

المجلد : 1

العدد : 2



مجلة جامعة حماه



٢٠١٨ ميلادي / ١٤٤٠ هجري

مجلة جامعة حماة

هي مجلة علمية محكمة دورية سنوية متخصصة تصدر عن جامعة حماة

المدير المسؤول: الأستاذ الدكتور محمد زياد سلطان رئيس جامعة حماة.

رئيس هيئة التحرير: الأستاذ الدكتور سامر كامل إبراهيم.

سكرتير هيئة التحرير (مدير مكتب المجلة): م.وفاء الفيل.

أعضاء هيئة التحرير:

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| أ.د. درغام الرحال. | أ.د. عبد الكريم قلب اللوز |
| أ.د. عبد الرزاق سالم. | أ.م.د. أسمهان خلف. |
| أ.د. محمد زهير الأحمد. | أ.م.د. عادل علوش. |
| أ.م.د. حسان الحلبيّة. | أ.م.د. محمد أيمن الصباغ. |
| د.خالد زغريت. | |

الهيئة الاستشارية:

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| أ.د. دارم طباع. | أ.د. صفوان العساف. |
| أ.د. راتب سكر. | أ.د. كنجو كنجو. |
| أ.د. محمد فاضل. | أ.د. رباب الصباغ. |
| أ.م.د. محمد سبع العرب | |

الإشراف اللغوي:

- | | |
|-----------------|--------------------|
| أ.د. محمد فلفل. | أ.م.د. مها السلوم. |
|-----------------|--------------------|

مجلة جامعة حماة

أهداف المجلة:

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

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

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

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

رسالة المجلة:

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

قواعد النشر في مجلة جامعة حماة:

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

إيداع البحوث العلمية للنشر:

أولاً - تقدم مادة النشر إلى رئيس هيئة تحرير المجلة على أربع نسخ ورقية (تتضمن نسخة واحدة اسم الباحث أو الباحثين وعناوينهم، وأرقام هواتفهم، وتغفل في النسخ الأخرى أسماء الباحثين أو أية إشارة إلى هويتهم)، وتقدم نسخة إلكترونية مطبوعة على الحاسوب بخط نوع Simplified Arabic، ومقاس 12 على وجه واحد من الورق بقياس 210×297 مم (A4) . وتترك مساحة بيضاء بمقدار 2.5 سم من الجوانب الأربعة، على ألا يزيد عدد صفحات البحث كلها عن خمس عشرة صفحة

(ترقيم الصفحات وسط أسفل الصفحة)، وأن تكون متوافقة مع أنظمة (Microsoft Word 2007) في الأقل، وبمسافات مفردة بما في ذلك الجداول والأشكال والمصادر، وم محفوظة على قرص مدمج CD، أو ترسل إلكترونياً على البريد الإلكتروني الخاص بالمجلة.

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

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

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

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

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

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

قواعد إعداد مخطوطة البحث للنشر في أبحاث الكليات التطبيقية:

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

- العنوان:

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

- الملخص أو الموجز:

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

- المقدمة:

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

- المواد وطرائق البحث:

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

- النتائج والمناقشة:

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

- الاستنتاجات:

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

- الشكر والتقدير:

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

ثانياً- الجداول:

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

ثالثاً - الأشكال والرسوم والمصورات:

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

رابعاً - المراجع:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

● تلحظ النقاط الآتية:

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

قواعد إعداد مخطوطة البحث للنشر في أبحاث العلوم الإنسانية والآداب:

- أن يتسم البحث بالأصالة والجدة والقيمة العلمية والمعرفية الكبيرة وبسلامة اللغة ودقة التوثيق.
- ألا يكون منشوراً أو مقبولاً للنشر في أية وسيلة نشر.
- أن يقدم الباحث إقراراً خطياً بألا يكون البحث منشوراً أو معروضاً للنشر.
- أن يكون البحث مكتوباً باللغة العربية أو بإحدى اللغات المعتمدة في المجلة.
- أن يرفق بالبحث ملخصان أحدهما بالعربية، والآخر بالإنكليزية أو الفرنسية، بحدود 250 كلمة.
- ترسل أربع نسخ من البحث مطبوعة على وجه واحد من الورق بقياس (A4) مع نسخة إلكترونية (CD) وفق الشروط الفنية الآتية:

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

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

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

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

عدد صفحات مخطوطة البحث:

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

مراجعة البحوث وتعديلها:

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

ملاحظات مهمة:

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

الاشتراك في المجلة:

يمكن الاشتراك في المجلة للأفراد والمؤسسات والهيئات العامة والخاصة.

عنوان المجلة:

- يمكن تسليم النسخ المطلوبة من المادة العلمية مباشرةً إلى إدارة تحرير المجلة على العنوان التالي : سورية - حماة - شارع العلمين - بناء كلية الطب البيطري - إدارة تحرير المجلة.
- البريد الإلكتروني الآتي : hama.journal@gmail.com
- magazine@hama-univ.edu.sy
- عنوان الموقع الإلكتروني: www.hama-univ.edu.sy/newssites/magazine/
- رقم الهاتف: 33 224513500963

فهرس محتويات

م	عنوان البحث	اسم الباحث	رقم الصفحة
1	دراسة تأثير تغيير بارامترات الخوارزمية الجينية الفوضوية على الحلول الأمثلية في تصميم شبكات مياه الشرب	د.م. أمجد شاكر م. أبراهيم عبد الجليل	1
2	البرامج المساعدة في التصميم المعماري	م. غيثاء نيوف د.م. جاكلين طقطق	23
3	بناء نظام قيادة لمحرك خطوي هجين ذي طورين بهدف التحكم الدقيق بالموضع	د. ياسر الحسون د.أحمد الكردي	40
4	تحقيق نظام ملقات موزع على منصّة عمل مجموعة الغرض الموزع "Jgroup"	م. علي إسماعيل أ.د. رضوان دنده د. قاسم قبلان	56
5	التحكم بسرعة وموضع محرك بيزوكهربائي خطي باستخدام المتحكمات الذكية Fuzzy PID	د.أحمد الكردي	66
6	دراسة مقارنة لتخصصات المعلوماتية في الجامعات السورية	د. رامز الخطيب	83
7	استراتيجيات إعادة الإعمار بعد الحروب والكوارث في سوريا (مدينة حماة نموذجاً)	م. صباح حلبية د. أحمد سعيد قصاب	99
8	دراسة عددية لآلية انتشار الشقوق في جدران الأنابيب الفولاذية لنقل الغاز تحت تأثير الحملات الدورية	د. وسام حزواني	119
9	دراسة إقتصادية للمقاطع المعدنية المشكلة على البارد ذات الأجنحة المستطيلة المفرغة بالمقارنة مع المقاطع المعدنية المدرفلة	عبد القادر توما عبد الكريم شيخو	133
10	مقارنة تجريبية بين تأثير التآكل على الخصائص الميكانيكية للصفائح المعدنية المشكلة على البارد المغلفة بالزنك الساخن وغير المغلفة	عبد القادر توما عبد الكريم شيخو	148

دراسة تأثير تغيير بارامترات الخوارزمية الجينية الفوضوية على الحلول الأمثلية في تصميم شبكات مياه الشرب

*د. م. أمجد شاكر

** م. إبراهيم عبد الجليل

(الإيداع 20 أيلول 2017، القبول 20 تشرين الثاني 2017)

الملخص:

يتضمن هذا البحث اجراء دراسة تحليلية لتأثير تغيير بارامترات الخوارزمية الجينية الفوضوية MGA، على نتائجها في اختيار الحل الأمثل لتصميم شبكة مياه شرب، ومن ثم مقارنة الحل الأمثل الذي وصلنا إليه مع عدد من نتائج الأبحاث العلمية لعدد من العلماء، حيث تبين أن لتغيير قيم البارامترات أثر كبير على الحل الأمثل الذي تصل اليه الخوارزمية وكذلك تبين أن الخوارزمية الجينية الفوضوية أفضل من مثيلتها البسيطة SGA، من حيث المقدرة على الو. صول لحل أقل تكلفة ويحقق الشروط الهيدروليكية، وذلك بعد المقارنة مع عدد من الدراسات المرجعية التي تمت على نفس الحالة الدراسية.

الكلمات المفتاحية: خوارزمية جينية فوضوية، حل أمثلي، شبكة مياه شرب، Water GEMS، تابع الهدف للتكلفة.

* سوريا حماة، جامعة حماة كلية الهندسة المدنية.

** سوريا حمص، المؤسسة العامة للمياه.

Studying the effect of changing the parameters of Messy Genetic Algorithm on the Optimum Solutions in the design of Drinking Water Network

***Dr. Amjad Shaker**

Eng. Ibrahim Abd aljlel

(Received: 20 September 2017, Accepted: 30 November 2017)

Abstract:

This study includes an analytical study of the effect of altering the parameters of the Messy Genetic Algorithm on its results in selecting the optimal solution for the design of a drinking water network and then comparing the obtained optimal solution with a number of scientific research results from the literature for a number of scientists. It has been found that the Messy Genetic Algorithm is better than the simple Genetic Algorithm, in terms of the ability to reach a less expensive solution and meet the hydraulic requirements, after comparing with a number of reference studies that were carried out in a similar way.

Key word: Messy Genetic Algorithm ، Optimum Solution ، Drinking Water Network ، water GEMS، Cost objective function

1- مقدمة عن الطرق المستخدمة لتصميم واختيار أقطار شبكة مياه الشرب:

قبل البدء بإعتماد طرق الوصول للحلول الأمثلية كان تصميم شبكة المياه يعتمد على مبدأ التجريب والخطأ trial and error، للوصول لحل مقبول هيدروليكيًا، ويعتبر اختيار أقطار الأنابيب اللازمة لتصميم شبكة المياه موضوع معقد ويعتمد على خبرة المهندس، فمثلاً إذا كان لدينا 7 أقطار متوفرة تجارياً، وأردنا تصميم شبكة مؤلفة من 26 أنبوب وبالتالي يوجد 7^{26} حل ممكن لهذه الشبكة، وكل حل يجب مناقشة أدائه هيدروليكيًا، وتكلفته الاقتصادية ومدى موثوقيته {4}.

2- مواد وطرق البحث:

تم الاعتماد على نموذج رياضي جاهز Water GEMS. ودراسة التأثير الذي يقع على الحلول الأمثلية الناتجة باستخدام الخوارزميات الجينية الفوضوية Messy Genetic Algorithms – برنامج الخوارزمية (Darwin Designer) هو من انتاج شركة bentley بعام 2003م، وتم دمجه داخل برنامج Water GEMS إصداره عام 2013م-، ثم إعادة تصميم شبكة مياه مدينة هانوي Hanoi في دولة فيتنام Vitnam، للتحقق من صحة النتائج التي توصلنا لها. وتم استخدام جهاز كمبيوتر بمعالج Cori7 لتكون عملية الحساب سريعة لم تتجاوز 30 دقيقة لشبكة Hanoi.

3- ميزات الخوارزميات الجينية الفوضوية: Messy Genetic Algorithms

على غرار الخوارزميات الجينية البسيطة SGA، فإن طريقة عمل خوارزميات الجينية الفوضوية MGA تشبه خطوات عمل الخوارزمية الجينية البسيطة، ولكن تختلف عنها فيما يخص طول سلاسل الحلول string length (الكروموزومات). فهي غير ثابتة الطول، وكذلك مفهوم الأجيال فهو يتعدى ليصبح لدينا عدد من العصور Era Number، وكل عصر Era يحوي عدد من الأجيال Era Generation {9}.

وتستخدم هذه الخوارزمية لحل المشاكل الصعبة، فهي أكثر كفاءة وفعالية، وتعمل بنظام مرن لتمثيل وحل مشكلة تزاوج الكروموزومات، حيث هنا طول الكروموزومات (سلاسل الحلول) التي تتألف من جينات مختلفة من سلسلة لأخرى، حيث يقوم البرنامج بإنشاء سلاسل قصيرة هي حلول جزئية للمشكلة المدروسة، وتقييمها (حساب لياقتها) في مرحلة مبكرة من مراحل عمليات الخوارزميات الجينية، والحفاظ على الجينات (البتات) التي تحقق معدل لياقة أعلى من المتوسط، هذه الطريقة تسمى عملية بناء اللبنة building blocks، ثم تبدأ الخوارزمية بعملها الطبيعي بالانتقال من جيل لآخر ضمن العصر الأول، وفي كل جيل يزداد طول السلاسل حتى الوصول للطول الكامل لسلاسل الحلول (الكروموزومات) {8}. حيث يبدأ العمل بتوليد حلول (كروموزومات) طولها كامل، وبعد عملية انتقاء الكروموزومات المرشحة للتزاوج selection يتم قص اجزاء منها، وتلصق مكانها السلاسل القصيرة الجزئية، وتسمى هذه العملية بعملية القص والوصل cut and splice، هذه العملية تحل مكان عملية التقاطع cross over، حيث أن عملية القص cut تعمل على تحويل السلسلة الواحدة لسلسلتين جزئيتين ثم يتم معايرة السلاسل (الحلول) الجزئية، واختيار الأفضل من بينها بعملية الفلترة filtering والحفاظ عليها ليتم ادخالها في السلاسل المؤهلة للتزاوج {8}.

4- استخدام الخوارزميات الجينية في مجال المياه:

بداية استخدام الخوارزميات التطورية وخصيصاً منها الجينية Genetic Algorithms في مجال شبكات المياه بشكل صريح كان بعام 1992م، على يد العالم Simpson، في بداية عمله حاول عمل سلاسل للحلول بطريقة العد الثنائي. لتفسير متغيرين 1- الأنابيب الجديدة 2- الأنابيب التي سيتم إعادة تأهيلها (غسيل، إعادة تموضع). وتم اعتماد مبدأ دولايب الحظ roulette wheel selection، لانتقاء الحلول التي ستتولد منها الاجيال التالية، ونقطة تقاطع واحدة لعملية التقاطع cross over، وحصول طفرة عن طريق تبديل أحد البتات من 1 إلى 0 أو بالعكس، وكان تابع الهدف هو الوصول لتكلفة

أصغرية للمشروع، وتم اختيار الحل الذي يحقق كل القيود، وبتكلفة أصغرية وعلى ثلاث حالات من الأحمال المائية للشبكة (ثلاث قيم للاستهلاك). واستمر البحث لمدة عامين من 1992م حتى 1994م، استطاع العالمان في النهاية اكتشاف أن لبارامترات الخوارزمية الجينية تأثير كبير جداً على نتائجها فيما يخص شبكات مياه الشرب، ولكن كان ينقصهما الربط بين برنامج الخوارزمية، ونموذج المحاكاة الحامل لقوانين الحل الهيدروليكي {2}.

وتم تطوير هذه الآلية على يد كل من العلماء Simpson, Zheng عام 1996م و Walter , Savic عام 1997م . وفي عام 1989م، اقترح العالم Goldberg خوارزمية تطويرية جديدة سماها الخوارزمية الجينية الفوضوية Messy Genetic Algorithm، استخدم فيها سلاسل بأطوال متغيرة ليس فقط من جيل لآخر، بل ضمن تجمع الحلول الواحد بنفس الجيل. واستطاع العالمان Zheng, Simpson اثبات فعالية هذه الخوارزمية في الوصول لأكبر فائدة ممكنة Maximum benefit، بعد دراسة استمرت لعامين (1996-1997) م، حيث تم اثبات أن هذه الخوارزمية (الجينية الفوضوية MGA) أكثر فعالية من الخوارزمية الجينية البسيطة Simple GA في مجال شبكات المياه.

ولكن التقدم الأكبر والنقلة النوعية كانت على يد العالمين Simpson , Zheng ، اللذان قاما بربط برنامج حل الخوارزمية الجينية البسيطة Simple GA ، ببرنامج الحساب الهيدروليكي EPAnet بعام 2000م بمساعدة العالم Rossman {6} حيث أصبح برنامج الحل الهيدروليكي يقوم بحساب البارامترات الهيدروليكية لكل حل مرشح له من قبل الخوارزمية الجينية ، وارسال النتائج لبرنامج الخوارزمية ، ومقارنته مع معادلات القيود التي تحدد افضلية ولياقة حل عن الآخر {3} .

5- دالة الكلفة (تابع الهدف للكلفة): cost objective function:

الكلفة الكلية لأي مشروع تصميم وإعادة تأهيل شبكة مياه تساوي مجموع تكلفة كل المعدات التي سيتم تصميمها (اختيارها وشراؤها)، وكذلك إعادة تأهيلها من مضخات وأنباب وصمامات وخزانات {7}:

1- $C_k(d_k)$: تكلفة واحدة الطول للأنبوب ذو القطر k المختار من مجموعة الانابيب التجارية D_m^0 من مجموعات الأنابيب المتوفرة DC .

2- $C_k(t_k)$: تكلفة انشاء خزان T_m^0 بحجم k من مجموعة الأحجام المتوفرة TC .

3- $C_k(P_k)$: تكلفة شراء وتشغيل المضخة P_m^0 ذات المواصفة k من مجموعة المضخات المتوفرة PC .

4- $C_k(v_k)$: تكلفة صمام تنظيم الضغط k من مجموعة الصمامات المتوفرة VC.

5- $C_k(e_k d_k)$: تكلفة إعادة تأهيل المتر الطولي للأنبوب ذو القطر k بالطريقة E_m^0 من أحد طرق التأهيل المتوفرة EC .

بالتالي تابع حساب التكلفة الصغرى أصبح من الشكل:

$$C(\vec{D}\vec{E}\vec{P}) = \sum_{k=1}^{DPP} c_k(d_k)L_k + \sum_{k=1}^{RPP} c_k(d_k, e_k)L_k + \sum_{k=1}^{DPM} c_k(P_k) \quad (8)$$

L_k : طول الأنبوب k.

$\vec{D}$: المتغير المحدد لقطر الأنبوب.

$\vec{E}$: المتغير المحدد لشكل عملية إعادة التأهيل.

$\vec{P}$: المتغير المحدد لمواصفات المضخة.

يتم اختيار $\vec{D}, \vec{E}, \vec{P}$ من القيم المتوفرة في جداول الأقطار والمضخات وطرق الصيانة .

$$\forall k, \forall d_k \in [D_m^0, m = 1, \dots, DC] \dots \dots \dots (1)$$

$$\forall k, \forall c_k \in [E_m^0, m = 1, \dots, EC] \dots \dots \dots (2)$$

$$\forall k, \forall p_k \in [P_m^0, m = 1, \dots, PC] \dots \dots \dots (3)$$

$$\forall k, \forall t_k \in [T_m^0, m = 1, \dots, TC] \dots \dots \dots (4)$$

$$\forall k, \forall v_k \in [V_m^0, m = 1, \dots, VC] \dots \dots \dots (5)$$

DPP: عدد الأنابيب الجديدة التي نريد اختيارها وتصميمها.

RPP: عدد الأنابيب التي نريد إعادة تأهيلها.

DPM: عدد المضخات التي نريد اختيارها وتصميمها.

يتم عادة اختيار التصميم الأمثل بالاعتماد على قيم الحمل المائي (الإحتياج المائي) بالحالة المستقرة بأحد ساعات اليوم، وعادة ما يتم اختيار ساعة الذروة.

6- قيود الضغط بالعقد: Junction Pressure constraints

تتطلب عقد الاستهلاك أن يكون الضغط فيها أعلى من الحد الأصغري (ارتفاع المبنى + الضياعات الكلية بالإنبوب الفرعي + الضياعات بالتوصيلات المنزلية حتى الخزان التجميعي بأعلى المبنى)، وكذلك يجب أن لا يتجاوز الضغط القيمة الأعظمية التي تتحملها العدادات والتجهيزات المنزلية.

ويفضل أن يبقى الضغط في العقد بشكل عام يساوي الى الضغط الأصغري المسموح + 1 bar، وذلك للتقليل من حجوم الضياعات بالتسرب، لأنه كلما زاد الضغط بالأنابيب أدى ذلك لتسرب كميات أكبر من المياه عن طريق الوصلات السيئة بين الأنابيب، وبسبب أخطاء التنفيذ.

ويمكن كتابة ما سبق كقيد يستخدم لضبط عمل الخوارزميات الجينية:

$$H_{i,j}^{\min} \leq H_{i,j}(t) \leq H_{i,j}^{\max} \quad \forall t, i = 1, \dots, N_j; j = 1, \dots, NDM \quad (6)$$

حيث: $H_{i,j}(t)$: الضاغط الهيدروليكي في العقدة i في حالة الحمل المائي j في الزمن t .

N_j : عدد العقد الموجودة والمستهدفة بالدراسة.

$H_{i,j}^{\min}, H_{i,j}^{\max}$: الضاغط الأصغري والأعظمي المسموح والذي يجب عدم تجاوزه.

NDM: عدد حالات التحميل المائي.

7- قيود الجريان بالأنابيب: Pipe Flow constraints

جب أن تكون السرعة ضمن حدود معينة، برنامج الخوارزمية سيتجنب السرعة المنخفضة لأنها تحتاج لأقطار كبيرة وهذا مكلف اقتصادياً، بالتالي يجب على المصمم ضبط السرعة المرتفعة، لأنها تؤدي لزيادة مشكلة الصدمات المائية في خطوط الشبكة، خاصة أن معظم شبكات المياه البلاستيكية يكون ضغطها الإسمي 10 bar.

كذلك قيمة الميل الهيدروليكي HG (ضياع الطاقة بالكيلو متر m/Km)، يجب أن لا تتجاوز القيم المسموحة، والتي تقدر بحوالي 13 m/Km، لأن الزيادة عن هذه القيمة يؤدي إلى ضياع طاقة المضخات:

$$v_{i,j}(t) \leq v_{i,j}^{\max} \quad \forall t, i = 1, \dots, N_p \quad j = 1, \dots, NDM \quad (7)$$

$$HG_{i,j}(t) \leq HG_{i,j}^{\max} \quad \forall t, i = 1, \dots, N_p \quad j = 1, \dots, NDM \quad (8)$$

$v_{i,j}(t)$: السرعة في الأنبوب i بحالة الحمل المائي j .

$v_{i,j}^{max}$: السرعة العظمى المسموحة في الأنبوب i بحالة الحمل المائي j .

N_p : عدد الأنابيب الكلي بالشبكة المستهدفة بالدراسة (يمكن أن يكون عندنا شبكة قائمة ونريد توسيعها).

$HG_{i,j}(t)$: انحدار خط الميل الهيدروليكي للأنبوب i بحالة الحمل المائي j في الزمن t .

NDM : عدد حالات التحميل المائي.

8-تقييم لياقة الحلول: Fitness Evaluation

هناك العديد من العلاقات (التوابع) التي يمكن استخدامها لتقييم لياقة الحلول، وإعطائها علامة تتناسب مع أفضليتها على أقرانها من الحلول، شكل العلاقة المستخدمة بحد ذاته غير مهم، ولكن ما يهم هو أن يعطي تطبيق هذه العلاقة دلالة على أفضلية حل على غيره من الحلول.

وعادة ما تكون قيمة التابع أعلى للحلول الأفضل، ويفضل أن تكون كل القيم الناتجة عن تطبيق علاقة اللياقة fitness function موجبة.

في عام 1996م اقترح العالمان Zheng and Larsen العلاقة التالية لتقييم جودة الحلول نسبة إلى بعضها البعض من أجل تابع الهدف (أدنى تكلفة) Last cost {5}:

$$\phi = 1 - \frac{C_{nn}(\vec{D}, \vec{E}, \vec{P})}{\max_{nn=1, \dots, NN} C_{nn}(\vec{D}, \vec{E}, \vec{P})} \quad (9)$$

حيث: NN : هو عدد عناصر الجيل.

$C_{nn}(\vec{D}, \vec{E}, \vec{P})$: تكلفة الحل n في الجيل الحالي.

وبذلك فإن ϕ_{nn} ستكون قيمته محصورة ضمن المجال $[0,1]$. $0 \leq \phi_{nn} \leq 1$ أي كلما صغرت تكلفة الحل نسبة لباقي الحلول ستكبر القيمة العددية للعلاقة ϕ_{nn} .

9-الحل الأمثل الأقل كلفة: Last cost optimization

الحل الأقل تكلفة يعرف على أنه تحسين وحيد الهدف single objective optimization، في هذه الطريقة الحل الأمثل هو الحل الذي يحقق أقل تكلفة minimum cost، محققاً المعايير الهيدروليكية للشبكة مثل:

- 1- الضغط الأصغري في العقد.
- 2- الضغط الأعظمي في العقد.
- 3- السرعة الصغرى المسموحة للجريان بالأنابيب.
- 4- السرعة الأعظمية المسموحة للجريان في الأنابيب.

10-شبكة مياه نيويورك New York City Water Supply Tunnels Problem:

قام العالمان Lai , Schaak في عام 1969م ، بتطوير حالة دراسية أصبحت مرجع لكل من يريد استخدام الخوارزميات التطورية للوصول لحلول اقتصادية . الشبكة هي عبارة عن خزان أرضي Hill View يقع على منسوب 300 ft عن سطح البحر، ويغذي بالإسالة شبكة مياه مؤلفة من فرعتين أساسيتين من أنابيب الفونت المرن، الأولى City Tunnel1، والثانية City Tunnel2.

الفرع الاول City Tunnel1 للشبكة يمر بمنطقة Manhatan حتى Brooklyn ويوزع المياه بالاحتياجات المطلوبة على طول الأنابيب حتى الوصول لمنطقة Brooklyn.

الفرع الثاني City Tunnel2 يمر من منطقة Queens و Brooklyn حتى الوصول لمنطقة Richmond. أقطار الأنابيب المستخدمة كبيرة جداً (60-204) inch، لتغطي الاحتياج الكبير لمثل هكذا مدينة ضخمة، والشبكة تتغذى بالإسالة من الخزان الأرضي Hill View المتواجد على تلة.

سيتم استخدام الواحدات الأميركية في هذا المثال ليستطيع أي شخص مقارنة النتائج التي سنحصل عليها بباقي النتائج المنشورة عن نفس الشبكة، المطلوب في هذه المسألة الحفاظ على قيم الضغط بكل النقاط كما يوضح الجدول (2)، وذلك عن طريق اضافة عدد من الأنابيب الجديدة، بمواصفات الأنابيب الموجودة حالياً.

الجدول رقم(1): يبين قيمة معامل هازن وليمز C_{HW} للأنابيب الجديدة وتكلفة تمديد واحدة الطول منها.

القطر Diameter (in)	معامل هازن وليمز Hazen Williams C Factor	تكلفة شراء وتركيب واحدة الطول Unit Cost (\$/ft)
0	100	0
60	100	176
72	100	221
84	100	267
96	100	316
108	100	365
120	100	417
132	100	469

الجدول رقم (2): يبين مواصفات الانابيب والاحتياجات المائية في العقد والضغط الأصغري المطلوب فيها

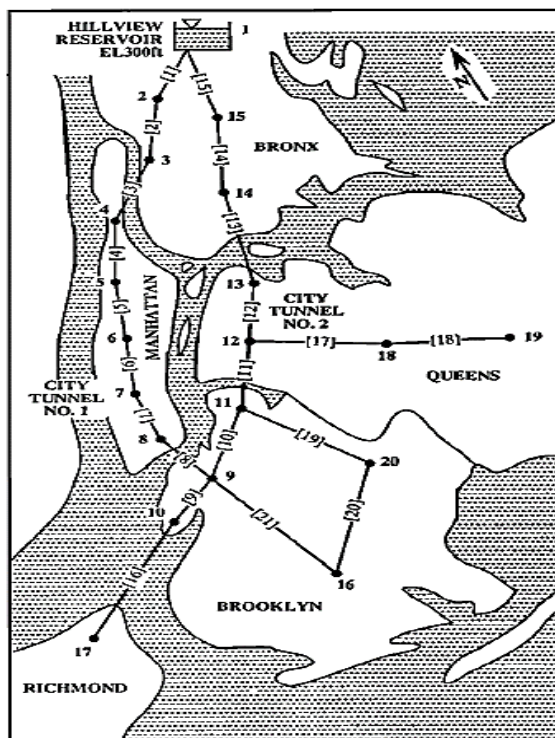
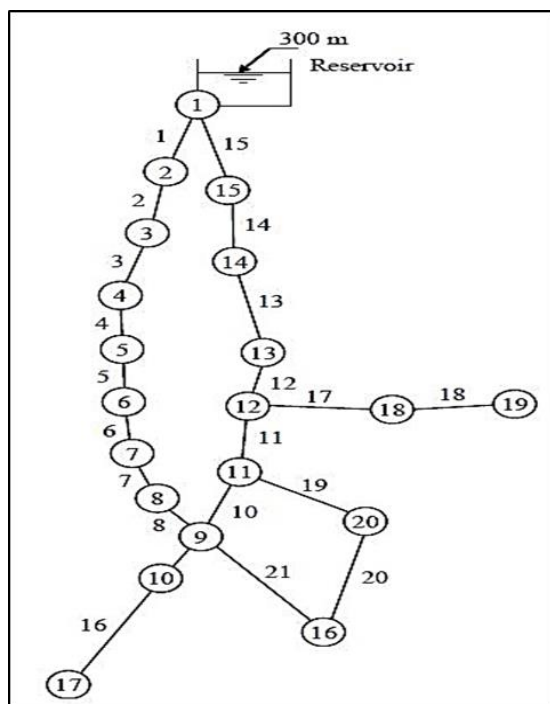
العقدة Node	الإحتياج Demand ft ³ /s	الضغط الاصغري المطلوب Minimum Total Head ft H ₂ O	الأنبوب Pipe	عقدة البداية Start Node	عقدة النهاية End Node	طول الأنبوب Length ft	القطر الحالي Diameter inch
1	الخزان	300	1	1	2	11600	180
2	92.4	255	2	2	3	19800	180
3	92.4	255	3	3	4	7300	180
4	88.2	255	4	4	5	8300	180
5	88.2	255	5	5	6	8600	180
6	88.2	255	6	6	7	19100	180
7	88.2	255	7	7	8	9600	132
8	88.2	255	8	8	9	12500	132
9	170	255	9	9	10	9600	204
10	1	255	10	11	9	11200	204
11	170	255	11	12	11	14500	204
12	117.1	255	12	13	12	12200	204
13	117.1	255	13	14	13	24100	204
14	92.4	255	14	15	14	21100	204
15	92.4	255	15	1	15	15500	204
16	170	260	16	10	17	26400	72
17	57.5	272.8	17	12	18	31200	72
18	117.1	255	18	18	19	24000	60
19	117.1	255	19	11	20	14400	60
20	170	255	20	20	16	38400	60
			21	9	16	26400	72

الجدول رقم (3): يبين الاحتياج المائي المطلوب بكل عقد الشبكة والضغط الحالي فيها

العقدة Node	الإحتياج Demand (ft ³ /s)	الضغط Pressure (feet H ₂ O)	العقدة Node	الإحتياج Demand (ft ³ /s)	الضغط Pressure (feet H ₂ O)
2	92.4	293.8	11	170	272.3
3	92.4	286.2	12	117.1	273.7
4	88.2	283.9	13	117.1	276.8
5	88.2	282	14	92.4	284.5
6	88.2	280.5	15	92.4	292.5
7	88.2	278.1	17	57.5	264.9
8	88.2	274.7	18	117.1	158.4
9	170	272.2	19	117.1	98.6
10	1	272.1	20	170	209.8
			16	170	211.1

ملاحظة: قيمة معامل هازن وليمز $C_{HW} = 100$ لكل الانابيب ، $1 \text{ ft}^3/\text{s} = 28.36 \text{ L/s}$.

الضغط الفعلي في النقاط من 16 حتى 20 ينخفض عن القيمة الأصغرية المسموحة.



الشكل رقم (1): يبين المسقط الأفقي لشبكة مدينة نيويورك New York City Water Supply وأرقام كل من العقد والأنابيب بعد ادخالها على برنامج Water GEMS.

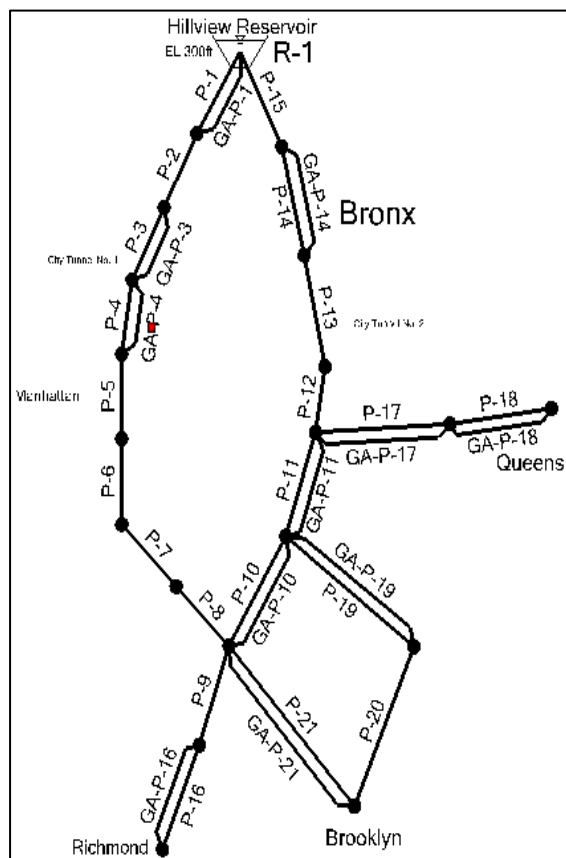
11- سيناريوهات تغيير قيم بارامترات الخوارزمية الجينية للتعرف على تأثير كل منها: قمت بإعداد 11 سيناريو لتوضيح تأثير 5 بارامترات رئيسية في الخوارزمية الجينية الفوضوية، وسنقوم بعرض أفضل خمس حلول في كل سيناريو لمقارنة تأثير تغيير قيمة كل بارامتر.

الجدول رقم (4): يبين قيم بارامترات السيناريوهات التي سيتم معايرة الخوارزمية على أساسها

رقم السيناريو	(المرجي) 1	2	3	4	5	6	7	8
Maximum Era Number العدد الاعظمي للعصور	6	3	2	6	6	6	6	6
Era Generation Number العدد الاعظمي للأجيال	150	150	150	100	50	150	150	150
Population Size عدد عناصر التجمع الاولى للحلول	50	50	50	50	50	20	70	50
Cut Probability احتمالية القطع	1.70%	1.70%	1.70%	1.70%	1.70%	1.70%	1.70%	1.30%
Splice Probability احتمالية الوصل	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%
Mutation Probability احتمالية الطفرات	1.50%	1.50%	1.50%	1.50%	1.50%	1.50%	1.50%	1.50%
Penalty Factor معامل تابع الجزاء	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000

الجدول رقم (5): تابع للجدول السابق ويبين قيم بارامترات السيناريوهات التي سيتم معايرة الخوارزمية على أساسها للسيناريوهات المتبقية

رقم السيناريو	(المرجعي) 1	9	10	11
Maximum Era Number العدد الاعظمي للعصور	6	6	6	6
Era Generation Number العدد الاعظمي للأجيال	150	150	150	150
Population Size عدد عناصر التجمع الاولي للحلول	50	50	50	50
Cut Probability احتمالية القطع	1.70%	1.00%	1.70%	1.70%
Splice Probability احتمالية الوصل	60%	45%	60%	30%
Mutation Probability احتمالية الطفرات	1.50%	1.50%	1.50%	1.50%
Penalty Factor معامل تابع الجزاء	1000000	1000000	1000000	1000000



الأنبوب القديم Pipe	الأنبوب الجديد المركب بموازيات الأنبوب القديم	قطر الأنبوب الجديد Diameter (In)	التكلفة (\$) Cost
P-1	GA-P-1	72	2563600
P-2	GA-P-2	0	0
P-3	GA-P-3	72	1613300
P-4	GA-P-4	60	1460800
P-5	GA-P-5	0	0
P-6	GA-P-6	0	0
P-7	GA-P-7	0	0
P-8	GA-P-8	0	0
P-9	GA-P-9	0	0
P-10	GA-P-10	72	2475200
P-11	GA-P-11	84	3871500
P-12	GA-P-12	0	0
P-13	GA-P-13	0	0
P-14	GA-P-14	96	6667600
P-15	GA-P-15	0	0
P-16	GA-P-16	96	8342400
P-17	GA-P-17	96	9859200
P-18	GA-P-18	84	6408000
P-19	GA-P-19	120	6004800
P-20	GA-P-20	0	0
P-21	GA-P-21	96	8342400
التكلفة الكلية لهذا الحل			57608800

الشكل رقم (2) والجدول رقم (6): يبينان الحل الأمثلي Minimum Cost بحسب السيناريو المرجعي المبني على

إضافة أنابيب جديدة بموازيات الأنابيب القديمة، القطر 0 يدل على انه لا حاجة لتواجد أنبوب جديد بموازيات القديم.

الجدول رقم (7): يبين قيم الضغوط بالعقد قبل وبعد اضافة أنابيب جديدة المركبة بموازات الانابيب القديمة

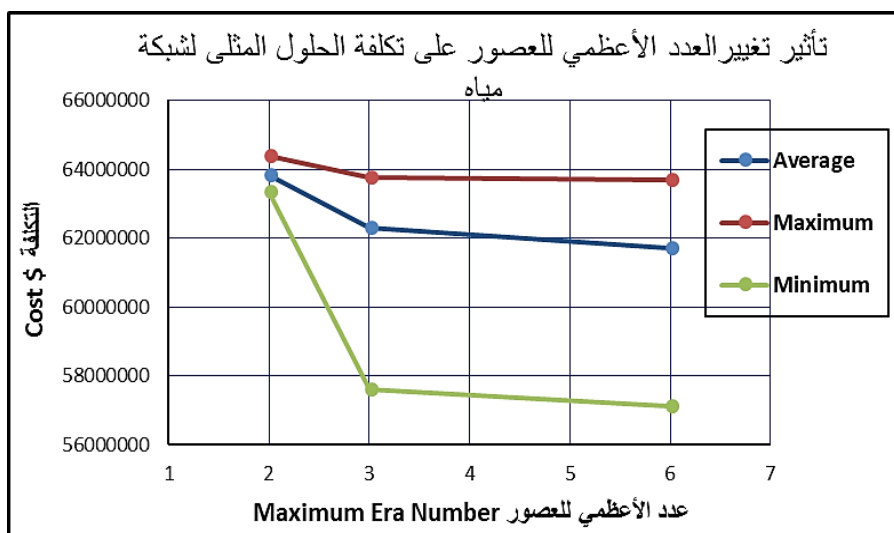
العقدة Node	الضغط الفعلي بعد اضافة عدد من الأنابيب بموازات الأنابيب القديمة الحل الأمثل (السيناريو المرجعي) Pressure (feet H2O)	الضغط الاصغري المطلوب Pressure (feet H2O)	الضغط الفعلي قبل اضافة الأنابيب الجديدة (الأنابيب القديمة فقط) Pressure (feet H2O)
2	294.7	255	293.8
3	287.1	255	286.2
4	285.2	255	283.9
5	283.5	255	282
6	282	255	280.5
7	279.7	255	278.1
8	276.3	255	274.7
9	273.9	255	272.2
10	273.9	255	272.1
11	274	255	272.3
12	275.2	255	273.7
13	278.3	255	276.8
14	286.1	255	284.5
15	292.5	255	292.5
17	273	272.8	264.9
18	261.3	255	158.4
19	255.2	255	98.6
20	271.8	255	209.8
16	268.7	260	211.1

11-1 العدد الأعظمي للعصور Maximum Era Number والعدد الأعظمي للأجيال: Era Generation Number

نلاحظ أن زيادة كل من العدد الأعظمي للعصور ، والعدد الأعظمي للأجيال سيؤدي لتحسن نتائج الخوارزمية الجينية وذلك لزيادة فرص الخوارزمية بتجريب حلول أكثر، وانتقاء الأفضل منها، وهذين البارامترين متعلقين ببعض ،حيث أن العدد الكلي للأجيال الذي تنتجه الخوارزمية ما هو الا ناتج ضرب عدد العصور بعدد أجيال كل عصر ، ولكن زيادة قيمة كل من البارامترين السابقين تؤدي إلى زيادة الزمن اللازم للوصول للهدف ، وخاصة في أجهزة الحاسب الضعيفة الإمكانيات ، وعادة ما يتعلق العدد الأعظمي للعصور والعدد الأعظمي للأجيال بتعقيد المسألة المدروسة وكبر حجم بياناتها . وهذا ما يوضحه كل من الجداول (8) و(9)، والأشكال (3) و(4).

الجدول رقم (8): يبين تكلفة تنفيذ الحلول الخمس الأولى المثلى في كل من السيناريوهات: 1، 2، 3.

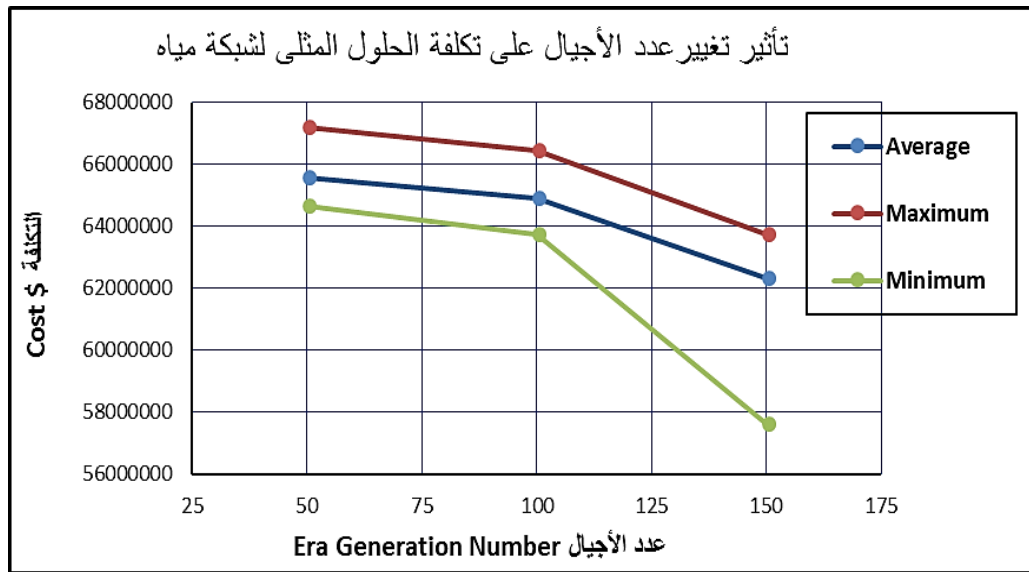
التكلفة المالية لتنفيذ كل حل مقدر بـ \$			
رقم السيناريو :	(المرجعي) 1	2	3
Maximum Era Number العدد الأعظمي للعصور	6	3	2
رقم الحل :	1	57608800	63332700
	2	62167900	63639600
	3	62032700	63753400
	4	63600600	64106500
	5	63680400	64384800
متوسط تكلفة الحلول Average			
تكلفة الحل الأسوأ اقتصادياً Maximum			
تكلفة الحل الأفضل اقتصادياً Minimum			



الشكل رقم (3): يبين المنحنيات المعبرة عن علاقة العدد الأعظمي للعصور بتكلفة تنفيذ الحلول المثلى في كل من السيناريوهات: 1، 2، 3.

الجدول رقم (9): يبين تكلفة تنفيذ الحلول الخمس الأولى المثلى في كل من السيناريوهات: 1، 4، 5.

التكلفة المالية لتنفيذ كل حل مقدرة بـ \$			
5	4	(المرجعي) 1	رقم السيناريو :
50	100	150	Era Generation Number العدد الأعظمي للأجيال
64678800	63753400	57608800	1
64663400	64106500	63167900	2
64914900	64084800	63332700	3
66297200	66156000	63639600	4
67208304	66436600	63753400	5
65552521	64907460	62300480	متوسط تكلفة الحلول Average
67208304	66436600	63753400	تكلفة الحل الأسوأ اقتصادياً Maximum
64663400	63753400	57608800	تكلفة الحل الأفضل اقتصادياً Minimum



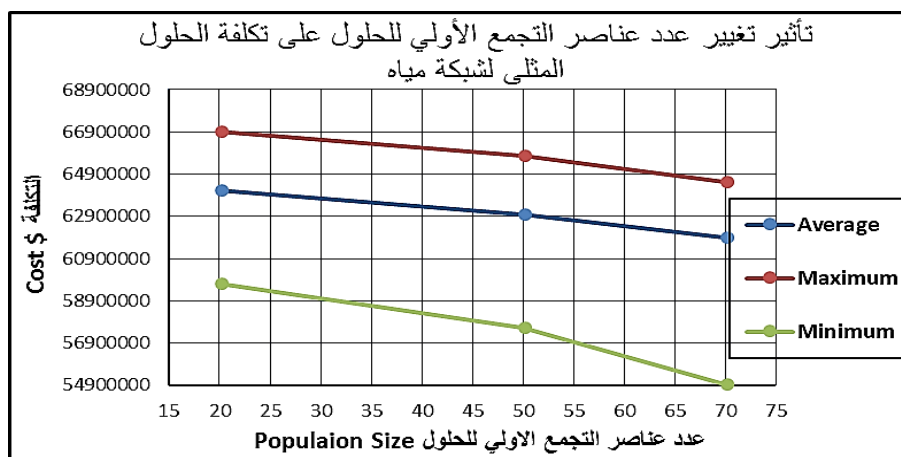
الشكل رقم (4): يبين المنحنيات المعبرة عن علاقة عدد الأجيال بتكلفة تنفيذ الحلول المثلى في كل من السيناريوهات: 1، 4، 5

2-11 التجمع الأولي للحلول :Population Size

يعتبر عدد الحلول البدائي من العوامل المهمة للوصول الخوارزمية الجينية بنوعيتها -البسيطة والفوضوية- إلى حلول جيدة ، وهو يتعلق بعدد انابيب الشبكة المدروسة ، فكلما زاد عدد الانابيب و زاد عدد خيارات الأقطار المتوفرة تجارياً -عند استخدام المتغيرات المتقطعة (المقسمة) غير المستمرة discrete- فإن زيادة عدد الحلول البدائية سيساعد في الوصول لحلول مثلى بشكل أفضل ، ولكن أيضاً لا يجب المبالغة في زيادة قيمة هذا البارامتر لما له من تأثير في زيادة العمليات الحسابية التي تتطلبها الخوارزمية بالتالي زيادة الزمن اللازم للوصول للحل النهائي ، وهذا ما يوضحه كل من الجدول (10) والشكل (5)

الجدول رقم (10): يبين تكلفة تنفيذ الحلول الخمس الأولى المثلى في كل من السيناريوهات: 1، 6، 7.

