 8, No. 12,2018,1-7.
- 17-TALLAPRAGADA, P. and VENKATESH, K.Isolation, identification and optimization of xylanase enzyme produced by Aspergillus niger under submerged fermentation.Microbiol Biotechnol Res, Vol. 1, No. 4,2011,137-147.
- 18-TURNBULL, P.C.;SIRIANNI, N.M.;LEBRON, C.I., *et al*.MICs of selected antibiotics for Bacillus anthracis, Bacillus cereus, Bacillus thuringiensis, and Bacillus mycoides from a range of clinical and environmental sources as determined by the Etest. Journal of clinical microbiology, Vol. 42, No. 8,2004,3626-3634.
- 19-YILMAZ, M.;SORAN, H. and BEYATLI, Y.Antimicrobial activities of some Bacillus sp. strains isolated from the soil.Microbiological research, Vol. 161, No. 2,2006,127-131.