التكلفة المالية لتنفيذ كل حل مقدرة ب \$			
7	1(المرجعي)	6	رقم السيناريو :
70	50	20	عدد عناصر التجمع الأولي للحلول Population Size
54960800	57608800	59712200	1
61996600	63167900	64487700	2
63767300	63802700	64497900	3
64304300	64639600	65004300	4
64515400	65753400	66893300	5
61908880	62994480	64119080	متوسط تكلفة الحلول Average
64515400	65753400	66893300	تكلفة الحل الأسوأ اقتصادياً Maximum
54960800	57608800	59712200	تكلفة الحل الأفضل اقتصادياً Minimum



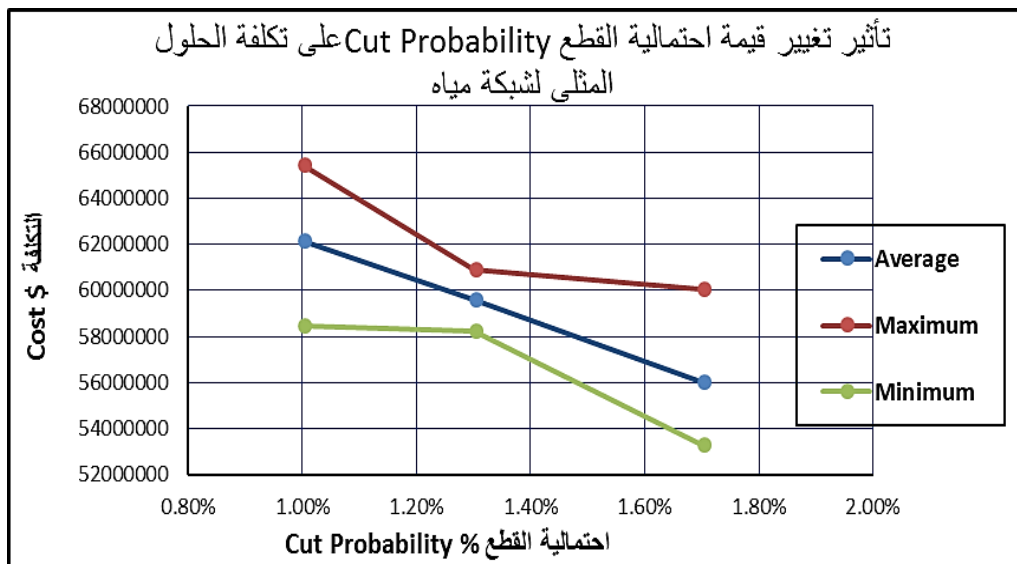
الشكل رقم (5): يبين المنحنيات المعبرة عن علاقة عدد عناصر التجمع الأولي للحلول بتكلفة تنفيذ الحلول المثلى في كل من السيناريوهات: 1، 6، 7.

11-3 احتمالية القطع Cut Probability:

نلاحظ أن زيادة احتمالية القطع كان لها أثر إيجابي حيث أن زيادتها أدت للوصول لحل أفضل اقتصادياً، وتعتبر القيمة % (1,6) جيدة ومقبولة لعدد من العلماء على رأسهم العالم Tom Walske، كما يبين كل من الجدول (11) والشكل (6).

الجدول رقم (11): يبين تكلفة تنفيذ الحلول الخمس الأولى المثلى في كل من السيناريوهات: 1، 8، 9.

التكلفة المالية لتنفيذ كل حل مقدرة بـ \$			
9	8	1 (المرجعي)	رقم السيناريو :
1.00%	1.30%	1.70%	احتمالية القطع Cut Probability
59459100	58255800	53308800	1
58481500	58539400	53367900	2
65446200	60019200	53432700	3
62880200	60303800	60039600	4
64452700	60885600	60003400	5
62143940	59600760	56030480	متوسط تكلفة الحلول Average
65446200	60885600	60039600	تكلفة الحل الأسوأ اقتصادياً Maximum
58481500	58255800	53308800	تكلفة الحل الأفضل اقتصادياً Minimum



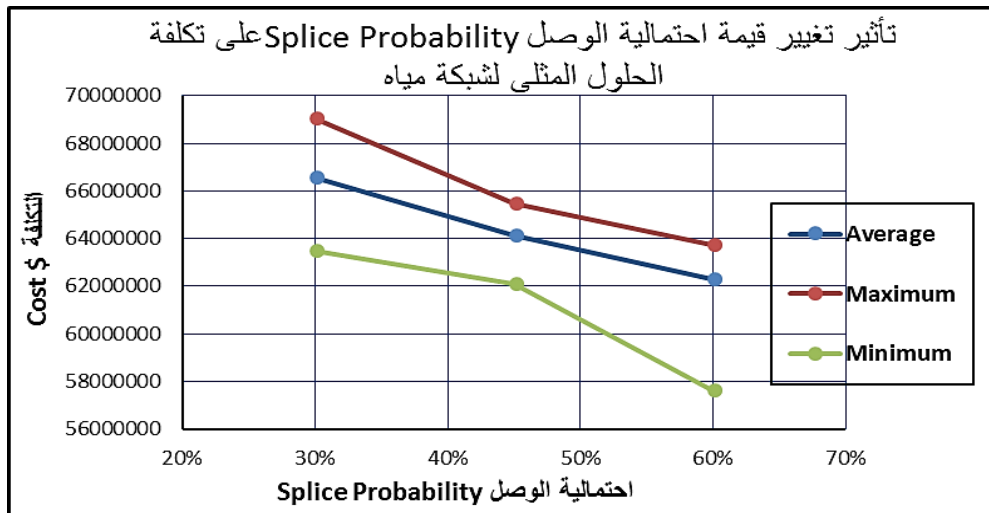
الشكل رقم (6): يبين المنحنيات المعبرة عن علاقة احتمالية القطع بتكلفة تنفيذ الحلول المثلى في كل من السيناريوهات: 1، 8، 9.

4-11 احتمالية الوصل: Splice Probability

نلاحظ أن زيادة قيمة احتمال الوصل تؤدي لتحسن نتائج الخوارزمية بشكل واضح جداً على مختلف الأصعدة (القيمة الصغرى والعظمى والمتوسطة لتكلفة الحلول)، لذلك ننصح بأن تقترب قيمة هذا البارامتر من 60%، كما يوضح الجدول (12) والشكل (7).

الجدول رقم (12): يبين تكلفة تنفيذ الحلول الخمس الأولى المثلى في كل من السيناريوهات: 1، 10، 11.

التكلفة المالية لتنفيذ كل حل مقدرة ب \$			
11	10	1 (المرجعي)	رقم السيناريو :
30%	45%	60%	Splice Probability احتمالية الوصل
63496700	62099500	57608800	1
63619100	63763800	63167900	2
68054096	64058400	63332700	3
68565400	65201500	63639600	4
69064496	65453400	63753400	5
66559958	64115320	62300480	متوسط تكلفة الحلول Average
69064496	65453400	63753400	تكلفة الحل الأسوأ اقتصادياً Maximum
63496700	62099500	57608800	تكلفة الحل الأفضل اقتصادياً Minimum

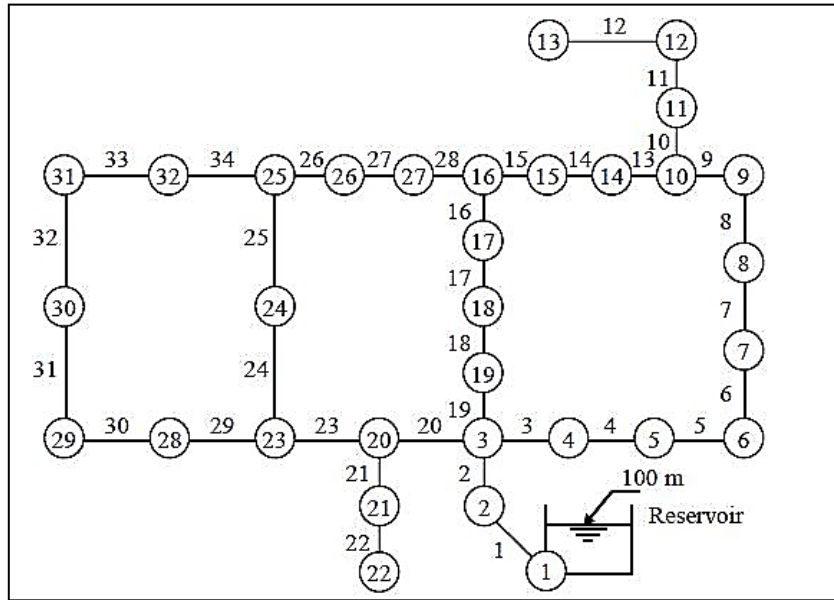


الشكل رقم (7): يبين المنحنيات المعبرة عن علاقة احتمالية الوصل بتكلفة تنفيذ الحلول المثلى في كل من السيناريوهات: 1، 10، 11.

12- تطبيق على شبكة مياه في مدينة هانوي في دولة فيتنام Hanoi Vitnam:

سيتم تطبيق ما تم الاستفادة منه من حيث تأثير بارامترات الخوارزمية الجينية في الحلول الأمثلية الناتجة عنها ، على شبكة مياه صغيرة في مدينة هانوي Hanoi عاصمة دولة فيتنام، وهي أحد الشبكات الثلاث العالمية التي يتم عن خلالها مقارنة نتائج استخدام طرق الوصول للأمثلية بين العلماء ، أول من درس هذه الشبكة العالمان Khang , Fujiwara عام 1990م ، وأعاد كل من العلماء (Saviv,Walters(1997) ، Abebe,Solomatine(1998) ، Kahraman(2003) ، Liong,Atiquazzam(2004) ، و Guc(2006) دراستها كمثال تطبيقي على الخوارزميات الجينية بنوعها البسيط SGA والفوضوي MGA .

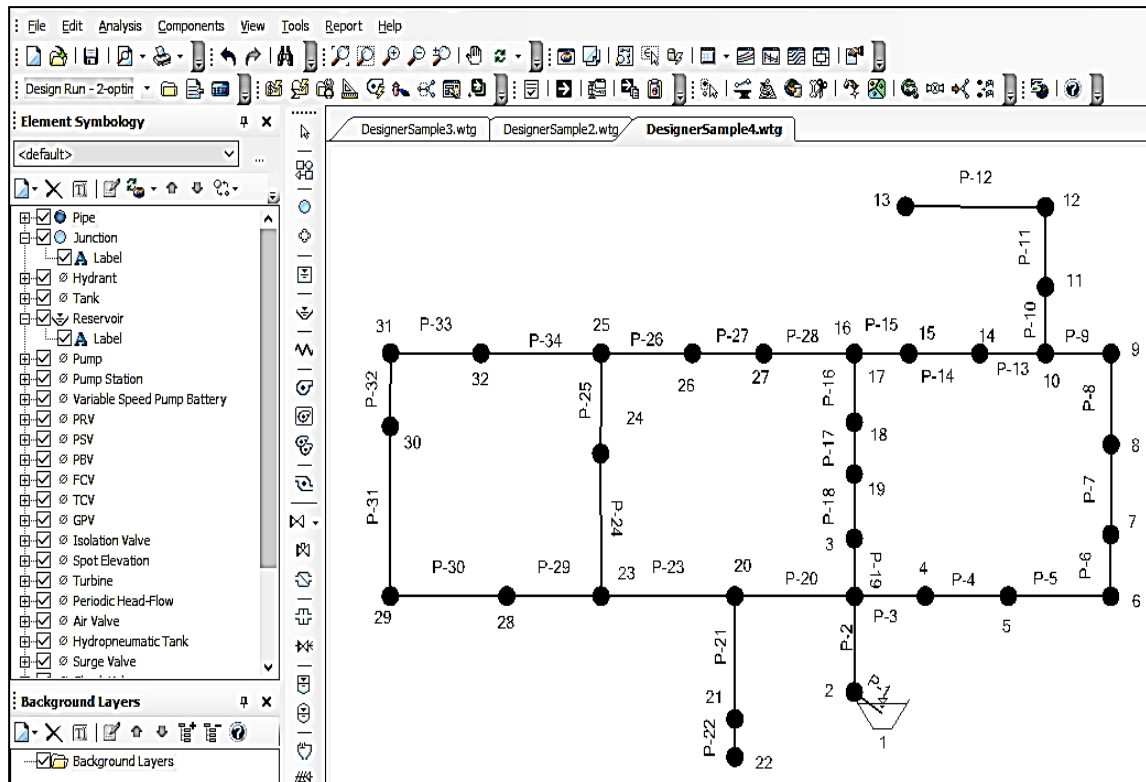
الشبكة مؤلفة من 32 عقدة-بما في ذلك الخزان-، 34 أنبوب، خزان واحد، وثلاث حلقات كما يبين الشكل (6-10). تم اعتماد علاقة Hazen-Williams لحساب ضياع الطاقة خلال الأنابيب ، ومعامل الضياع $C_{HW} = 130$ لكل الأنابيب. المطلوب تصميم الشبكة (تحديد أقطار الأنابيب)، حيث لا يقل الضغط في أي عقدة عن 30 m H₂O، الأنابيب كلها من الفونت المرن Ductile Iron.



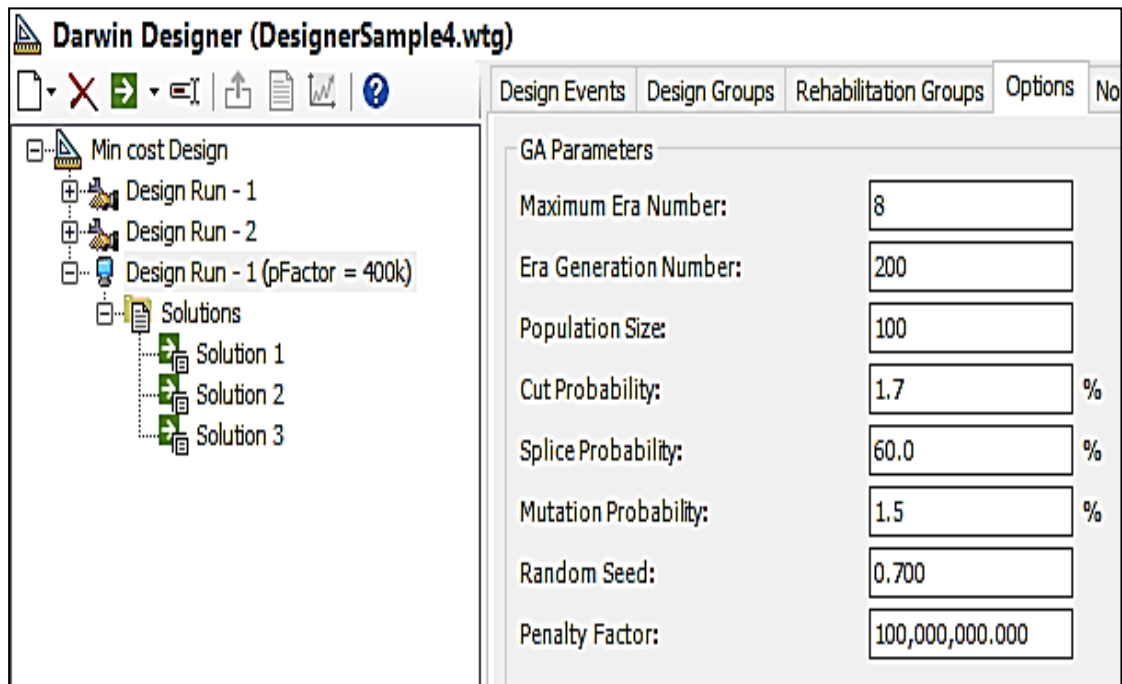
الشكل رقم (10): يبين المسقط الأفقي لشبكة مياه هانوي فيتنام Hanoi Vitnam

الجدول رقم (15): يبين الأقطار المتوفرة تجارياً وقيمة معامل هازن وليمز C_{HW} وتكلفة تمديد واحدة الطول منها

القطر Diameter (in)	القطر Diameter (mm)	معامل هازن وليمز Hazen Williams C Factor	تكلفة شراء وتركيب القدم الطولي Unit Cost (\$/ft)	تكلفة شراء وتركيب المتر الطولي Unit Cost (\$/m)
12	304.8	130	13.94	45.73
16	406.4	130	21.46	70.41
20	508	130	29.99	98.39
24	609.6	130	39.42	129.33
30	762	130	55.09	180.74
40	1016	130	84.82	278.28



الشكل رقم (11): يبين ادخال الشبكة داخل برنامج Water GEMS



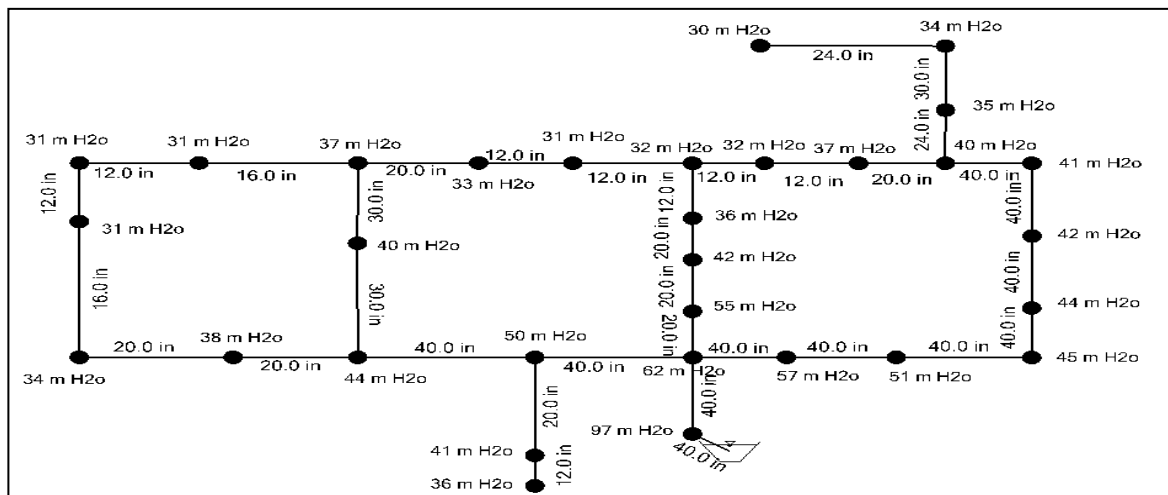
الشكل رقم (12): يبين بارامترات الخوارزمية الجينية الفوضوية التي تم اختيارها بعد عدد من المحاولات للوصول للحل الأمثل

الجدول رقم (16): يبين الأقطار التي تم اختيارها كحل أمثلي من قبل برنامج الخوارزمية الجينية.

التصميم الأمثلي بحسب برنامج Darwin Designer					
Pipe الأنبوب	القطر Diameter (in)	التكلفة Cost (\$)	Pipe الأنبوب	القطر Diameter (in)	التكلفة Cost (\$)
P-1	40	27828	P-19	20	39352
P-2	40	375678	P-20	40	612216
P-3	40	250452	P-21	20	147570
P-4	40	320022	P-22	12	22860
P-5	40	403506	P-23	40	737442
P-6	40	125226	P-24	30	222310
P-7	40	236538	P-25	30	234962
P-8	40	236538	P-26	20	83623
P-9	40	222624	P-27	12	13716
P-10	24	122864	P-28	12	34290
P-11	30	216888	P-29	20	147570
P-12	24	452655	P-30	20	196760
P-13	20	78704	P-31	16	112640
P-14	12	22860	P-32	12	6858
P-15	12	25146	P-33	12	39319
P-16	12	124816	P-34	16	66880
P-17	20	172165	المجموع الكلي لتكلفة تنفيذ الحل \$USD		6211581
P-18	20	78704			

الجدول رقم (17): يبين الضواغط الناتجة عن استخدام الأقطار بحسب الحل الأمثلي الذي تم اختيارها من قبل برنامج الخوارزمية الجينية.

العقدة Node	الضغط بعقد الشبكة Pressure (m H2O)	العقدة Node	الضغط بعقد الشبكة Pressure (m H2O)
1	100	17	35.63
2	97.14	18	41.76
3	61.67	19	54.83
4	57.06	20	50.41
5	51.34	21	41.06
6	45.34	22	35.89
7	43.94	23	44.15
8	42.28	24	39.73
9	40.97	25	37.12
10	40.01	26	33.02
11	35.39	27	31.47
12	34.23	28	38.37
13	30.02	29	34.03
14	37.03	30	30.62
15	32.42	31	30.56
16	31.54	32	30.59



الشكل رقم (13): يبين الأقطار وقيم الضاغط بالعقد بحسب الحل الأمثلي الذي تم التوصل له

الجدول رقم (18): يبين نتائج الدراسات السابقة في مقارنة مع دراستي من حيث اختيار أقطار الأنابيب الأمثلية

الأنابيب Pipe	طول الأنابيب Length m	Savic and Walters (1997)	Abebe and Solomatine (1998)	Cunha and Sousa (1999)	Kahrama n (2003)	Liong and Atiquazza m (2004)	Guc (2006)	نتائج بحثي (2017)
P-1	409	40	40	40	40	40	40	40
P-2	1,003	40	40	40	40	40	40	40
P-3	849	40	40	40	40	40	40	40
P-4	999	40	40	40	40	40	40	40
P-5	1,230	40	40	40	40	40	40	40
P-6	649	40	40	40	40	40	40	40
P-7	945	40	40	40	40	40	40	40
P-8	955	40	30	40	40	30	40	40
P-9	788	40	30	40	30	30	40	40
P-10	698	30	30	30	30	30	24	24
P-11	840	24	30	24	24	30	24	30
P-12	1,683	24	30	24	24	24	24	24
P-13	788	20	16	20	16	16	12	20
P-14	855	16	24	16	12	12	12	12
P-15	655	12	30	12	12	12	16	12
P-16	721	12	30	12	16	24	12	12
P-17	544	16	30	16	20	30	20	20
P-18	677	20	40	20	24	30	30	20
P-19	606	20	40	20	24	30	20	20
P-20	1,437	40	40	40	40	40	40	40
P-21	1,287	20	20	20	20	20	20	20
P-22	400	12	20	12	12	12	12	12
P-23	1,609	40	30	40	40	30	40	40
P-24	1,496	30	16	30	24	30	30	30
P-25	1,053	30	20	30	24	24	30	30
P-26	1,097	20	12	20	20	12	30	20
P-27	856	12	24	12	12	20	20	12
P-28	1,088	12	20	12	16	24	16	12
P-29	1,133	16	24	16	20	16	16	20
P-30	1,398	16	30	12	16	16	20	20
P-31	1,781	12	30	12	16	12	16	16
P-32	769	12	30	16	12	16	20	12
P-33	1,086	12	30	16	12	20	16	12
P-34	1,444	16	12	24	20	24	24	16
التكلفة الكلية لكل حل أمثلي Milliom USD		6,073	7,006	6,056	6,062	6,224	6,334	6,211

يلاحظ أن نتائج جميع الدراسات السابقة متقاربة جداً من حيث اختيار مقاسات الأقطار، حيث أن العالمان Savic,Walter حققا أقل تكلفة، ولكن حلها انتهك قيد الحد الأدنى للضغط في عقدتين، وكذلك حصل مع العلماء Cunha,Sousa وKahraman، لذلك يعتبر الحل الذي توصلنا إليه هو الحل الأفضل نسبة لباقي الحلول، حيث حقق شرط الضغط بأقل تكلفة ممكنة. وهذا ما توضحه نتائج الضغوط في الجدول التالي.

الجدول رقم (19): يبين نتائج الدراسات السابقة في مقارنة مع دراستي من حيث الضواغط بالعقد

قيم الضاغط $m H_2O$ بعقد الشبكة بحسب الحل الأمثل عند كل باحث ممن درسو شبكة Hanoi Vitman							
العقدة Node	Savic and Walters (1997)	Abebe and Solomatine (1998)	Cunha and Sousa (1999)	Kahraman (2003)	Liong and Atiquazzam (2004)	Guc (2006)	نتائج بحثي (2017)
1	100	100	100	100	100	100	100
2	97.14	97.14	97.14	97.14	97.14	97.14	97.14
3	61.67	61.67	61.67	61.67	61.67	61.67	61.67
4	56.88	58.60	57.18	57.18	57.54	57.54	57.06
5	50.94	54.84	51.61	51.61	52.43	52.44	51.34
6	44.68	39.51	45.77	45.77	47.13	47.14	45.34
7	43.21	38.71	44.42	44.42	54.92	45.93	43.94
8	41.45	37.93	42.84	42.84	44.55	44.57	42.28
9	40.04	35.72	41.59	41.59	40.27	43.51	40.97
10	39.00	34.37	37.91	37.91	37.24	42.77	40.01
11	37.44	32.81	36.35	36.35	35.68	38.15	35.39
12	34.01	31.65	32.93	32.93	34.52	34.72	34.23
13	29.80	30.23	28.72	28.72	30.32	30.51	30.02
14	35.13	36.43	30.68	30.68	34.08	30.08	37.03
15	33.14	37.24	27.90	37.90	34.08	30.08	32.42
16	30.23	37.27	27.75	27.75	36.13	30.59	31.54
17	30.32	48.14	38.57	38.57	48.64	44.05	35.63
18	43.97	58.63	50.44	50.44	54.00	51.97	41.76
19	55.87	60.64	57.83	57.83	59.07	54.00	54.83
20	50.44	53.89	51.28	51.28	53.62	49.58	50.41
21	41.09	44.54	41.93	41.93	44.27	40.23	41.06
22	35.93	44.11	36.76	36.76	39.11	35.07	35.89
23	44.21	39.89	45.75	45.75	38.79	42.62	44.15
24	38.90	30.62	34.85	34.85	36.37	36.53	39.73
25	35.55	30.61	28.85	28.85	33.16	32.52	37.12
26	31.53	32.23	26.58	26.58	33.44	31.66	33.02
27	30.11	32.71	26.58	26.58	34.38	31.23	31.47
28	35.50	33.61	40.43	40.43	32.64	32.62	38.37
29	30.75	31.56	28.93	28.93	30.05	30.62	34.03
30	29.73	30.55	26.17	26.17	30.10	30.06	30.62
31	30.19	30.50	26.16	26.16	30.35	30.09	30.56
32	31.44	30.28	26.41	26.41	30.09	30.98	30.59

13-الاستنتاجات والتوصيات:

- 1-تبين أن لزيادة عدد العصور والأجيال أثر جيد على نتائج الخوارزمية الجينية، بزيادتها نصل لحلول أوفر اقتصادياً.
- 2-اقترب قيمة احتمالية القطع Cut Probability من نسبة 1.8% أدى للوصول لحل ذو تكلفة اقتصادية أصغر.
- 3-زيادة قيمة احتمالية الوصل Splice Probability أدت لتحسن الحلول الأمثلية الناتجة عن الخوارزمية الجينية.
- 4-عند تصميم شبكة مياه شرب يفضل اختبار عدة قيم لبارمترات الخوارزمية، والتحقق من النتائج في كل مرة للوصول لحل اقتصادي أفضل ما يمكن.

14-المراجع:

- 1- Simpson, A. R., Zecchin, A. C., and Deuerlein, J. W. (2013). A graph decomposition-based approach for water distribution network optimization, **Water Resources Research**, Vol 49, No4, pp.2093–2109.
- 2- Wu, Z. Y., Simpson, A.R., Zecchin, A.C (2013), A decomposition and multi-stage optimization approach applied to optimization of water distribution systems with multiple sources. **Water Resour. Res**, 49, 380–399. pp.23–58.
- 3- Wu, Z. Y., (2007), Optimal Calibration Method for Water Distribution Water Quality Model, **Journal of Environmental Science**, Vol.41, No.7, pp1363–1378.
- 4- Wu, Z. Y., Elio F. A. and Ernesto G., (2004), Darwin Designer Productivity and Model Quality for Large Water Systems, **Journal of AWWA**, Vol. 96, No.10, 27–34.
- 5- Wu, Z. Y, Larsen, R., Walski, T., Cook, (2002). **Optimal Capacity of Water Distribution Systems**, the 1st Annual Environmental and Water Resources Systems Analysis(EWRS) Symposium, May 19–22, Roanoke, VA, USA.
- 6- Rossman L (2000), **EPANET_User's Manual**. Environmental Protection Agency, Risk Reduction Engineering Laboratory, USA NEW York, p200.
- 7- Savic, D.A., and Walters, G.A. (1997) – Genetic Algorithms for Least-Cost Design of Water Distribution Networks, **Journal_of Water Resources Planning and Management**, Vol.123, No.2, pp.65–77.
- 8- Goldberg, DE., Deb, K., (1993), **accurate optimization of difficult problems using fast messy genetic algorithms**, Illinois Genetic Algorithms Laboratory, University of Illinois at Urbana–Champaign, Urbana, IL 61801, USA.
- 9- Goldberg, D.E., (1989), **Genetic Algorithms in Search of Optimization and Machine Learning**, Addison Wesley, New York, USA.

البرامج المساعدة في التصميم المعماري

* م. غيثاء مازن نيوف

* د. م. جاكلين طقطق

(الإيداع: 24 تشرين الأول 2017، القبول: 6 كانون الأول 2017)

ملخص:

أصبح الحاسب الآلي من أساسيات الحياة المعاصرة وانعكس هذا على فن العمارة في مراحلها المختلفة من تصميم وإظهار وغيرهما من فنيات وتقنيات التصميم المعماري، وقد أحدث دخول الحاسب الآلي في مجال التصميم المعماري تغييراً كبيراً، وكان من الضروري إعادة النظر في ماهية التصميم المعماري والأنشطة التي يتضمنها، وتبع ذلك إعادة النظر في كل مسلمات التصميم المعماري وتكوين رؤية جديدة للتصميم المعماري في ضوء وجود الحاسب الآلي فظهرت بعض البرامج التي تساعد في عملية التصميم نفسها، مع إمكانية تدخل المعماري أثناء عملية التصميم، حيث أنها برامج دعم لاتخاذ القرار المعماري للوصول إلى الحل الأقرب إلى الأمثل.

في هذا البحث نتحدث عن البرامج المساعدة للتصميم المعماري، للتعرف عليها والوقوف على إمكانياتها والأساليب المتبعة في عملها، ثم تصنيفها والتعرف على بعض المنتجات المعمارية التي تمت الاستفادة في تصميمها من هذه البرامج لمحاولة التعرف على إمكانياتها في المساعدة في عملية معقدة كعملية التصميم المعماري، وتوفير الوقت والمجهود.

الكلمات المفتاحية: التصميم المعماري - BIM - CAD - Virtual Reality - العمارة الرقمية.

* عضو هيئة فنية - كلية العمارة جامعة حماه.

** طالبة ماجستير - جامعة البعث - كلية الهندسة المعمارية.

Computer–Aided in Architectural Design Programs

Dr. Ar. Jaklin Taktak

Ar. Ghaithaa Mazen Naeof

(Received: 24 October 2017, Accepted: 6 December 2017)

Abstract:

The computer has become an integral part of our lives and working places. This includes the discipline of architecture from the initial stage of conceptual design to its final virtual representation. The use of Computer–Aided Design (CAD) has revolutionized how architecture is practiced and thus it was necessary to rethink the process of architectural design and its presumptions and develop a new vision of architecture. Various CAD programs have been developed as powerful tools in design making process and helped architects to achieve possible optimal solutions. This research examines the essential role of Computer–Aided Design, its potential and its contribution to architecture. Then, it introduces few examples of modern buildings that were designed using the most advanced CAD software in order to explain their potentials and their ability to save time and efforts.

1. المقدمة:

مر التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي بمراحل مختلفة ونظريات فلسفية متعددة، وتطورت هذه النظريات بتطور الحاسب الآلي للاستفادة من إمكانياته الهائلة في عملية ذات طابع خاص تعتمد على الإبداع مثل عملية التصميم المعماري، وفي هذا البحث سنتعرف على أنواع هذه البرامج التي أصبحت أهم أدوات التصميم للعديد من المصممين، وحلقة الوصل بين فكر المصمم والمنتج النهائي، لما لها من إمكانيات تختلف عن الأدوات التقليدية – الورقة والقلم – ولما لها من تأثير مباشر على الفكر التصميمي في عصرنا الحالي.

2. أهمية البحث:

الإضاءة على البرامج المساعدة على التصميم المعماري، بغية إشراكها في العملية التعليمية والتصميمية في المشاريع المستقبلية في بلدنا، لما لها من دور كبير في جعل المبنى كلاً واحداً لا يتجزأ عن محيطه، وذلك بعد مرور المخططات بمراحل عدة متكاملة لإخراج المنتج المعماري بالصورة الأفضل.

3. هدف البحث:

يهدف البحث إلى معرفة دور البرامج المساعدة للتصميم المعماري في العملية التصميمية، وتأثيرها على فكر وإبداع المصمم المعماري، ومدى قدرتها على التعامل مع عملية إبداعية معقدة كالتصميم بسرعة ودقة، بغية التأكيد على ضرورة الاستفادة من هذه التكنولوجيا بشكل أكبر.

4. منهجية البحث:

يتناول البحث شرحاً تمهيدياً لبعض المفاهيم والمصطلحات الهامة التي تعد الركيزة الأساسية للتعرف على البرامج المساعدة على التصميم، والتي تدرج تطورها ضمن جيلين اثنين من البرامج، الجيل الأول للنماذج الرقمية الثنائية والثلاثية الأبعاد، والجيل الثاني لبرامج التصميم – البرامج التكاملية والتفاعلية، حيث سيتم تناول كل منها بالشرح والإيضاح، مما يشكل قاعدة نظرية يمكن الاستناد عليها لمعرفة تأثير استخدام هذه البرامج على فكر وإبداع المصمم، من خلال تحليل عدد من المشاريع المعمارية لمعماريين أمثال فرانك جيري ونورمان فوستر لتوضيح أثر استخدام هذه التكنولوجيا على فكر المعماريين، والتأكيد على أهمية هذه البرامج.

1- مفاهيم ومصطلحات:

عملية التصميم المعماري عملية معقدة، فهي تعتمد على تراكم خبرات وإبداعات المهندسين المعماريين بالإضافة إلى مهارات إظهار الأفكار الناتجة للتعامل بصورة واضحة وسهلة، وحيث أن هذا البحث يتعرض لاستخدامات الحاسب الآلي في عملية التصميم المعماري، لذلك سنستعرض بعض التعريفات والمصطلحات الهامة لتعريف العلاقة بين الحاسب الآلي والعمارة، بالإضافة إلى التعرف على مراحل عملية التصميم.

1.1. التصميم:

هناك عدة تعريفات للتصميم ومنها: (1)

- تعريف¹ Rosenman, Gero, Hutchinson & Oxman (1986): هو اتخاذ قرار من أجل تحقيق هدف معين ومن خلال مجموعة أهداف مطلوب تحقيقها، يكون المصمم أو يخلق الشكل المصطنع الذي يُرضي هذه الأهداف ويُحققها.

¹معماريون مهتمون بالبرمجيات الرقمية المستخدمة في العملية التصميمية

•تعريف Coyne, Rosenman, Radford, Balachandran & Gero * (1990): هو النشاط الجوهري الهادف الذي من خلاله يحقق الإنسان الهدف المطلوب، وهو أيضا عملية إنشاء وإبداع وخلق الأنظمة والتنبؤ بكيفية تنفيذها وإنجازها لتحقيق الأهداف المرجوة.

1.2. عملية التصميم المعماري:

عرف Schmitt * عملية التصميم المعماري بأنها وسيلة تُترجم البرنامج المعماري الوظيفي المحدد إلى شكل مبنى ونتيجة العملية يجب أن تُحقق عدة معايير، وتُرضي العميل ومتطلباته وتتلاءم مع المحددات البيئية الموجودة. (1) كما عرف د. علي رأفت التصميم المعماري بأنه (2) عملية إبداع وابتكار وفقاً لقواعد ومنظومات علمية هندسية وذوقية ناتجة من قيم وثقافات متعددة لها ارتباطات حضارية.

1.3. التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي CAD:

في فعاليات المؤتمر الخاص بمبادئ التصميم بمساعدة الحاسب الآلي عام 1973 (IFIP) International Federation for Information Processing والذي عقد من قبل الاتحاد الفدرالي لمعالجة المعلومات كان التعريف التالي: التصميم بمساعدة الحاسب الآلي CAD: هو تقنية خاصة يؤلف فيها الإنسان والآلة فريق عمل متكامل لحل مشكلة ما هذا الفريق يعمل بشكل أفضل وأسرع من عمل كل واحد بشكل منفرد، ويقدمان الإمكانات للوصول لحلول موحدة ومنطقية ومقبولة باستخدام مداخل قواعد المعرفة المتعددة ، وقد عرف Bax * (1986) التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي CAD: بأنه عبارة عن تصميم معماري مدعم بمعلومات منظمة ومرتبطة وبرامج ملائمة وأنظمة كافية لدراسة هذه المعلومات وتطويرها، ونظام التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي CAD هو نظام دعم لاتخاذ القرار يمكن استخدامه في عملية التصميم المعماري. (1)

1.4. لإبداع في التصميم بمساعدة الحاسب الآلي:

عرف O. Akin & C. Akin * (1988) الإبداع بأنه: عملية تؤدي إلى خلق المنتجات التي تكون جديدة وقيمة، وأيضاً قال Lawson * أن الإبداع: هو إيجاد حلول لكل الأشياء المتعارضة. (3) وقد عرف كلٌّ من Gero & Maher * (1991) عملية الإبداع في التصميم بمساعدة الحاسب الآلي بأنه: عملية تقديم متغيرات تصميمية جديدة في العملية التصميمية مما يُتيح الفرصة لإنتاج تصميمات جديدة. وطبقاً لكل من Chandrasekaran Brown & (1987) Coyne, Rosenman, Radford & Gero (1985) يمكن تصنيف العملية التصميمية إلى ثلاثة تصنيفات: الأول هو التصميم الروتيني Routine Design، والثاني هو التصميم المبتكر Innovative Design، والثالث هو التصميم الإبداعي Creative Design (4).

1.5. مراحل عملية التصميم المعماري:

التصميم المعماري هو الوسيلة الأساسية لتصميم الفراغ، وهو اللغة التي توضح المساحات، وهو عملية إبداع وتكوين تصميمات خاصة بأنماط عديدة للأبنية التي تخدم الإنسان وتؤمن له المأوى والحماية من مجمل عوامل الطبيعة مع الأخذ في الاعتبار الراحة والاستقرار. وهناك عدة أساليب وطرق لمراحل التصميم المعماري يأخذ بها كل من أساتذة العمارة وطلابها والمعماريين لإخراج العمل المعماري والرسومات النهائية للأعمال والمشاريع المعمارية إلى حيز التنفيذ (5)، وقد تعددت النظريات حول رسم خريطة لمراحل عملية التصميم المعماري، وذلك في إطار كونها عملية تتكون من سلسلة من أنشطة واضحة ومحددة تحدث في ترتيب منطقي واستخلص Lawson في كتابه How Designers Think من هذه النظريات، أن المشكلة والحل هما انعكاس لبعضهما البعض وذلك من خلال نشاطات كلٍّ من مراحل التحليل Analysis والفكرة Synthesis والتقييم

Evaluation (6). ومن النظريات التي وضحت مراحل عملية التصميم المعماري نموذج Archer، الذي حدد ست مراحل رئيسية في العملية التصميمية للوصول إلى الحل النهائي وهي (5):

1. وضع البرنامج	2. جمع المعلومات Data Collection	3. التحليل Analysis
4. التصميم Synthesis	5. التطوير Development	6. توصيل الفكرة

وقد ظهر في تطبيقات الحاسب الآلي العديد من التطبيقات التي تفيد جميع المراحل التصميمية السابقة، فهناك تطبيقات تساعد في عملية تحديد المشكلة وتعريفها مثل SEED-PRO، وتطبيقات في مرحلة التحليل مثل PRECEDENTS. وكذلك تطبيقات تساعد في العملية التصميمية نفسها في مرحلة التصميم مثل YASMIN. وتطبيقات تساعد في عملية التطوير؛ مثل برنامج تحسين أداء الإضاءة الطبيعية داخل فراغات الأترיום، وتطبيقات تساعد في عملية التقييم مثل برنامج تقييم الجوانب الوظيفية للمراكز التجارية EFASC، وبالإضافة إلى أن هناك العديد من التطبيقات تساعد في عملية الاتصال أو الإظهار؛ مثل 3DS Max و Auto CAD وغيرهم، علماً بأن بعض التطبيقات تُساعد في أكثر من مرحلة من مراحل عملية التصميم المعماري مثل Chief Architect و Revit و SEED.

2. البرامج المساعدة على التصميم:

هي الأداة التي تسهل ممارسة أنشطة التصميم، كما تساعد فريق التصميم على مشاهدة نتائج قراراتهم التصميمية، وقد مرت بمراحل من التطوير المتواصل لتسهيل مهام المصممين، وانتقلت فيه من برامج المساعدة على التصميم إلى نموذج محاكي لعملية البناء يحتوي بداخله كل المعلومات والبيانات التي تهتم جميع التخصصات الهندسية العاملة على إخراج المبنى إلى حيز التنفيذ (7)، وقد مرت البرامج المساعدة على التصميم بجيلين من التطور هما:

1-2- الجيل الأول للنماذج الرقمية . النماذج الثنائية والثلاثية الأبعاد:

اهتم الجيل الأول للبرامج المساعدة على التصميم بمعونة الحاسوب (Computer Aided Design) CAD بتلبية احتياجات التخصصات الهندسية المختلفة عبر مجموعة من البرامج التي كانت تعد بواسطة مجموعة من الشركات قامت بدراسة منظومة العمل المعماري، واستخدمت لذلك شعار وضع لهذه البرامج وهو "ما ستشاهده هو ما ستحصل عليه" وهو ما يعني أن ما ستقوم به من رسومات وأفكار أو محاكاة للواقع هو ما سيتم تنفيذه تماماً وتشاهده بعد التنفيذ كما رأيته على الكمبيوتر، ولتحقيق هذا الشعار قامت هذه الشركات بالبحث عن الحلول والمشاكل التي تواجه الممارسين لكي يساعدوا على حلها بواسطة البرمجة، وذلك من خلال عدة برمجيات متخصصة وهي:

- **البرامج المساعدة على مسح الموقع وتحديد تضاريسه:** وهذه البرامج تساعد على نقل الإحداثيات والأبعاد من الموقع وتحويله إلى نموذج رقمي يمكن التعامل معه - بواسطة البرامج الهندسية.
- **البرامج المساعدة على الرسم:**

وتساعد هذه البرامج على إعداد الرسومات ثنائية الأبعاد وإمكانية التعديل والحذف والإضافة بطريقة مماثلة لعملية الرسم التقليدية لكن تمكن من الاحتفاظ بالمعلومات مهما زاد حجمها مع المميزات الأخرى كالسهولة في التعديل وتكرار العناصر والذي يزيد من سرعة العمل ويساعد على توفير الوقت.

• برامج النمذجة ومحاكاة الواقع MODELING AND VISUALIZATION:

إن فكرة استخدام النموذج المحاكى للواقع قديمة، ولكن تمثيلها رقمياً أعطى المصممين أداة نموذجية تساعد في التعرف على الشكل النهائي للمنتج وإعادة تقييمه بما يساعد على توفير المال والجهد، والخروج بالمنتج إلى الواقع عن قناعة، وذلك من

خلال التعبير عن عناصر المبنى في شكل ثلاثي الأبعاد، وهذه النماذج كانت بداية ظهور الجيل الثاني من البرامج المساعدة عبر التطوير الذي ركزت عليه شركات إعداد البرامج كوسيلة للوصول إلى النموذج المثالي للعمل المعماري وإدارة منظومة البناء، كما كانت الطريق لاستخدام الحركة مع النموذج لمحاكاة الزمن وأحداثه عبر البرمجيات التي تقوم على محاكاة الحركة الثابتة منها كبدائية ثم المتحركة، إلى أن وصلت هذه النماذج إلى قمة المحاكاة وهي المحاكاة للواقع عبر تكنولوجيا الواقع الافتراضي **Virtual Reality**، وهي أنظمة استخدمت فيها عناصر الإدخال للكمبيوتر **Input devices** بالإضافة إلى عناصر تساعد المستخدم على رؤية الواقع مع الانغماس في تجربة المحاكاة ومن هذه الأجهزة الـ (**Data Helmet**) والتي تسمح للمستخدم بمشاهدة الواقع التخليقي والحركة فيه، ومشاهدة البيئة المحيطة والاستجابة لردود أفعاله من خلال التفاعل معه.

• برامج الحسابات الإنشائية والبيئية:

على عكس استخدامات البرامج الهندسية المعمارية من عدم التوصل إلى برامج تصميم مباشرة قادرة على تحقيق متطلبات العمل وتقييمها وتطويرها، فإن مطوري البرامج استطاعوا أن يعدوا برامج قادرة على إنجاز الحسابات الإنشائية والبيئية وذلك استناداً إلى قوانين الهندسة الإنشائية، وذلك لوضوح معادلاتها وسهولة إدخال هذه المعطيات إلى الكمبيوتر، فيوجد العديد من البرامج تسهل تصميم العناصر الإنشائية للمبنى، وتوضح أساليب التنفيذ والإجهادات والأحمال، وأماكن العناصر الإنشائية التي بها عيوب.

ومن أهم مميزات الجيل الأول للنماذج الرقمية: المساعدة على التصميم وتسهيل عملية الإنتاج عبر إمكانية الحذف والإضافة والتعديل والتكرار، وإمكانية محاكاة الواقع وإعطاء شكل حقيقي للمباني قبل تنفيذها، وسهولة إجراء الحسابات مع السرعة والدقة بالإضافة إلى أن التخصصات الهندسية التي تعتمد على الحسابات والمعادلات الرياضية يمكن إعداد برامج مساعدة للتصميم لها بسهولة، كما أن التعبير عن المبنى يأتي في صورة رسومات منفصلة بشكل مماثل لعملية الرسم والتصميم التقليدية، وبشكل يعد الحاسب الآلي فيه كوسط للرسم وبدل عن الورق دون ربط لعناصر المبنى مع الرسومات التي تتعلق به في إطار واحد.

2-2- الجيل الثاني لبرامج التصميم – البرامج التكاملية والتفاعلية –

وهو الجيل الذي يعتمد على نماذج معلومات المبنى BIM أو (**Building Information Models**)، وهو مشروع محاكي للمشروع الحقيقي ويحتوي على نموذج ثلاثي الأبعاد يمثل المشروع الحقيقي بمكوناته كافة، مع ربط هذه المكونات مع العناصر الإنشائية والموقع وجميع التخصصات المكونة للمبنى مع توثيق هذه المعلومات بما يسمح بالاستفادة منها في التصميم والتعديل والتحليل والتوصيف وتحضير الرسومات (8).

1-2-2- الفكرة العامة لنماذج معلومات المبنى (BIM):

تعتمد على محاكاة العملية التصميمية والتنفيذية في الحقيقة عبر عالم من الواقع التخليقي (**Virtual Reality**) بما يتيح دراسة المشروع والممرور بداخله ومعرفة المشاكل والصعوبات التي قد تواجه القائمين عليه، قبل تنفيذه في الواقع، وتساعد على التعرف على المشاكل وفحصها عبر ملف يحتوي على التخصصات والتجهيزات المختلفة للمبنى ومدى توافقها أو اختلافها، مع إعطاء المرونة للوصول إلى حلول تصميمية أفضل (9)، كما تساعد هذه البرامج على عمل تواصل مستمر بين مراحل البناء والتصميم وإعداد مخططات دراسية، مستغلة لغة البرمجة في دراسة المؤثرات المختلفة على المبنى.

2-2-2 - إدارة منظومة البناء باستخدام نماذج معلومات المبنى (BIM):

من أهم المميزات التي أتاحتها برامج الـ BIM سهولة إدارة مشروعات البناء عن طريقها، وذلك من خلال:

- تحديد الغرض من استخدام الـ BIM لتتصيب البرنامج المساعد، وتحديد الأهداف **project and process goals** باختلاف التخصص المستخدم للنموذج المحاكى للعملية التصميمية.
- اختيار فريق العمل وتوزيع الأدوار بداية من مدير إلى جميع المتعاملين مع النموذج من جميع التخصصات.
- اختيار الأدوات المساعدة من برمجيات **Software**، ووصلات **links**، وطرق الاتصال لربط فريق العمل بشبكة معلومات موحدة تسهل التواصل بين فريق العمل، لتكون المخططات في النهاية على سوية عالية من التكامل، وبعد الإجراءات السابقة يتم البدء في المشروع ومراحله المختلفة بمساعدة النماذج الثلاثية الأبعاد التي يتم توظيفها لخدمة إدارة المشروعات عن طريق تصنيفها وفقاً لطبيعة العملية المطلوبة.

3-2-2 - مراحل تطور نماذج معلومات المبنى (BIM): (8)

عند العمل وفق نظام الـ BIM على أحد المشاريع لابد أن يمر العمل بمراحل عديدة من التطور المتسلسل للوصول به في نهاية العمل إلى منتج معماري متكامل في جميع جوانبه، وهذه المراحل هي:

- **نماذج وضع الأفكار المبدئية CONCEPTUAL OR SCHEMATIC MODELS**: هذا النموذج لا يحتاج إلى تفاصيل، ويعتمد على التجريد والتبسيط، من خلال وضع أفكار كثيرة واختيار الأفضل بينها ومناقشة التفاصيل بين فريق العمل، أما التنفيذ يكون مهمة المعماري.

- **نماذج التصميم DESIGN MODELS**: تعتمد على مستوى متوسط من التفاصيل وتكون بمثابة النقطة الحقيقية لبدء المشروع، فالعديد من التفاصيل سوف يتم تطويرها بالتعاون مع التخصصات الأخرى، ويكون الغرض الأساسي من هذه النماذج هو تحليل التصميم وأخذ آراء التخصصات الأخرى.

- **نماذج التنفيذ CONSTRUCTION MODELS**: يتضمن هذا النموذج مستوى أعلى من التفاصيل، للوصول إلى الشكل النهائي للمبنى، وتقوم كل التخصصات باستخدام النموذج التصميمي ودراسته وتحليله، ثم القيام بالتصميم وإجراء التعديلات على النموذج الثلاثي الأبعاد، وفي هذه المرحلة تظهر المشاكل الخاصة بالتعارض أو التداخل بين التخصصات المختلفة، ليتم التعامل معها وحلها، ويقوم المعماري بعمل النماذج والتعديل عليها في النموذج الرئيسي، وتكون هناك نماذج مماثلة للإنشائيين والميكانيكيين وغيرهم، ولكن المسؤول عن إجراء التطابق وإدخاله إلى النموذج الرئيسي هو المعماري .

- **النماذج الخاصة بمرحلة التفاصيل DETAILING MODELS**: تغطي هذه النماذج تفاصيل جميع أجزاء المشروع وتعتمد على التحليل البصري فقط، ومثال ذلك دراسة تركيب عناصر الجدران الزجاجية **Curtain Walls** عن طريق الدوران بزوايا الرؤية لتكون أداة مفيدة جداً في اتخاذ قرارات صائبة في التركيبات والتجهيزات وطرق التنفيذ.

- **نماذج رسومات التشغيل SHOP DRAWING MODELS**: تعتمد على مستوى عالي من التفاصيل مع ضرورة وضوح معلومات التصنيع والتنفيذ، ولذلك تجد أن العديد من المصممين الآن يستخدمونها للوقوف على إمكانية التصنيع لتفادي وقوع المشاكل في مرحلة التنفيذ مع الاستفادة من إمكانيات هذه النماذج من خلال البرمجة، ويقوم بتنفيذ هذه النماذج التخصصات العاملة عليها، مع أهمية دور المتابعة والمراجعة من جميع التخصصات على الشكل النهائي، ويكون ذلك واضح باستخدام النموذج الثلاثي واستخدام التكبير والتصغير للمراجعة بالعين البشرية بالإضافة إلى إمكانية كشف برامج الـ BIM عن أماكن الخلل والتعارض بين التجهيزات .

- نماذج تعديل الرسومات على ما تم بناؤه **AS BUILT MODELS** : تقوم على ما تم بناؤه في الموقع ولكن بالاتصال مع نموذج الـ (BIM)، ولكي تتم هذه النماذج بالشكل الصحيح ، يجب أن يبدأ العمل بها مع بداية تنفيذ المشروع خطوة بخطوة بحيث إذا انتهى الجدول الزمني تكون هذه النماذج في الشكل النهائي للمبنى، وتحتاج هذه النماذج إلى إدارة جيدة ومتابعة مستمرة بين مجموعات العمل على التصميم والتنفيذ وباستخدام أجهزة المسح، ويمكن عمل الاتصال بين هذه الأجهزة والبرمجيات القائمة على تنفيذ هذه النماذج عبر شبكة الاتصالات والأقمار الصناعية.

- نماذج التشغيل والصيانة: **OPERATIONS AND MAINTENANCE MODEL** تعتمد على مستويات متعددة من التفاصيل مع ربط دائم مع المبنى بعد التنفيذ وتطوير مستمر لما يستجد على المبنى من متغيرات لتلبية الصيانة الدورية والدائمة للمبنى، ولكي يتم ذلك يتم إعداد مخطط للمبنى يجمع به كل ما يخص المبنى من عناصر وأجزاء وتفاصيل كما تم توضيحه في نماذج الـ (BIM) السابقة مع توافر العناصر التالية:

التحديث المستمر للمعلومات والتطورات التي تحدث في المبنى، وجود الاتصال والاستشعار عن بعد بجميع عناصر المبنى مع ربطها بنموذج الـ (BIM)، واستقبال كل المعلومات ومعالجتها وتحليلها وإعطاء نتائج تخص جميع عناصر المبنى وعلاقتها بالتخصص المسؤول عن صيانتها لاتخاذ القرارات المناسبة.

- نماذج التحليل **MODEL ANALYSIS**: تم إعداد البرمجيات التي تساعد على إعداد تحليلات على النموذج الثلاثي الأبعاد، والمحاكي للمبنى تماماً في جميع الظروف، والأحوال المحيطة به بشكل مماثل تماماً للحقيقة، وربطها بشبكة المعلومات ووسائل الاتصالات لتعطي المصمم الجالس أمام شاشة الكمبيوتر كل ما يسهل له العمل والدراسة الحقيقة للأفكار المناسبة للمبنى والبيئة المحيطة، ويتم تصنيف هذه التحليلات كالتالي:

- التحليلات النوعية **QUALITATIVE ANALYSIS**: تساعد فريق التصميم على اتخاذ القرارات في مراحل التصميم ودراسة الوظيفة لفرغات المبنى، معرفة الطرق المثلى للبناء عبر إجراء تحليلات لأنظمة الإنشاء، وتوفير المجهود والتقليل من الأخطاء عبر تحليلات تظهر الأماكن التي يحدث بها مشاكل وتداخل لأنظمة البناء، كما تساعد تحليلات المناخ والظروف البيئية على اختيار الحلول المصممة لموائمة الظروف المناخية المحيطة بالمبنى، ويجري العمل بشكل متسارع نحو إعداد برمجيات تساعد على تحليل شبكة الحركة والتنقل بين مسارات المشروع.

- التحليلات المتسلسلة **ANALYSIS SEQUENTIAL**: تشير هذه التحليلات إلى الدراسات التي تعتمد على الوقت وتنظيم مسار وخطوات العمل في المشروع بتنظيم مهام العمل ودخول فرق البناء والمعدات والمواد بما يوفر المال والوقت والمجهود ويتم توضيح هذه التحليلات بواسطة الجداول والمنحنيات الخطية.

4-2-2 مميزات الجيل الثاني من البرامج المساعدة على التصميم الـ (BIM):

يمكن تلخيص مميزات هذا الجيل من البرامج بالنقاط التالية:

- تحقيق التكامل بين جميع التخصصات الهندسية رقمياً، حيث أن جميع الرسومات تحرر من النموذج الثلاثي الأبعاد وبالتالي لا يوجد تعارض بين التخصصات حيث أن التعديل يظهر لكل التخصصات تلقائياً عبر الشبكة الرابطة بينهم.

- الربط بين عملية التصميم والتصنيع والتنفيذ، وإمكانية ربط عناصر المشروع مع شبكة المعلومات وأنظمة G.P.S لتحقيق التواصل الرقمي.

- المساعدة على وضع المصمم في مرحلة تقييم للأداء في المراحل المبكرة للتصميم، وتشجيعه على تطوير التصميم وتحسينه، لأنها تختصر زمن إعداد الوثائق وتوفر وقتاً أطول لعملية تطوير المشروع.

- إمكانية الوقوف على تكلفة المبنى بالتوازي مع عملية التصميم مما يساعد على اتخاذ إجراءات مناسبة لذلك.

ومن خلال معرفة مراحل تطور النماذج ثلاثية الأبعاد المستخدمة في مراحل التصميم والتنفيذ المختلفة يتبين أن المعلومات هي المحرك لهذه المنظومة (منظومة البرمجيات) وهو المراد الذي تبحث عنه التخصصات الهندسية للتعامل معه وأخذ القرارات، ولذلك من الضروري للمعماري التعرف على طبيعة المعلومات وكيفية التعامل معها مما سيكون له تأثير في تطوير هذه العملية.

3. استعراض عدد من المشاريع التي تم الاستفادة في تصميمها من البرامج المساعدة على التصميم:

تم اختيار عدد من المشاريع التي تتدرج تحت مفهوم العمارة الرقمية، التي استخدمت التكنولوجيا في مراحل تصميمها وتصنيعها وتنفيذها، وتم اختيار عدة أمثلة اختلف الجانب الأهم فيها لاستخدام برامج الحاسوب المساعدة للتصميم، ولأكثر من معماري، وبالتالي أكثر من فكر معماري، للتعرف على المراحل التي استخدم المصمم فيها البرامج المساعدة في التصميم وفقاً لفكره الخاص المختلف عن غيره، وبالتالي معرفة الأثر المتبادل بين التكنولوجيا والمعماري.

3-1- مشروع متحف مصر الكبير GEM – Grand Egyptian Museum:

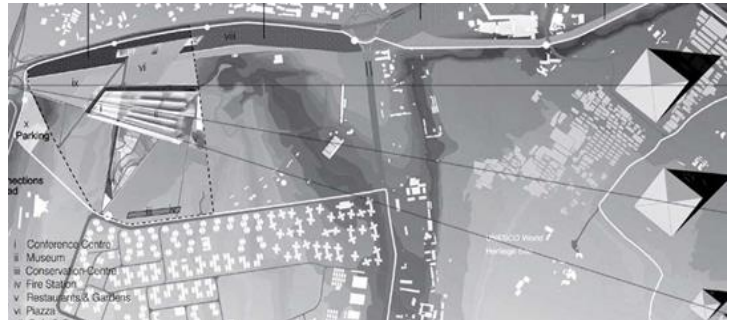
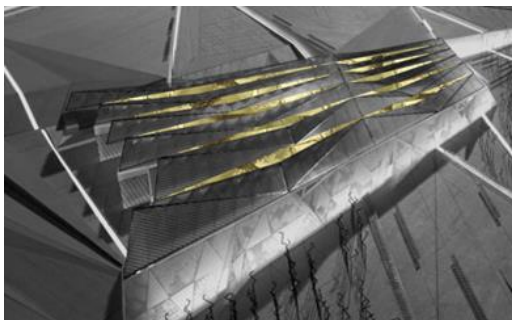
الموقع: مصر، الجيزة، مطل على السفح المقابل لأهرامات الجيزة

المصمم: روسين هينجن وهو إيرلندي الجنسية

- يعد من المشروعات التي استخدمت برامج الـ BIM في كافة مراحلها، وذلك بدءاً بالمسابقة التي أجريت وطرح عالمياً، حيث تم إعداد نموذج ثلاثي الأبعاد محاكي لمسطح الأرض، وعلاقتها بالموقع والأهرامات، مع توضيح تضاريس الموقع والهضبة التي كانت تحيط بالموقع، وتوضيح زوايا الرؤيا والشوارع المحيطة. شكل (1).

- ثم تم طرح هذا النموذج للمتسابقين لكي يستعينوا به في وضع الأفكار، حيث تم وضعه على الموقع الإلكتروني مع مستندات المسابقة لمن يريد المشاركة، وتعد الفكرة التي فازت بالمسابقة " من الأفكار المعقدة وذلك نظراً لتعاملها مع ظروف الموقع، والتي هي عبارة عن هضبة متدرجة المناسيب، بالإضافة إلى استخدام المصمم سقف المشروع كي تمثل استمرارية للتدرج الطبيعي للهضبة ورغبته بأن يسمح سقف المتحف بالرؤية من خلاله، فكان تصميمه للسقف يمثل شرائح مثلثة مركبة معاً بطريقة تسمح بمرور الضوء دون الأشعة.

- وتمت دراسة الفكرة باستخدام برامج الـ BIM في كل عناصر المشروع بدءاً باختيار الموقع مروراً بتحديد زوايا الرؤيا حيث جاء تصميم المتحف عبارة عن مخروط متجه نحو الأهرامات الثلاثة (بواسطة نماذج التصميم)، كما وتم بناء نموذج المتحف بشكل كامل كنموذج محاكي للمتحف الذي سيتم بناءه (نماذج التنفيذ والمواد المستخدمة)، والعناصر الإنشائية (نماذج الإنشاء)، والتجهيزات الميكانيكية. شكل (2).



الشكل رقم (2): نموذج ثلاثي الأبعاد يوضح

التكوين العام للمتحف

الشكل رقم (1): صورة بالأقمار الصناعية لموقع المتحف توضح

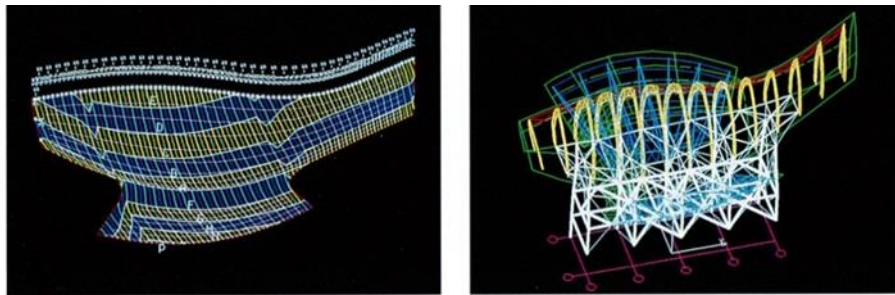
علاقته بالأهرامات

المصدر: اللجنة الفنية لمتحف مصر الكبير

1-تمت دراسة عناصر الحركة للزوار وأماكن التماثيل والمحتويات المتحفية، ووضع خطط تحميل الآثار ومسارات حركة آليات النقل بما يسمح بتلافي مشاكل التعارضات التي تحدث وقت التنفيذ، بالإضافة لذلك تم إعداد نماذج خاصة بدراسة التركيبات الفنية المعقدة لكل عناصر المشروع، وبخاصة سقف المشروع والواجهة الرئيسية للمتحف في صورة نماذج ثلاثية الأبعاد لتوضيح كيفية تركيب العناصر الإنشائية ومواضع الزجاج وكيفية تثبيته في العناصر الإنشائية وتفاصيل عناصر التثبيت، ثم إجراء الحسابات الإنشائية والتأثيرات البيئية على كافة عناصر المشروع.

3-2- بعض أعمال فرانك جيري المصممة استناداً للبرامج المساعدة في التصميم:

امتازت أعمال فرانك جيري بالنحت والتكوينات التي تعتمد على استخدام الأشكال الطوبولوجية والمنحنيات غير المنتظمة، والتي تصل في بعض الأحيان إلى الاستعارة الصريحة للأشكال، ومن المشروعات التي استخدم فرانك جيري الحاسب الآلي في كافة مراحل التصميم، مشروع **Fish-Barcelona** التي تعتبر استعارة صريحة لشكل سمكة، ولذلك كان اعتماده في استخدام الحاسب الآلي على أنه عنصر مساعد لتسهيل تحقيق الأفكار من الخيال إلى الواقع بما تحتويه من تعقيدات وصعوبات إنشائية، وهو ما حققه برنامج كاتيا (CATIA)، فكان الأساس القائم على اختيار وتطوير البرنامج المساعد الذي استعاره من تكنولوجيا تصنيع الطائرات والمكوك الفضائي، هو أساس تسهيل التعقيد، والتحكم في منظومة البناء سواء في مراحل التصميم الأولية أو المراحل المتطورة منه أو مراحل التصنيع والإنتاج والتنفيذ والإنشاء. شكل (3).



الشكل رقم (3): Fish-Barcelona – المعماري فرانك جيري – النموذج الرقمي الذي تم تنفيذه بواسطة برنامج كاتيا

المصدر : <http://eistplus.com/Phenomenal-Frank-Gehry-Fish-Barcelona>

ويمكن تلخيص مراحل العملية التصميمية لأعمال المعماري فرانك جيري في النقاط التالية:

دراسة الفكرة الأولية للمشروع بما تحتويه من متطلبات وظيفية، وتشكيلية عن طريق الاستكشافات اليدوية، يقول جيري: "إن مرحلة المشاكل الوظيفية هي ممارسة فكرية. وهو جزء لا يقل أهمية عن حل بقية المشاكل، ومن خلال التعامل مع العميل وبعد التعرف على رغباته، وما يشمل المشروع من محتويات، أبحث عن لحظة لكي أفهم المشكلة" (10)، ففي

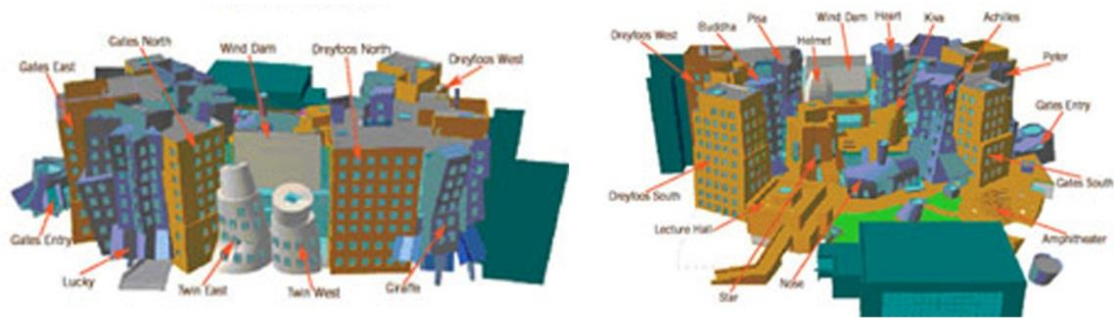


● مشروع مركز ستاتا **Stata Center**، شكل (4) قام جيرري بوضع الحلول الوظيفية بعد أن قام بدراسة متطلبات العمل والتي قام بعرضها عليه في صورة استكشافات، ونماذج ثلاثية الأبعاد، ولكن نتيجة لعدم تطور برمجيات الكاد في دراسة الحلول والمتطلبات الوظيفية، لم يستند فرانك جيرري إليها وذلك بسبب اقتصرها على توزيع الفراغات في صورة فراغات متجاوزة ومتعامدة، وهو ما لا يتيح الإبداع في التعامل مع الموقع (وبخاصة في أعمال المعماري فرانك جيرري حيث أنه يعد من المعماريين الذين يعملون باتجاه التفكيكية)، ولذلك يمكن الاستفادة منها بشكل استرشادي دون الدخول في مراحل متطورة من التصميم.

وضع نماذج مبدئية للفكرة في صورة **ماكيت** دراسي لدراسة ملائمة الحلول الفراغية والوظيفية للتكوين الإنشائي، والذي يعتمد فيه فرانك جيرري على الأشكال الطوبولوجية، والمنحنيات غير المنتظمة، مما يستدعي ابتكار حلول إنشائية عبر تقليدية، وهو ما يجعل من استخدام نماذج الكاد الثلاثية الأبعاد ضرورياً في هذه المرحلة، وهو ما فعله فرانك جيرري في العديد من مشروعاته، ففي مشروع **مركز ستاتا Stata Center** قام فريق التصميم بوضع العديد من النماذج الإنشائية لكامل المبنى ومناقشة طرق الإنشاء المناسبة لكل جزء بما يسمح بتنفيذ الفكرة التصميمية. شكل (5)

الشكل رقم (4): **Stata Center** – النموذج الحقيقي

المصدر : www.ibda3world.com



الشكل رقم (5): **Stata Center** – النموذج الرقمي

المصدر : www.ibda3world.com

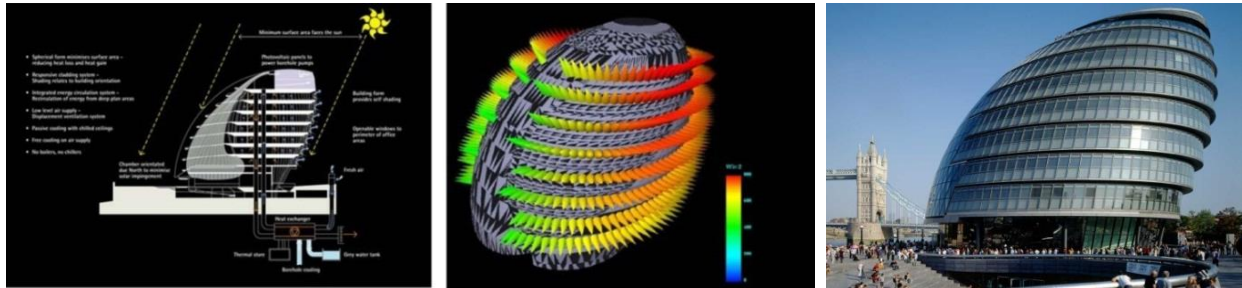
بعد الاستقرار على الفكرة المبدئية عن طريق الماكيت الدراسي، يقوم بعمل مسح رقمي للماكيت وتحويله إلى نموذج ثلاثي الأبعاد بهدف دراسته بشكل أكثر عمقاً، وهذه المرحلة هامة لدرجة كبيرة، فنجد أيضاً في مشروع **قاعة والت ديزني للموسيقي** والتي تحتوي على عدد 2400 كرسي، تجد أن فرانك جيرري استعان بمتخصص في دراسة الصوتيات حيث قام بإعداد نماذج (ماكيت) دراسية للقاعة لدراسة أنظمة الصوتيات، والإضاءة، وقام فريق الصوتيات بإجراء الدراسات الصوتية المتعلقة بالصدى والتردد عن طريق الإشعاع **Ray-tracin** وانعكاساتها على أسطح الماكيت الدراسي، وبعد أن تم الاستقرار على النموذج المثالي للتصميم قاموا بعمل نموذج ثلاثي الأبعاد للقاعة وعن طريق برمجة نماذج المحاكاة بالمعلومات والبيانات الخاصة بالدراسات الصوتية والضوئية تم تطوير شكل القاعة نتيجة للأداء الصوتي.

وبعد تحويل المبنى إلى نموذج ثلاثي الأبعاد يتم دراسة كافة عناصره عبر الوسيط الرقمي ودراسة كيفية تحويله إلى رسومات للتنفيذ، وتوضيح طرق ومواد البناء المناسبة لكل جزء. وهذه المرحلة تحتوي على العديد من العمليات والتحليلات للأسطح

وكيفية تجميع المنحنيات المعقدة أو ذات التكوين الحاد، ويحدد عن طريق النماذج الثلاثية الأبعاد الأماكن التي تحتاج إلى دراسة، وتمر بعدة مراحل.

3-3- بعض أعمال نورمان فوستر المصممة استناداً للبرامج المساعدة في التصميم:

إن أهم ما يميز أعمال نورمان فوستر هو التقنية العالية والأداء المثالي المناسب للبيئة المحيطة للمبنى، فكانت نظرته إلى تكنولوجيا المعلومات الرقمية على أنها أداة لتحقيق نظريته من خلال استخدامها في مراحل التصميم المبكرة لدراسة المبنى، ومدى تحقيقه لمبادئ العمارة المستدامة والتوفير في الطاقة، ولذلك نجد أن الدراسات المناخية التي يجريها بواسطة برامج التحليل المناخي هي دراسات محورية في اختيار الشكل النهائي للمشروع، بالإضافة إلى دراسات الطرق الإنشائية والتكوين الخارجي للمبنى، فنجد مبنى بلدية لندن **Greater London Authority Headquarters** مثالاً واضحاً لهذه العملية التصميمية الرقمية، حيث أراد المصمم نورمان فوستر أن تكون فكرة مشروع مبنى البلدية كتعبير رمزي لمفهوم الشفافية، والتي تعطي لكل أفراد المجتمع الحق في التعرف على ما يدور من أفكار تجاه مدينتهم، فجاءت فكرة المشروع معبرة عن هذا المفهوم والتي عبر عنها معمارياً على شكل مبنى زجاجي شفاف لكي يرى الجمهور البرلمان من المناطق المحيطة. ولكن المعادلة التي حققها نورمان فوستر بنجاح كبير هي أن المبنى كان متوافقاً مع مبادئ العمارة المستدامة مع توفير للطاقة وتغادٍ لزوايا الشمس المؤثرة على المبنى، فقد كان اختيار البديل النهائي على أساس التحكم في تشكيل الغلاف الخارجي- الذي كان على شكل عدسة- بما يقلل من تأثير الأشعة على ارتفاع درجة الحرارة الداخلية للمبنى، وكان للبرنامج الخاص بالتحليل الحراري دور في تشكيل الغلاف الخارجي، وبالإضافة إلى ذلك التنفيذ والتصنيع لعناصر المبنى رقمياً في منظومة واحدة. شكل (6).



الشكل رقم (6): بعض التحليلات المناخية لمبنى بلدية لندن

المصدر : www.marefa.org

ويمكن تلخيص مراحل العملية التصميمية لأعمال المعماري نورمان فوستر في النقاط التالية:

- 1- يبدأ نورمان فوستر بدراسة موقع المشروع وما يحيط به من عوامل يمكن أن تؤثر على الفكرة التصميمية، ودراسة كيفية تحقيق فكرة للمشروع تجمع بين فكر المصمم، والجوانب الوظيفية في إطار مبادئ عمارة الاستدامة.
- 2- إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد للموقع قبل البدء في التصميم، وإجراء التحليلات المناخية عليها للوقوف على اتجاهات الرياح، ودرجات الحرارة، وتضاريس الموقع وغيرها ثم البدء بوضع العديد من الأفكار المبدئية للمشروع، ويكون اختيار البديل المناسب عن طريق تعريضه لبرامج التحليل المختلفة (التحليلات النوعية، والتحليلات الكمية).
- 3- عند الاستقرار على الشكل النهائي يتم دراسة الأجزاء المكونة للمبنى من الكل إلى الجزء عن طريق نماذج التنفيذ.
- 4- يتم دراسة كيفية تنفيذ المبنى عن طريق نماذج ثلاثية الأبعاد تبين الشكل الذي سينفذ به المبنى لمناقشة الصعوبات وكيفية التغلب عليها قبل البدء في التنفيذ، فنجد أن فريق التصميم بمكتب فوستر قام بتنفيذ مبنى بلدية لندن بشكل رقمي عن طريق النماذج الثلاثية الأبعاد، وذلك باتباع نفس الخطوات التي سيقوم بها فريق التنفيذ في الموقع وبشكل متسلسل،

ومحاكاة تعامل العمال والمعدات مع مراحل البناء، وهو ما ساعد على تجنب العديد من المشاكل أثناء مرحلة التنفيذ الحقيقية.

بعد استعراض المشاريع السابقة يمكن استقراء الأفكار التالية المتعلقة بها من خلال الجدول (1) والذي يوضح تأثير استخدام البرامج المساعدة في التصميم المعماري على جوانب العملية التصميمية من الشكل والمنظومة البيئية والإنشائية والفراغية:

الجدول رقم (1): - المصدر: عمل الباحث

المشروع	Fish Barcelona	Stata center	مبنى بلدية لندن	المتحف الوطني بالجيزة
المصمم	فرانك جيري		نورمان فوستر	روسين هينجن
الموقع	إسبانيا-برشلونة	بريطانيا-كامبريدج	بريطانيا-لندن	مصر- الجيزة
البرنامج المستخدم	CATIA		برامج الـ BIM	برامج الـ BIM
الاتجاه المعماري	العمارة التفكيكية		عمارة التقنيات الفائقة	العمارة التفكيكية
الشكل	استعارة صريحة لشكل السمكة	أشكال وكتل غير منتظمة فسرها جيري باعتماده على فكرة الاستمرار في روح الابتكار وتعزيز التفاعل عبر العديد من التخصصات فجاءت كتلته الغريبة ترمز إلى عدة تخصصات مختلفة تتجمع حول أرض المركز.	شكله بيضوي يميل من الناحية الجنوبية إلى الورا عن طريق بروز كل طابق عن الطابق الذي تحته، ومساحة سطحه هي أقل ب25 مرة من مساحة مكعب يشغل الحجم نفسه من الفراغ.	الشكل عبارة عن مخروط متجه نحو الأهرامات الثلاثة، سقفه مكون من شرائح مثلثية حركية وهي استمرارية للتدرج الطبيعي للحضبة.
	منحنيات غير منتظمة nurbs		أشكال صريحة	أشكال طوبولوجية

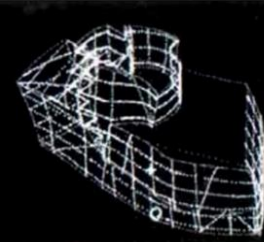
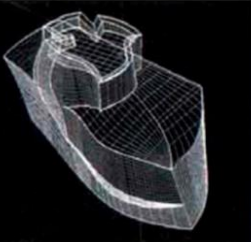
ويوضح الجدول رقم (2) المراحل التي استخدمت فيها البرامج المساعدة في التصميم في الأمثلة التي تمت دراستها:

الجدول رقم (2): - المصدر: عمل الباحث

اختيار الشكل	تحليل الموقع وتوافق الشكل معه	المنظومة البيئية	المنظومة الإنشائية	المنظومة الفراغية
√	-	√	-	-
√	√	-	√	√
√	√	√	√	√
√	√	-	√	√
Fish Barcelona				
Stata center				
مبنى بلدية لندن				
المتحف الوطني بالجيزة				

وفيما يلي الجدول رقم (3) الذي يوضح التأثير المتبادل للتقنية متمثلة بالبرامج المساعدة في التصميم المعماري على الفكر المعماري للمعماري فرانك جيري:

الجدول رقم (3): - المصدر: عمل الباحث

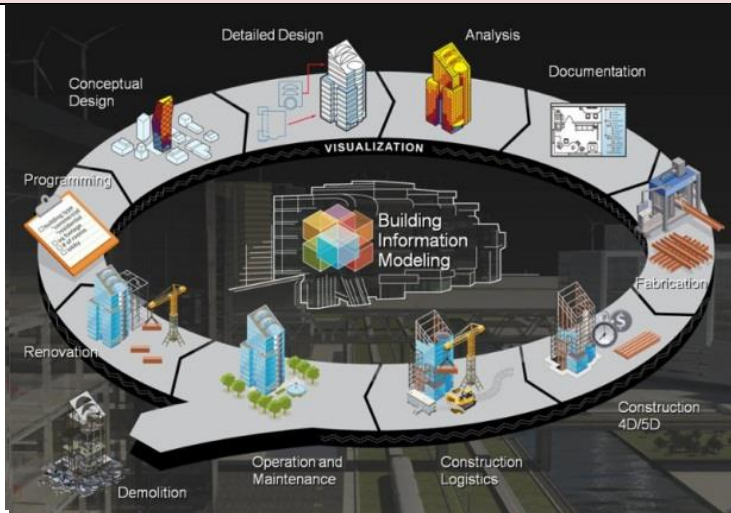
المعماري	الفكر	التكنولوجيا
فرانك جيري 	تميز بالتصميمات التي تعبر بالنحت والأشكال الفقاعية غير المنتظمة والجمالية في نفس الوقت، وفق نظريته الإبداعية للجمال القادرة على تحويل الأشكال الغريبة المتصادمة إلى غلاف يعبر عن الوظيفة التي يحتويها، ويعد من أهم رواد العمارة التفتيكية.	استخدم تكنولوجيا المعلومات ممثلة في برامج الحاسوب المساعدة في التصميم، وتحديدًا برنامج CATIA والذي كان له عظيم الأثر في ترجمة فكر فرانك جيري
تعريف ببرنامج CATIA		
  الهيكل الإنشائي للمطارات والسفن باستخدام برنامج كاتيا المصدر: Kolarevic, Branko. Architecture in the digital age. Design and manufacturing .London :Taylor & Francis, 2005.      برنامج كاتيا بين مجال السفن والمطارات وصولاً إلى العمارة		
هو برنامج ظهر عام ١٩٧٦ م استخدمته إحدى شركات صناعة الطائرات الفرنسية (شركة أفينوس مارسيل داسول الفرنسية - Avino - Marcel Dassault) أطلق عليه كاتيا (CATIA) COMPUTER AIDED THREE DIMENSIONAL INTERACTIVE APPLICATION التي تعني التطبيق التفاعلي الثلاثي الأبعاد بمساعدة الحاسب الآلي والتي تم تطويرها فيما بعد لتكون متوافقة مع التصميم والإنشاء والتحليلات الانشائية ولتكون مصدر لمعلومات التشييد والبناء.		

أما الجدول رقم (4) يوضح التأثير المتبادل للتقنية متمثلة بالبرامج المساعدة في التصميم المعماري على الفكر المعماري للمعماري نورمان فوستر:

الجدول رقم (4): - المصدر: عمل الباحث

المعماري	الفكر	التكنولوجيا
نورمان فوستر 	من أشهر المعماريين البريطانيين وأحد رواد الجيل الثالث لعمارة الحداثة، وأبرز معماري النهج التقني في تيار الحداثة المتأخرة، يتميز المنهج التصميمي لفوستر بالوضوح المنطقي والإنشائي والتقنية العقلانية والدقة المتناهية في دراسة كافة التفاصيل والأجزاء، فقد مثلت تصاميمه مزيجاً من التصميم الصناعي و المعماري في وقت واحد، وهذا الأسلوب التقني والإنشائي الصنف قد نجم عنه ضعف واضح في الطابع المعماري والملاحج الجمالية لمعظم أعماله ومبانيه، فقد كان أسلوبه التعبيري يقتصر على الاستخدام الأنيق للتقنيات الحديثة ويعتمد على الجودة العالية للتنفيذ والأشكال التجريدية الصارمة.	لم يستخدم فوستر التكنولوجيا لغاية اختيار الشكل الأمثل أو تخيل الاحتمالات الغريبة لتقاطع الكتل والأشكال، بل استخدمها لربط الشكل مع التحليلات المناخية اللازمة لجعل المبنى جزءاً من بيئته (درجة الحرارة، الرياح، تضاريس الموقع، وغيرها..) وبالتالي يكون المنتج المعماري متوافقاً مع مبادئ الاستدامة.

تعريف ببرامج ال BIM المتعلقة بالتحليلات البيئية



هناك العديد من البرامج العالمية التي تعتمد هذه التقنية نكتفي بذكر بعض الأمثلة المشهورة: على صعيد الهندسة المعمارية مثل برنامج ال **ArchiCAD** المنتج من قبل شركة **Graphisoft**، و **Autodesk Revit** Architecture المنتج من قبل ال **Autodesk** ويمتاز كلا البرنامجين بسهولة التصميم، حيث يكون الرسم وفقاً للعناصر (جدار، باب، عمود...) التي تحدّد خصائصها بشكل منظم في قائمة الخصائص **properties** الأبعاد، نوع المواد.

ومن الفوائد الأساسية هنا أنّ المهندس يكتفي برسم كل طابق (Plan) وبعد الانتهاء منها يعطي البرنامج بشكل تلقائي كل من الواجهات **Facades** والمقاطع **Sections**، والمشهد الثلاثي الأبعاد **3D Perspective**.

أيضاً برنامج ال **ECOTECT** الذي يعد أداة تصميم بيئية متكاملة تزواج عمليات الحسابات المختلفة (الشمسية، الحرارية، الإضاءة، السمعية والكلف) مع واجهة رسم ثلاثية الأبعاد متطورة تجعل عملية إدخال المعلومات نوعاً ما أسهل من البرامج الأخرى، ويحتوي البرنامج على أدوات تحليلية خاصة به، وتعطى النتائج بهيئة صور، مخططات، وجداول يمكن تخزينها في أي لحظة من عمل البرنامج .

5. النتائج:

- إن أدوات التصميم بالنسبة للعديد من المصممين، هي حلقة الوصل بين فكر المصمم والمنتج النهائي، فإذا كان القلم والورقة هما أدوات مساعدة على ترجمة الأفكار، والمصمم هو المتحكم في العملية التصميمية بما يملكه من فكر وثقافة ومعلومات فإن الكمبيوتر كأداة جديدة قد استحوذت على فكر المصممين لما له من إمكانيات تختلف عن الأداة التقليدية ومنها: السهولة في التعديل وتكرار العناصر مما يزيد من سرعة العمل ويساعد على اختصار الوقت.
- إن فكرة استخدام النموذج المحاكي للواقع فكرة قديمة، ولكن تمثيلها رقمياً أعطى المصممين أداة نموذجية تساعد على التعرف على الشكل النهائي للمنتج وإعادة تقييمه بما يساعد على توفير المال والجهد، والخروج بالمنتج إلى حيز الواقع.
- لقد مكنت برامج ال BIM من تحقيق التكامل بين جميع التخصصات الهندسية رقمياً، والمساعدة على وضع المصمم في مرحلة تقييم للأداء في المراحل المبكرة للتصميم، بحيث تكون جميع الرسومات ناتجة من النموذج الرقمي ثلاثي الأبعاد، وبالتالي لا يوجد تعارض بين التخصصات، بحيث أن التعديل يظهر لكل التخصصات تلقائياً عبر الشبكة الرابطة بينهم.

6. التوصيات:

- التأكيد على تكامل العلوم المختلفة عند العمل على أي مشروع معماري وإدخال تقنيات برامج الحاسوب ال BIM في تحليل وتقييم المبنى لأن معظم المهندسين ابتعدوا عن الاطلاع على بعض العلوم الهامة مثل التدفئة والصوت والضوء، وهذا الأمر لم يعد ممكناً مع ازدياد الحرص عالمياً على مصادر الطاقة والمواد الأولية وتحسين كفاءة المباني، وحماية مستخدميها من مختلف الملوثات البصرية أو السمعية، وأيضاً ملاءمتها لبيئتها واحترامها لها.
- ضرورة تطوير النظم الأكاديمية للتعليم المعماري وتشجيع الطلاب على التعرف على أدوات التصميم والبرمجيات الحديثة وكيفية تطوير مراحل التصميم من خلالها.
- أهمية الاستفادة من التطور الذي أحدثته برامج الحاسب المساعدة في عملية التصميم على الإنتاج والتصنيع والتنفيذ الرقمي مع دراسة واقع العمل في بلادنا ومعرفة إلى أي مدى يمكننا الاستفادة منها.
- التأكيد على موضوع التكنولوجيا وبرامج الحاسب الآلي المساعدة في التصميم المعماري وتأثيرها على العمارة بشكل عام والفكر المعماري بشكل خاص من الموضوعات الخصبة والحديثة والتي لا تزال الرؤية غير واضحة إلى أي مدى ستصل بنا وإلى أي مدى سنستفيد منها، ولذلك يُوصى بالانتباه إليها كتكنولوجيا معاصرة، وزيادة وتكثيف الدراسات في تطبيقاتها وإمكانياتها.
- التأكيد على عدم إلغاء دور المهندس المعماري، والنظر إلى البرامج والتقنيات الرقمية كوسيلة مساعدة في العملية التصميمية، وليس كأداة للتصميم والدراسة بعيداً عن الفكر المعماري وإبداعه.

7. المراجع:

- 1- بصيص، محمد هيثم أحمد، (2000)- التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي باستخدام قواعد الشكل كأداة للتكوين. رسالة ماجستير، جامعة القاهرة، كلية الهندسة المعمارية.
- 2- رأفت، علي، (2003)- سلسلة ثلاثية الإبداع المعماري. مطابع الأهرام- القاهرة، مركز أبحاث انتر كونسلت.
- 3- جعفر، أشرف عبد المنعم السعيد، (1996)- تطبيقات الحاسب الآلي في العمارة: مدخل تحليلي لتحقيق التصميم المعماري الأقرب إلى الأمثل. جامعة الزقازيق، كلية الهندسة بشبرا.
- 4- **B, Lawson, 1994**– Architects are Losing out in the Professional Divide. Architects Journal Vol. 199, No.16.
- 5- **Gero, J. S, (1990)**– Design Prototypes: A Knowledge Representation Schema For Design.
- 6- **B, Lawson** .How Designers Think. Oxford: Architectural Press is an imprint of Elsevier . 2005.
- 7- **Christophere and Jaki Howes Woodward, (1998)**– Computing in Architectural Practice . London.
- 8- **Willem Kymmell, (2008)**– Building Information Modiling .New York : McGraw Hill.
- 9- **Tatjana, Greg Demchak and Eddy Krygie Dzambazova, (2008)**– Mastering Revit Architecture .Indiana : Wiley Publishing.
- 10- **Szalapaj. Peter, (2005)**– Contemporary Architecture and the Digital Design Process. Oxford: Architectual Press.

المواقع الإلكترونية:

- 1- www.marefa.org
- 2- www.ibda3world.com
- 3- www.stob5.com
- 4- www.wikipedia.org

بناء نظام قيادة لمحرك خطوي هجين ذي طورين بهدف التحكم الدقيق بالموضع

*.د. أحمد كردي

*.د. ياسر الحسون

(الإيداع: 8 تشرين الأول 2017، القبول: 17 كانون الثاني 2017)

الملخص:

يعد المحرك الخطوي الهجين (Hybrid Stepper Motor: HSM) من أهم المحركات التي تستخدم في أنظمة التحكم الدقيق بالموضع، حيث يتمتع بإمكانية القيادة بالطرق الرقمية مع حلقات التحكم المفتوحة، غير أن بساطتها في التحكم أظهرت ضعفاً في الأداء الديناميكي. وبما أن المحرك الخطوي يستخدم عموماً في التطبيقات بالغة الدقة والتي تتطلب ديناميكية عالية فإن نظام الحلقة المفتوحة قد لا يوفر ضماناً وموثوقية كافية لمتطلبات الدقة وسرعة الاستجابة، لذلك سنلجأ إلى نظام الحلقة المغلقة.

في هذا البحث نقدم دراسة تحليلية لميزات المحرك الأساسية، وكذلك إنشاء نظام قيادة بنظام الحلقة المغلقة للمحرك الحصول على الميزات المتعلقة بالموضع، العزم، السرعة وللتيار، وبناء نموذج المحرك (HSM) ذي طورين مع نظام قيادته في بيئة (MATLAB/SIMULINK). من أجل ذلك قمنا بتنظيم تيار المحرك بطريقتين: طريقة المتحكم التناسبي التكاملي PI وبطريقة المتحكم البطائي Hysteresis.

ثم تم إجراء مقارنة استجابة المحرك للسرعة والعزم والموضع في كلا نظامي التحكم، فأظهرت النتائج التي حصلنا عليها أن تنظيم التيار بطريقة المتحكم التناسبي التكاملي يتمتع بديناميكية عالية مع تجاوز أقل للهدف بالإضافة إلى أنه الأسرع للوصول إلى حالة الاستقرار.

الكلمات المفتاحية: المحرك الخطوي الهجين، التحكم بالموضع، المتحكمات التناسبية والبطائية.

* أستاذ مساعد في قسم هندسة القيادة الكهربائية - كلية الهندسة الكهربائية والإلكترونية - جامعة حلب.

** عضو هيئة فنية في قسم تقنيات الحاسوب - الكلية التطبيقية - جامعة حماه.

Building a Tow–Phase Hybrid Stepper Motor Drive System for Accurate Position Control

*Dr. Yasser ALHASSOUN

**Dr. Ahmad Kurdi

(Received:8 October 2017, Accepected:17 January 2017)

Abstract:

Among various types of Motors, the hybrid stepper motor (HSM) is the most commonly used in precise motion control systems. It can be driven by digital ways with open loop control; this is the basic advantage of HSM over other type of motor. The simple control has demonstrated a poor dynamic performance. Since the stepper

motor is used generally in high accuracy applications that require a high level of dynamic performance, the open loop control system might be low in both efficiency and accuracy. Thus, closed loop control system is the perfect replacement in the case at hand.

We have provided, in this research, an adequate analytical study to the motor's main characteristic; we have reached to the characteristics relating to position, torque, speed, and current by building a two phase HSM motor model in (MATLAB/SIMULINK) environment. We have controlled the current in two ways: proportional integrated controller (PI controller) and Hysteresis controller.

A comparison has been achieved between motor's response to speed, torque, and position in both of the control system has been under taken. The results we acquired have demonstrated that current control by PI controller has a high level of dynamic with less overshoot. Moreover, it is faster in stability.

Keywords: Hybrid Stepper Motor, Position Control, PI & Hysteresis controller.

*Dept. of Electrical Drive – Faculty of Electrical and Electronics Engineering – University of Aleppo.

**Dept. of Computer Technicals, Applied Faculty, University of Hama

1. مقدمة:

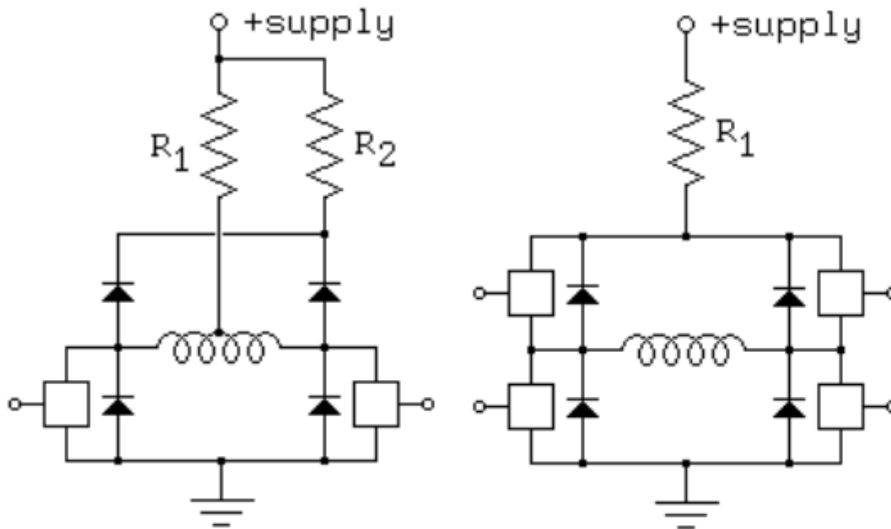
تستخدم المحركات الخطوية الهجينة في تطبيقات كثيرة مثل أنظمة الروبوت والطابعات والـ CNC وآلات الليزر. ويعتبر المحرك الخطوي الهجين ذي دوران ناعم وسلس لامتلاكه خطوة دوران صغيرة تصل إلى 0,9 درجة. إن الكثير من تطبيقات المحرك الخطوي الهجين تستخدم نظام الحلقة المفتوحة للتحكم عند القيم الاسمية للعزم. في دائرة التحكم الكلاسيكي (الحلقة المفتوحة)، حيث لا يوجد تغذية عكسية من الموضع إلى المتحكم أي أن المتحكم لا يملك أي معلومات حقيقية عن موضع الدوار، وبالتالي في هذه الحالة يجب أن يستجيب الدوار لكل تغير في التهيج وإذا كانت سرعة التغير في التهيج عالية جداً فإن المحرك الخطوي سوف يفقد استقراره وقد تضيق عدة خطوات وبالنسبة لن يتمكن المحرك من التحرك إلى الموضع المطلوب الجديد، مما ينتج خطأ دائماً بين موضع الحمل والموضع الذي يتوقعه المتحكم. كل هذه المساوئ يمكن التغلب عليها في الحلقة المغلقة للتحكم، في هذه الحالة يتطلب المحرك حساس لموضع الدوار لتأمين تسلسل تبديل مناسب وموثوق وهذا ما أشار اليه الباحثين (P. Acarnley (2002)، A. Molar (2003).

2. الدراسة المرجعية:

في عام 2010 قام الباحثين M. Zaky, E. M. Ismaeil, and M. Khater بنشر مقالاً حول تصميم نظام تحكم لمحرك خطوي هجين مستخدمين متحكم الإشارة الرقمية (DSP)، يتلخص هدف المقال في تحسين أداء عمل المحرك الخطوي الهجين عند العمل في مجال السرعات العالية والعزم العالي وهذا يتطلب العمل بنظام الحلقة المغلقة وهنا تبرز مشكلة الاهتزازات في منحنى العزم وخصوصاً عند الانتقال من مرحلة السرعات المنخفضة إلى السرعات العالية وهذا ينتج عنه ضجيج في عمل العمل وأحياناً ظاهرة خروج المحرك عن التوافق وانهايار عمله (hunting motor).

في المحركات الصغيرة مثل تلك المستخدمة في تحريك رأس الموضع في سواقات الأقراص الليزرية في الحاسب، وهي عادةً ما تقاد بجهود منخفضة والتيار خلال الملف يحدد من خلال المقاومة الداخلية للملف نفسه. أما في مجال المحركات ذات العزوم الأعلى وخصوصاً تلك المستخدمة في آلات التحكم المبرمج بآلات التشغيل (CNC) فتظهر الحاجة لعزوم مرتفعة نسبياً (أكثر من 2N.m) وهنا يصبح من الضروري استخدام إحدى طرق تحديد التيار المعتمدة على المنظمات ومنها المتحكم البطائي (hysteresis controller). قام الباحث Ricardo PICATORSTE (2007) بالعمل على تصميم نظام قيادة لمحرك خطوي هجين بدون حساس للموضع.

استخدم فيه تقنية Extended Kalman Filter لتخمين موضع الدوار والحصول على السرعة وبسبب المشاكل المتعلقة بإشباع الدارة المغناطيسية وتأثير ذلك على بارامترات المحرك ومنها الفيض وبالتالي المحارضة والتي لم تعد ثابتة ومتعلقة بشدة إشباع المحرك مما يستدعي عملية تخمين تعتمد مبدأ الزمن الحقيقي (Estimation in real-time) وهذا يتطلب استخدام معالج الإشارة الرقمية (DSP) وهذا أعطى نتائج جيدة ولكن ترتب عليه تعقيد في دائرة التحكم وكلفة اقتصادية لا يمكن تجاهلها ولذلك ينحصر استخدام المحرك مع نظام القيادة هذا في التطبيقات الحساسة جداً وهو ما اعتمدته الباحث Ricardo في بحثه حيث كان التطبيق موجه لأغراض التحكم في المفاعل النووي حيث الإشعاعات أعظمية ودقة الحركة بالغة الأهمية. في لأونة الأخيرة أجريت عدة دراسات في مجال قيادة المحركات الخطوية بالخطوة الميكروية مثل Xinda Hu. University of Arizona (2013) كانت النتائج تحسن واضح بالأداء ولكن على حساب تعقيد دائرة القيادة. من الدارات النموذجية التي تستخدم للتحكم بالتيار المار في الملفات للمحرك الخطوي الهجين الداريتين الموضحتين بالشكل (1):



الشكل رقم (1): دارتين قيادة لمحرك خطوي هجين للتحكم بالتيار

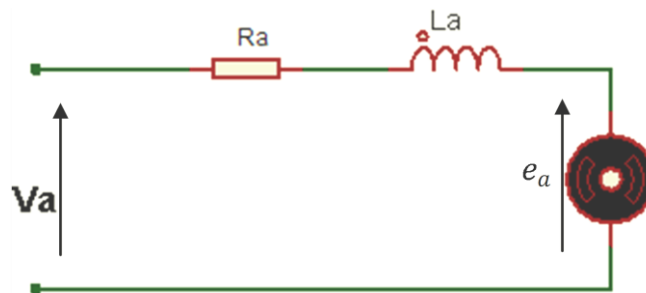
بناءً على ما سبق فقد اعتمدنا في بحثنا على تصميم نظام قيادة للمحرك الخطوي الهجين على متحكمات تقليدية (متحكمات PI ومتحكمات بطائية Hysteresis controller) كانت تستخدم لمحرك التيار المستمر وطبقناها على المحرك الخطوي الهجين ثم أجرينا مقارنة بين النتائج حيث اعتبرنا أن التطبيق الموجه في حالتنا يختص بآلات (CNC).

3. أهمية البحث:

تتلخص أهمية البحث في إيجاد نظام قيادة مستقر شبه خالٍ من أي اضطرابات في عمل المحرك الخطوي الهجين (HSM) باستخدام تقنيات التحكم المختلفة مثل المتحكم التناسبي التكاملي PI controller والمتحكم البطائي Hysteresis controller ومقارنة هذه النتائج مع نتائج العمل بالحلقة المفتوحة، وخصوصاً فيما يتعلق باهتزازات استجابة الموضع وذلك للحصول على نظام عالي الدقة مع ديناميكية عالية لاستخدامه في تطبيقات التحكم المبرمج (CNC Machines).

1- النموذج الديناميكي لمحرك الخطوي الهجين:

سنعتمد إلى إيجاد النموذج الرياضي الديناميكي لمحرك خطوي هجين اعتماداً على الدارة المكافئة للطور الأول ثم الطور الثاني ومن ثم نوجد الدارة المكافئة لطورين معاً وبالتالي الحصول على الموديل الرياضي الذي يصف السلوك الكهربائي للمحرك بعد الجزء الكهربائي ننطلق إلى معادلات القسم الميكانيكي للحصول على الموديل الرياضي الميكانيكي الذي يصف سلوك المحرك الميكانيكي، سنبدأ من الدارة الكهربائية المكافئة للطور A موضحة بالشكل (2).



الشكل رقم (2): الدارة الكهربائية المكافئة للطور A

بهدف تبسيط النمذجة، نفترض أن الدارة المغناطيسية خطية (لا يوجد إشباع) والمحاكاة المغناطيسية المتبادلة بين الأطوار مهمة وهذه الفرضية لن تسبب أخطاء تذكر نظراً لصغر استطاعة المحرك وهذا ما أقره الباحثين (Rubaii, A. and Kotaru, R., 2001)، من الدارة المكافئة للطور A نجد أن:

$$v_a = R_a i_a + L_a \frac{di_a}{dt} + e_a \quad (1)$$

وكذلك الأمر بالنسبة للطور B نجد أن:

$$v_b = R_b i_b + L_b \frac{di_b}{dt} + e_b \quad (2)$$

حيث أن v_b (v_a) الجهد المطبق على طرفي الملف و L_b (L_a) محاكاة الملف و i_b (i_a) التيار المار في الملف و e_b (e_a) القوة المحركة الكهربائية العكسية. كما أنه تم إهمال رد فعل المغناطيس الدائم على فيض الملف بسبب صغر قيمة شعاع المغنطة.

بسبب الممانعة المغناطيسية الكبيرة للشجرة الهوائية فإن المحاكاة في الملفات الأطوار الناتجة عن المغناطيس الدائم لدوار المحرك الخطوي الهجين يمكن اعتبارها مستقلة عن موضع الدوار وهذا ما تمت الإشارة إليه في مقال الباحثين (2008, Rusu, C., Birou I., and Szoke, E.)، والقوة المحركة الكهربائية العكسية هي تابع جيبى لموضع الدوار.

$$e_a(\theta) = -\frac{d\varphi}{dt} = -\frac{d\varphi}{d\theta} \frac{d\theta}{dt} \quad (3)$$

$$e_b(\theta) = -\frac{d\varphi}{dt} = -\frac{d\varphi}{d\theta} \frac{d\theta}{dt} \quad (4)$$

$$e_a = -N\varphi_m \omega \sin(N\theta) \quad (5)$$

$$e_b = N\varphi_m \omega \cos(N\theta) \quad (6)$$

حيث N عدد أسنان الدوار و φ_m هو التدفق المغناطيسي الأعظمي وبفرض أن $k_m = N\varphi_m$ يصبح لدينا:

$$e_a = -k_m \omega \sin(N\theta) \quad (7)$$

$$e_b = k_m \omega \cos(N\theta) \quad (8)$$

نلاحظ أنه عند الموضع المرجعي هو $\theta=0$ يكون القطب الشمالي للدوار على اصطفاك كامل (fully aligned) مع محور الطور A، لذلك فإن القوة المحركة الكهربائية العكسية back EMF على الطور A تساوي الصفر بينما على الطور B تكون أعظمية بالتعويض (7) و (8) في المعادلتين الأساسيتين للجهود (1) و (2) نحصل على معادلتى الجهود لمحرك خطوي هجين ذي طورين:

$$V_a = R_a i_a + L_a \frac{di_a}{dt} - k_m \omega \sin(N\theta) \quad (9)$$

$$V_b = R_b i_b + L_b \frac{di_b}{dt} + k_m \omega \cos(N\theta) \quad (10)$$

من المعادلتين (9) و (10) نجد:

$$\frac{di_a}{dt} = \frac{1}{L_a} (V_a - Ri_a + K_m \omega \sin(N\theta)) \quad (11)$$

$$\frac{di_b}{dt} = \frac{1}{L_b} (V_b - Ri_b - K_m \omega \cos(N\theta)) \quad (12)$$

تمثل المعادلتين (11) و (12) معادلتين المحرك التفاضليتين لتياري المحرك الخطوي الهجين (HSM) ذي طورين. ننتقل إلى القسم الميكانيكي للمحرك، حيث أن العزم الكهرومغناطيسي الذي ينتجه طوري المحرك الخطوي الهجين يساوي إلى مجموع العزوم الناتجة عن تفاعل تيارات الأطوار مع التدفق المغناطيسي الذي يولده المغناطيس الدائم وعزم الراحة الذي ينتج عن بروز في الدوار وهذا ما أشارت إليه دراسة الباحث (Ricardo Picatoste R.). يمكننا أن نعبر عن العزم الذي ينتجه التيار i_a والذي يمر في الملف A بالعلاقة (13):

$$T_a = -k_m i_a \sin(N\theta) \quad (13)$$

والعزم الذي ينتجه التيار i_b الذي يمر في الملف B هو:

$$T_b = k_m i_b \cos(N\theta) \quad (14)$$

أما عزم الراحة فيعبر عنه بالعلاقة (15):

$$T_d = T_{dm} \sin(2N\theta) \quad (15)$$

يساوي العزم الكهرومغناطيسي الكلي إلى العزم الذي ينتجه التيار i_a الذي يمر في الملف A مضافاً إليه العزم الذي ينتجه التيار i_b الذي يمر في الملف B بالإضافة إلى عزم الراحة:

$$T_e = T_a + T_b + T_d \quad (16)$$

$$T_e = -k_m i_a \sin(N\theta) + k_m i_b \cos(N\theta) - T_{dm} \sin(2N\theta) \quad (17)$$

انطلاقاً من المعادلة الميكانيكية العامة:

$$T_e - B_m - T_l = J \frac{d^2\theta}{dt^2} \quad (18)$$

حيث إن B_m عزم الاحتكاك اللزج ويساوي إلى $B_m = K_v \omega$ و K_v هو يمثل ثابت اللزوجة .

من المعادلة (18) نستنتج المعادلة التفاضلية للسرعة الزاوية للدوار وهي:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{J} (T_e - K_v \omega - T_l) \quad (19)$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \omega \quad (20)$$

بتعويض المعادلة (17) في (19) نجد:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{J} (-k_m i_a \sin(N\theta) + k_m i_b \cos(N\theta) - T_{dm} \sin(2N\theta) - k_v \omega - T_l) \quad (21)$$

2- بناء نموذج للمحرك الخطوي الهجين في بيئة Matlab/Simulink:

سننطلق من المعادلتين الكهربائيتين لطوري المحرك الخطوي الهجين A&B (1) و(2) وسنأخذ كل طور على حدى ونقوم بإجراء تحويل لا بلاس لها نجد:

$$V_a = R_a i_a + L_a i_a s - k_m \omega \sin(N\theta) \quad (22)$$

$$V_a + k_m \omega \sin(N\theta) = i_a (L_a s + R_a) \quad (23)$$

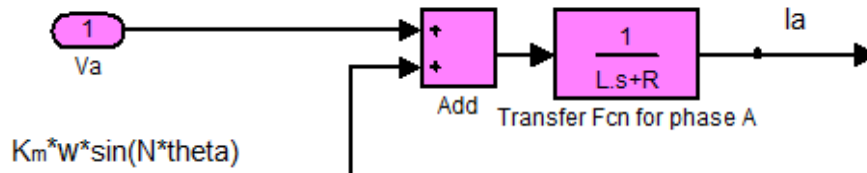
وبالتالي تابع الانتقال للطور A هو:

$$H = \frac{i_a}{V_a + k_m \omega \sin(N\theta)} = \frac{1}{(L_a s + R_a)} \quad (24)$$

ومنه نستنتج I_a :

$$i_a = \frac{V_a + k_m \omega \sin(N\theta)}{(L_a s + R_a)} \quad (25)$$

شكل (3) يوضح الموديل الديناميكي لتيار الطور A ضمن بيئة Matlab/Simulink



الشكل رقم (3): الموديل الديناميكي لتيار الطور A للمحرك (HSM) ضمن بيئة Matlab/Simulink.

والآن سننتقل إلى الطور B من المعادلة (2) نقوم بإجراء تحويل لا بلاس نجد:

$$V_b = R_b i_b + L_b i_b s + k_m \omega \cos(N\theta) \quad (26)$$

$$H = \frac{i_b}{V_b - k_m \omega \cos(N\theta)} = \frac{1}{(L_b s + R_b)} \quad (27)$$

ومنه نجد i_b :

$$I_b = \frac{V_b - k_m \omega \cos(N\theta)}{(L_b s + R_b)} \quad (28)$$

والآن سنأخذ الجزء الميكانيكي من المعادلة الميكانيكية (19) نقوم بإجراء تحويل لا بلاس نجد:

$$\omega s = \frac{1}{J} (T_e - k_v \omega - T_l) \quad (29)$$

$$J\omega s = T_e - k_v\omega - T_l \quad (30)$$

$$\omega(Js + k_v) = T_e - T_l \quad (31)$$

ومنه نجد تابع الانتقال:

$$H = \frac{\omega}{T_e - T_l} = \frac{1}{(Js + k_v)} \quad (32)$$

وبالتالي معادلة السرعة الزاوية هي:

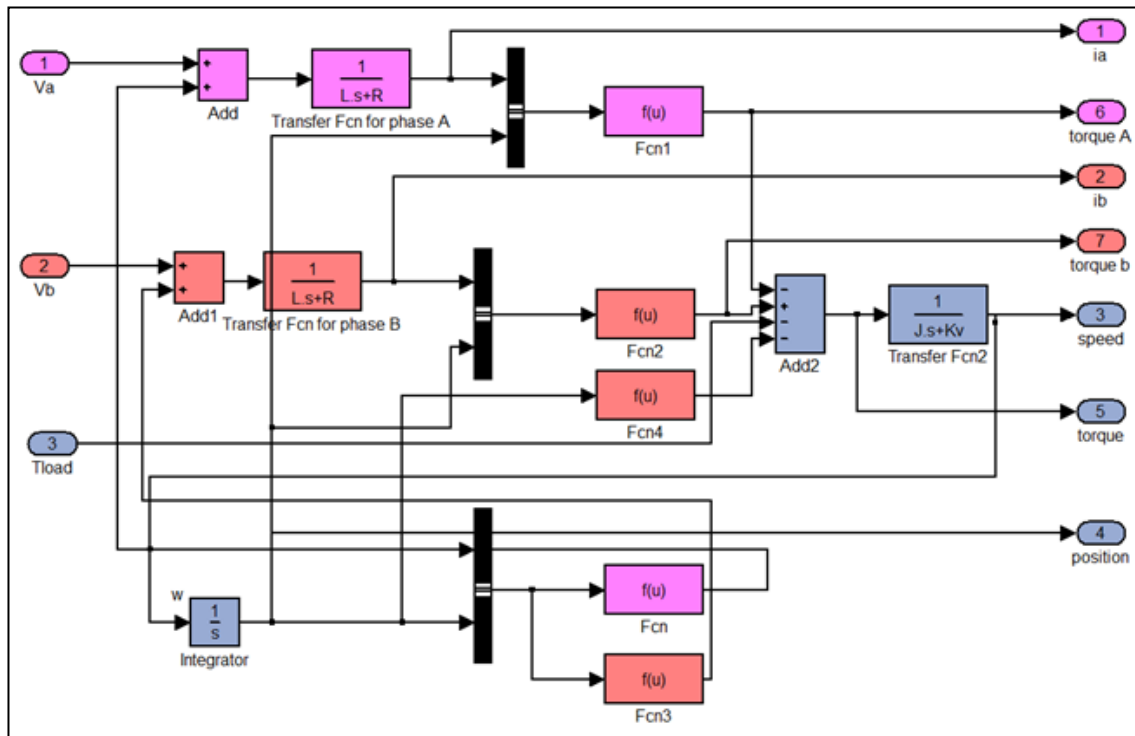
$$\omega = \frac{T_e - T_l}{(Js + k_v)} \quad (33)$$

أما بالنسبة للزاوية θ نجد أن:

$$\frac{d\omega}{dt} = \theta \quad (34)$$

$$\theta = \frac{\omega}{s} \quad (35)$$

الموديل الديناميكي للمحرك الخطوي الهجين (HSM) ذي طورين في بيئة Matlab/Simulink موضحة في الشكل (4).



الشكل رقم (4): الموديل الديناميكي للمحرك (HSM) ضمن بيئة Matlab/Simulink

وقد أجرينا الدراسة في بيئة Matlab/Simulink على محرك خطوي هجين ذي طورين مواصفاته موضحة في الجدول (1).

الجدول رقم (1): مواصفات المحرك الخطوي الهجين المدروس

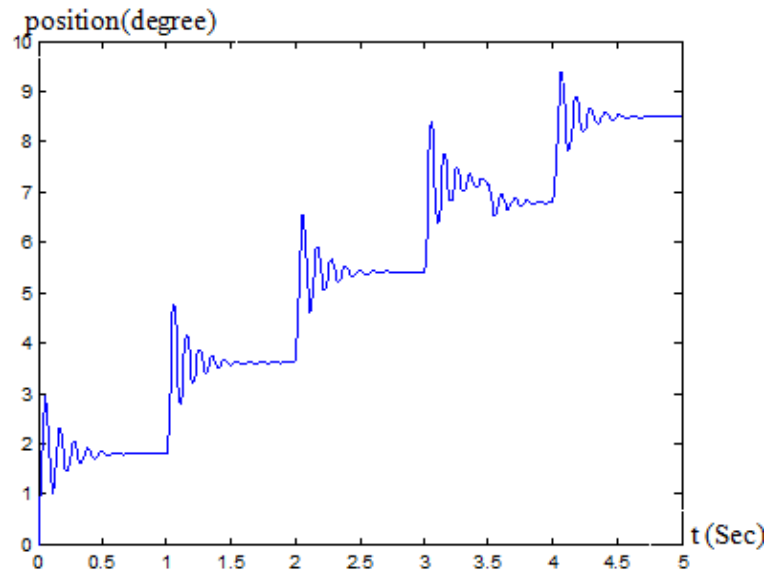
14PM-M204	نوع المحرك
1.8	الخطوة بالدرجات
12 Volt	الجهد الاسمي
0.18 Amp	التيار الاسمي
65 Ohm	مقاومة الملفات
24 mH	محارضة الملفات
$330g.cm^2$	عزم المسك الاسمي
$11g.cm^2$	عزم عطالة الدوار
$50g.cm^2$	عزم الراحة

3- دراسة المحرك الخطوي الهجين في بيئة Matlab/Simulink في نظام الحلقة المفتوحة:

في البداية سنلجأ إلى التحكم في نظام الحلقة المفتوحة بخطوة كاملة full step open loop control، سندرس مميزات النظام ونوضح تأثير تغيير البارامترات على أداء المحرك.

3-1- تأثير تغيير الحمل على أداء المحرك:

بعد تحميل المحرك بحمولته الاسمية $323.598 \times 10^{-4} Nm$ عند لحظ 3.5sec حصلنا على المنحني الموضح بالشكل (5):



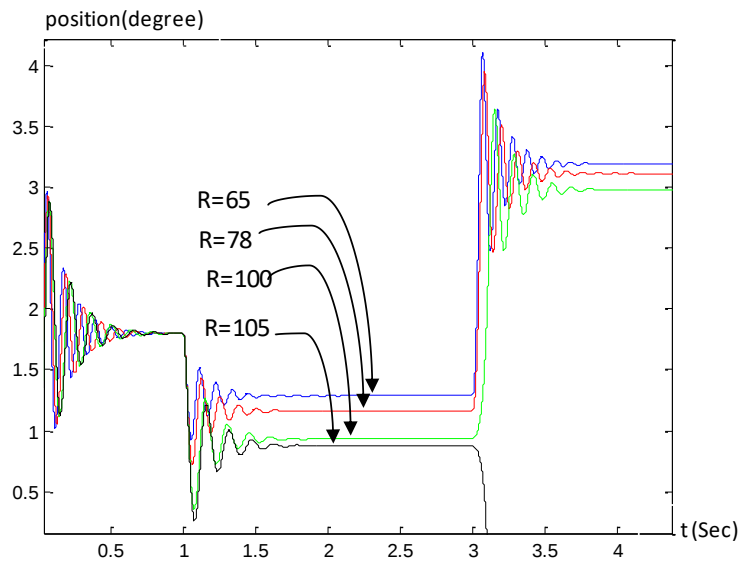
الشكل رقم (5): استجابة الموضع لخطوات المحرك مع الزمن

نلاحظ أنه عند زيادة الحمولة يزداد خطأ الانزياح الزاوي عندما كان المحرك غير محمل كانت الخطوة 1.8 درجة والانزياح الزاوي صفر تقريباً وعندما أصبحت حمولته كاملة زاد الانزياح الزاوي بمقدار 0.5 درجة أي 28% من قيمة الخطوة.

3-2- تأثير تغيير مقاومة الملفات على أداء المحرك:

نلاحظ زيادة الانزياح الزاوي في الموضع عند زيادة المقاومة عند الحمولة الاسمية حيث إنه عندما تكون $R=65\text{ohm}$ ينتج انزياح زاوي قيمته 0.5 درجة أي 28% من قيمة الخطوة الكاملة وعندما تزداد المقاومة بنسبة 20% أي عند $R=78\text{ohm}$ ينتج انزياح زاوي قيمته 0.637 درجة أي 35.38% من قيمة الخطوة الكاملة أي الانزياح قد زاد بنسبة 7.38% وإذا زادت قيمة المقاومة إلى حد كبير فإن المحرك سيفشل في الدوران كما هو موضح بالشكل (6). ويعود سبب زيادة الانزياح الزاوي مع زيادة المقاومة إلى نقصان التيار مع زيادة المقاومة وبالتالي نقصان العزم الكهرومغناطيسي المتولد وإذا استمرت المقاومة بالزيادة يستمر العزم بالتناقص حتى ينهار عزم المحرك.

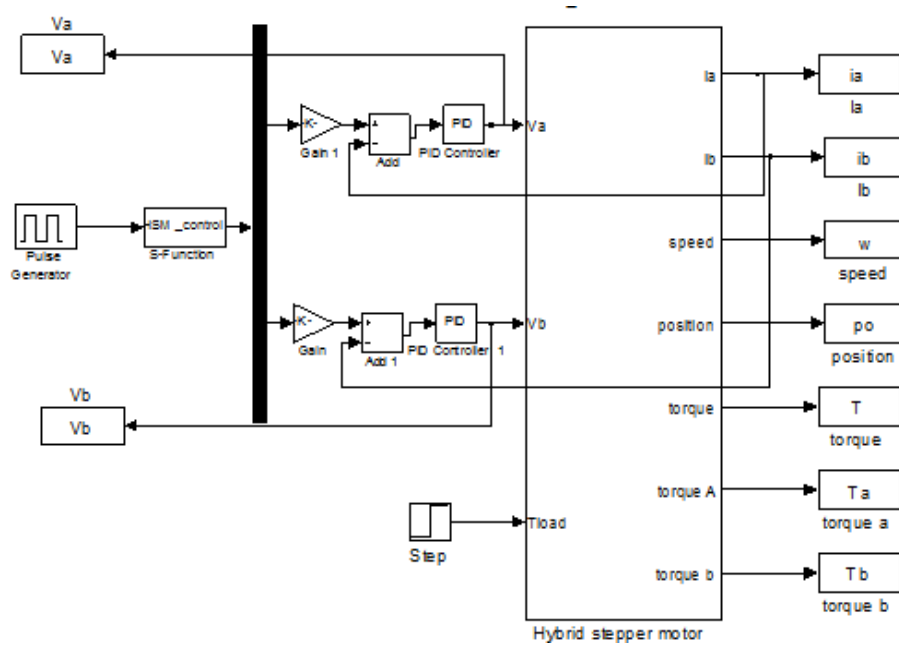
نستنتج أن التحكم بنظام الحلقة المفتوحة ذو فعالية ضعيفة، عندما تكون مقاومة ملفات الثابت غير ثابتة، وفي الواقع قد تتغير مقاومة ملفات الثابت بسبب الحرارة. عندما تزداد مقاومة الملف وينقص التيار، وبالتالي ينقص العزم ويزداد الانزياح الزاوي. لذلك لابد من اللجوء إلى الحلقة المغلقة لتنظيم التيار لضمان العزم الاسمي وتجنب حدوث ارتفاع أو انخفاض في التيار، سنقوم بتنظيم التيار بطريقتين هما: طريقة المتحكم التناسبي التكاملي وطريقة المتحكم البطائي.



الشكل رقم (6): استجابة الموضع لخطوات المحرك بالنسبة للزمن عند قيم مختلفة للمقاومة

4 - تنظيم تيار المحرك الخطوي الهجين (HSM) بطريقة PI controller:

من أهم ميزات تنظيم تيار المحرك الخطوي الهجين (HSM) بطريقة التحكم التناسبي التكاملي PI controller هي الحصول على انزياح زاوي يساوي الصفر أي أن النظام يلاحق القيمة المرجعية للتيار من دون أي خطأ ستاتيكي. مخطط تنظيم التيار بطريقة التحكم التناسبي التكاملي PI controller موضح بالشكل (8).

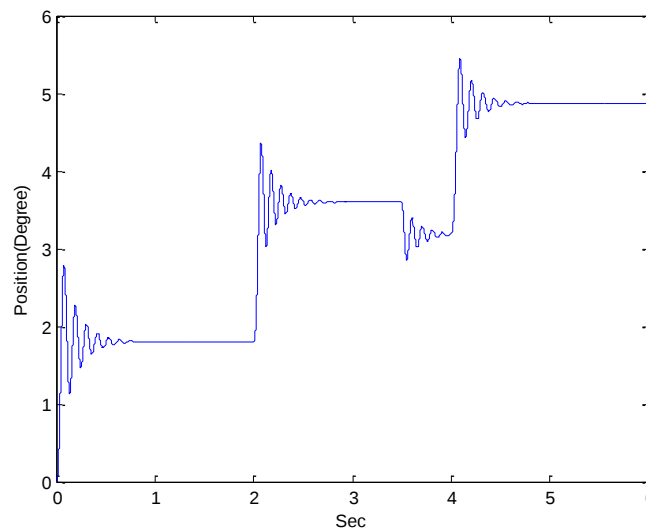


الشكل رقم (7): المخطط الصندوقي لتنظيم تيار المحرك HSM بطريقة PI controller

عمدنا إلى طريقة حذف قطب بصفر من أجل إيجاد بارامترات المنظم التناسبي التكاملي zero poles cancelation من الموديل الديناميكي للمحرك (HSM) من علاقتي تابع الانتقال لطوري المحرك (24) و(27) نقوم بوضع منظم PI controller لكل طور باستخدام طريقة zero poles cancelation نستنتج العلاقة :

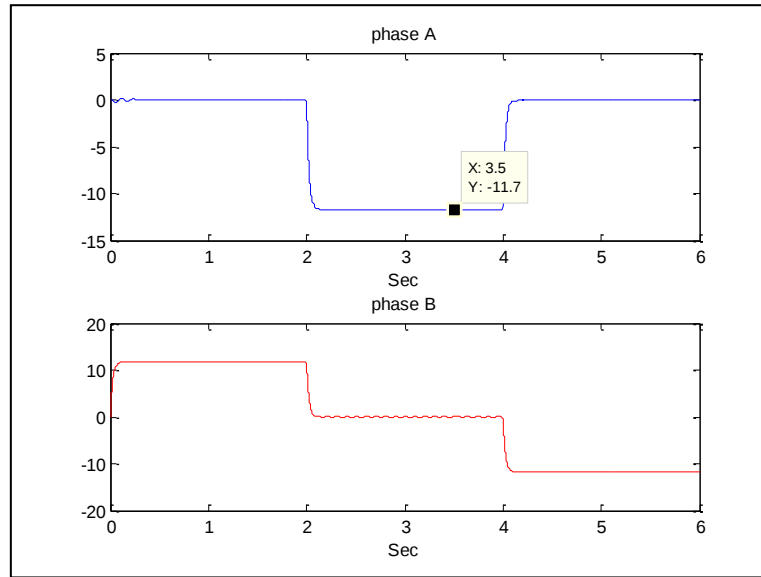
$$K_i = \frac{R}{L} K_p \quad (36)$$

حيث (K_p) ثابت المنظم تناسبي و (K_i) ثابت المنظم التكاملي افترضنا قيمة مبدئية لـ (K_p) ثم قمنا بحساب (K_i) حتى حصلنا على أفضل استجابة. قمنا بتحميل المحرك بحمولته الاسمية عند لحظة 3.5 sec فوجدنا زيادة في الانزياح الزاوي للموضع كما هو واضح في الشكل (8).



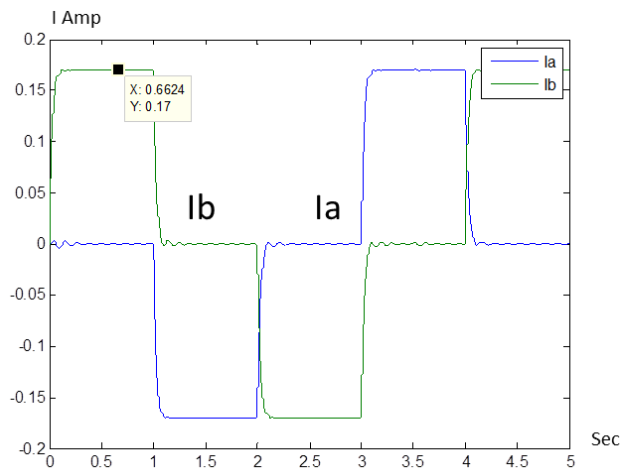
الشكل رقم (8) منحنى استجابة الموضع مع الزمن عند استخدام طريقة PI controller

أما بالنسبة للتيار نجد أن النظام يلاحق قيمة التيار المرجعية واستجابة التيار سلسلة لا تحوي اضطرابات ومستقرة، حيث أن القيمة المرجعية للتيار هي 0.17A. فيما يتعلق بتوليد القيمة المرجعية للتيار فقد استخدمنا برمجية بـ (C-Code) حسب تسلسل وتوارد تغذية الملف.



الشكل رقم (9): منحنى استجابة التيار مع الزمن عند استخدام طريقة PI controller

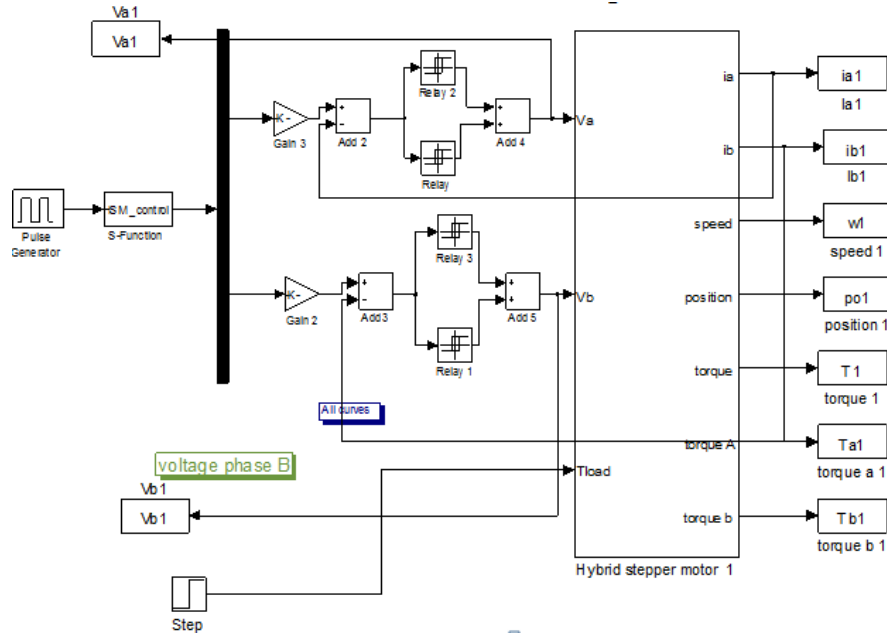
في الشكل (9) نجد شكل استجابة التيار ونلاحظ أن النظام حافظ على القيمة المرجعية للتيار أثناء التحميل أما الجهود فتظهر في الشكل (10)، بما أن حلقة التيار عبارة عن تابع انتقال من المرتبة الأولى، وبالتالي لا نجد تجاوز للهدف (Over shoot) في منحنى استجابة التيار.



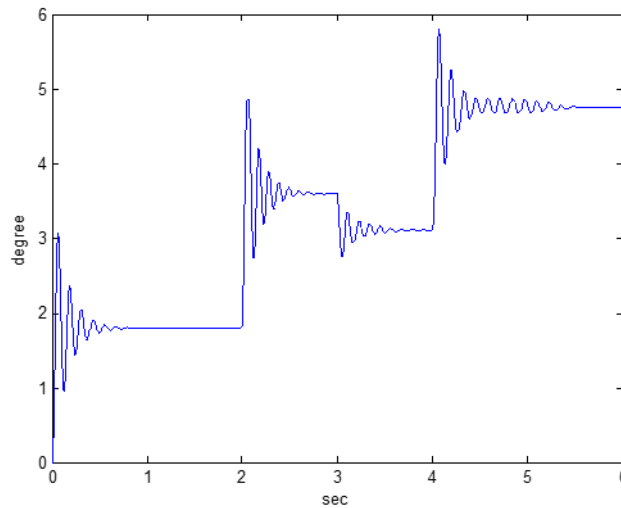
الشكل رقم (10): منحنى استجابة الجهود للطورين A&B مع الزمن عند استخدام طريقة PI controller

5- تنظيم تيار المحرك الخطوي الهجين (HSM) بطريقة المتحكم البطائي Hysteresis controller :

من أهم ميزات تنظيم تيار المحرك الخطوي الهجين (HSM) بطريقة المتحكم البطائي هي بساطة هذا المتحكم، حيث لا نحتاج إلى معرفة بارامترات المحرك، ويمكن تطبيق إشارة خرج المتحكم مباشرة على المبدلة التي تغذي المحرك كما في الشكل (11)، حيث إن إشارة خرج المنظم عبارة عن نبضات وصل وفصل المبدلة.



الشكل رقم (11): المخطط الصندوقي لتنظيم تيار المحرك HSM بطريقة Hysteresis controller

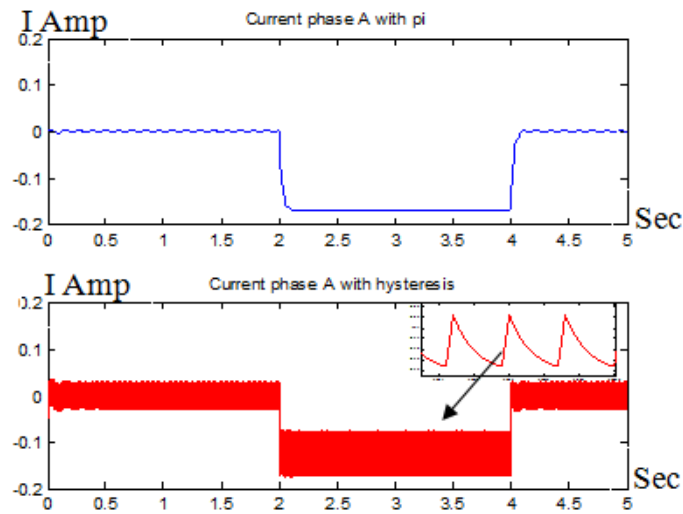


الشكل رقم (12): استجابة الموضع لخطوات المحرك بطريقة Hysteresis controller

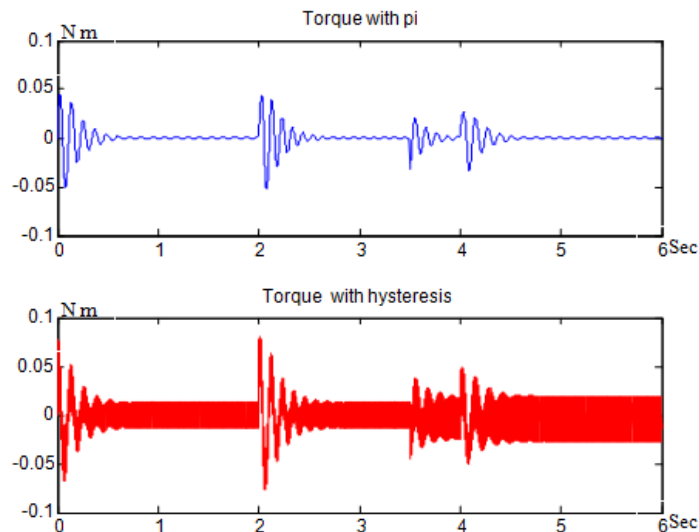
قمنا بتحميل المحرك بحمولته الاسمية عند اللحظة 3 sec تظهر استجابة المحرك على الشكل (12)، حيث أن المحرك عاد الى وضعية الاستقرار 0.30sec وبالتالي تعتبر الاستجابة سريعة واستقرار جيد للمحرك.

6-المقارنة بين تنظيم التيار باستخدام المنظم PI وتنظيم التيار باستخدام المنظم البطائي:

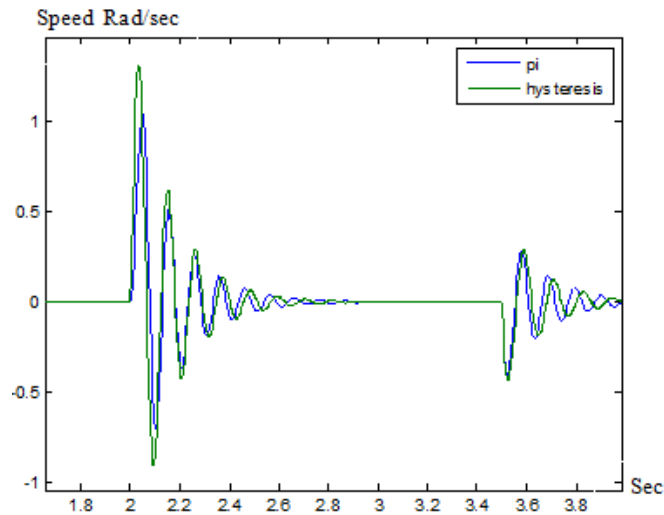
عند تنظيم التيار بطريقة PI controller نجد أن المتحكم يعرف بالضبط قيمة الجهد الذي يجب تطبيقه على المحرك وذلك من خلال معدلات المحرك، فنرى شكل إشارة التيار المطبق تكون سلسلة وذات ديناميكية عالية وبما أن تابع انتقال حلقة التيار من المرتبة الأولى فلا يوجد تجاوز للهدف أبداً، أما عند استخدام طريقة Hysteresis controller نجد أن النظام يطبق كامل الجهد مباشرة على المحرك على شكل نبضات، فإشارة خرج المنظم إما تطبيق كامل الجهد أو عدم تطبيقه هذا يؤدي إلى خشونة في منحنى التيار وتكون إشارة التيار مهتزة ولكنها ذات ديناميكية أعلى من التيار عند استخدام منظم الـ PI ، كما هو موضح في الشكل (13) هذا الاهتزاز يؤدي إلى اهتزاز في العزم ، أما استجابة السرعة نجد أنها أكثر ديناميكية في منظم الـ PI.



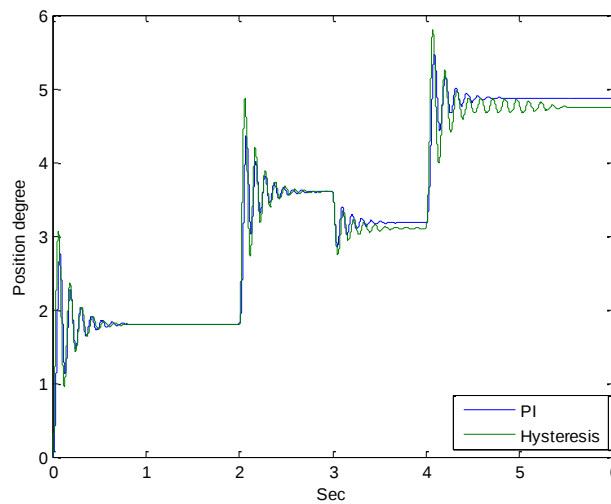
الشكل رقم (13): منحنى استجابة التيار



الشكل رقم (14): منحنى استجابة العزم



الشكل رقم (15): منحنى استجابة السرعة



الشكل رقم (16): منحنى استجابة الموضع

من الشكل (16) نلاحظ أن خطأ الموضع عند التحميل باستخدام متحكم البطائي يساوي 0.6510 درجة، حيث إن طول الخطوة الكاملة 1.8 درجة أي أن الخطأ الستاتيكي يساوي 36.1667% من الخطوة الكاملة بينما خطأ الموضع عند التحميل باستخدام متحكم الـ PI لتنظيم التيار يساوي 0.53 درجة أي أن الخطأ الستاتيكي يساوي 29.44% من الخطوة الكاملة ويعود ذلك إلى تموج واهتزازات التيار الكبير في المتحكم البطائي الناتجة عن عرض النافذة ولا توجد هذه الاهتزازات والتموجات في PI.

4. نتائج ومقترحات:

نستطيع القول أنه في هذا البحث تم إعداد نموذج لنظام تحكم بمحرك خطوي هجين ذي طورين (HSM) ومحاكاته في بيئة Matlab/Simulink وذلك بطريقتي تحكم طريقة المتحكم التناسبي التكاملي PI Controller وطريقة المتحكم البطائي Hysteresis Controller. أظهرت النتائج أن طريقة المتحكم التناسبي التكاملي PI Controller قد أبدت أداءً أفضل من طريقة المتحكم البطائي Hysteresis Controller من حيث الديناميكية العالية وسرعة الاستجابة بالإضافة إلى نعومة وسلاسة الدوران. من ناحية أخرى وجدنا أن الانزياح الزاوي في الموضع الناتج عن الحمل الاسمي في المتحكم

التناسبي التكاملي PI Controller أقل بنسبة 7% من المتحكم البطائي Hysteresis Controller، وأن هذا الانزياح ناتج عن تحميل المحرك ولذلك يجب توخي الحذر بعدم زيادة الحمل فوق الحمولة الاسمية لأن ذلك سيفقد المحرك توافقه مع نبضات القيادة، وهنا يمكن اللجوء الى تقنية جديدة المعتمدة على الخطوة الميكروية لزيادة تحسين الأداء عند الحمل الكامل.

5. المراجع العلمية:

- 1 – [A] Rusu, C., Birou I., and Szoke, E (2008). **Model Based Design Controller for the Stepper Motor**, IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR).
- 2 – [B] Acarnley, P. (2002). **Stepping motors—a guide to theory and practice**, 4th Edition, the Institution of Electrical Engineering, London.
- 3 – [C] Molar, A., (2003). **Stepper Motor Model for Dynamic Simulation**, Department of Electrical Engineering, University of Targu-Mures, Romania.
- 4 – [D] Zaky, M., M.Ismaeil, E. and M.Khater, M. (2010). **DSP-Based Real-Time Control of a Two Phase Hybrid Stepping Motor**, Dept. Of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Minoufiya University, Egypt. Vol 51, Number 2.
- 5 – [E] AL- Sabbagh, S., Sabah-Mahdi, A. (2010). **PULSE WIDTH MODULATION FOR HIGH PERFORMANCE HYBRID STEPPER MOTOR**, Faculty of Engineering, University of Baghdad, Iraq– Baghdad.
- 6 – [F] Rubaai, A. and Kotaru, R. (2001). **Adaptation Learning Control Scheme for a High-Performance Permanent-Magnet Stepper Motor Using Online Random Training of Neural Networks**, IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 37, no. 2, pp: 495–502.
- 7 – [G] Ricardo Picatoste R., 2004 – **Accuracy Positioning Systems Used in Radioactive Environments**, thesis of (Ph.D). Center of Electronic Industrial, Spanch

تحقيق نظام ملقات موزع على منصة عمل مجموعة الغرض الموزع "Jgroup"

*** د. قاسم قبلان

** أ.د. رضوان دنده

*م. علي اسماعيل

(الإيداع: 26 كانون الأول 2017، القبول: 29 كانون الثاني 2018)

الملخص:

تهدف تقنيات بناء الأنظمة الموزعة إلى تحقيق تفاعل بين مكونات التطبيق المتوسطة على أجهزة متعددة والمتصلة مع بعضها عبر شبكة اتصال. ونظراً للاعتماد المتزايد على هذه الأنظمة في النشاطات اليومية؛ توجب على تقنيات بنائها تقديم خدمات متوفرة وموثوقة. لم تتمكن RMI و CORBA من تحقيق ذلك؛ لعدم دعمها نمط التفاعل one-to-many في اتصالاتها.

تزود منصة عمل مجموعة الغرض الموزع Jgroup خدمات معتمدة من خلال دمجها لتقنية مجموعة الغرض (Object Group) الذي يدعم نمط التفاعل (one-to-many) مع نموذج الغرض الموزع Java RMI، فقدّمت بذلك نظام اتصالات مجموعة يعتمد تقنية واحدة (RMI) في جميع تفاعلاته؛ سواء الداخلية لتحقيق التنسيق بين أغراض مجموعة المخدم أو الخارجية اللازمة لاتصال الزبون مع مجموعة الغرض.

تحقق هذه المقالة نظام ملفات موزع على Jgroup يستفيد من المزايا التي تقدّمها هذه المنصة في إجراء العمليات الأساسية (استعراض جميع الملفات، تحميل ملف من النظام، رفع ملف، تعديل ملف).

يقيم البحث أداء النظام من خلال قياس زمن التأخير اللازم لرفع ملفات (upload) بحجوم مختلفة من الزبائن؛ وذلك مع تزايد عدد المخدمات المتوفرة ضمن مجموعة غرض Jgroup. كما يقيم الأداء من خلال قياس زمن التأخير اللازم لتحميل ملف (download) وذلك مع تزايد عدد طلبات الزبائن للحصول عليه.

تظهر النتائج التي تم التوصل إليها تزايد زمن التأخير اللازم لرفع ملفات من قبل الزبائن مع تزايد عدد المخدمات المتواجدة ضمن مجموعة الغرض، كما تبين عدم تأثر زمن التأخير اللازم لتحميل ملف مع تزايد عدد طلبات الزبائن.

الكلمات المفتاحية: النظام الموزع؛ مجموعة الغرض؛ أنظمة اتصالات المجموعة؛ Jgroup؛ استدعاء الطريقة عن بعد؛ نظام ملفات موزع.

* طالب دراسات عليا (دكتوراه) - قسم النظم والشبكات الحاسوبية - كلية الهندسة المعلوماتية - جامعة تشرين - اللاذقية .

** أستاذ - قسم النظم والشبكات الحاسوبية - كلية الهندسة المعلوماتية - جامعة تشرين - اللاذقية.

*** مدرّس - قسم النظم والشبكات الحاسوبية - كلية الهندسة المعلوماتية - جامعة تشرين - اللاذقية.

Implementation of Distributed File System on Object Group Platform "Jgroup"

*Eng. Ali Esmaeel

** Dr. Radwan Dandah

***Dr. Kasem Kabalan

(Recived:26 December 2017, Accepted: 29 January 2018)

Abstract:

Distributed systems building techniques aims to interact the application components which are placed on different machines and connected through a network. The increasing reliance on these systems in day-to-day activities requires that their techniques to provide available and reliable services. Neither RMI nor CORBA can achieve this requirement; because they cannot support one-to-many interaction.

Jgroup provides dependable services through its integration of object group paradigm with the distributed object model of Java RMI, so it offers a Group Communication System depends on RMI in all its interactions; whether internal for coordination between object group replicas, or external for communicating clients with object group.

This paper implements a distributed file system benefits of all provided facilities of Jgroup in performing the main operations (list all files, download a file, upload a file, and modify a file).

This research evaluates performance of the system through measurement of delay required to upload files of different sizes from clients; with increasing the number of servers.

In addition to evaluation of performance through measurement of delay required to download a file with increasing the number of clients' requests.

Results show that the delay for uploading a file increases with increasing number of servers in object group, and the delay for downloading a file doesn't affected by increasing the number of clients' requests.

KEYWORDS: Distributed System; Object Group; Group Communication System; Jgroup; Remote Method Invocation; Distributed File System.

* Postgraduate Student, Department of Systems and Computer Networks, Faculty of Information Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

** Professor, Department of Systems and Computer Networks, Faculty of Information Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

*** Lecturer, Department of Systems and Computer Networks, Faculty of Information Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

1- المقدمة:

تتعاون مجموعة الأجهزة المكوّنة للنظام الموزّع فيما بينها لتزويد تطبيق معيّن؛ بحيث تظهر إلى مستخدم هذا التطبيق كنظام وحيد مترابط [12]. يدعم النظام الموزّع قابلية التوسّع (Scalability) من خلال سماحه بإضافة أجهزة جديدة، كما يتفوّق على نظيره المركزي في تحقيقه التوافرية ودعمه التسامح مع الخطأ.

تعتبر RMI (Remote Method Invocation) [10] إحدى التقنيات المستخدمة في بناء الأنظمة الموزعة، فهي تسمح لأغراض جافا المتوضّعة على أجهزة مختلفة بالتفاعل مع بعضها البعض كما لو أنّها على جهاز واحد. يستدعي غرض جافا طرائق على غرض المخدم (غرض مخصّص لتزويد مجموعة من الخدمات)، وتعالج RMI عملية تنظيم (Marshaling) تشمل تجميع وتغليف للبارامترات الممررة إلى الطريقة المستدعاة والقيم المعادة منها.

تقدّم لغة البرمجة جافا أيضاً تقنية أخرى وبمستوى عالي لبناء الأنظمة الموزعة تعتبر امتداداً لتقنية RMI؛ وهي Jini [11]. تزوّد هذه التقنية خدمة الاستعلام (Lookup)؛ وتتهيّجاجة الزبون إلى معرفة مكان تواجد الخدمة من خلال تزويدها لآلية الاكتشاف (discovery mechanism). تسمح آلية الاكتشاف للخدمات بإيجاد مواضع خدمة الاستعلام وتسجيل وكلاء لها ضمنها، كما تسمح لطالبي الخدمة -الزبائن- بتحديد مواضع خدمة الاستعلام والاتصال معها للحصول على وكيل الخدمة المراد استخدامها.

تساهم CORBA (Common Object Request Broker Architecture) [10] في بناء الأنظمة الموزعة، من خلال سماحها للبرامج المطوّرة بلغات مختلفة (مثل Java، C++، C وغيرها)؛ المتنوّعة في تحقيقاتها (Implementations)؛ والعاملة في مواقع مختلفة أن تتصل مع بعضها البعض بسهولة، كما لو أنّها في موضع واحد. تمثّل المنحى العام لزيادة توافريه الخدمة بإنشاء نسخ متعدّدة (Replication) من الخدمة نفسها وتوزيعها جغرافياً على عدة أجهزة، ويتطلب ذلك دعماً من النظام لنمط التفاعل one-to-many. لا تزوّد التقنيات السابقة هذا النمط من التفاعلات؛ في حين تزوّد أنظمة اتصالات المجموعة (Group Communication Systems) [7]. تستخدم هذه الأنظمة نموذج مجموعة الغرض (Object Group Pattern) [9]، يقوم هذا النموذج بتجميع مجموعة من أغراض المخدم منطقياً في مجموعة، ويصبح بإمكان الزبون أن يتفاعل بشكل شفاف مع هذه المجموعة كما لو أنّها مخدم وحيد مفرد.

تتميز Jgroup [1] عن غيرها من أنظمة اتصالات المجموعة بدمجها لنموذج مجموعة الغرض مع نموذج الغرض الموزّع RMI، فقّمت بذلك نظاماً متكاملأ يعتمد تقنية واحدة (RMI) في جميع تفاعلاته، سواء الداخلية لتحقيق التنسيق بين نسخ الخدمة أو الخارجية اللازمة لتحقيق اتصال الزبون مع مجموعة المخدم.

طوّرت Jgroup إلى منصّة العمل Jgroup/ARM Autonomous Replication Management [6]، والتي تسمح بإنشاء نسخ المخدم على الأجهزة آلياً دون تدخل بشري، وتحافظ على عدد محدد وثابت من النسخ في بيئة الهدف من خلال مراقبتها عبر مكوّن مدير النسخ (Replication Manager). طوّر ميلينغ المنصّة ARM إلى منصّة جديدة Jgroup/DARM ((Distributed Autonomous Replication Management [5]، يتم فيها توزيع النسخ بطريقة موزّعة دون الحاجة إلى المكوّن المركزي المتمثّل بمدير النسخ المستخدم في ARM.

اقترح موقع مشروع Jgroup [1] إضافة وتحقيق مزايا جديدة في المنصّة، كدمج قاعدة بيانات مع Jgroup باستخدام Hibernate، تحقيق خدمة JavaSpaces مكررة باستخدام Jgroup، تحسين خوارزمية عضوية المجموعة المستخدمة في Jgroup ومزايا أخرى. يحقّق هذا البحث نظام ملفات موزّع على Jgroup يسمح بالعمليات الأساسية (استعراض الملفات المتوقّرة، جلب ملف، إرسال ملف، تعديل ملف).

تم تنظيم هذه المقالة على النحو التالي: تقدّم الفقرة 4 توضيحاً لمراحل العمل في Jgroup مع التمييز بين أنماط استدعاء طريقة المجموعة الخارجي. تصف الفقرة 5 نظام الملفات المنشأ والعمليات الأساسية فيه ونمط الاستدعاء المستخدم في كل عملية. تعرض الفقرة 6 نتائج تقييم الأداء التي تم التوصل إليها. تختتم الفقرة 7 هذه المقالة من خلال اقتراح مجموعة من التوصيات والأعمال المستقبلية.

2- أهمية البحث وأهدافه:

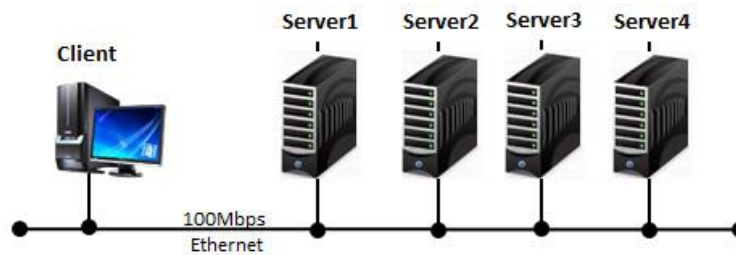
في الوقت الذي نسعى فيه إلى وجود عدد قليل نسبياً من المخدمات لتحقيق المستويات المرغوبة من التوافرية والموثوقية؛ مع احتمالية وجود عدد كبير من زبائن الخدمة، تدعم Jgroup قابلية التوسع (Scalability) لعدم حاجة زبائننا إلى الانضمام إلى مجموعة غرض المخدم قبل الحصول على الخدمة المرغوبة.

يهدف البحث إلى تحقيق نظام ملفات موزّع على Jgroup يستثمر جميع التسهيلات التي تقدّمها هذه المنصة كدعمها لقابلية التجزئة من خلال خدمة عضوية المجموعة القابلة للتجزئة؛ تتبّع هذه الخدمة مسار التغيرات في الشبكة (تعطّل أحد المخدمات أو انقطاع في شبكة الاتصال) لتزوّد كل مخدم بتقرير يسمى منظراً (view) يحوي قائمة بالأعضاء الحاليين القابلة للاتصال والتنسيق فيما بينها. تتميز هذه الخدمة في Jgroup بأنها تحافظ على استمرارية توفّر الخدمة الموزّعة في جميع أجزاء الشبكة؛ بدلاً من محدوديتها في جزء واحد فقط.

تعالج Jgroup أيضاً جميع المشاكل الناشئة عن عملية دمج أجزاء الشبكة بعد العودة من التجزئة من خلال خدمة دمج الحالة (State Merging Service SMS) التي تسهّل عملية عودة النظام إلى حالة عامة متناسقة بين جميع المخدمات.

3- منهجية البحث:

تمّ تحضير بيئة الهدف في مخبر الدراسات العليا في كلية الهندسة المعلوماتية بجامعة تشرين. تتألف هذه البيئة الموضّحة في الشكل (1) من خمسة أجهزة متصلة عبر شبكة محلية (Ethernet 100Mbps). يتطلّب تشغيل تطبيق Jgroup تحميل البرمجيات الموضّحة في الجدول (1) وذلك على كل جهاز في بيئة الهدف.



الشكل رقم (1): بيئة الهدف.

طوّرت Jgroup ب استخدام JAVA J2SE version 1.5، ويمكن تحميل هذه النسخة أو أية نسخة أحدث منها (هنا تم اختيار النسخة 1.8)، تزوّد الحزمة Apache Ant بنسختها 1.8.4 وسيلة سهلة وبسيطة لترجمة واختبار وتشغيل تطبيقات Jgroup، بينما تستخدم الأداة log4j بهدف تصحيح الأخطاء التي يمكن مواجهتها خلال تشغيل التطبيقات، بعد تحميل هذه الأدوات على الأجهزة في بيئة الهدف؛ يصبح بإمكاننا تشغيل تطبيقات Jgroup، وتحقيق نظام ملفات موزّع على Jgroup وإجراء الاختبارات المطلوبة.

الجدول رقم (1): البرمجيات المطلوبة لتشغيل تطبيقات Jgroup

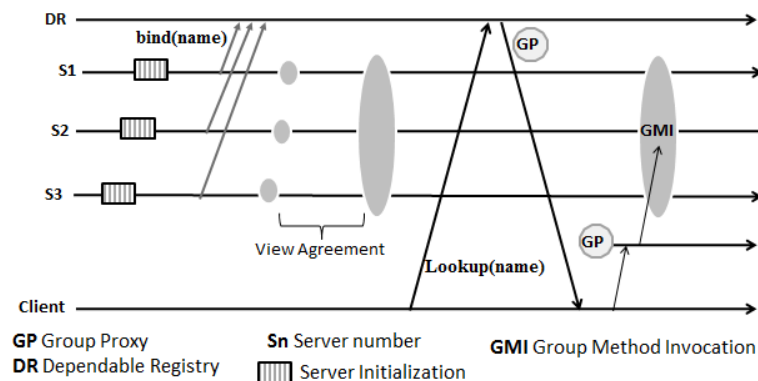
Jgroup 3.0.1 distribution	[1]
Java J2SE version 1.8.0-20	[2]
Apache Ant version 1.8.4	[3]
Apache Log4j version 1.3-alpha-8	[4]

بعد تحضير بيئة الهدف وتحقيق نظام الملفات المطلوب، يتم تقييم الأداء عن طريق قياس زمن التأخير اللازم لرفع ملفات بحجوم مختلفة (10, 20, 50, 100KB) من جهاز الزبون إلى النظام، وذلك من أجل نسخة مخدّم واحدة فقط، أما في السيناريو الثاني من أجل نسختي مخدّم وفي الثالث من أجل ثلاث نسخ خدمة. وفي الرابع من أجل أربع نسخ خدمة. تتوضّع نسخ الخدمة على الأجهزة Server1, Server2, Server3, Server4 على الترتيب.

4- مراحل العمل في Jgroup:

تزوّد Jgroup ثلاث خدمات أساسية وهي خدمة عضوية المجموعة القابلة للتجزئة (Partitionable Group Membership Service PGMS)، خدمة دمج الحالة (State Merging Service SMS) وخدمة استدعاء طريقة المجموعة التي تنقسم إلى نوعين: داخلي (Internal Group Method Invocation IGMI) تسمح بالاتصال بين أعضاء المجموعة من خلال البث المتعدد، وخارجي (External Group Method Invocation EGMI) يسمح للزبائن بالاتصال مع أعضاء المجموعة كما لو أنها كيان واحد.

يوضح الشكل (2) مراحل العمل في Jgroup، حيث تقوم نسخ المخدمات (s1,s2,s3) بتسجيل نفسها تحت اسم المجموعة ضمن المسجل DR (Dependable Registry) في Jgroup من خلال الطريقة bind(). تكتشف خدمة عضوية المجموعة على كلّ نسخة مخدّم قدرة جميع النسخ الثلاث على الاتصال فيما بينها، فتقوم بتحميل منظر واحد مؤلف من النسخ الثلاث، وذلك على كلّ نسخة مخدّم منها. حتى يتمكّن الزبون من الاتصال مع مجموعة المخدم؛ ينبغي عليه الاستعلام (Lookup) من DR عن اسم المجموعة المطلوبة، ليحصل على وكيل المجموعة GP (Group Proxy)، يحوي الوكيل المجموعة معلومات عن النسخ المكوّنة للمجموعة، ممّا يمكّن الزبائن من الاتصال مع المجموعة ككيان مفرد بإنجاز الاستدعاء عبر هذا الوكيل، تتسّق المخدمات أحداثها ضمن المنظر نفسه للحفاظ على حالتها المشتركة وتزويد خدمة موثوقة من خلال خدمة استدعاء الطريقة الداخلي (Internal Group Method Invocation IGMI).



الشكل رقم (2): مراحل العمل في Jgroup

تعيد خدمة استدعاء طريقة المجموعة التي ينفذها الزبون على مجموعة الغرض إجابة واحدة فقط بدلاً من مصفوفة نتائج، فيحقق بذلك الشفافية في عملية الاستدعاء (كما لو أنه استدعاء طريقة على مخدم مفرد)، يمكن التمييز بين نوعين من استدعاء طريقة المجموعة الخارجي:

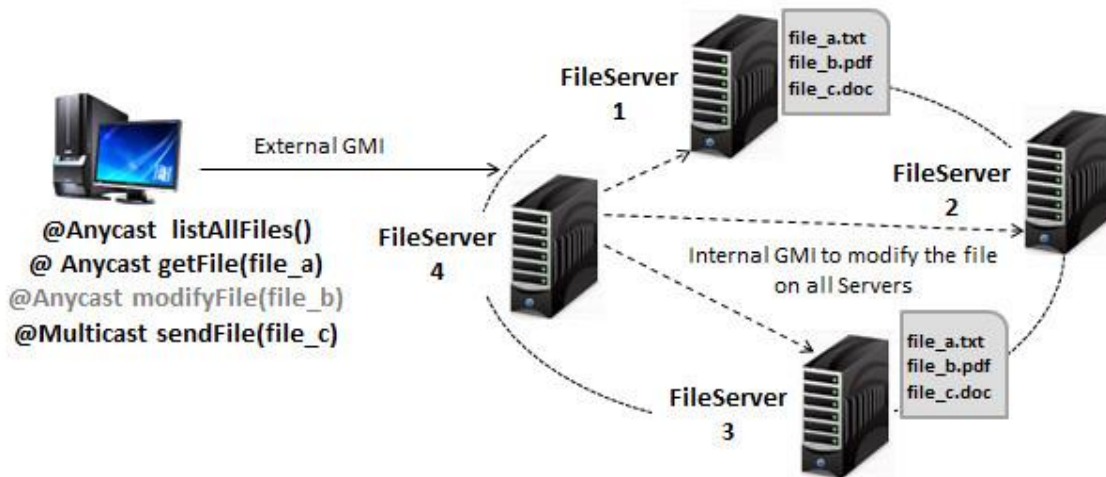
-Anycast EGMI: يتم إنجاز الاستدعاء من خلال تنفيذ الطريقة على مخدم واحد فقط على الأقل. ويعتبر بذلك ملائماً للطرائق التي لا يشمل تنفيذها كامل أعضاء المجموعة، كطرائق القراءة من قواعد البيانات (وهو ملائم في نظامنا لحالة استعراض كامل الملفات وحالة جلب ملف).

-Multicast EGMI: يتم إنجاز الاستدعاء من خلال تنفيذ الطريقة نفسها على كل مخدم موجود ضمن جزء الشبكة الذي ينتمي إليه الزبون المستدعي، وهي ملائمة للطرائق التي يؤثر تنفيذها على كل مخدم في المجموعة (وهو ملائم لحالة رفع ملف في نظامنا).

يضمن تحقيق EGMI في Jgroup خاصية تزامن المنظار (view synchrony)، فعندما يقوم مخدمان (s1, s2) بتحميل زوج من المناظير المتتالية (v1,v2) من خلال خدمة عضوية المجموعة، فإن كل من المخدمين يكون قد نفذ المجموعة نفسها من استدعاءات EGMI وذلك ضمن المنظار الأول v1. بمعنى آخر، قبل أن يتم تحميل المنظار الجديد v2، يتوجب على جميع المخدمات المنتمية إلى v1 أن تتوافق على جميع استدعاءات EGMI المنجزة خلال تواجدها معاً في المنظار v1. تضمن هذه الخاصية تكامل البيانات، ففي حالة نظام ملفات موزع نضمن أن التعديل المنجز على أحد النسخ من خلال استدعاء طريقة مجموعة خارجي قد أنجز على جميع المخدمات فتحافظ بذلك على حالة مشتركة فيما بينها.

5- تحقيق نظام ملفات موزع على Jgroup:

يوضح الشكل (3) توصيفاً لنظام الملفات المنشأ على Jgroup. يسمح النظام للزبائن بتنفيذ أربع عمليات: استعراض كامل الملفات، الحصول على ملف من النظام (تحميل)، تعديل ملف، وإرسال ملف لتخزينه (رفع ملف).



الشكل رقم (3): نظام ملفات موزع على Jgroup.

تم تحقيق النظام على النحو التالي: ينضم المخدم الأول File Server1 إلى مجموعة الغرض (File Server)، حيث يحوي هذا المخدم على الملفات المراد التعامل معها ضمن النظام، بعدها يتم انضمام المخدم الثاني FileServer2 إلى مجموعة الغرض نفسها File Server، عندها تكتشف خدمة عضوية المجموعة حالة الانضمام هذه لتقوم بتشكيل منظار جديد يحوي كلا المخدمين (FileServer1, FileServer2)، يقوم المخدم الجديد المنضم وهو FileServer2 بالحصول

على جميع الملفات المخزنة على FileServer1 باستدعائه طريقة من النمط الداخلي (get Files)؛ حيث تمت هنا الاستفادة من خدمة استدعاء طريقة المجموعة الداخلية التي تزودها Jgroup لتحقيق التنسيق بين المخدمات. يحدث الأمر نفسه مع انضمام المخدمين (FileServer3, FileServer4) من حيث تشكيل مناظير جديدة والحصول على الملفات المطلوبة. يمتلك بعدها كل مخدم من المخدمات الأربع الموضحة في الشكل (3) مجموعة الملفات نفسها. وجميع المخدمات قادرة على الاتصال والتنسيق فيما بينها، يمكن للزبائن هنا طلب تنفيذ إحدى العمليات الأربع.

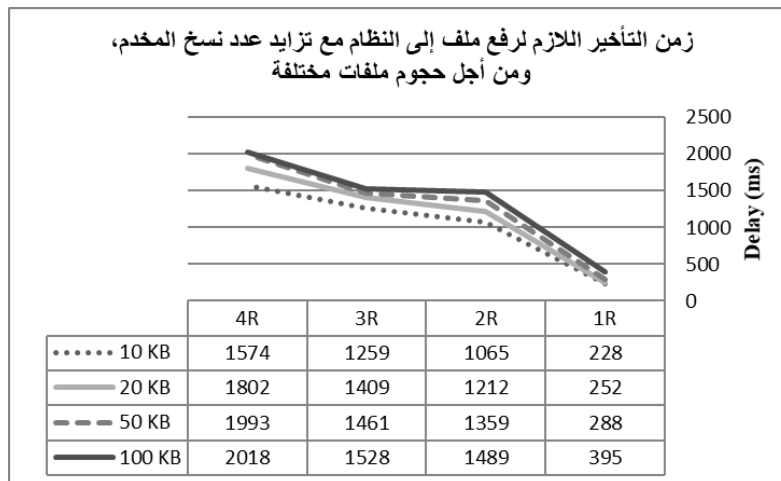
إن طلب استعراض الملفات يمكن إنجازها من خلال الاتصال مع نسخة مخدم واحدة فقط، كما أن تنفيذه لا يؤثر على حالة النظام (يكافئ نمط الاستدعاء Anycast)، وكذلك الأمر بالنسبة لطلب الحصول على ملف، في حين إرسال ملف لتخزينه على النظام، يتطلب اتصالاً مع جميع المخدمات ضمن مجموعة الغرض لإضافة هذا الملف لديها (وهو مكافئ لنمط الاستدعاء Multicast)، تسبب عملية تعديل أحد الملفات تغييراً في حالة النظام، وبالتالي يمكن إنجازها من خلال الاتصال مع مخدم واحد لتعديل الملف المطلوب (Anycast) ليتم ضمن هذا الاستدعاء تنفيذ المخدم المتصل معه لطريقة من النمط الداخلي يتم من خلالها نقل التعديل نفسه على الملف إلى باقي المخدمات ضمن مجموعة الغرض.

تكتشف خدمة عضوية المجموعة القابلة للتجزئة التي تزودها Jgroup التغيرات الحاصلة في شبكة الاتصال كحدوث انقطاع يؤدي إلى انفصال المخدمين FileServer1, FileServer2 عن المخدمين FileServer3, FileServer4. لتقوم بتشكيل مناظيرين (view1, view2) يكافئ كل منهما جزءاً من الشبكة، يحوي كل منظار على مخدمين، وتبقى خدمة التعامل مع الملفات متوفرة ضمن كل جزء، في حين لا تسمح أنظمة اتصالات مجموعة أخرى بذلك لتبقى الخدمة متوفرة ضمن جزء واحد فقط يسمى بالجزء الأساسي (primary-partition).

تعالج Jgroup أيضاً عملية العودة من التجزئة، كعودة الاتصال بين الجزأين، حيث تقوم خدمة عضوية المجموعة بتشكيل منظار جديد يحوي المخدمات الأربع، وتتم معالجة جميع التحديثات المتناقضة التي يمكن حصولها خلال فترة التجزئة باستخدام خدمة دمج الحالة التي تزودها Jgroup.

6- نتائج ومناقشة:

يظهر الشكل (4) زمن التأخير اللازم لرفع ملفات بحجوم مختلفة إلى النظام (مقدراً بالميلي ثانية) مع تزايد عدد نسخ المخدم.



الشكل رقم (4): زمن التأخير (ميلي ثانية) اللازم لتحميل ملفات بحجوم مختلفة مع تزايد عدد نسخ الخدمة.

✓ يتزايد زمن التأخير اللازم لإرسال ملف إلى النظام مع تزايد عدد نسخ الخدمة (Number of Replicas). فمن أجل إرسال ملف بحجم 10KB يتزايد زمن التأخير من 228 ميلي ثانية في حالة مخدم واحد إلى 1574 ميلي ثانية مع وجود 4 مخدمات، وكذلك الأمر مع الملفات بحجوم (20, 50, 100KB). يعود سبب ذلك إلى تنفيذ بروتوكولات الموثوقية في النمط multicast (نمط استدعاء الطريقة (send File)) والتي تضمن الحفاظ على الحالة المشتركة بين جميع نسخ المخدم المتواجدة معاً ضمن المنظور نفسه.

✓ من أجل عدد نسخ محدد ضمن مجموعة الغرض؛ لا يؤثر تزايد حجم الملف بشكل كبير على زمن التأخير، فمن أجل نسخة مخدم واحدة فقط، تزايد زمن التأخير من 228 ميلي ثانية لاستعادة ملف بحجم 10KB إلى 395 ميلي ثانية لاستعادة ملف بحجم 100KB.

يظهر البحث فائدة إنشاء نظام ملفات على Jgroup، من خلال تقييم أداء النظام في استجابته لطلبات الحصول على ملفات (تحميل ملف) مع وجود 5 مخدمات ضمن مجموعة غرض Jgroup. حيث يتم قياس زمن التأخير اللازم لجلب ملف على كل زبون، ودراسة تأثير تزايد عدد الزبائن على هذا الزمن. يمثل زمن التأخير الفاصل الزمني ما بين لحظة استدعاء الزبون لطريقة الحصول على الملف ((read File)) وحتى حصوله على هذا الملف، ويتم حسابه من خلال تعليمات جافا يتم إدراجها ضمن كود الزبون.

يوضح الجدول 2 أزمدة التأخير اللازمة لاستعادة ملف بحجم 10KB على كل زبون، حيث يتزايد عدد الزبائن من 1 إلى 5، ليتم دراسة مدى تأثير هذه الزيادة على زمن التأخير اللازم لاستعادة الملف على الزبون الأول (Client1). يوضح الجدول 3 زمن التأخير اللازم لاستعادة الملف على الزبون الأول مع تزايد عدد الزبائن من 6 إلى 10.

الجدول رقم (2): أزمدة التأخير (ميلي ثانية) اللازمة لاستعادة ملف بحجم 10KB على كل زبون (يتزايد عدد الزبائن من 1 إلى 5).

Client 5	Client 4	Client 3	Client 2	Client 1
-	-	-	-	11243
-	-	-	12066	11488
-	-	11925	12546	11361
-	12055	10504	11909	11290
11745	11307	10492	12600	12140

الجدول رقم (3): أزمدة التأخير اللازمة لاستعادة ملف على الزبون الأول (مع تزايد عدد الزبائن من 6 إلى 10).

Delay on Client1 (MS)	Number of Clients
11938	6 Clients
11944	7 Clients
11933	8 Clients
12028	9 Clients
11821	10 Clients

✓ يلاحظ من الجدول 2 والجدول 3 عدم تأثر زمن التأخير اللازم لتحميل ملف من قبل Client1 مع تزايد عدد طلبات الزبائن، فقد بقي بحدود 11 ثانية ليصل أحياناً إلى 12 ثانية في حالة 5 زبائن وحالة 9 زبائن. وهذا لا يتعلق بتزايد عدد الطلبات وإنما ناتج عن تأخيرات شبكية بسبب اتصال الزبون مع مجموعة الغرض. وكذلك الأمر بالنسبة لباقي الزبائن؛ ففي الجدول 2 تطلبت معظم الزبائن تأخيرات مشابهة للزبون الأول للحصول على الملف.

✓ نظراً للآلية التي تتبعها Jgroup في استدعاء طريقة المجموعة الخارجي من النوع Anycast، حيث لا تقوم خدمة استدعاء طريقة المجموعة الخارجية في Jgroup باختيار المخدم نفسه للإجابة على كل طلب؛ فهي تقوم بتوجيه كل زبون إلى مخدم مختلف ضمن مجموعة الغرض مما يساعد على موازنة الحمل بين مخدمات مجموعة الغرض ويزيد من سرعة تنفيذ الطلبات (يبرز هنا فائدة إنشاء نظام ملفات موزع باستخدام Jgroup).

7- الاستنتاجات والتوصيات:

- حققنا في هذه المقالة نظام ملفات موزع على Jgroup يستفيد من الميزات التي تقدمها هذه المنصة لتحقيق التوافرية والموثوقية المطلوبة، من خلال معالجتها لحالات التجزئة الممكن حصولها في شبكة الاتصال.
- يساهم النظام المحقق في زيادة توافريته الخدمة، حيث لا يؤدي تعطل أحد المخدمات إلى ضياع الملفات وتوقف الخدمة؛ بسبب وجود نسخ مشابهة منها على باقي المخدمات. كما يحسن من أداء النظام مع وجود عدد كبير من الزبائن.
 - يتزايد الزمن اللازم لإجراء عملية تعديل على الملفات (رفع ملف) مع تزايد عدد نسخ المخدم، يعود ذلك إلى تنفيذ بروتوكولات الموثوقية المطلوبة لتحقيق تزامن المنظار وتحقيق تكامل البيانات بين النسخ المكررة.
 - من الممكن العمل على تحقيق نظام ملفات على Jgroup يستخدم التقنية zero-copy [13] والتي تسرع من أداء النظام. كما يمكن إجراء مقارنة بين نظامنا مع نظام ملفات محقق على نظام اتصالات مجموعة آخر.
 - تعتبر إضافة مزايا جديدة إلى Jgroup من الأعمال المستقبلية المقترحة؛ من المزايا المقترحة إضافتها:
 - تحسين الخوارزمية التي تعتمد عليها الخدمة الأساسية في Jgroup وهي خدمة عضوية المجموعة.
 - دمج قاعدة بيانات مع Jgroup بالاعتماد على أدوات مقابلة الغرض العلائقية (Eclipse [15], Hibernate [14]).
- تحقيق خدمة JavaSpaces [16] مكررة على Jgroup.

8- المراجع العلمية المستخدمة في البحث:

- 1- UNIVERSITY OF BOLOGNA, 2008, Jan.2017<<http://jgroup.sourceforge.net/index.html>>
- 2- SOFTONIC, 2009, June.2016. <<http://java-development-kit-jdk.en.softonic.com/>>.
- 3- APATCHE ANT ,2014, 3February.2016. <<http://ant.apache.org/>>.
- 4- APACHE ,2012, 10July.2016. <<http://logging.apache.org/log4j/1.2/>>.
- 5- Meling, H., (2008), **An Architecture for Self-healing Autonomous Object Groups**, University of Stavenger, Department of Electrical Engineering and Computer Science, N-4036 Stavenger, Norway.

- 6– Meling, H.; Montresor, A.; Helvik, B. E. and Babaoglu, O., (2008), **Jgroup/ARM: a distributed object group platform with autonomous replication management**, Softw. Pract. Exper., 38: 885–923. DOI: 10.1002/spe.853.
- 7– Vitenberg, R.; Keidar, I.; Chockler, G. and Dolev, D., (1999), **Group Communication Specifications: A Comprehensive Study**, Technical Report CS99–31, Institute of Computer Science, The Hebrew Univ. of Jerusalem.
- 8– Ban, B., (1998), **JavaGroups:Group communication patterns in Java** , Technical Report, Department of Computer Science, Cornell University.
- 9– Montresor, A., (2000), **System Support for programming object-oriented dependable applications in partitionable systems**, (PhD Thesis), University of Bologna, Department of Computer Science. PP: 87–100.
- 10– Deitel, H.M., Deitel, P.J. and Santy, S.E., (2001), **Advanced Java 2 Platform: How to PROGRAM**, New Tersey: Prentice–Hall, Inc.
- 11– Deitel, H.M., Deitel, P.J. and Santy, S.E., (2002), **Advanced Java 2 Platform: HowTo PROGRAM**, New Tersey: Prentice–Hall, Inc, pp: 1260–1317.
- 12– Bernstein, P., (1996), **Middleware: A Model for Distributed System Services**, Communications of the ACM, 39:2, 86–98.
- 13– Palaniappan, S.K. Nagaraja, P.B., (2008), **Efficient data transfer through zero copy**, www.ibm.com/developerworks/ibm/trademarks/.
- [14] MINTER, D.; LINWOOD, J. ‘Beginning Hibernate: From Novice to Professional’. Apress,Inc, United States of America, 2006, pp. 11–25.
- [15] ECLIPSE, 2016, 10January.2016.
<<http://www.eclipse.org/eclipselink/documentation/2.6/concepts/toc.htm>>.
- [16] Deitel, H.M., Deitel, P.J. and Santy, S.E. **Advanced Java 2 Platform: How to PROGRAM**, New Tersey: Prentice–Hall, Inc, 2002

التحكم بسرعة وموضع محرك بيزوكهربائي خطي باستخدام المتحكمات الذكية Fuzzy PID

*د. أحمد كردي

(الإيداع: 18 كانون الثاني 2018، القبول 14 آذار 2018)

الملخص

يعد المحرك البيزوكهربائي الخطي (Linear Piezoelectric Motor: LPZM) من أهم أنواع المحركات التي تقدم دقة عالية بالموضع واستجابة سريعة. يستخدم بشكل واسع في التطبيقات الصناعية والتطبيقات الطبية ولاسيما في الأدوات الجراحية والروبوتات.

في هذا المقال نقدّم دراسة تحليلية ونمذجة لمحرك بيزوكهربائي خطي مع نظام قيادة أمثلي له مستخدمين تقنية الذكي ذو المنطق الغامض من نوع Fuzzy PID، في البداية تم اعداد نموذج ديناميكي للمحرك البيزوكهربائي الخطي اعتماداً على معادلات الحركة للجزء المتحرك (المزلاق) بالنسبة للجزء الثابت. ثم تم تصميم نظام القيادة للمحرك اعتماداً على المتحكمات التقليدية PID وتم تعيير بارامترات المتحكم للحصول على أفضل استجابة ممكنة لا شارتي السرعة والموضع، الا أن الهدف من استخدام المحرك في تطبيقات الدقة العالية وسرعة الاستجابة تتطلب متحكماً أكثر دقة وأسرع استجابة من المتحكمات التقليدية فتم اختيار متحكم ذكي يعتمد المنطق الغامض وذلك لان العلاقة بين القوة الناتجة عن المحرك مع الجهد والتيار هي علاقة غير خطية.

أثناء عملية تصميم المتحكم Fuzzy PID تم تحديد درجة انتماء الدخل لمجموعات الدخل الغامضة، وتحدد ربح الخرج وفق قانون التحكم المطبق على النظام. كما تم بناء المتحكم في بيئة Matlab/Simulink، يعمل هذا النموذج المطور على التحكم بالسرعة والموضع معاً للمحرك LPZT.

لقد أظهرت النتائج المتحكم أن الذكي أسرع استجابة من المتحكم الكلاسيكي بمقدار 1.2 ميلي ثانية، مما يؤكد أهمية المتحكم الذكي ذو المنطق الغامض وسرعة أدائه للوصول لحالة الاستقرار خلال زمن أقل بالمقارنة مع المتحكمات الكلاسيكية.

الكلمات المفتاحية: المحرك البيزوكهربائي الخطي، المتحكم الغامض، النموذج الديناميكي.

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

Speed and Position Control of a Linear Piezoelectric Electric Motor Using Intelligence Controllers Fuzzy PID

* Dr. Ahmad Kurdi

(Recived:18 January 2018, Accepted:14 March2018)

Abstract:

Linear piezoelectric motor (LPZM) is a kind of motor which offers high precision and fast response. It is widely used in industrial and medical applications, surgical instruments and robots, etc.

In this article, we present an analytical study and modeling of a linear piezoelectric motor with system drive using Fuzzy PID controller.

Firstly, a dynamic model of the linear piezoelectric motor was developed based on the motion equations of the sliding part of the motor.

Secondly, the drive system was designed based on the traditional PID controller.

It's parameters were calibrated to obtain the best possible response for speed and position signals, However, the purpose of using the motor in high precision applications requires a more precise control and faster response than traditional controllers. An intelligent controller based on Fuzzy PID was selected because the nonlinearity relationship between the current and position displacement.

During the design process of the Fuzzy PID controller, we determined the degree of input belonging to the fuzzy input groups and determining the output gain according to the control law applied to the system. On the other hand, the controller has been built sur Matlab/Simulink environment. This developed driving system controls both speed and position for the motor.

The results have been shown that the Fuzzy PID controller is faster response from the classical controller by 1.2 milliseconds, which confirm the importance of Fuzzy PID in terms of speed and performance to stability.

Keywords: Piezoelectric Electric Motor, Fuzzy PID Controller, Dynamic Modeling.

*Dept. of Computer Technicals, Applied Faculty, University of Hama.

1- مقدمة:

لقد أصبح للمحركات البيزوكهربائية دوراً مهماً في الصناعات الحديثة لما تمتلكه من حجوم وأوزان صغيرة وسرعات منخفضة. إن أوسع مجال لاستخدام المحركات البيزوكهربائية هو مجال الكاميرات الرقمية والسيارات الحديثة ومؤخراً توجهت إلى المجال الطبي (التصوير بالرنين المغناطيسي) وكذلك في مجال طب العيون، أن أهم ما يميز عملها أنها تعتمد على الحقل الكهروساكن في مبدأ عملها ولا تعتمد على الحقل المغناطيسي كباقي المحركات الكهربائية. أن هذا النوع من المحركات الخاصة تحتاج إلى نظام تحكم خاص ودقيق نستطيع، تقسيم منظومة التحكم بالمحرك إلى قسمين:

- نظام التحكم بالحلقة المفتوحة يكون خرج غير متعلق بدخله (أي لا تتم عملية المقارنة بين إشارة الدخل وإشارة الخرج وإجراء التصحيح للخرج).
 - نظام التحكم بالحلقة المغلقة فهو ذلك النظام الذي يؤخذ خرج كإشارة تغذية عكسية ثم تقارن مع إشارة الدخل وهنا سوف نحصل على إشارة الخطأ، ويتم معالجتها وإجراء التصحيحات على الخرج وصولاً إلى استجابة أمثلية في الخرج.
- تم التركيز في هذا البحث على نظام القيادة مستخدمين تقنيات الذكاء الصناعي متمثلة بتقنية المنطق الغامض fuzzylogic للحصول على نظام تحكم وقيادة ذو أداء متميز قادر على التلائم مع الخصائص اللاخطية لسلوك المحرك.

2- الدراسة المرجعية:

إن أول نموذج عملي للمحرك البيزوكهربائي تم تصميمه من قبل الباحث H.V. Barth في عام 1973 في شركة IBM، يتألف هذا المحرك من هزازين والذين يدفعان أسطوانة، عندما يتم تهيج أحد الهزازين من قبل العنصر البيزوكهربائي، فإن المحرك يدور بأحد الاتجاهين، من أجل الدوران في الاتجاه المعاكس يتم تهيج الهزاز الآخر مع العنصر البيزوكهربائي المقابل له، بعد ذلك بعدة سنوات قام الباحثان ال روسيان V.V. Lavrinenko و P.E. Vasiliev ببناء عدة تصاميم تعتمد على مبدأ عمل المحرك فوق الصوتي المصمم من قبل Barth. في ذلك الوقت، كان استخدام هذه المحركات في التطبيقات العملية قليلاً بسبب التآكل المفرط بين القسم الثابت والقسم المتحرك على المحرك، الموثوقية الضعيفة للعنصر البيزوكهربائي، ومطال الاهتزاز المتغير كلها أمور حدثت من تطوير استخداماته.

إن أول تقدم حقيقي في تطوير المحرك فوق الصوتي أتى في ثمانينات القرن الماضي، وذلك نتيجة للتطور في صناعة العناصر نصف الناقلة في عام 1980، قام الباحث T. Sashida بتطوير محرك بيزوكهربائي دوار بملك مردوداً مساوياً لـ 40% عند سرعة 1500rpm وعزم حمولة 0.8kgf.cm. ثم قام Hitachi Maxel بتحسين وتبسيط محرك Sashida بشكل ملحوظ عن طريق استبدال عدة قطع بيزوكهربائية اهتزازية بوصلة ارتباط التوائية، أدى ذلك إلى تحسين المردود حتى 80% عند عزم حمولة 13kgf.cm، وكانت أبعاد المحرك 13mm x 60mm.

وفي عام 2014 قام الباحث Jacky بوضع نموذج للمحرك البيزو كهربائي الدوار معتمداً على المعادلة الديناميكية التي تصف معادلة الحركة بين الجزء الثابت والمزلاق وحصل على إشارة السرعة والموضع لكنه لم يستخدم المتحكمات الذكية في نظام القيادة.

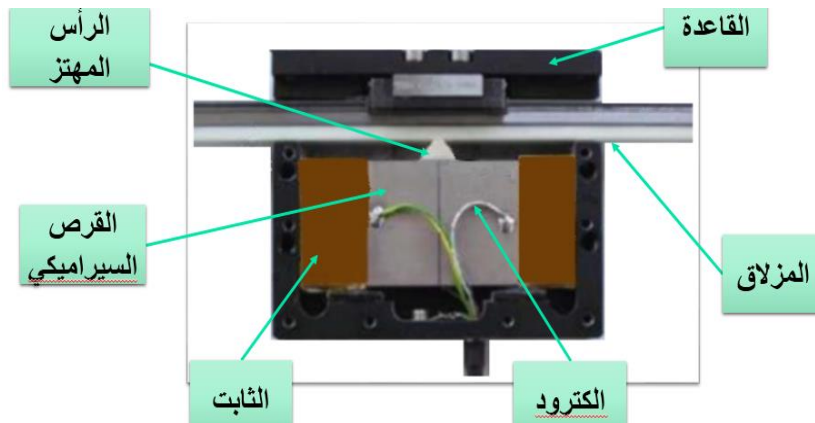
3- أهمية البحث:

تبرز أهمية هذا البحث في الاستفادة من خصائص المحرك المميزة والمتعلقة ببنائه التي تسمح بإمكانية التحكم بموضع الجزء المتحرك وإمكانية الحصول على سرعة عالية في الاستجابة وذلك عندما يتوفر نظام القيادة المناسب، لذلك قمنا في هذا البحث باستخدام طريقتين للتحكم بالسرعة والموضع، الطريقة الأولى استخدمنا فيها منظومات PID التقليدية والثانية استخدمنا

المتحكم الذكي ذو المنطق العائم Fuzzy PID وتم مقارنة نتائج المحاكاة عن كلا الطريقتين بهدف تقييم أداء المحرك عند استخدامه في تطبيقات الدقة العالية مثل التحكم في موضع العدسات الليزرية المستخدمة في طب العيون ومعالجتها، هذه الدراسة تمت في البيئة البرمجية Matlab/Simulink.

4- بنية ومبدأ عمل المحرك البيزوكهربائي الخطي المدروس:

يتألف المحرك من الجزء الثابت (Actuator) والجزء الدافع (Pusher) أو ما يسمى بالرأس المهتز، المزلاق (Slider) حيث يتألف الجزء الثابت من شريحة مصنوعة من السيراميك البيزوكهربائي وهي مستطيلة الشكل يتوضع على سطحها الكترودين مشتركين إحداهما على السطح والثاني على السطح المقابل له، وفوق الشريحة البيزوكهربائية يتوضع الجزء الدافع أو ما يسمى بالرأس المهتز الذي يحافظ على الاحتكاك مع المزلاق متصل على طول حافة الثابت ويعتبر الجزء المتحرك في المحرك.

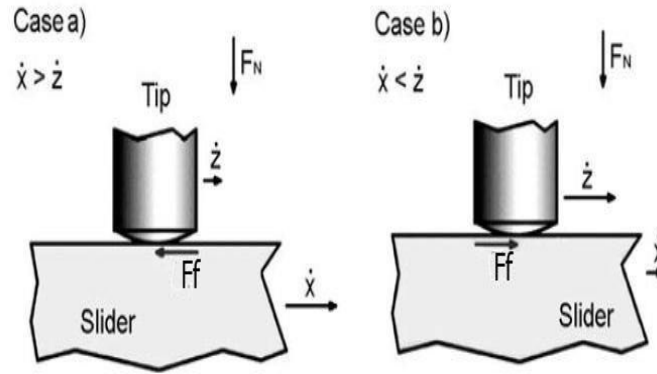


الشكل رقم (1): أجزاء المحرك البيزوكهربائي الخطي ذي الموجة الساكنة

إن المحرك الموضح بالشكل (1) هو من إنتاج الشركة اليابانية SHINSE. حيث تم تصنيع الجزء الثابت من مادة برونز البيرليوم (عنصر فلزي نادر) ويتم تهيجه وفقاً لأحد أنماط الاستجابة الميكانيكية (نمط طولاني، نمط عرضاني، نمط القص)، أما المزلاق فتم تصنيعه من مادة الديورالومين ويوجد أسفل المزلاق مادة لدنة احتكاكية تحسن من التماس مع الثابت وتخفيض معامل الاحتكاك وتضمن عدم التآكل والاهتراء، وهذا المزلاق يضغط على الثابت من خلال نابض يسمح بتعبير الإجهاد المحوري المطبق وهذا ما أشار اليه الباحثين Karl وBurhanetti (2016).

5- النموذج الديناميكي للمحرك البيزوكهربائي الخطي LPZM:

تم استخدام طريقة النموذج الديناميكي لأنها تعطينا إستجابة السرعة والتسارع والموضع للمحرك وبالتالي تعطينا دراسة السلوك الحركي للمحرك، من أجل ذلك ننطلق من معادلات الحركة والتي يمكن أن تتحدد بإستخدام آلية القيادة الموصوفة بالشكل (2)، للتأكد من المفهوم المذكور سابقاً ولتحليل حركة الانزلاق للجزء المتحرك، وتحديد القوة الطبيعية يمكن للنموذج أن يستخدم ليأخذ معادلات الحركة للمزلاق (كتلته m ومحوره x) ويتسارع بواسطة قوة الاحتكاك F_f .



الشكل رقم (2): مبدأ الحركة في المحرك البيزوكهربائي الخطي

يعتمد اتجاه قوة الاحتكاك على السرعة النسبية للمزلاق وعلى الرأس المهتز، الفرضيتان الرئيسيتان لإنشاء نموذج لحركة المزلاق هو أن القوة الطبيعية بالنسبة للدافع دائماً ضاغطة وأن عملية الاحتكاك هي القوة المؤثرة على الانزلاق فقط بين الرأس المهتز والمزلاق، إذا كانت القوة الطبيعية غير ضاغطة ذلك يعني أن الاتصال بين المزلاق والرأس المهتز مفقود. علاوة على ذلك فإن تأثير الرأس المهتز على سطح المزلاق يسبب ضعف واهتراء للرأس المهتز كما يتطلب جهد إضافي والذي بدوره يؤثر على الإستجابة الكلية للنظام.

$\dot{z}$: سرعة الرأس المهتز تقاس بـ mm/s.

F_f : قوة الاحتكاك على المزلاق تقاس بـ نيوتن.

F_N : القوة الطبيعية تقاس بـ نيوتن.

$\dot{x}$: سرعة المزلاق تقاس بـ mm/s.

إن معادلة الحركة للمحرك البيزوكهربائي تعطى بالعلاقة التالية [A]:

في حالة: $\dot{x} > \dot{z}$ أي سرعة المزلاق أكبر من سرعة الرأس المهتز للمحرك فإن:

$$m\ddot{x}(t) = -F_f(t) = -\mu F_N(t) \quad (1)$$

أي سرعة المزلاق أصغر من سرعة الرأس المهتز للمحرك فإن: $\dot{x} < \dot{z}$ في حالة:

$$m\ddot{x}(t) = F_f(t) = \mu F_N(t) \quad (2)$$

بأخذ كلتا الحالتين فتصبح المعادلة من الشكل التالي:

$$m\ddot{x}(t) = \text{sign}[\dot{x}(t) - \dot{z}(t)] \cdot F_N(t) \quad (3)$$

حيث أن معادلة القوة الطبيعية:

$$F_N(t) = F_0 + F \cdot \cos(\omega t) \quad (4)$$

ومعادلة الحركة للرأس المهتز على المحور الشاقولي:

$$z(t) = z_0 \cdot \sin(\omega t - \varphi_0) \quad (5)$$

حيث أن:

$x(t)$: يمثل محور المزلاق (الجزء المتحرك).

$z(t)$: يمثل محور الرأس المهتز **tip** (الجزء الثابت).

F_0 : قوة ما قبل التحميل.

F : مطال القوة الطبيعية الجيبية.

z_0 : المطال لحركة الرأس المهتز.

φ_0 : الإزاحة بين الرأس المهتز والقوة.

m : كتلة المزلاق.

μ : معامل الاحتكاك بين الرأس المهتز وسطح المزلاق.

w : التردد الزاوي.

نَعَوِّضُ المعادلات (3)، (4)، (5) في المعادلة (2) فينتج لدينا المعادلة النهائية التالية:

$$\ddot{x}(t) = \frac{\mu}{m} \text{sign}[\dot{x}(t) - z_0 \cdot w \cdot \cos(wt - \varphi_0)](F_0 + F \cdot \cos(wt)) \quad (6)$$

هذه المعادلة تعبر عن تصميم نموذج حركة المحرك البيزوكهربائي الخطي مع أخذ القيم المناسبة لنموذج المحرك بالاعتماد على الدراسة التصميمية من برنامج التمثيل الرقمي ANSYS وهو عبارة عن برنامج متعدد مهام الدراسة يعتمد على مبدأ العناصر المنتهية في إيجاد الحل الأمثل، وتم من خلاله الحصول على بعض البارامترات المطلوبة لنمذجة المحرك [B].

الجدول رقم (1): بارامترات المحرك المستخدمة في النمذجة

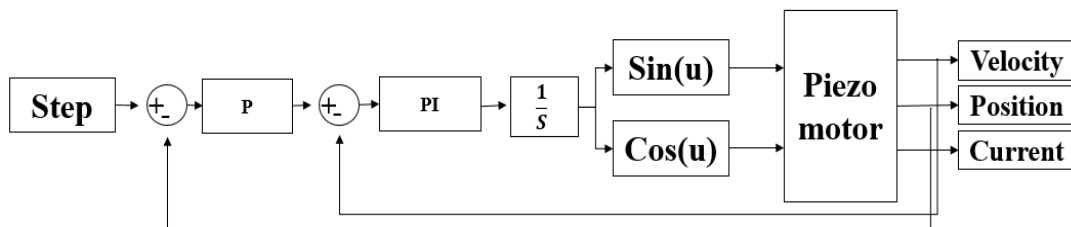
μ	0.17	معامل الاحتكاك
m	2.28kg	كتلة المحرك
w	$2\pi 40\text{kHz}$	السرعة الزاوية
ϕ_0	90°	الازاحة بين الطورين
F	20N	القوة الطبيعية
F_{preload}	20N	القوة المسبقة
Z_0	$1.5\mu\text{m}$	مطال السرعة

6- تنظيم السرعة والموضع معاً للمحرك البيزوكهربائي الخطي:

إن الهدف من تنظيم السرعة مع تنظيم الموضع هو الحصول على دقة في الموضع مع استجابة ممتازة للسرعة وذلك من أجل تطبيقات معينة مثل التطبيقات الخاصة بالأنظمة الطبية وأنظمة الطيران ومشغلات العدسات.

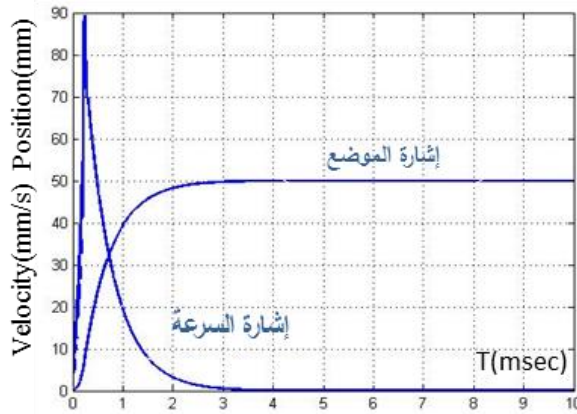
1-6 تنظيم السرعة والموضع باستخدام منظمات PI:

إن متحكم السرعة هو عبارة عن منظم تناسبي-تكاملي PI له ثابتين k_p, k_i ، أما متحكم الموضع عبارة عن منظم P له ثابت واحد فقط هو k_p .

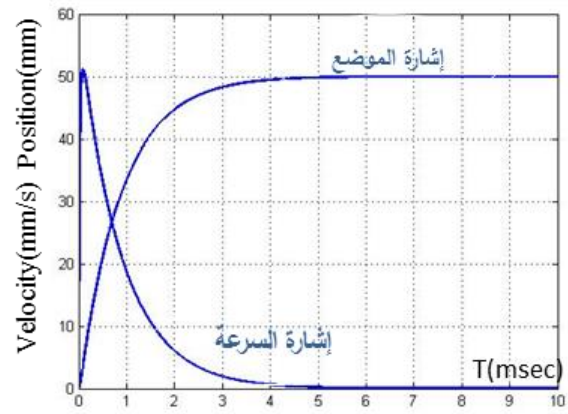


الشكل رقم (3): تنظيم السرعة مع الموضع باستخدام منظم PI

تم اجراء محاكاة للنموذج المبين في الشكل (3)، من خلال عملية المحاكاة تم طلب الوصول للموضع 50mm فترتعت سرعة المحرك إلى 53mm/mSec وبعد ذلك تناقصت بالتدريج حتى تصل للموضع المطلوب عند اللحظة 4mSec. الآن نقوم بتغيير قيم بعض الثوابت للتحكمات كما هو موضح في الشكلين (4-a) ، (4-b):



(b)



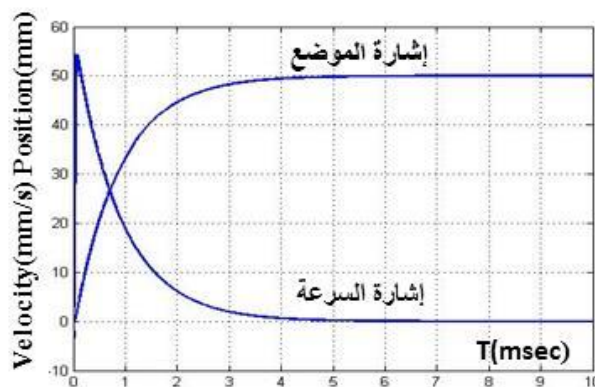
(a)

الشكل رقم (4): اشارتي السرعة والموضع عند تغيير قيم ثوابت المتحكمات

في الشكل (4-a) نلاحظ عند اعطاء القيمة $K_p=1.25$, $K_I=5$ فإن إشارة السرعة ترتفع إلى قيمة تصل 90mm/sec حتى تتناقص وتصل للموضع المطلوب خلال زمن سريع قدره 3mSec ولكن هذا على حساب السرعة الأساسية للمحرك التي قيمتها 53mm/Sec لذلك فإن عمل المحرك يكون في المجال غير المسموح.

من الشكل (4-b) نلاحظ أنه عند اعطاء الثابت القيمة $K_p=2$, $K_I=5$ أن إشارة السرعة ترتفع إلى قيمة تصل 50mm حتى تتناقص وتصل للموضع المطلوب خلال زمن قدره 5mSec وبالتالي تتناقص زمن الاستجابة عن الحالة الأساسية وهذا غير مرغوب.

وأخيراً توصلنا إلى قيم لثوابت المنظم والتي تعطي أفضل استجابة في السرعة والموضع وهي موضحة بالشكل (5): نلاحظ عند طلب موضع 50mm ترتفع سرعة المحرك إلى 53mm/s وبعد ذلك تتناقص بالتدريج حتى تصل للموضع المطلوب عند اللحظة 4.8mSec وهو زمن استجابة مرغوب به.

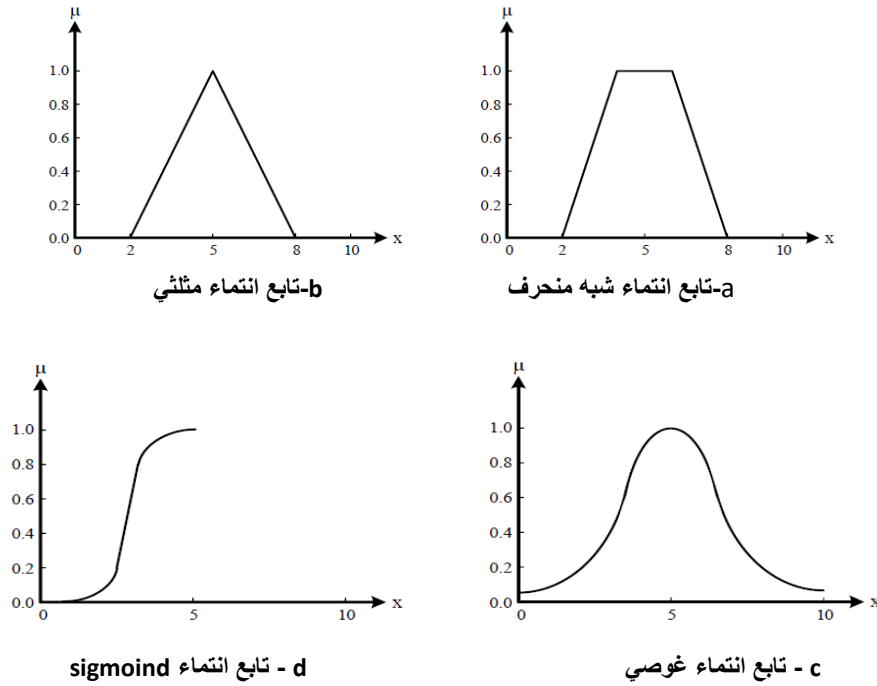


الشكل رقم (5): استجابة السرعة والموضع الأمثلية

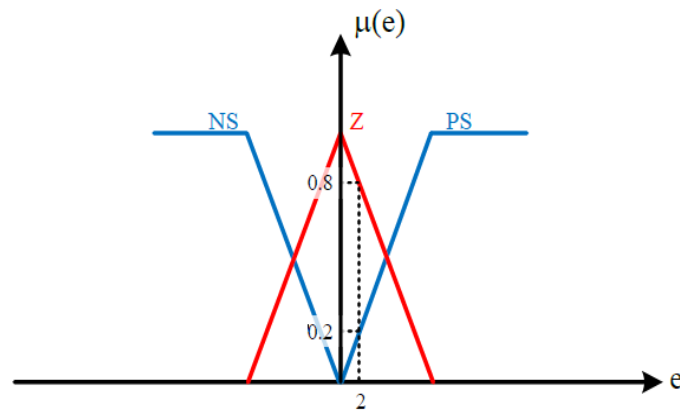
6-2- تنظيم السرعة والموضع باستخدام متحكم الذكي ذو المنطق الغامض FUZZY PID:

إن متحكم المنطق الغامض (Fuzzy Logic Controller) FLC يعد من أوسع تطبيقات نظام المنطق الغامض FLS (Fuzzy Logic System) انتشاراً. وهناك ثلاث أنماط متبعة لبناء الـ FLC وهي Mamdani type و Sugeno type و [D]Tsukamoto type.

قام البروفيسور Zaiden في عام 1965 بتوسيع مفهوم المجموعة الثنائية التي يتم تحديد انتماء أي عنصر لها بـ (0) أي لا انتماء أو (1) أي انتماء مطلق، إلى مفهوم المجموعة الغامضة حيث يتم تحديد انتماء كل عنصر لها عن طريق درجة انتماء تتراوح بشكل مستمر بين (0) (أي درجة انتماء العنصر للمجموعة صفرية) وحتى (1) (أي أن العنصر منتمي بشكل كامل للمجموعة)، يمكن أن ينتمي عنصر بشكل كامل لمجموعتين أو أكثر بنفس الوقت، حيث تعتبر المجموعات الغامضة هي الحالة العامة من المجموعات الثنائية. أما توابع الانتماء فهي توابع تقوم بتوصيف درجة انتماء عنصر ما للمجموعات الغامضة، يوضح الشكل (5) بعض توابع الانتماء الشهيرة [E].

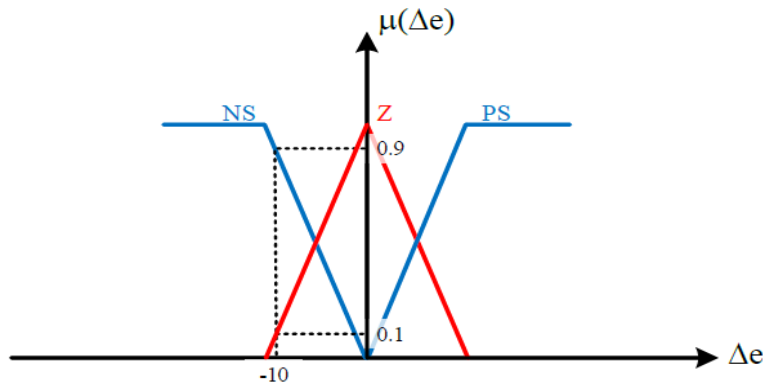


الشكل رقم (6): بعض توابع الانتماء الشهيرة



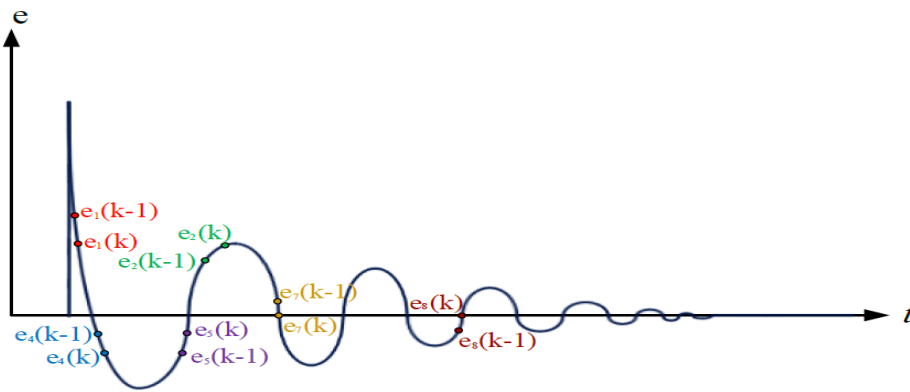
الشكل رقم (7): توابع الانتماء للخطأ

يوضح الشكل (7) عمل وحدة Fuzzifier، حيث أن الخطأ $e=2$ ينتمي للمجموعة الغامضة Z بدرجة انتماء $\mu_z(2)=0.8$ بينما ينتمي للمجموعة $\mu_{ps}(2)=0.2$. أيضاً إن تغير الخطأ $\Delta e=-10$ ينتمي للمجموعة الغامضة Z بدرجة انتماء $\mu_z(-10)=0.1$ ، وللمجموعة NS بدرجة انتماء $\mu_{NS}(-10)=0.9$ ، بعد هذه المرحلة سيقوم الـ Inference Engine بإيجاد القاعدة المناسبة من Knowledge Base.



الشكل رقم (8): توابع الانتماء لتغير الخطأ

يمكن استنتاج جداول الخبرة بالاعتماد على قيم الخطأ ونعتبر إشارة الخطأ كما يلي:



الشكل رقم (9): شكل إشارة الخطأ

من الشكل (8) يمكن ملاحظة الحالات التالية والتي تضمنت في الجدول (2):

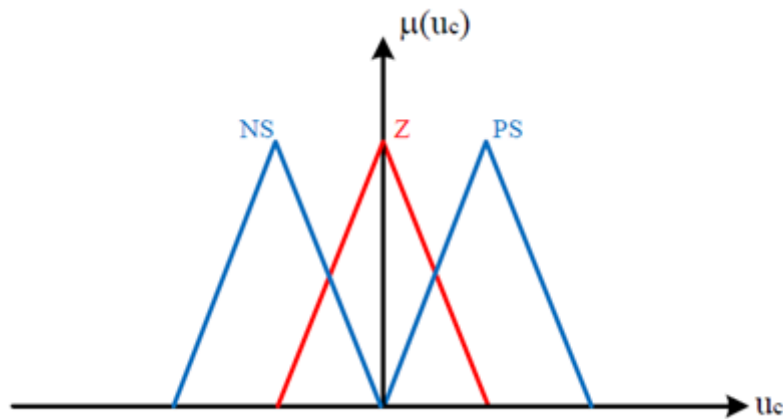
الجدول رقم (2): تحليل إشارة الخطأ وتغير الخطأ

قانون التحكم	حالة النظام	إشارة الخطأ	
PS	النظام يتجه للقيمة المرجعية بخطأ متناقص.	e_1	e_1
PS	النظام يبتعد عن القيمة المرجعية بالاتجاه السالب وخطأ متزايد.	e_2	e_2
PS	خطأ ستاتيكي، النظام لم يتمكن من الوصول إلى القيمة المرجعية.	e_3	e_3
NS	النظام يبتعد عن القيمة المرجعية وخطأ متزايد (Over shoot).	$e_4 < 0$	$e_4 < 0$
NS	النظام يقترب من القيمة المرجعية وخطأ متناقص.	$e_5 > 0$	e_5
NS	حالة خطأ ستاتيكي، النظام تجاوز القيمة المرجعية.	$e_6 = 0$	e_6
PS	النظام وصل للقيمة المرجعية وخطأ متناقص.	$e_7 < 0$	$e_7 = 0$
NS	النظام وصل للقيمة المرجعية وخطأ متزايد.	e_8	e_8
Z	استقرار النظام عند القيمة المرجعية.	$e_9 = 0$	$e_9 = 0$

ونستطيع استنتاج جدول الخبرة كما هو مبين في الجدول (3):

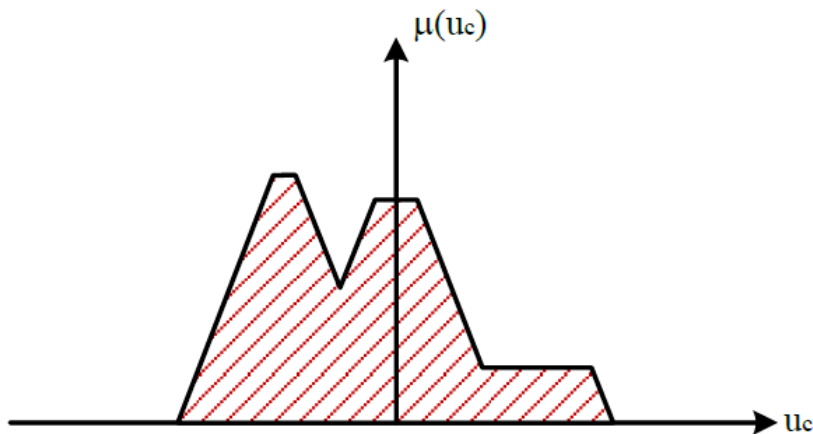
الجدول رقم (3): جدول الخبرة الممثل لثلاث مجموعات انتماء

$e \backslash e$	NS	Z	PS
NS	NS	PS	PS
Z	NS	Z	PS
PS	NS	NS	PS



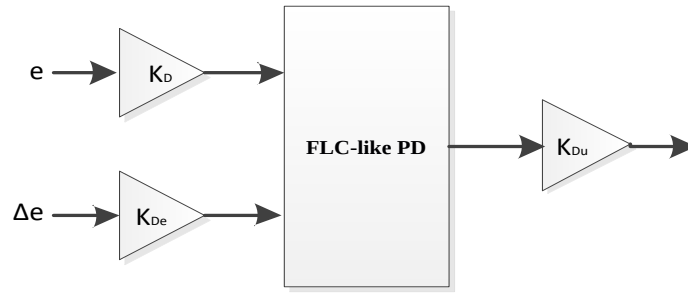
الشكل رقم (10): توابع الانتماء للخرج

يبين الشكل (10) توابع انتماء الخرج، يجب ملاحظة أن توابع انتماء الخرج هي توابع مغلقة وذلك ليتوافق مع حقيقة أن منبع الطاقة في النظام هو منبع ذو طاقة محدودة، لاستنتاج قانون التحكم النهائي يجب القيام بعملية Defuzzification، سيتم الاعتماد على طريقة COG، بالرجوع للقيم الموضحة بالشكلين يمكن الحصول على المخطط المبين بالشكل (11)[C].



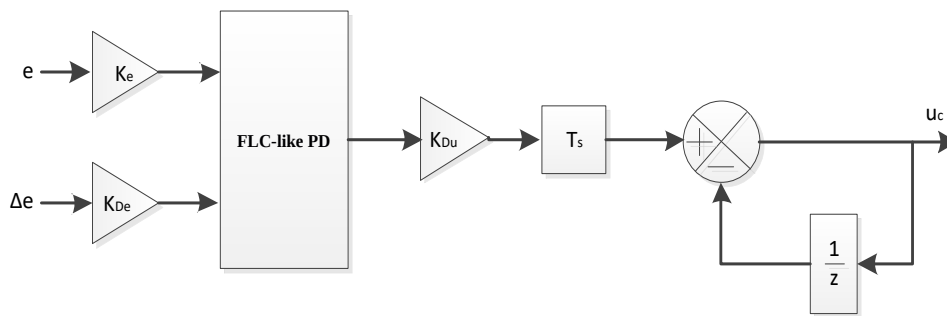
الشكل رقم (11): المساحة المعبرة عن قانون التحكم الواجب تطبيقه على النظام

يمكن تمثيل متحكم غامض من نمط PI كما هو موضح في الشكل (12).



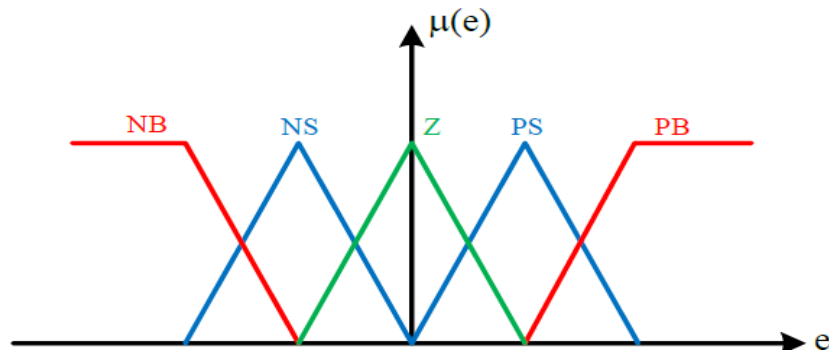
الشكل رقم (12): متحكم منطق غامض من النمط PD

إن قيم الربح المبينة في الشكلين (12) يجب توليفها للحصول على استجابة أمثلية حيث تلعب أرباح الدخل دوراً مهماً في تحديد درجة انتماء الدخل لمجموعات الدخل الغامضة، ويحدد ربح الخرج قيمة قانون التحكم المطبق على النظام [F].



الشكل رقم (13): متحكم منطق غامض من النمط PI

لزيادة دقة المتحكمات تم زيادة عدد مجموعات الدخل والخرج وتوسيع جدول الخبرة ليصبح كما في الجدول (2) .

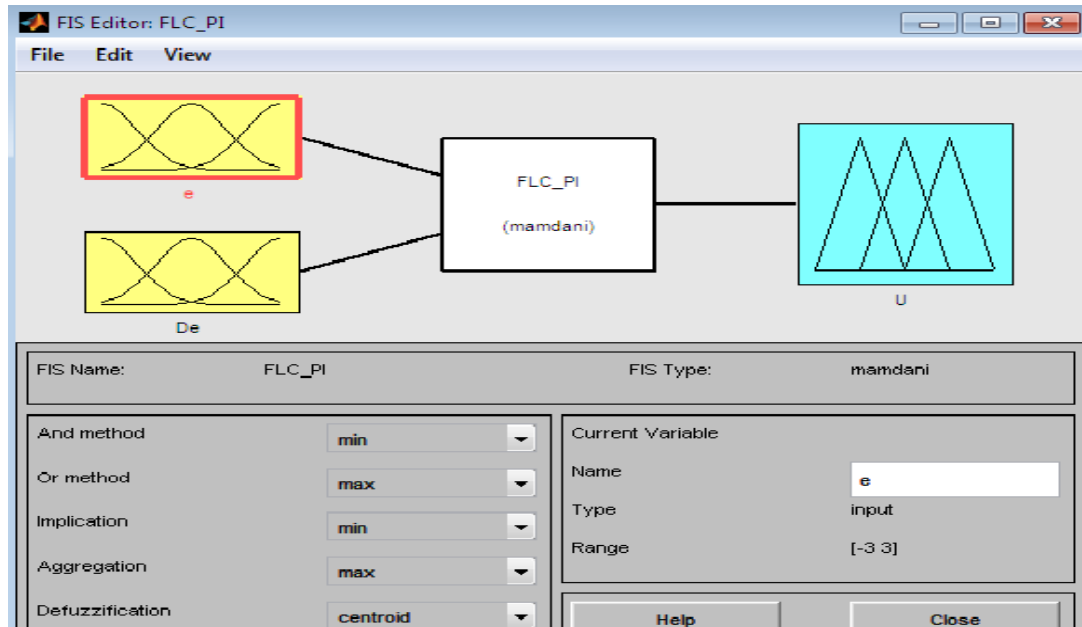


الشكل رقم (14): توابع الانتماء للخطأ بعد التوسعة

وتجدر الإشارة الى إن سيئة المتحكمات من نوع FLC هو زمن المعالجة الكبير نسبياً الذي يتطلبه المتحكم لتنفيذ العمليات، وهذا يحتاج معالج ذو خصائص متقدمة وبالتالي زيادة الكلفة للحصول على الأداء المميز الذي تتمتع به المتحكمات بدون المرور بمشكلة طول زمن المعالجة [G].

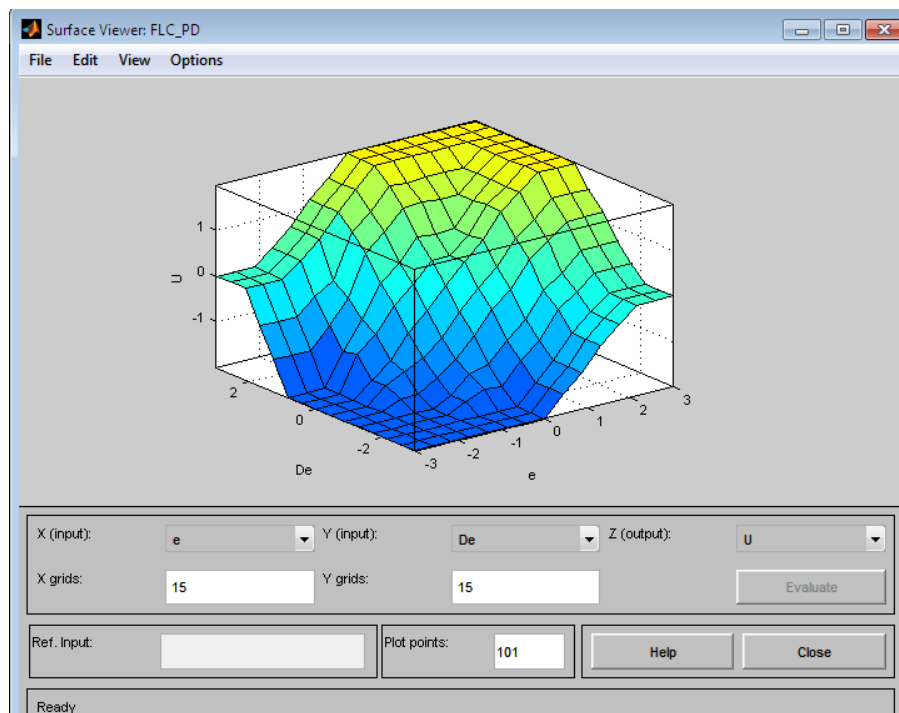
3-6 بناء المتحكمات في بيئة Matlab/simulink

من أجل بناء المتحكم ذو المنطق الغامض استخدمنا الأمر Fuzzy في بيئة Matlab/Simulink فحصلنا على الواجهة المبينة في الشكل (15):



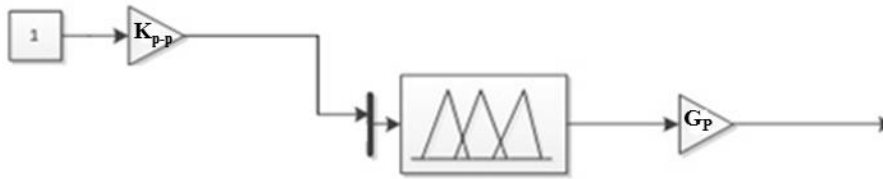
الشكل رقم (15): واجهة المتحكم العائم في بيئة Matlab/simulink

أثناء عملية البناء تم الاعتماد على قواعد الانتماء والتي هي عبارة عن 49 تابع انتماء ثم نحصل على سطح المتحكم بعد إضافة توابع الانتماء من القائمة View>>Surface:

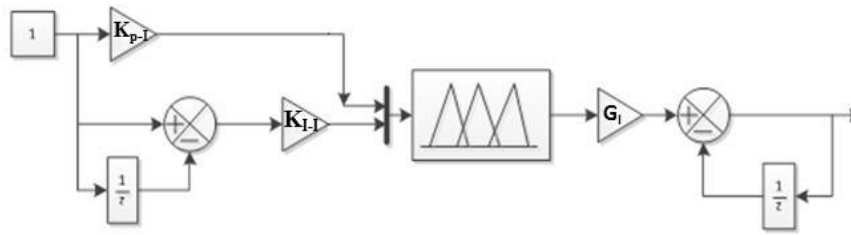


الشكل رقم (16): سطح المتحكم

بالنظر الى نموذج المحرك مع المتحكمات التقليدية التناسبية-التكاملية PI، نقوم باستبدالها بمتحكمات ذكية، Fuzzy PI Fuzzy P كما هو موضح بالشكل:



الشكل رقم (17): المتحكم من نوع Fuzzy P



الشكل رقم (18): المتحكم من نوع Fuzzy PI

K_{p-p} : عامل ربح الدخل للمنظم Fuzzy_P.

G_p : عامل ربح خرج المنظم Fuzzy_P.

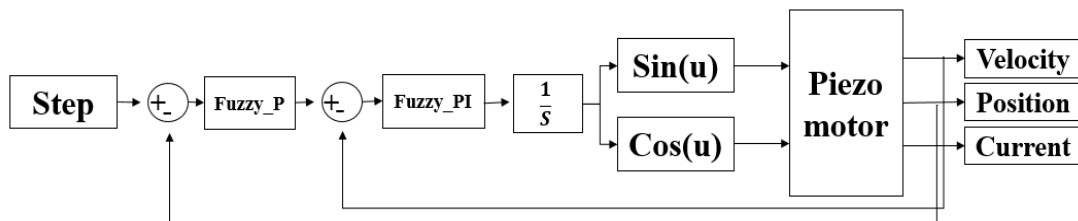
K_{p-I} : عامل ربح الدخل للمنظم Fuzzy_PI.

K_{i-I} : عامل ربح الدخل للمنظم Fuzzy_PI.

G_i : عامل ربح خرج المنظم Fuzzy_P.

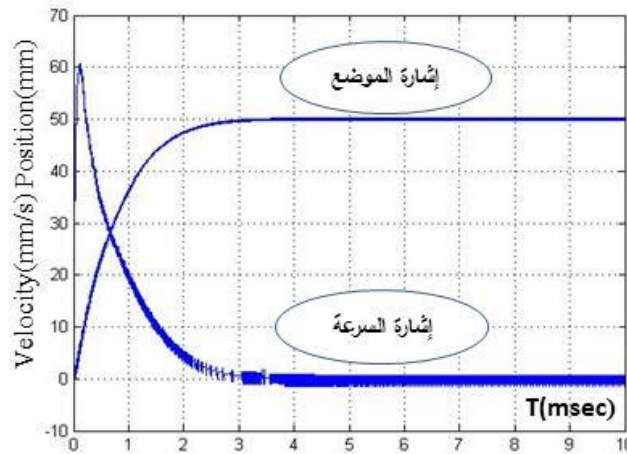
4-6 التحكم بسرعة وموضع المحرك البيزوكهربائي الخطي:

اعتمادا على النموذج الرياضي للمحرك البيزوكهربائي الخطي LPZT وعلى قواعد صياغة المتحكمات الذكية FUZZY-PI تم نمذجة المحرك مع نظام قيادته في بيئة Matlab/Simulink. يعمل هذا النموذج المطور على التحكم بالسرعة والموضع معاً للمحرك LPZT.



الشكل رقم (19): المخطط الصنوقي لنظام قيادة المحرك للحكم بالسرعة مع الموضع باستخدام Fuzzy PID

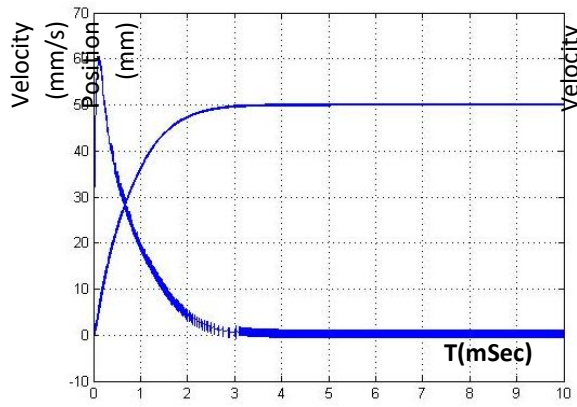
بعد الانتهاء من بناء النموذج الكامل للمحرك مع نظام القيادة المطور، قمنا بإجراء محاكاة للنموذج الموضح بالشكل (19) بعد أن قمنا بضبط عوامل الربح لمتحكمات المنطق العائم Fuzzy_P, Fuzzy_PI وفق قيم مناسبة وحصلنا على استجابة السرعة والموضع:



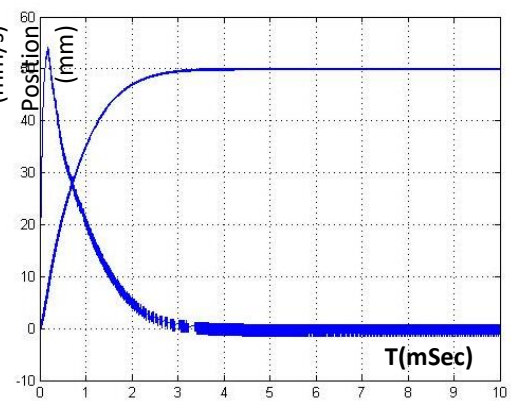
الشكل رقم (20): استجابة السرعة والموضع للنظام

نلاحظ من الشكل (20) أنه عند طلب موضع 50mm ترتفع سرعة المحرك إلى 60mm/sec وبعد ذلك تتناقص حتى تصل للصفر بالتدريج وعندها يصل المحرك للموضع المطلوب عند اللحظة 3.6mSec وهو زمن استجابة جيد أسرع من حالة تنظيم السرعة مع الموضع في المنظم الكلاسيكي والتي كانت 4.8mSec وبالتالي يصل المحرك مع المنظم الذكي ذو المنطق الغامض بزمن أسرع من المنظم الكلاسيكي بمقدار 1.2 mSec.

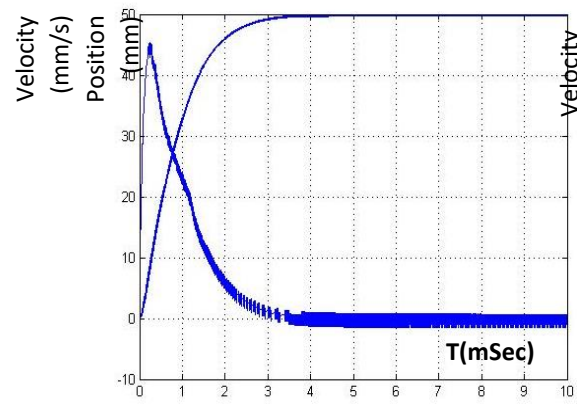
قمنا بتغيير قيم أرباح الدخل والخرج للمتحكمات حتى حصلنا على أفضل استجابة في اشارتي السرعة والموضع كما هو موضح في الأشكال (21:a-b-c-d-e-f-g):



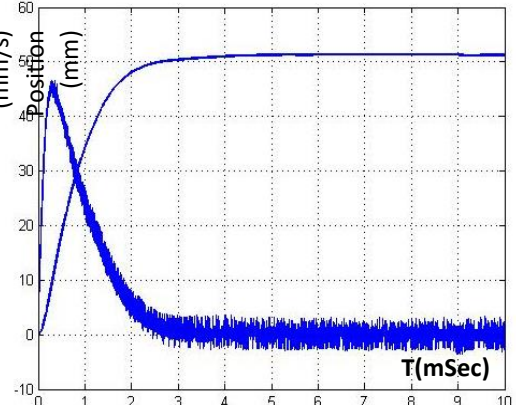
شكل (a)



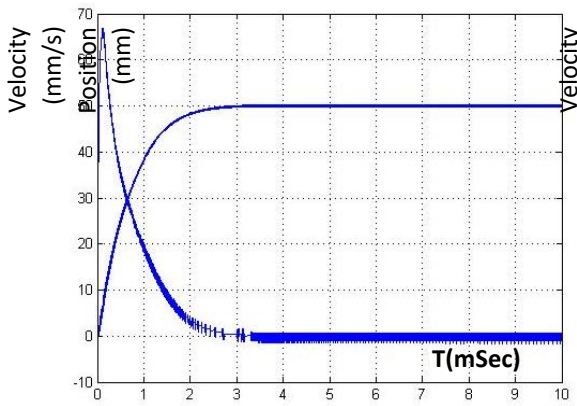
شكل (b)



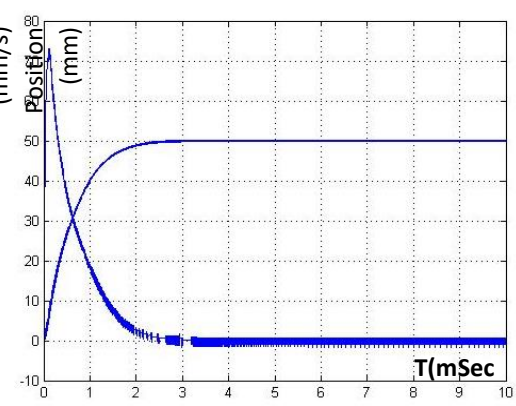
شكل (c)



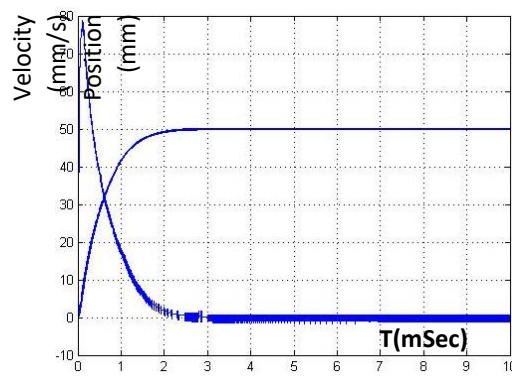
شكل (d)



شكل (e)



شكل (f)



شكل (G)

الشكل رقم (21): استجابة السرعة مع الموضع عند تغير عوامل ربح الدخل والخرج المتحكمات

النتيجة الموضحة على الشكل (21-a): تظهر أنه عند اعطاء القيمة $G_I=1.5$ أن إشارة السرعة ترتفع إلى قيمة تصل إلى 60 ميللي متر حتى تتناقص للصفر وتصل للموضع المطلوب خلال زمن قدره 3.8 ميللي ثانية.

في الشكل (21-b): نلاحظ عند تغيير قيمة K_{P-I} أن إشارة السرعة ترتفع إلى قيمة تصل إلى 53 ميللي متر حتى تتناقص للصفر وتصل للموضع المطلوب خلال زمن قدره 3.5 ميللي ثانية وهذه الإشارة مرغوبة لأن المحرك يعمل ضمن قيمته الاسمية للسرعة وبالتالي ضمن مجال عمله الصحيح. أما في الشكل (21-c): نلاحظ عند تغيير قيمة K_{P-I} أن إشارة السرعة ترتفع إلى قيمة تصل إلى 43 ميللي متر حتى تتناقص للصفر وتصل للموضع المطلوب خلال زمن قدره 3.8 ميللي ثانية. وفي الشكل (21-d) نلاحظ عند تغيير قيمة K_{I-I} أن إشارة السرعة ترتفع إلى قيمة تصل إلى 47 ميللي متر حتى تتناقص للصفر وتصل للموضع المطلوب خلال زمن قدره 3 ميللي ثانية وهذا الزمن مرغوب لأن المحرك يعمل ضمن قيمته الاسمية للسرعة وبالتالي ضمن مجال عمله الصحيح لكن لدينا مشكلة في إهتزاز إشارة السرعة للمحرك وبالتالي حدوث ضجيج للمحرك.

من الشكل (21-e) نلاحظ عند تغيير قيمة $G_P=250$ أن إشارة السرعة ترتفع إلى قيمة تصل إلى 68 ميللي متر حتى تتناقص للصفر وتصل للموضع المطلوب خلال زمن قدره 3 ميللي ثانية وهذا الزمن مرغوب إلا أن المحرك تجاوز قيمته الاسمية للسرعة. في الشكل (21-f) نلاحظ عند تغيير قيمة $G_P=275$ أن إشارة السرعة ترتفع إلى قيمة تصل إلى 72 ميللي متر حتى تتناقص للصفر وتصل للموضع المطلوب خلال زمن قدره 2.75 ميللي ثانية وهذا الزمن مرغوب إلا أن المحرك تجاوز قيمته الاسمية للسرعة.

من الشكل (21-g) نلاحظ عند تغيير قيمة $G_P=300$ أن إشارة السرعة ترتفع إلى قيمة تصل إلى 79 ميللي متر حتى تتناقص للصفر وتصل للموضع المطلوب خلال زمن قدره 2.5 ميللي ثانية وهذا الزمن مرغوب إلا أن المحرك تجاوز قيمته الاسمية للسرعة.

الجدول رقم (3): استجابة السرعة والموضع للمحرك عند تغيير عوامل ربح الدخل والخرج للمتحكمات

#	اساسي	a	b	c	D	E	F	G
K_{P-I}	0.002	0.002	0.001	0.0005	0.002	0.002	0.002	0.002
K_{I-I}	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1
G_I	1.1	1.5	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
K_{P-P}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
G_P	225	225	225	225	225	250	275	300
الزمن/ثانية	3.6	3.8	3.5	3.8	3.5	3	2.75	2.5

7 - نتائج وتوصيات:

في هذا البحث تم دراسة ونمذجة نظام تحكم لمحرك بيزوكهربائي خطي من أجل التحكم بسرعه وموضعه معاً. بداية تم استخدام متحكمات تقليدية من نوع PID وتم تقييم أدائها ضمن جملة نظام التحكم للسرعة والموضع حيث تم تغيير قيم ثوابت المتحكمات من أجل الحصول على الاستجابة المرغوبة للسرعة والموضع، ثم بعد ذلك تم استخدام متحكمات ذكية معتمدة على PID Fuzzy وتم نمذجة ومحاكاة النظام بوجود هذه المتحكمات وتم ضبط عوامل ربح الدخل والخرج للمتحكمات بما يناسب إشارة الخرج المطلوبة للسرعة والموضع. وأخيراً تم مقارنة نتائج محاكاة نظام القيادة من أجل المتحكمات التقليدية مع المتحكمات التقليدية مع المتحكم Fuzzy PID وأظهرت النتائج أن زمن استجابة المتحكم الذكي أقل مقارنة مع المتحكم

الكلاسيكي بمقدار 1.2 ميلي ثانية، بناءً عليه نستطيع اثبات أهمية وفعالية المتحكم الذكي ذو المنطق الغامض وسرعة الأداء والوصول لحالة الاستقرار خلال زمن أقل بالمقارنة مع المتحكمات الكلاسيكية نوع PID.

8- المراجع العلمية

- 1- [A] Karl S., and Burhanettin Koc, (2016). **Piezoelectric Motors, an Overview.**
- 2- [B] Wenyu L., Sunan H., Silu C, (2013). **Precision Motion Control of a Linear Piezoelectric Ultrasonic Motor Stage,** [Advanced Intelligent Mechatronics \(AIM\), IEEE/ASME International Conference.](#)
- 3- [C] Filip S, (2013). **Dynamic Modeling and Bioinspired Control of a Walking Piezoelectric Motor,** Bielefeld University, PUB-ID: [2656366](#).
- 4- [D] Chun-Fei H., Chih-Min L., Tsu-Tian L., (2005). Adaptive Fuzzy Sliding-mode Control for Linear Piezoelectric Ceramic Motor, The 14th IEEE International Conference on Fuzzy Systems, FUZZ '05.
- 5- [E] Faa-Jeng L., Rong-Jong W., Kuo-Kai S, (2001). Recurrent fuzzy neural network control for piezoelectric ceramic linear ultrasonic motor drive, **IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control** . Vol.48, Issue: 4, pp: 900 – 913.
- 6- [F] Chih-Min L., Hsin-Yi L. (2014). **Intelligent Control Using the Wavelet Fuzzy CMAC Backstepping Control System for Two-Axis Linear Piezoelectric Ceramic Motor Drive Systems,** *IEEE Transactions on Fuzzy Systems (TFS)* is published bimonthly. 22, Issue: 4, pp: 791 – 802.
- 7- [G] David N., Ephraim G. and Garnett C H., (2017). A linear piezoelectric motor, **Smart Materials and Structures, Volume 7, Number 3.**

دراسة مقارنة لتخصصات المعلوماتية في الجامعات السورية

*د. رامز الخطيب

(الإيداع: 28 كانون الأول 2017، القبول: 20 آذار 2018)

الملخص:

المعلوماتية لها تأثير كبير ومستمر في العلوم والهندسة والأعمال والعديد من مجالات الحياة. في عصرنا الحالي نجد ان كل شخص يحتاج إلى استخدام الحاسب والكثيرون يريدون دراسة المعلوماتية بطريقة ما. لذلك من البديهي أن تجذب تخصصات المعلوماتية شريحة واسعة من الطلاب لتقوم بإعدادهم ليكونوا مهندسين وعلماء مؤهلين ومسؤولين.

في هذا البحث سوف نقدم نظرة عامة عن البرامج الدراسية الجامعية في مجال المعلوماتية والمعتترف بها عالميا وإعطاء مقارنة وفروقات بين تلك البرامج بهدف الحصول على دراسة شاملة تمكن الجامعات السورية الحكومية والخاصة وجميع البرامج التعليمية من الاختيار الصحيح والمناسب لمناهج المعلوماتية لجميع كلياتها. وتساعد الآباء والطلاب في اختيار الكليات التي توافق اتجاههم وميولهم العلمي.

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

Comparative Study of Informatics Disciplines in the Syrian Universities

***Dr. Ramez ALKHATIB**

(Received: 28 December 2017, Accepted: 30 March 2018)

Abstract:

Informatics has played an increasingly important role in engineering, business and many other areas. Computers are nowadays widely used in a vast number of application areas and many will want to study informatics in some form. Due to the growing popularity of informatics disciplines, it became very attractive for students from a variety section of the population in the way to prepare them to be engineers, Professional and scientific.

In this paper, we will provide an overview of the different kinds of undergraduate degree programs in computing, which are accredited by the international bodies. Also we will give a comparison and differences between these programs in order to obtain a comprehensive study enables public and private Syrian universities and all educational programs of the correct and appropriate choice of Informatics Curricula for all colleges. In Addition, it gives parents and students the possibility to choose colleges that agree their direction and scientific orientation.

***Dept. of Computer Techniques, Applied Faculty, University of Hama.**

1- مقدمة:

لقد لعبت مجتمعات المعلوماتية المهنية والعلمية دوراً رائداً في تقديم الدعم للتعليم العالي بطرق مختلفة، بما في ذلك المبادئ التوجيهية لصياغة المناهج الدراسية والنهوض بالبحث العلمي. مع ازدياد استخدام الحاسب في مجالات متعددة أصبح من الأولوية تحديد وتوجيه مناهج المعلوماتية. ظهرت في العقود الأربعة الماضية العديد من التقارير (ACM/IEEE, 1991)، (ACM/IEEE, September 2005)، (ACM/IEEE Computer Society, 2013)، (ACM/IEEE, December 2001)، (ACM/IEEE, December 2004)، (ACM/IEEE, August 2004)، (ACM/SIGITE, 2006)، (Quality Assurance, 2000) والمقالات (Hromkovic, J 2006)، (Kolikant, Y. B. – D. 2008)، (Micheuz, P, 2008)، (Perrenet, J. 2009)، (Perrenet, J. 2010)، (Webb, M. E. 2002) التي طورت ووجهت مناهج المعلوماتية. لكن للأسف، حتى الآن يعتبر هذا الموضوع ذو أولوية منخفضة في المجتمعات العربية وليس بالمستوى المطلوب. نتيجة لذلك، لم يستطع الكثير من الناس فهم الاختلاف والتميز بين مجالات المعلوماتية. ونظراً للعدد المتزايد من أنواع برامج الاجازة في المعلوماتية، كان الارتباك واضحاً وربما لا مفر منه.

2- مشكلة البحث:

تقدم الكثير من الجامعات والكليات العريقة عدة برامج دراسية في مجال المعلوماتية منها: علوم الحاسب، هندسة الحاسب نظم المعلومات، تقنية المعلومات، هندسة البرمجيات وغيرها الكثير. هذه الاختصاصات رغم ترابطها ولكنها تبقى مختلفة عن بعضها البعض. وبسبب ذلك الاختلاف في البرامج الدراسية لاختصاصات المعلوماتية تظهر العديد من الاسئلة منها:

1. ما هو الاختلاف بينها؟
2. ما أنواع الاختلاف بين تلك البرامج الدراسية؟
3. ما هو وجه الشبه بين تلك البرامج الدراسية؟
4. ماذا يعني فعلاً اسم كل منها؟
5. أي نوع من أنواع البرامج يجب ان تكون موجودة في جامعة أو كلية؟
6. أين مكانة برامج المعلوماتية الموجودة في الجامعات السورية مقارنة ببرامج المعلوماتية العالمية.

3- الهدف من البحث:

سوف نحاول في هذا البحث تقديم بعض الإجابات عن الأسئلة السابقة ونعطي خصائص كل من الاختصاصات وبرامجها الدراسية بالإضافة إلى دراسة شاملة عنها حيث أن هذا البحث سيساعد كلا من:

1. العاملين في الكليات والجامعات الذين يطورون الخطط الدراسية والمناهج للبرامج الدراسية للمعلوماتية والذين يسعون للحصول على برامج دراسية معترف بها عالمياً.
2. المسؤولين في الحكومات عن التعليم والثقافة.
3. الطلاب في اختيار المسار الصحيح لتحقيق أهدافهم وميولهم العلمية.
4. الآباء والمشرفين الأكاديميين العلميين في الإشراف على الطلاب.
5. المختصين الاحترافيين في متابعة ثقافتهم في ظل التغيير الديناميكي والسريع في مجال المعلوماتية.
6. أي شخص يحاول فهم التشكيلة الواسعة المتوفرة من البرامج الدراسية للمعلوماتية.

4- المعلوماتية:

هناك أنواع كثيرة من البرامج الدراسية للحصول على الإجازة الجامعية في المعلوماتية في مختلف أنحاء العالم، حتى أنه أحياناً يصعب على الأشخاص غير المختصين التمييز بينها، بما أننا سنقوم في هذا البحث بدراسة الاختصاصات الموجودة في الجامعات السورية القليلة نسبياً ومن ثم سنقارنها بالتخصصات العالمية لذلك اقتصرنا على التركيز على خمسة اختصاصات رئيسية (ACM/IEEE, September 2005) رغم وجود العديد من الاختصاصات الرئيسية الأخرى (ACM/IEEE Computer Society, 2013)، التخصصات الرئيسية التي سيتم دراستها والمقارنة بها هي: هندسة الحاسوب (CE)، علوم الحاسوب (CS)، ونظم المعلومات (IS)، وتقنية المعلومات (IT)، وهندسة البرمجيات (SE)، هذه الاختصاصات معترف بها عالمياً وتم وضع العديد من الخطط الدراسية لها وتقوم جامعات عالمية مرموقة بتدريسها، ونُشر العديد من التقارير (ACM/IEEE, September 2005)، (ACM/SIGITE, 2006) والدراسات الخاصة بها (Standard Glossary, 1990) ونحن سنقوم بتوضيح الترابط والاختلافات بينها ومجال عملها بالإضافة إلى العديد من خصائصها ونسقطها على اختصاصات المعلوماتية المتوفرة في الجامعات السورية.

4-1 تعريف المعلوماتية:

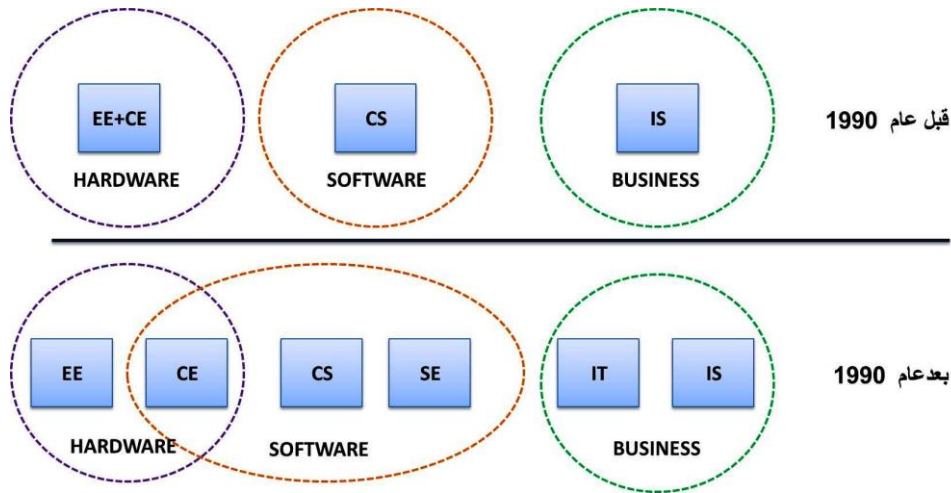
هي أي نشاط يتطلب استخدام أو الاستفادة من الحاسب الآلي (ACM/IEEE, September 2005). وتشمل المعلوماتية: تصميم النظم، بناء الأجهزة والبرمجيات، تنظيم وإدارة مختلف أنواع المعلومات، الدراسات العلمية باستخدام أجهزة الحاسب، النظم الذكية، الاتصالات ووسائل الإعلام والترفيه، إيجاد وجمع المعلومات إلخ... والقائمة لا تنتهي تقريباً. وهناك تعريف أخرى للمعلوماتية أكثر تحديداً بناءً على الاستخدام والسياق. فعلى سبيل المثال يرى المختصون بنظم المعلومات المعلوماتية بشكل مختلف عن الشكل الذي يراه المختصون بهندسة البرمجيات.

4-2 مراحل تطور المعلوماتية:

المعلوماتية ليست عبارة عن تخصص مفرد فقط وإنما هي عائلة من التخصصات (ACM/IEEE, September 2005). في التسعينات القرن الماضي حصلت تطورات كبيرة في تقنيات المعلوماتية والاتصالات وأثرت بشكل كبير على المجتمع والبشرية مما تطلب تغيرات هامة في عائلة تخصصات المعلوماتية وظهرت العديد منها وفقاً لمتطلبات تلك المرحلة:

4-2-1 مرحلة قبل التسعينات:

بدأت أول عائلة من تخصصات المعلوماتية بالظهور في ستينيات القرن الماضي، حيث كانت تضم ثلاثة تخصصات رئيسية هي: علوم الحاسب (CS) والهندسة الكهربائية (EE) وأنظمة المعلومات (IS). كل اختصاص من هذه الاختصاصات ركز على مجال محدد من المعلوماتية، فعلم الحاسب اهتم بتطوير البرمجيات ودراسة الجوانب النظرية للحاسب. والهندسة الكهربائية كانت تهتم بالجزء الصلب من الحاسب Hardware بينما أنظمة المعلومات تقوم باستخدام البرمجيات والعتاد الصلب في الإدارة والأعمال. وهذا الاختصاص ارتبط بعمليات الإدارة ولم يكن على تفاعل مباشر مع كليات الحاسب وكليات الهندسة الكهربائية كما هو موضح في الشكل (1). التغيير الوحيد الذي طرأ في مرحلة الثمانينيات والذي جاء نتيجة تطوير المعالجات الصغرى وانخفاض أسعارها هو ظهور اختصاص هندسة الحاسوب كتخصص منفصل عن الهندسة الكهربائية بالرغم من التقارب وصعوبة التمييز بينهما لغير المختصين بسبب تداخلهما الشديد كما هو موضح في الشكل (1) (ACM/IEEE, September 2005)



الشكل رقم (1) : مراحل المعلوماتية (ACM/IEEE. p12. September2005)

2-2-4 التطورات الهامة في مرحلة التسعينات:

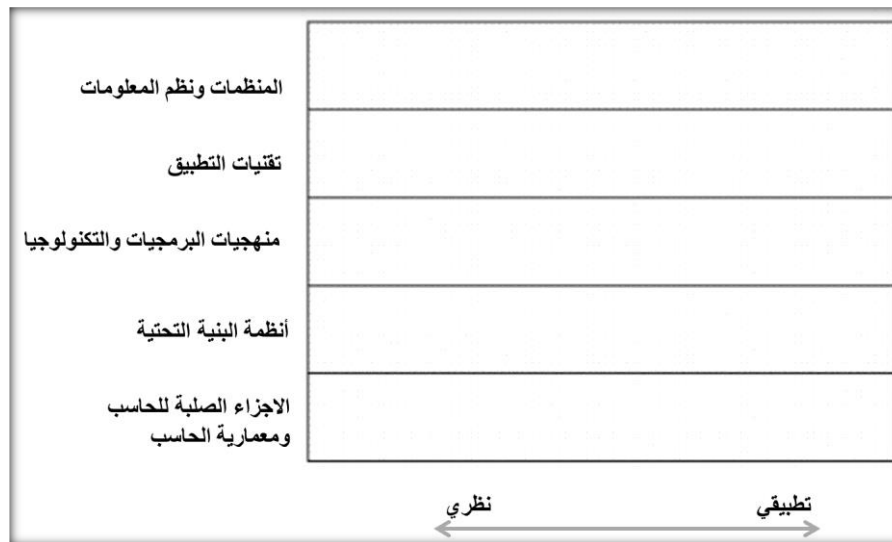
- خلال التسعينات ظهرت تطورات هامة غيرت تخصصات الحاسب وأعطتها أهمية ومجال خاص بها:
- **هندسة الحاسب (CE):** ظهر هذا الاختصاص بقوة في التسعينات مع ظهور الرقائق الحاسوبية التي تعتبر المكونات الأساسية للعديد من الأدوات الكهربائية والميكانيكية. فقد قام مهندسو الحاسب بتصميم وبرمجة الرقائق الحاسوبية من أجل التحكم الرقمي بأنواع عديدة من الأجهزة.
- **علوم الحاسب (CS):** نما هذا التخصص بسرعة كبيرة وأخذ موقع متقدم في عائلة التخصصات الأكاديمية بعد أن كان هناك خلاف حول كونه تخصص مستقل عن العلوم الرياضية ولكن حاجة الصناعة إلى خريجين مؤهلين في علوم الحاسب كان له العامل الأكبر في تطور هذا التخصص وأصبح من التخصصات الأساسية في كل جامعة.
- **هندسة البرمجيات (SE):** ظهر هذا التخصص كمجال من مجالات علوم الحاسب، يهتم هذا الاختصاص ببناء نظم برمجيات ذات وثوقية عالية. مع دخول المعلوماتية في مجالات متعددة أصبح دوره أساسياً في حل المشاكل المعقدة هذا أدى إلى زيادة الحاجة لبناء برامج معقدة لا يستطيع شخص بمفرده فهم المدخلات والأخطاء التي يمكن أن تحدث في بناء هذه البرامج. من هنا يتضح بأن بناء برامج جيدة يعتبر صعب ومكلف جداً بالإضافة إلى أنه ضروري جداً. كل ذلك قاد إلى ظهور هندسة البرمجيات التي تركز (كغيرها من المجالات الهندسية) على الطرق المتينة لتصميم وبناء الأشياء بشكل موثوق ولكي تعمل كما هو مفترض.
- **نظم المعلومات (IS):** قبل الـ 1990 ركز الكثير من المتخصصين في نظم المعلومات في المقام الأول على المعلوماتية لحاجتهم إليها في عالم الأعمال مثل: نظم المحاسبة، نظم الرواتب، نظم المخزون، إلخ. بحلول نهاية عام 1990، أصبحت أجهزة الحاسب الشخصية المتصلة بالشبكة من السلع الأساسية. فأجهزة الحاسب لم تعد مقتصرة على المتخصصين التقنيين، بل إنها أصبحت جزءاً لا يتجزأ من بيئة العمل التي يستخدمها الناس على جميع مستويات المنظمة. نظراً للدور الواسع الذي لعبته أجهزة الحاسب، فأصبحت المعلومات متاحة أكثر من أي وقت مضى. لذلك أصبحت عمليات المنظمة التي تعتمد على تقنيات المعلوماتية أكثر تعقيداً. هذا العامل تطلب تحديات كبيرة من أجل الوصول إلى استخدام فعال للمعلومات والتقنية لدعم الكفاءة التنظيمية. وبسبب هذه العوامل، فإن التحديات التي يواجهها المتخصصون في نظم المعلومات ازداد ونما في الحجم والتعقيد والأهمية. بالإضافة إلى ذلك، فإن مجال نظم المعلومات أعطى اهتماماً متزايداً لاستخدام تقنيات المعلوماتية كوسيلة للاتصال والتعاون من أجل اتخاذ القرارات في المنظمات.

■ **تقنية المعلومات (IT):** حيث بدأت برامج تقنية المعلومات بالظهور في أواخر 1990. أصبحت أجهزة الحاسب أدوات العمل الأساسية في كل مستوى من مستويات المنظمات، وأصبحت أنظمة الحاسب المتصلة بالشبكة العمود الفقري للمعلومات في المنظمات. هذا أدى إلى تحسين الإنتاجية ولكن خلق نوعاً جديداً من المشاكل مثل تبعيات مكان العمل الجديدة ومشاكل في البنية التحتية للمعلوماتية التي يمكن أن تحد من قدرة الموظفين على القيام بعملهم، لذلك اتخذت إدارات تقنية المعلومات في الشركات والمنظمات قراراً بإحداث وظيفة جديدة مهمتها ضمان أن البنية التحتية للمعلوماتية في المنظمة، وأنها تحل المشاكل التي تصادف المنظمة. بحلول نهاية عام 1990 أصبح واضحاً أن معظم البرامج الأكاديمية لم تنتج خريجين لديهم المزيج المناسب من المعارف والمهارات اللازمة لتلبية هذه الاحتياجات الأساسية للمنظمة. لذلك بدأت الجامعات المتقدمة بتقديم برامج أكاديمية في مجال تقنية المعلومات لملء هذا الفراغ.

3-4 مخططات رسومية لتخصصات المعلوماتية

لتوضيح الاختلاف بين هذه التخصصات تم استخدام المخططات الرسومية (انظر الشكل (2)) (ACM/IEEE, September 2005) التي تحتوي على عدة خصائص هي كالتالي:

- المحور الأفقي يعبر عن مدى القرب من المبادئ النظرية والأفكار الجديدة وصولاً إلى قربه من التوظيف وتطوير التطبيقات أي أنه يتدرج من الصفر فيكون الاختصاص مهتم أكثر بالأمور النظرية وهكذا تدرجياً باتجاه التخصص أكثر بالأمور التطبيقية.
- بينما المحور العمودي يعبر عن مدى القرب من مجال علمي معين فالمحور يبدأ تدريجياً من التركيز في الأجزاء الصلبة للحاسب ومعمارية الحاسب (Computer Hardware and Architecture) في الجزء السفلي حتى يصل إلى قضايا المنظمات ونظم المعلومات (Organizational Issues and Information Systems) في الأعلى مروراً بتقنيات التطبيق وأنظمة البنية التحتية ومنهجيات البرمجيات والتقنية.

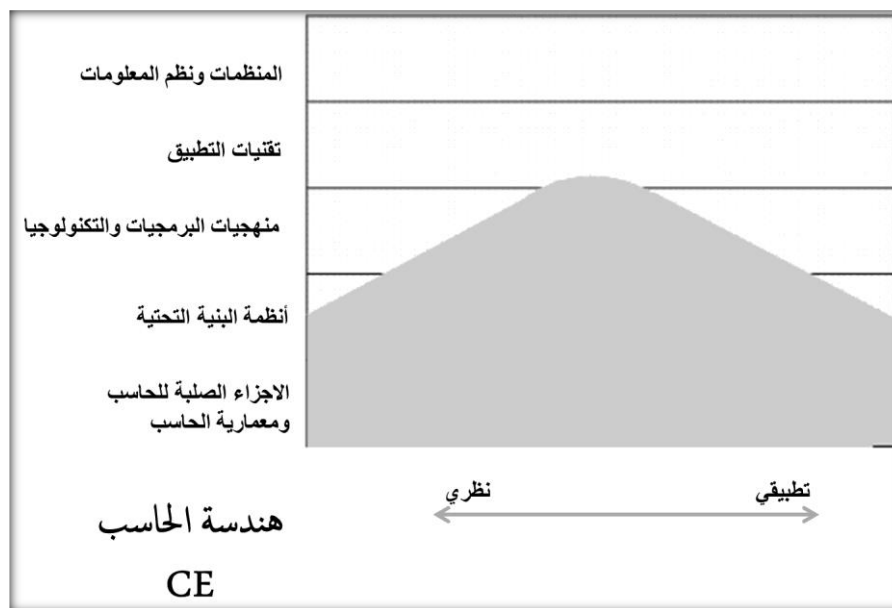


الشكل رقم (2): المخطط العام لتخصصات المعلوماتية

لنبدأ بتخصص هندسة الحاسب (CE) نلاحظ من الشكل (3) (ACM/IEEE, September 2005) ومن الجدول (1) أن هذا التخصص يهتم بجميع المبادئ النظرية والتطبيقية ولكن حصراً في مجال معمارية الحاسب والأجزاء الصلبة للحاسب بالإضافة إلى جزء كبير من مجال البنية التحتية للأنظمة وجزء صغير من المفاهيم النظرية والتطبيقية لمنهجيات البرمجيات والتقنية.

الجدول رقم (2): نسب تخصص هندسة الحاسب

التخصص	الاجزاء الصلبة للحاسب ومعمارية الحاسب	أنظمة البنية التحتية	منهجيات البرمجيات والتقنية	تقنيات التطبيق	المنظمات ونظم المعلومات
نظري	%100	%90	%15	%5	%0
تطبيقي	%100	%90	%15	%5	%0

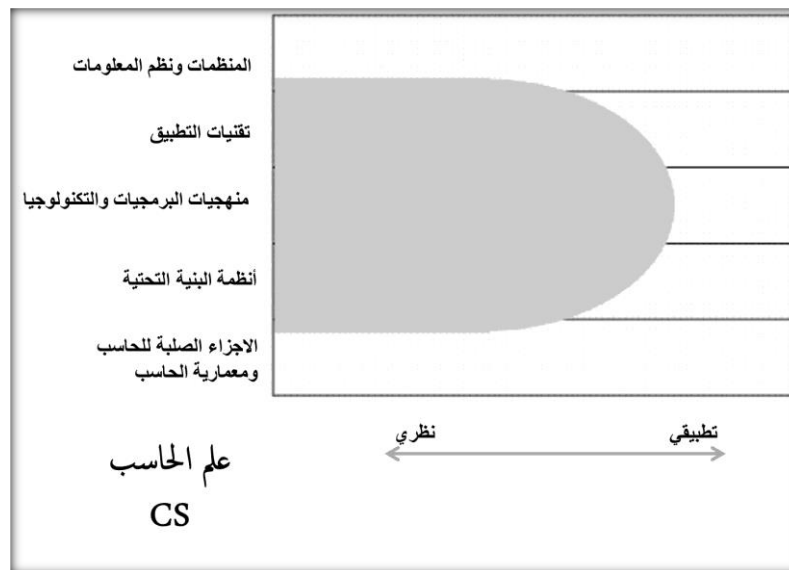


الشكل رقم (3): هندسة الحاسب

أما من الشكل (4) (ACM/IEEE, September 2005) ومن الجدول (2) نلاحظ أن تخصص علوم الحاسب (CS) يهتم بجميع المبادئ النظرية و جزء كبير من الامور التطبيقية لكل من المجالات : البنية التحتية للأنظمة - منهجيات البرمجيات والتقنية - البنية التحتية للأنظمة بالإضافة إلى جزء صغير من مجال معمارية الحاسب والأجزاء الصلبة للحاسب وكذلك جزء صغير من مجال قضايا المنظمات ونظم المعلومات. نسبة هذه الاجزاء موضحة بالجدول (2)

الجدول رقم (3): نسب تخصص علوم الحاسب

التخصص	الاجزاء الصلبة للحاسب ومعمارية الحاسب	أنظمة البنية التحتية	منهجيات البرمجيات والتقنية	تقنيات التطبيق	المنظمات ونظم المعلومات
نظري	%10	%100	%100	%100	%10
تطبيقي	%0	%25	%30	%25	%0

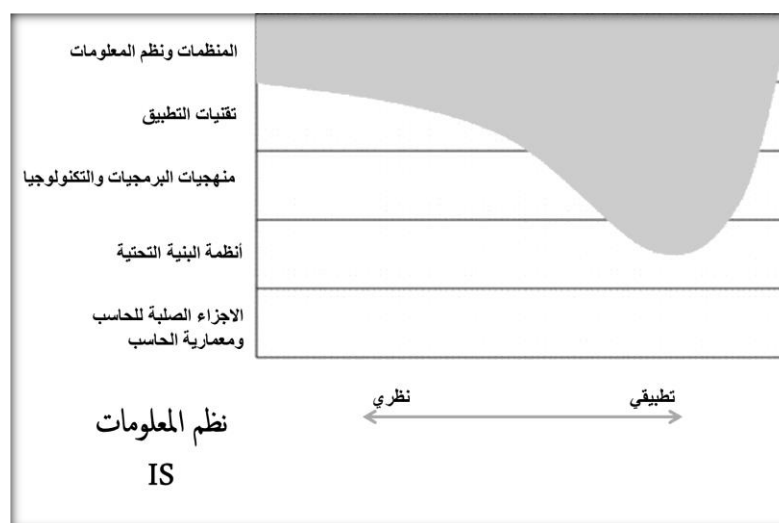


الشكل رقم (4): علوم الحاسب

ومن الشكل (5) (ACM/IEEE, September 2005) ومن الجدول (3) نلاحظ أن تخصص نظم المعلومات (IS) يهتم بجميع المبادئ النظرية والأمور التطبيقية لمجال قضايا المنظمات ونظم المعلومات بالإضافة إلى اهتمامه بالأمور التطبيقية لمجال منهجيات البرمجيات والتقنية ومجال تقنيات التطبيق وكذلك جزء صغير في الأمور التطبيقية لمجال البنية التحتية للأنظمة، نسبة هذه الأجزاء موضحة بالجدول (3)

الجدول رقم (4): نسب تخصص نظم المعلومات

نظم المعلومات (IS)	التخصص	الاجزاء الصلبة للحاسب ومعمارية الحاسب	أنظمة البنية التحتية	منهجيات البرمجيات والتقنية	تقنيات التطبيق	المنظمات ونظم المعلومات
نظري	%0	%0	%0	%0	%30	%100
تطبيقي	%0	%20	%40	%45	%98	

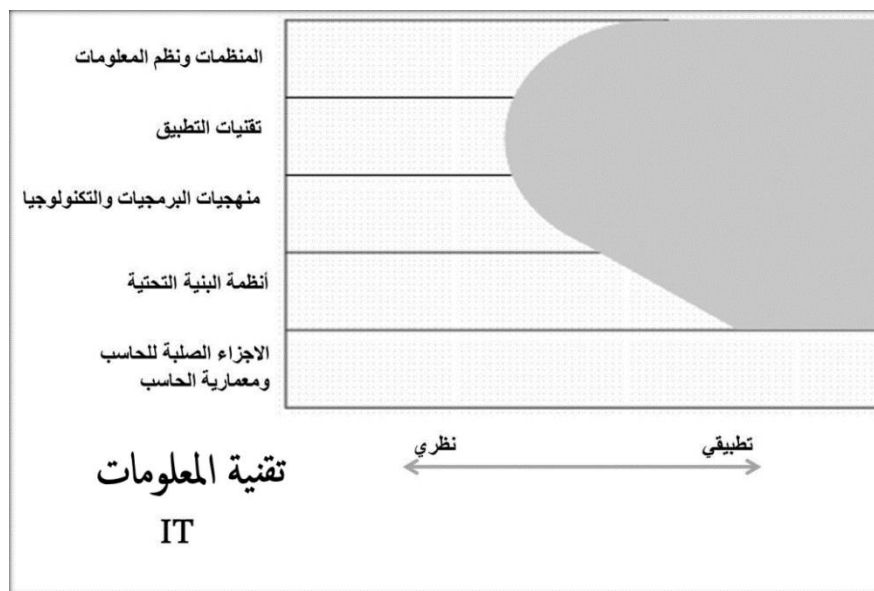


الشكل رقم (5): نظم المعلومات

من الشكل (6) (ACM/IEEE, September 2005) ومن الجدول (4) نلاحظ أن تخصص تقنية المعلومات (IT) يهتم بجميع الأمور التطبيقية وبجزء صغير من المبادئ النظرية لمجالات: قضايا المنظمات ونظم المعلومات – مجال منهجيات البرمجيات والتقنية – مجال تقنيات التطبيق بالإضافة إلى جزء لا بأس به في مجال البنية التحتية للأنظمة.

الجدول رقم (5): نسب تخصص تقنية المعلومات

التخصص	الاجزاء الصلبة للحاسب ومعمارية الحاسب	أنظمة البنية التحتية	منهجيات البرمجيات والتقنية	تقنيات التطبيق	المنظمات ونظم المعلومات
نظري	%0	%0	%10	%15	%10
تطبيقي	%0	%25	%100	%100	%100



الشكل رقم (6): تقنية المعلومات

أخيرا من الشكل (7) (ACM/IEEE, September 2005) ومن الجدول (5) نلاحظ أن تخصص هندسة البرمجيات (SE) يهتم بمعظم الأمور التطبيقية والمبادئ النظرية لمجالات: منهجيات البرمجيات والتقنية – تقنيات التطبيق – البنية التحتية للأنظمة بالإضافة إلى اهتمامه بالأمور التطبيقية والمبادئ النظرية لجزء صغير من قضايا المنظمات ونظم المعلومات.

الجدول رقم (6): نسب تخصص هندسة البرمجيات

التخصص	الاجزاء الصلبة للحاسب ومعمارية الحاسب	أنظمة البنية التحتية	منهجيات البرمجيات والتقنية	تقنيات التطبيق	المنظمات ونظم المعلومات
هندسة البرمجيات (SE)					
نظري	%0	%90	%95	%90	%10
تطبيقي	%0	%90	%95	%90	%10



الشكل رقم (7): هندسة البرمجيات

5- كليات الجامعات السورية التي تدرس تخصصات المعلوماتية ومكانها بين التخصصات العالمية:

أصبح مجال المعلوماتية مجالاً مهماً في الحياة المعاصرة واتسع ودخل في تفاصيل وجوانب حياتنا اليومية كلها وما يزال مجالاً نشطاً ومتنامياً للعماله، وعاملاً اقتصادياً أساسياً تستند إليه التنمية الوطنية والدولية وخاصة بعد ظهور الشركات التجارية على شبكة الإنترنت في مطلع الألفية الثانية، تزايد الطلب العالمي على وظائف التقنية باطراد حيث أصبح العمل في مجال المعلوماتية على رأس قائمة المهن الأفضل للخريجين، ويتمتع بأعلى معدل متوقع لنمو العمالة وكذلك أعلى راتب سنوي حول العالم. واستمر مجال المعلوماتية في تغيير أسلوب معيشتنا وأعمالنا، ومما لا شك فيه أن هذا المجال هو أحد أسرع المجالات المهنية نمواً في كلا القطاعين الحكومي والخاص. وبعد اندماج مجال المعلوماتية مع الأنواع الأخرى من التقنية الخاصة بكل قطاع على امتداد الاقتصاد، فإن هذا الاندماج سيولد تخصصات هجينة وبالتالي وظائف جديدة تدعم الاقتصاد وتجعله أكثر قوة ومتانة. مما أعطى مجال المعلوماتية اهتماماً خاصاً في التعليم العالي بسوريا وتم افتتاح العديد من الكليات والأقسام التي تُعنى بتدريس مجال المعلوماتية نذكر أهمها:

1. كلية الهندسة المعلوماتية (قسم هندسة البرمجيات ونظم المعلومات وقسم هندسة النظم والشبكات) (خطة الهندسة المعلوماتية، جامعة تشرين)، (خطة الهندسة المعلوماتية، جامعة البعث)، (خطة الهندسة المعلوماتية، جامعة دمشق).
2. الكلية التطبيقية (قسم تقنيات الحاسوب) (خطة الكليات التطبيقية، 2014).
3. كلية هندسة تقنية المعلومات والاتصالات (قسم هندسة تقنية المعلومات) (خطة هندسة تقنية المعلومات والاتصالات، جامعة طرطوس).
4. كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية (قسم هندسة التحكم الآلي والحواسيب أو قسم هندسة الحواسيب والأتمتة أو قسم هندسة الحاسبات والتحكم الآلي) (خطة هندسة التحكم الآلي والحواسيب، جامعة البعث).

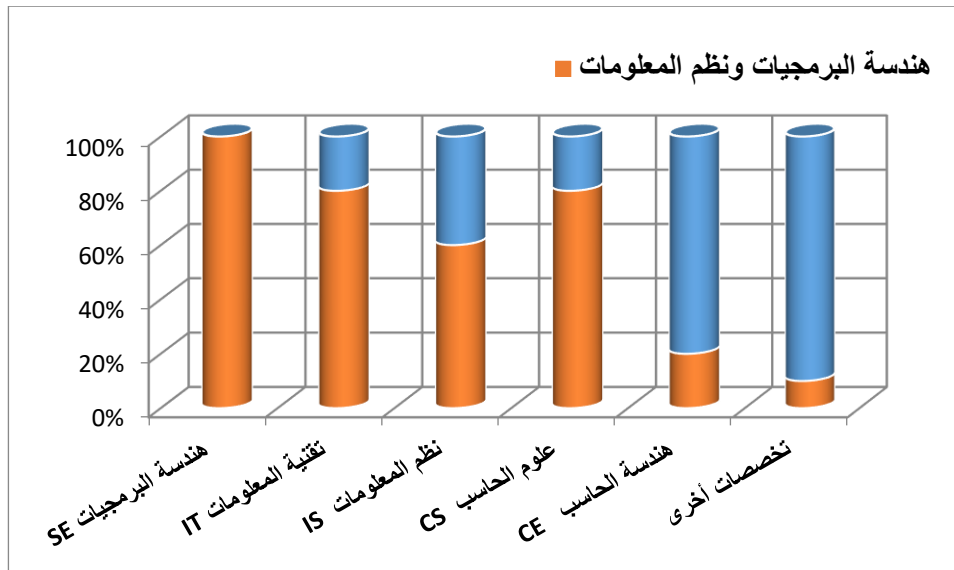
الجدول رقم (7): نسب تخصصات كليات المعلوماتية في الجامعات السورية

التخصص	هندسة البرمجيات (SE)	تقنية المعلومات (IT)	نظم المعلومات (IS)	علوم الحاسب (CS)	هندسة الحاسب (CE)	تخصصات أخرى
هندسة البرمجيات ونظم المعلومات (كلية الهندسة المعلوماتية)	%100	%80	%60	%80	%20	%10
هندسة النظم والشبكات (كلية الهندسة المعلوماتية)	%90	%80	%50	%70	%40	%10
تقنيات الحاسوب (الكلية التطبيقية)	%80	%100	%60	%50	%10	%10
هندسة الحواسيب و الأتمتة أو التحكم الآلي	%20	%20	%5	%30	%100	%10
هندسة تقنية المعلومات والاتصالات	%70	%100	%20	%50	%50	%10

لمعرفة أين يقع مكان كليات الجامعات السورية التي تدرس مجال المعلوماتية مقارنة مع التخصصات العالمية ولمساعدة الطالب في فهم وتحديد التخصص الذي يرغب فيه وأيضا مساعدة الجامعات في تحديد التسميات والخطط الدراسية المناسبة لكليات المعلوماتية فقد تم الاعتماد على دراسات مرجعية عالمية سابقة تناولت المواضيع المدروسة في كل تخصص سواء كانت مواضيع متعلقة بالمعلوماتية أم لا. حيث أنها حددت المواضيع التخصصية الواجب تدريسها بحدودها الأعظمية والدنيا لكل تخصص من التخصصات المدروسة سابقا والمعترف بها والمصنفة عالمياً. وأيضا حددت هذه الدراسات المواضيع غير التخصصية الواجب تدريسها بحدودها الأعظمية والدنيا لكل تخصص.

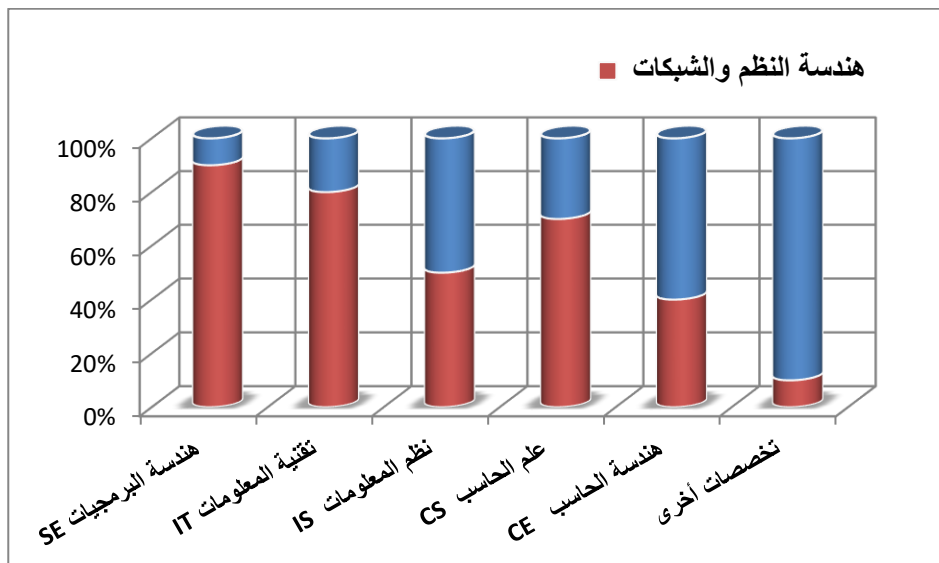
ومن ثم أجرينا دراسة مفصلة للخطط الدراسية المعتمدة في كليات الجامعات السورية التي تدرس مجال المعلوماتية ومقارنتها مع التخصصات العالمية حيث تم النظر الى المقررات الدراسية لكل قسم من حيث عدد الساعات النظرية والعملية ومخرجات التعليم وتوصيف المقرر ومحتواه العلمي وتم مقارنتها ومطابقتها مع المقررات التي تدرس في كل من تخصص عالمي لينتج معنا النسب الموضحة في الجدول (6) حيث أن كل نسبة تمثل مدى تطابق مقررات كل تخصص عالمي مع القسم الموجود في كليات الجامعات السورية وبالتالي تم استنتاج التالي:

- يماثل قسم هندسة البرمجيات في كلية الهندسة المعلوماتية تخصص هندسة البرمجيات بنسبة كبيرة تصل إلى %100 ويتدرج إلى %80 في كل من تقنية المعلومات وعلوم الحاسب و %60 من نظم المعلومات ويعطي أدنى تماثل له في هندسة الحاسب بنسبة %20 الشكل رقم . ومنه فإن قسم مواد الهندسة البرمجيات ونظم المعلومات يُعد أقرب ما يمكن إلى تخصص هندسة البرمجيات وأبعد ما يمكن عن تخصص هندسة الحاسب.



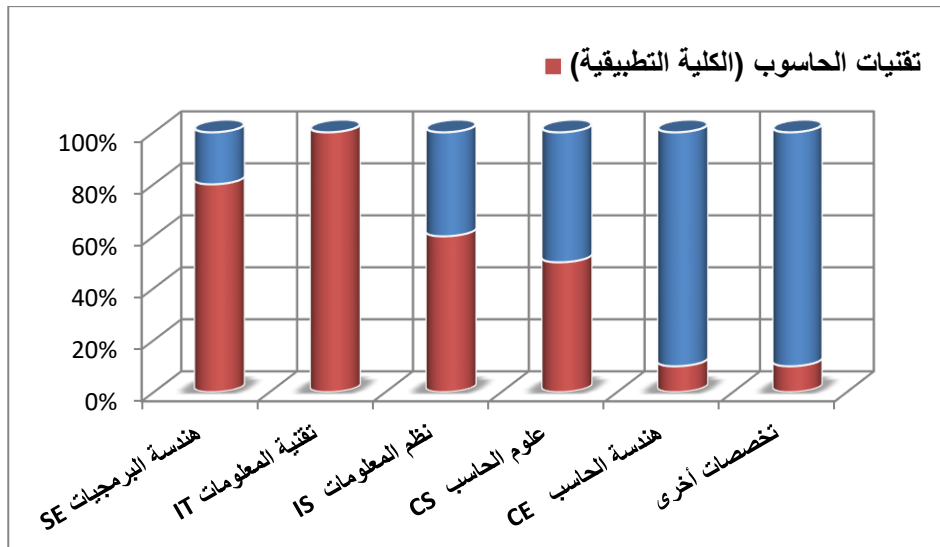
الشكل رقم (8): هندسة البرمجيات ونظم المعلومات

- أما بالنسبة لقسم هندسة النظم والشبكات من أقسام كلية الهندسة المعلوماتية فيعتبر مماثلاً لتخصص هندسة البرمجيات بنسبة 90% ويتدرج إلى 80% في كل من تقنية المعلومات و 70% في علوم الحاسب بينما يتدنى في تخصصات نظم المعلومات بنسبة 50% وهندسة الحاسب بنسبة 40% الشكل. وبالتالي فإن قسم هندسة النظم والشبكات من أقسام كلية الهندسة المعلوماتية أقرب ما يمكن إلى تخصص هندسة البرمجيات وأبعد ما يمكن عن نظم المعلومات وهندسة الحاسب.



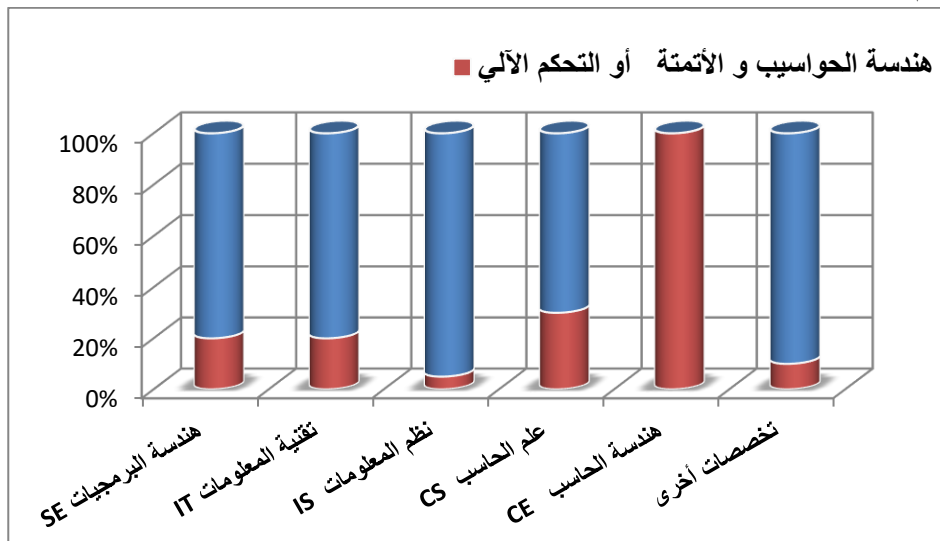
الشكل رقم (9): هندسة النظم والشبكات

- يعتبر قسم تقنيات الحاسوب في الكلية التطبيقية مماثلاً لتخصص تقنية المعلومات بنسبة 100% ويمثل تخصص هندسة البرمجيات بنسبة كبيرة تصل إلى 80% وينخفض في نظم المعلومات وعلوم الحاسب إلى 60% و 50% بينما فقط يمثل 10% من هندسة الحاسب الشكل رقم . ومنه فإن قسم تقنيات الحاسوب في الكلية التطبيقية أقرب ما يمكن إلى تقنية المعلومات وأبعد ما يمكن عن هندسة الحاسب.



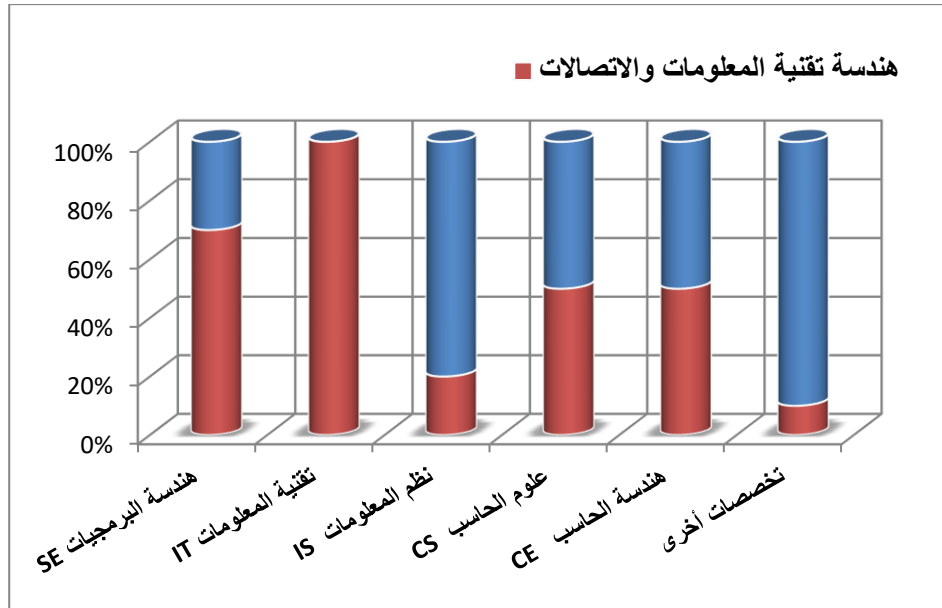
الشكل رقم (10): قسم تقنيات الحاسوب

- كلية هندسة الحواسيب والأتمتة أو التحكم الآلي يماثل تخصص هندسة الحاسب بنسبة 100% ويتدنى إلى 30% و20% في تخصصات هندسة البرمجيات وتقنية المعلومات وعلوم الحاسب ويكون أدنى تماثل له في تخصص نظم المعلومات بنسبة 5% الشكل وبالتالي فإن هذه الكلية أقرب ما يمكن إلى تخصص هندسة الحاسب وأبعد ما يمكن عن تخصص نظم المعلومات.



الشكل رقم(11): هندسة الحواسيب والأتمتة أو التحكم الآلي

- يعتبر قسم هندسة تقنية المعلومات في كلية هندسة تقنية المعلومات والاتصالات مماثلاً لتخصص تقنية المعلومات بنسبة 100% ويمثل تخصص هندسة البرمجيات بنسبة تصل إلى 70% وينخفض في هندسة الحاسب وعلوم الحاسب إلى 50% بينما فقط يماثل 20% من نظم المعلومات انظر الشكل . ومنه فإن قسم هندسة تقنية المعلومات في كلية هندسة تقنية المعلومات والاتصالات أقرب ما يمكن إلى تقنية المعلومات وأبعد ما يمكن عن نظم المعلومات.



الشكل رقم (12): هندسة تقنية المعلومات والاتصالات

6- الخاتمة:

قدم هذا البحث دراسة شاملة تُمكن الجامعات السورية الحكومية والخاصة من الاختيار الصحيح والمناسب لمناهج المعلوماتية لجميع كلياتها. وتساعد الطلاب وذويهم في اختيار الكليات التي توافق اتجاههم وميولهم العلمي. فقد قام هذا البحث على تحديد مدى تطابق أقسام المعلوماتية في كليات الجامعات السورية مع تخصصات المعلوماتية العالمية وبين هذا البحث نسب التوافق في كل قسم في كليات الجامعات السورية اعتماداً على دراسة مفصلة لخططها الدراسية وللمقررات التي تحتويها هذه الخطط وذلك من حيث عدد ساعات العملية والنظرية والمفردات والتوصيف العلمي.

يمكن أن نستخلص من هذا البحث ومن خلال المقارنات التي أجريت أن معظم أقسام المعلوماتية في كليات الجامعات السورية لا تطابق بشكل كامل تخصصات المعلوماتية العالمية وإنما تخطئ بين عدة تخصصات وهذا يمكن أن يسبب تشويش وتشتت في التوجه والهدف من الخطط الموضوعية لكل قسم لذلك كان لابد من التمييز بين هذه المجالات ومعرفة ارتباط كل تخصص من المعلوماتية مع الكليات في الجامعات السورية التي تُدرّس المعلوماتية.

كما تبين لنا أنه من الواجب إعداد خطط دراسية جديدة أو تعديل الخطط الموجودة وفق الاسس وللمعايير التي اعتمدت عليها التخصصات العالمية لتصنيف أقسام المعلوماتية. بالإضافة الى ضرورة افتتاح أقسام تخصصية جديدة والابتعاد عن الشمولية في التخصصات وذلك لمواكبة تطور المعلوماتية وارتباطاتها مع جميع مجالات الحياة.

7- المراجع العلمية:

- 1- الخطة الدراسية الموحدة لقسم تقنيات الحاسوب في الكليات التطبيقية بسوريا 2014.
- 2- الخطة الدراسية لكلية الهندسة المعلوماتية جامعة البعث
<http://it.albaath-univ.edu.sy/1/news/n337/d.pdf>
- 3- الخطة الدراسية لقسم هندسة التحكم الالي والحواسيب كلية الهندسة الكهربائية والميكانيكية جامعة البعث
<http://www.mec.albaath-univ.edu.sy/1/tawsef/thkm.pdf>
- 4- موقع كلية الهندسة المعلوماتية جامعة تشرين
<http://www.tishreen.edu.sy/ar/faculty/informatics-engineering>

5- موقع كلية الهندسة المعلوماتية جامعة دمشق

<http://www.damascusuniversity.edu.sy/faculties/informatic/>

6- موقع كلية هندسة تقنية المعلومات والاتصالات جامعة طرطوس

<http://www.tishreen.edu.sy/ar/faculty/tech/cai-eng>

7- ACM/IEEE Joint Task Force for Computing Curricula 2005, IEEE Computer Society Press and ACM Press, September 2005.

8- ACM/IEEE-CS Joint Curriculum Task Force. Computing Curricula 1991. Association for Computing Machinery and the Computer Society of the Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1991.

<http://www.acm.org/education/curricula.html>

9- ACM/IEEE-Curriculum 2001 Task Force. Computing Curricula 2001, Computer Science. IEEE Computer Society Press and ACM Press, December 2001. <http://www.acm.org/education/curricula.html>

10- ACM/IEEE Joint Task Force on Computing Curricula. Computer Engineering 2004. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering. IEEE Computer Society Press and ACM Press, December 2004. <http://www.acm.org/education/curricula.html>

11- ACM/IEEE Joint Task Force on Computing Curricula. Software Engineering 2004, Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering, IEEE Computer Society Press and ACM Press, August 2004. <http://www.acm.org/education/curricula.html>

12- ACM SIGITE Task Force on IT Curriculum. Information Technology 2006. <http://www.acm.org/education/curricula.html>.

13- Hromkovic, J. Contributing to general education by teaching Informatics. In: Proceedings ISSEP 2006, Informatics Education – The Bridge between Using and Understanding Computers, Lecture Notes In Computer Science, Vol. 4426, Springer Verlag, 25–37, (2006).

14- Kolikant, Y.B.–D. Informatics education as a cultural encounter: a sociocultural framework for articulating learning difficulties. In: Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, Madrid, (2008).

12- Micheuz, P. Some findings on informatics education in Austrian academic secondary schools. Informatics in Education, 7(2), 221–236, (2008).

13- Perrenet, J. Differences in beliefs and attitudes about computer science among students and faculty of the bachelor program. ACM SIGCSE Bulletin, 41(3), 129–133, (2009).

- 14– Perrenet, J. Levels of thinking in computer science: development in bachelor students' conceptualization of algorithm. *Education and Information Technologies*, 15(2), 87–107, (2010).
- 15– Quality Assurance Agency for Higher Education Computing. A Report on Benchmark Levels for Computing. Southgate House, Gloucester, England, April 2000.
www.qaa.ac.uk/academicinfrastructure/benchmark/honours/computing.asp
- 16– Standard Glossary of Software Engineering Terminology. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., NY, 1990.
- 17– Van Weert, T., Tinsley, D. Information and Communication Technology in Secondary Education; A Curriculum for Schools. Paris, UNESCO, (2000).
- 18– Webb, M.E. Pedagogical reasoning: Issues and solutions for the teaching and learning of ICT in secondary schools. *Education and Information Technologies*, 7(3), 237–255, (2002).
- 19– ACM/IEEE Joint Task Force on Computing Curricula, Association for Computing Machinery (ACM) and IEEE Computer Society, Computer Science Curricula, New York, 2013

استراتيجيات إعادة الإعمار بعد الحروب والكوارث في سوريا (مدينة حماة نموذجاً)

د. أحمد سعيد قصاب

*م. صباح الحلبية

(الإيداع: 5 كانون الأول 2017، القبول: 16 نيسان 2018)

الملخص:

تتناقش الدراسة استراتيجية إعادة الإعمار بعد الحروب والكوارث في سوريا، تقدم الدراسة أفكار نظرية عن إعادة الإعمار بعد الحروب والكوارث وتتعامل مع بعض الحالات الدراسية العالمية والتجارب في هذا الحقل. ثم مناقشة هذه التجارب فيما إذا كان من الممكن تطبيقها محلياً على مثال تم اختياره من مدينة حماة، وبعد دراسة وتحليل المثال ثم عرض الاستراتيجية الملائمة لإعادة إعمار الحي المختار بعد الحروب وتحسين الواقع.

الكلمات المفتاحية: إعادة إعمار – تجارب عالمية – استراتيجيات

*طالبة الدراسات العليا-الدكتورة- قسم التصميم المعماري - كلية الهندسة المعمارية - جامعة تشرين.

Reconstruction Strategies after wars and disasters in Syria

Study case – Hama city

***Sabah Al-Halabia**

Dr.Ahmad Saeed Qassab

(Received: 5December 2017, Accepted: 10 May 2018)

Abstract:

The study discusses the post war and disaster reconstruction strategies in Syria.

The study presents theoretical concepts of the reconstruction after disaster and deals with some international case studies and experiences in the field.

Many world case studies reviewed in this study about reconstruction strategies after war and disaster, then discussing these experiences if they can be implemented in local case in Syria, in Hama city by analyzing the local case and prepare a proper strategy for case study reconstruction after war and improve the reality in the ground.

Key words: Reconstruction – international case studies – Strategies.

***Design department – Architecture faculty – Teshreen University.**

1- المقدمة:

تتناقش هذه الدراسة استراتيجيات إعادة الإعمار بعد الحروب والكوارث الواجب اتباعها في سوريا، حيث تعرض المفاهيم النظرية لإعادة الإعمار وتناول إحدى التجارب العالمية في هذا المجال. وتهدف الدراسة الى التوصل إلى استراتيجيات سريعة وفعالة في إعادة الإعمار في سوريا بعد الحرب وذلك بمراجعة بعض المفاهيم النظرية المتعلقة بإعادة الإعمار بعد الحروب والكوارث إلى جانب دراسة تجارب الدول الأخرى في هذا المجال، ومن ثم الخروج باستراتيجية تنظم عمليات إعادة الإعمار فيما بعدها. وخلصت هذه الدراسة إلى مجموعة من النتائج والتوصيات بناء على الدراسة النظرية والحالات الدراسية التي مثلت أرضية لإعداد استراتيجية إعادة الإعمار.

2- مشكلة الدراسة:

تعالج هذه الورقة البحثية مشكلة إعادة الإعمار بعد الحروب والكوارث، حيث تناقش الاستراتيجيات العالمية المتبعة في هذا المجال، وتتناول مشاريع إعادة الإعمار بالتفصيل بدءاً من الإطار الزمني، وبرامج إعادة الإعمار وأهدافها وإعداد المخططات وبدائل وخيارات هذه البرامج وخيارات التطبيق من أجل اتمام هذه العملية ضمن الإطار والمحتوى السوري بما يحقق أفضل النتائج ويلبي احتياجات الانسان والمكان على حد سواء. وتحاول هذه الورقة رصد بعض الأساليب النظرية والتطبيقية في مجال إعادة الإعمار للوصول إلى استراتيجية تلائم الوضع في المنطقة قيد البحث (في سوريا) من خلال الاستفادة من مجمل التجارب التي تصب في مجال الاستعداد وإعادة الإعمار بعد الكوارث، والتوقف لإعادة النظر في سير آلية عمل مشاريع إعادة الإعمار وتوجيهها للحصول على أفضل النتائج في المستقبل وإدماجها في عمليات التخطيط المستدام من أجل المحافظة على تاريخ الانسان وهويته واستمرار احساسه بالارتباط بالمكان الذي يعيش فيه وعدم الشعور بالغربة. ومن هنا توضح:

3-أهمية الدراسة ومبرراتها:

تتمن أهمية هذه الدراسة في أنها تتناول موضوع إعادة الإعمار بعد الحرب والكوارث في المنطقة، حيث أن هذه المنطقة في وضع حرب مكانية أدت إلى دمار شامل أو جزئي على مستوى مقومات المدن الحضرية وبالتالي فإنها تعاني من آثار التدمير، وأثرت على أصالتها وهويتها فضلاً عن ظروف الحياة الانسانية السيئة التي أصبحت تعاني منها، لذلك فأهمية هذه الدراسة تتخذ بعداً اجتماعياً وطنياً إلى جانب البعد الانساني.

4-الهدف من الدراسة:

تهدف هذه الدراسة بشكل رئيسي إلى استخلاص استراتيجيات محددة ومجموعة من الدروس لإعادة الإعمار وذلك بالاستفادة من التجارب العالمية في هذا المجال وإعادة صياغتها للوصول إلى منهجية ملائمة للوضع الميداني المحلي في منطقة البحث.

وذلك عبر عدة أهداف مرحلية للدراسة:

- توصيف وتعريف للكوارث واستراتيجيات إعادة الإعمار.
- حالات دراسية عالمية عبر التاريخ في مجال إعادة الإعمار.
- دراسة ميدانية تطبيقية لمنطقة الدراسة المحلية.
- الوصول إلى نتائج ومقترحات ملائمة وتوصيات للجهات الفاعلة في هذا المجال

6- مواد وطرائق البحث:

طريقة التحليل والاستنتاج

7- منهجية الدراسة:

- لتحقيق الأهداف المرجوة من هذه الدراسة والإجابة على تساؤلاتها، فقد تم اتباع:
- المنهج النظري الوصفي: فقد تم استخدامه في دراسة التجارب العالمية في مجال إعادة الإعمار، من خلال مجموعة من الحالات الدراسية من مختلف أنحاء العالم، سواء كانت كارثة طبيعية أم من صنع الإنسان كالحروب، كما جرى في العديد من المدن الأوروبية بعد الحروب العالمية الأولى والثانية.
 - المنهج التحليلي الميداني: عبر دراسة الواقع المحلي بتحليل التجارب العالمية، ثم الدراسة التطبيقية الميدانية المحلية، ومن ثم الخروج بتوصيات ومقترحات من شأنها العمل على توضيح العمل في مثل هذه المشاريع في المستقبل.
- 1- مفهوم الكوارث وإعادة الإعمار: تعريف الكارثة: تعرف الكارثة بعدة طرق، هناك العديد من الجهات التي وضعت تعاريف كل حسب تخصصه ومجال اهتمامه والزوايا التي ينظر للكوارث منها، ومن هذه التعاريف:
- حسب تصنيف روبرت مالتوس، مؤسس نظرية السكان، فإن الكارثة هي حدث ممنهج خارجي، من شأنه إعادة التوازن بين نمو السكان ونمو المواد الغذائية، وقد أسماه بالموانع الإيجابية مثل الحروب والمجاعات والأوبئة والأمراض، والتي تؤدي إلى التدمير والتأثير على مجريات الحياة اليومية والبيئية والطبيعية والبنية التحتية والبيئة المبنية بواسطة الإنسان.^[1]
- 1-1: أثر الكوارث على العمارة والعمران:
- الأثر الفيزيائي: يعتبر الأثر الفيزيائي للكارثة أو الحرب على البيئة المبنية من أوضح الآثار المرئية، وأكثرها تكلفة وإلحاحاً لإعادة البناء، إذ تتضرر المباني والمرافق العامة والبنى التحتية والهيك العمراني.^[2]



الشكل رقم (1): يوضح الأثر الفيزيائي للكوارث

- الأثر الاقتصادي: يتأثر النسيج الاقتصادي في أعقاب الكوارث والحروب وبالتالي نقص التمويل على المستوى الفردي والمستوى العام، في وقت تزداد فيه الحاجة إلى التمويل خاصة لغرض إعادة الإعمار.^[3]
- الأثر الاجتماعي: في أوقات الكوارث تتفاقم المشكلات الاجتماعية، يجب أن يتم حلها ومعالجتها بسرعة كبيرة لأن آثارها تظهر على المجتمع بشكل عميق و كبير.²
- الأثر الثقافي: في أوقات الحروب والكوارث، يتم تدمير الشواهد الثقافية والتاريخية، سواء كانت مادية أو معنوية بهدف تزوير التاريخ و فرض هوية جديدة للمكان.³

¹ Mcdonald, Roxanna, Introduction to Natural and Man-Made Disasters and Their Effects on Building, Architectural press, UK, V1, 2003.

² : Environmental planning collaborative and TCG international with the support of USAID and FIRE-D, **participatory planning guide for post disaster reconstruction**, USAID, 2004.

³ : Journal of Disaster Research, vol.2 No.2,2007



الشكل رقم (3): قوس النصر في تدمر

الشكل رقم (2): تدمير كنيسة في دريسدن

1-2: مبادئ استراتيجيات إعادة الإعمار:

ترتكز أي استراتيجية لإعادة الإعمار على أربعة مبادئ وهي:⁴

- 1- وقائية: لا تكتفي بوضع الخطط لمعالجة آثار الكارثة فقط، بل تقوم بوضع الخطط لبحث الكارثة ما أمكن.
- 2- شاملة: تعالج جميع الآثار الناتجة عن الكارثة على مختلف المستويات، ومختلف العناصر بالتساوي، سواء كانت اجتماعية، أو ثقافية، أو اقتصادية.
- 3- تندمج ضمن خطط التطوير: فتكون هذه الاستراتيجية جزء من خطط للتنمية والتطوير الحضري.
- 4- الاستدامة
- 5- مرنة: قابلة للتعديل والتكيف السريع مع المستجدات والمتغيرات على أرض الواقع.

1-3: الإطار الزمني العام لاستراتيجية إدارة الكارثة وإعادة الإعمار:

يمكن تقسيم استراتيجية إدارة الكوارث إلى أربع مراحل زمنية: 4

- 1- مرحلة ما قبل الكارثة
- 2- مرحلة الإغاثة الفورية
- 3- مرحلة إعادة التأهيل
- 4- مرحلة إعادة الإعمار

1- مرحلة ما قبل الكارثة (pre disaster):

وهي المرحلة الأهم ، حيث يتم فيها جمع المعلومات ووضع التوقعات والسيناريوهات المحتملة ، وبناء على هذه المعلومات يتم وضع السياسات والخطط والاستراتيجيات، وهي استراتيجية إجرائية وقائية وتخضع لصيانة دورية للتمكن من استخدامها وقت اللزوم فوراً ، وهي لا تدخل ضمن إطار الحركة البحثية.⁵

ومن الأمثلة على الاستعداد لما قبل الكارثة، الملاجئ النووية في سويسرا، حيث تنص مواد في القانون الخاصة بأمن المواطن وبالمدني، أنه يجب أن يكون لكل مواطن ملجأ قريب من مكان إقامته ويمكنه الوصول إليه خلال فترة وجيزة إذا ما اقتضت الضرورة، ويجب على أي مالك أن يبني وحدة سكنية تجهيزها بالملاجئ ولوازمها.

⁴ : unhabitat.2007

⁵ UNDRO,1982



الشكل رقم (4): مدخل أحد المخابئ المضادة للإشعاعات النووية في سويسرا

2- مرحلة الإغاثة الفورية : يتم فيها الاهتمام وتوفير الاحتياجات الأساسية للناس وتقدير الخسائر والأضرار وفيها يتم جمع

المعلومات لتعديل السياسات والخطط بحيث تتوافق مع المعطيات الجديدة على الأرض.⁶

3- فترة إعادة التأهيل: في هذه المرحلة يتم البدء باستعادة كافة جوانب الحياة الطبيعية وتبدأ في نهاية مرحلة الإغاثة وقد يستمر لعدة سنوات.

4- فترة إعادة الاعمار: يتم في هذه الفترة تطبيق وتنفيذ مشاريع إعادة الاعمار (بناء المساكن وإصلاح البيئة الفيزيائية) ويتم عملية المتابعة والتقييم لمجمل مشاريع إعادة الاعمار ويتم فيها جمع المعلومات وتعديل الاستراتيجيات واعداد خطط جديدة بناء عليها. [6]

1-4: اتجاهات العمارة بعد الكارثة أو الحرب:

في مشاريع إعادة الاعمار بعد الكارثة أو الحرب هناك عدة اتجاهات للتعامل مع عمارة ما بعد الحرب أو الكارثة، وكل حالة إعادة اعمار لها استراتيجيات الخاصة في التطبيق خصوصاً في التفاصيل. [10] وهذه الاتجاهات هي:

1- اتجاه التحديث والتجديد: ويهتم هذا الاتجاه بإعادة عمارة جديدة لم تكن موجودة من قبل وليست ذات ارتباط وثيق مع تاريخ وهوية المجتمع باستخدام أساليب انشائية معاصرة وينتشر هذا النوع من المباني في أعمال الحروب لتلبية احتياجات السكن الفعال والسريع وقليل الكلفة. وقد انتشر هذا الاتجاه بشكل كبير في الدول الأوروبية بعد الحرب العالمية لتوفير مأوى. [10]

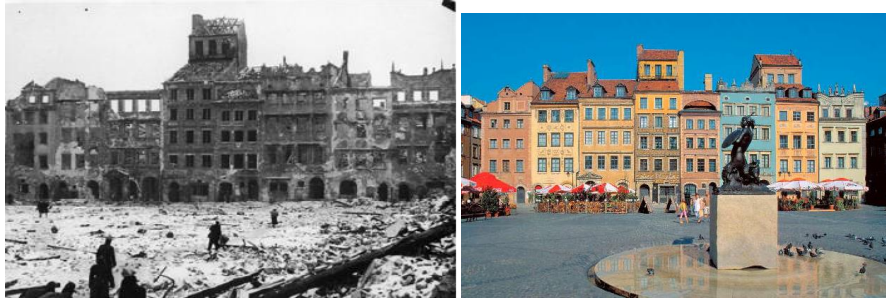


الشكل رقم (5): عمارة لوكوربوزيه في مارسيليا

⁶ : NBRC,2008

عكاشة ، عالية [10]

2- اتجاه اعادة الأحياء : يهتم هذا الاتجاه بإعادة بناء ما تهدم بفعل الكارثة أو الحرب من المباني التاريخية كما كانت في السابق بهدف المحافظة على وجودها وحفظ ذاكرة وهوية المكان ، وهذا النوع من اعادة الاعمار بحاجة إلى توثيق مسبق ودقيق للمباني التاريخية لإعادة البناء كما كان ⁷.



الشكل رقم (6): البلدة القديمة في مدينة وارسو- بولندا



الشكل رقم (7): القصر الشتوي لنيكولاي في سان بطرسبرغ في روسيا

3- اعادة المزج بين القديم والحديث:

في هذا الاتجاه يوجد عملية مزوجة في استخدام أساليب البناء القديمة وإحياء الطراز القديم الى جانب استخدام أساليب بناء حديثة، وذلك للمحافظة على العمارة التاريخية اضافة الى مسايرة روح العصر وملائمة الاحتياجات السريعة والمكاملة ولصعوبة استخدام الأساليب والأنماط القديمة بشكل مطلق. [7]



الشكل رقم (8): مبنى البرلمان الألماني - برلين

⁷ العالول 2007

4- اتجاه رمزي شاهد على الأحداث:

يركز هذا الاتجاه على أهمية ورمزية الحدث أكثر من أهمية البناء، فهو يعمل على الإبقاء على حال المبنى، فهو يعمل على الإبقاء على حال المبنى كما هو شاهداً على الدمار الذي حصل لحفظ الذاكرة وإنهاء بشاعة الحروب وما ترتبته في حق القيمة الانسانية والتاريخية.

ولا يصلح هذا الاتجاه للتطبيق إلا في مباني معينة ذات رمزية خاصة وسبب وجيه للمحافظة عليها كما هي ويتم اختيارها بواسطة العديد من المختصين والخبراء من مختلف المجالات والاتجاهات. [10]



الشكل رقم (10): كنيسة الذكريات

الشكل رقم (9): ساعة محطة القطار في سكوبية – مكدونية

1-5: إعادة اعمار البنية الفيزيائية (بناء الإسكان والمباني بعد الكارثة):

تتمثل عملية إعادة إعمار البنية الفيزيائية بالاحتمالات التالية:

(أ) المنازل المؤقتة (منازل متنقلة أو ثابتة مؤقتة):

تعتبر هذه الملاجئ من أهم الاستجابات بعد الكارثة أو الحرب وخصوصاً في المناطق التي يحدث فيها أضرار كبيرة للمنازل والمباني، ويتم تصميم هذه المنازل للاستخدام خلال الفترة الأولى من الكارثة وقد تصل إلى عدة أشهر ويتم اختيار السكن المؤقت حسب الظروف من أحد البدائل التالية:

1- مباني عامة: كالمدارس أو المساجد أو أي مبنى آخر من الممكن أن يتم استخدامه كمأوى مؤقت، ويمكن تأخير استخدامه الأصلي إلى وقت آخر كالمدارس.



الشكل رقم (11): مركز ايواء في مبنى عام

1- منازل بسيطة مؤقتة غير دائمة: يتم بناؤها من مواد خفيفة كالشراشف البلاستيكية والقماش والأخشاب أو الحاويات أو أي مواد متوفرة وسهلة البناء والتركيب، وقد تكون منظمة إذا كان هناك جهة مشرفة أو تكون عشوائية إذا ترك للناس إعدادها بدون مخطط.



الشكل رقم (12): البيوت البسيطة التي تم بناؤها عقب زلزال هايتي

2- منازل جاهزة مسبقة الصنع متعددة الاستعمالات فيما بعد: كالخيام التي يتم استيرادها وتخزينها، بهدف استخدامها وقت الحاجة إليها أو المنازل الأخرى مسبقة الصنع.



الشكل رقم (13): صورة للخيام التي تم بناؤها عقب اعصار كاترينا

3- المخيمات الجماعية: وتقيمها الدولة أو المؤسسات العالمية أو المؤسسات الغير حكومية أو الجهات المسؤولة عن اسكان النازحين، كالدفاع المدني أو مركز إدارة الكوارث في الدولة بهدف إيواء النازحين لأجل معين.



الشكل رقم (14): مخيمات جماعية

(ب) إعادة إصلاح البيوت المتضررة:

تعتبر هذه العملية فعالة في حال عدم وجود أعداد كبيرة من النازحين، إضافة إلى أن كلفة إصلاح المباني أقل من كلفة إعادة بناء منازل جديدة، ويعتمد ذلك على حجم ومقدار الأضرار في تلك المباني. لذلك فإن المسح والتقييم مهم جداً لتحديد مستوى الأضرار وتصنيفها ودرجة الإصلاح المطلوبة ومن ثم دراسة المواد ومستوى الخبرات اللازمة لإنجاز هذه العملية، لذلك لا بد أن يكون هناك تخطيط وإعداد، وإعداد بدائل وبرامج لعمليات إصلاح المنازل، ويتم اختيار أيها أفضل بحسب الظروف والواقع، وتهدف هذه البرامج إلى إعادة الوضع إلى سابق عهده قبل الكارثة، وتقتصر على الأعمال الضرورية والتأكد أن المبنى صالح للسكن من النواحي التالية: انشائياً - صحياً - الحماية⁸. وتتقسم هذه البرامج كالتالي:

1- إعادة إصلاح ذاتي يقوم به السكان.

2- برامج تقودها المؤسسات أو الجهات الرسمية.

(ج) بناء بيوت جديدة: بعد الحرب أو الكارثة، وعند تدهم الكثير من المباني والمنازل، يتحتم إعادة البناء من جديد لتلبية

حاجات الناس وإعادة دوران عجلة الحياة، وتحتاج هذه العملية إلى جهد ووقت ومقدار كبير من الأموال ومشاركة كامل السلطات المحلية، والمجتمع والمؤسسات إضافة إلى الجهات الخارجية.

(د) إعادة البناء الذاتي:

يتم تطبيق هذا النموذج عندما يملك المجتمع القدرة على إعادة الإعمار بصورة ذاتية، وبناء البيوت والمباني الخاصة بهم سواء بأنفسهم أو عن طريق المقاولين المحليين، وإن المعونة الخارجية فقط تعمل على تسهيل هذه العملية من خلال التأكد من توافر مواد البناء والخبرات المحلية بسعر مقبول أو بدون مقابل.

يفضل استخدام هذا التوجه في المناطق الريفية أو في مناطق الضواحي، والتركيز في هذه الحالة يكون على عملية تحسين وتطوير عملية البناء، وتحسين نوعية المواد وتدريب العمال المحليين، وخاصة في المناطق التي تكون فيها مواد البناء والنظام الانشائي جزء من المشكلة ونقطة ضعف في المباني في مواجهة الكوارث.

يقول المعماري حسن فتحي: "إن رجل واحد لا يستطيع أن يبني بيت بمفرده، لكن عشرة رجال يستطيعون بناء عشرة منازل مع بعضهم البعض" [11]

2- حالات دراسية في مجال إعادة الإعمار:

1-2 : مدينة وارسو - بولندا:

شهدت المدينة العديد من الكوارث والحروب، واشتهرت المدينة بإعادة بناءها بعد كل تدمير وتخريب يحصل لها (حتى أصبحت المدينة تشبه بطائر الفينيق المنبعث من الرماد، لأنها قامت وعادت من بين أنقاض الحرب من جديد). [7]



الشكل رقم (15): صورة عامة لمدينة وارسو اليوم

خضعت المدينة لتدمير ممنهج للتراث الثقافي في الحرب العالمية الثانية حيث تم تدمير 84% من المدينة. [11]

[8] Barakat, 2003

عالول، 2007: [7]

حسن فتحي، 1973 [11]



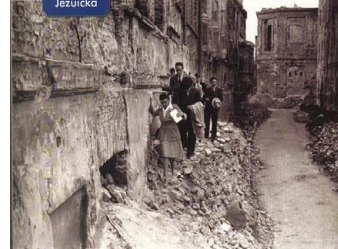
الشكل رقم (16): تدمير وارسو عام 1945

2-1-1: إعادة الإعمار في وارسو:

قام المعمارين والمخططون والمؤرخون والمعلمون وكل المتقنين الذين يقدرون معنى المدينة والهوية بأخذ زمام المبادرة حيث تم اخفاء المخططات التوثيقية لمدينة وارسو.

وبعد نهاية الحرب تم إخراج الوثائق وتم بناء حوالي 85% من المدينة المدمرة خلال عشرين عاماً. بنيت المدينة المدمرة كما هي، بناء تفصيلياً لجميع المباني، والعناصر ذات القيمة الاعتبارية والعلامات المميزة والرموز والكنائس والبيوت والأسواق.

- مواد البناء: تم الأخذ بعين الاعتبار استخدام مواد البناء الأصلية في حال وجدت كحجارة البناء القديمة والتي أخرجت من بين الأنقاض، وأعيد اصلاحها، ثم محاولة التعرف على الأماكن الأصلية لها وإعادة بنائها إليها. تم جمع كل الأدلة والشواهد التي تدل على الماضي للاستعانة بها في إعادة الإعمار لتكون طبق الأصل، وأعيد بناء المدينة كما كانت بتاريخها وماضيها ومواد البناء القديمة لتكون شاهد على تاريخ وهوية وارسو



الشكل رقم (17): شارع في مدينة وارسو قبل وبعد إعادة الإعمار

2-1-2: استراتيجية إعادة إعمار وارسو:

1- الاستعداد والتخطيط للمستقبل: بإخفاء ما يمكن اخفاؤه، أو نقله إلى أماكن آمنة إضافة إلى عمل توثيق المدينة (عن طريق طلاب مدرسة العمارة) لحفظ التراث العمراني.

2- الحفاظ على الهوية: حيث رفض السكان الانصهار بأي هوية جديدة تفرض عليهم، فالمدينة بالنسبة لأهلها مجمع لذاكرة التاريخ المتراكمة.

3- حفظ الذاكرة الجماعية، وذلك للحفاظ على الاستقرار النفسي للسكان وذلك بعودة مدينتهم للحياة الطبيعية من بين الأنقاض بكل معالمها ورموزها ومبانيها

4- استخدام طرق البناء والمواد التقليدية

حسن فتحي، 1973 [11]

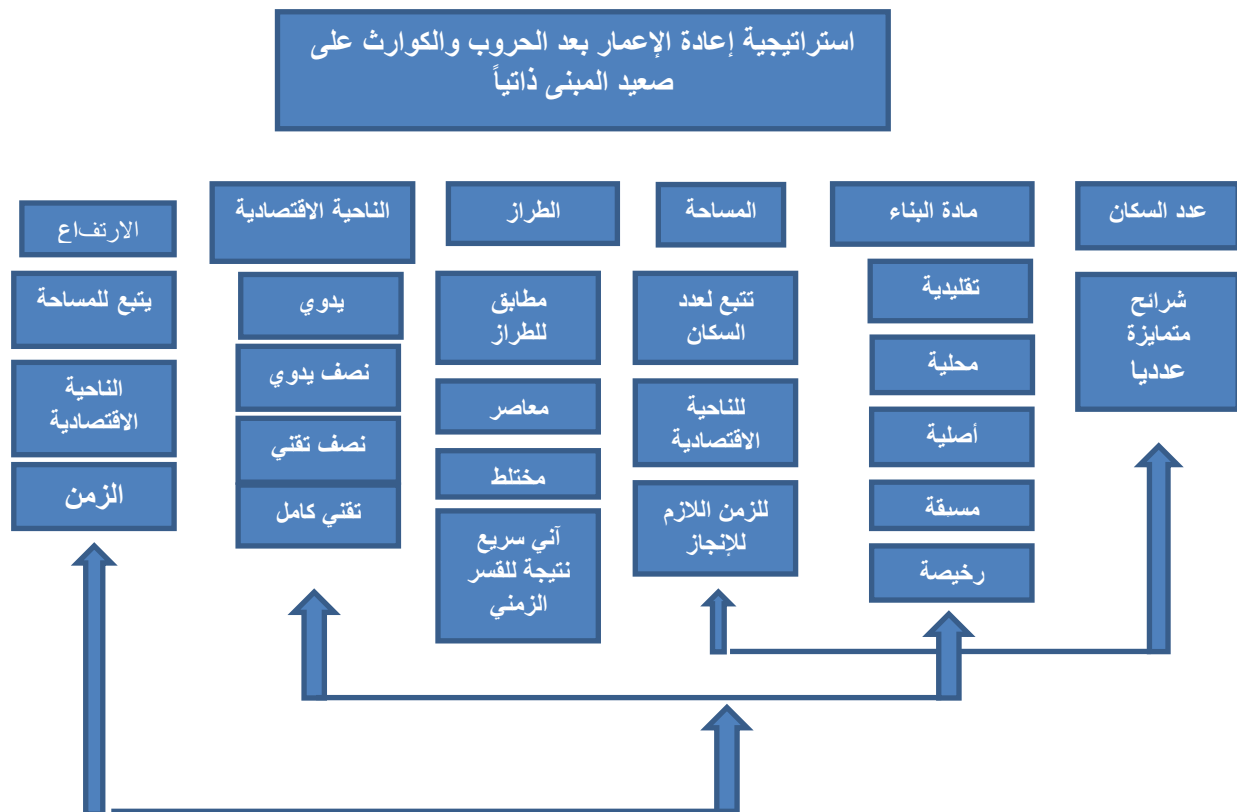
[12] www.e-Warsaw.pl

5- حساب التكلفة

6- توفير سبل الراحة والحاجات الأساسية، بمواكبة متطلبات العصر الحديث.

7- تعزيز مؤسسات المجتمع المساهمة في إعادة الإعمار. [7]

2-2: الاستراتيجيات المقترحة لإعادة الإعمار في سوريا:



الشكل رقم (19): مخطط تحليلي يبين استراتيجية إعادة الإعمار على الصعيد الذاتي للمبنى (من عمل الباحث)

من خلال استعراض الاستراتيجية العامة لإعادة الإعمار تبين أنها تتمثل في المراحل التالية:

2-2-1 : مرحلة ما قبل الكارثة: يتم في هذه المرحلة القيام بالعمليات التالية:

أ- إنشاء مركز أو هيئة أو جهة مسؤولة لإدارة الكوارث وإعادة الإعمار في سوريا.

ب- التخطيط لإدارة الكارثة وإعادة الإعمار.

ت- إعداد دليل عام من أجل ترتيب التعامل مع الكوارث ومع عمليات إعادة الإعمار.

ث- عمليات التوثيق وخاصة للمدن التاريخية والمعالم الرمزية والتاريخية.

ج- تقوية مؤسسات المجتمع المدني إلى جانب المؤسسات الحكومية.

ح- التعليم والتدريب وتوعية الناس الفاعلين (بناء ثقافة الوقاية والاستعداد).

2-2-2 : مرحلة أثناء الكارثة:

- تلبية الاحتياجات العاجلة للمجتمع.
- أعمال التقييم السريع للاحتياجات والأضرار.

2-2-3 : مرحلة ما بعد الكارثة:

أ- إعادة التأهيل على المدى القريب:

- 1- هدم المباني الآيلة للسقوط (أو معالجتها بالطرق السليمة خاصة إذا كانت مباني لها قيمة تاريخية أو رمزية).
- 2- تأمين المأوى والاحتياجات الأساسية بشكل مستقر.
- 3- إعادة تعديل المخططات بناء على الواقع والمعطيات الجديدة.
- 4- العمل على توفير الأموال اللازمة من أجل مشاريع إعادة الإعمار.
- 5- العمل على إعادة دوران عجلة الحياة وجعلها مستقرة قدر الامكان وبأسرع وقت ممكن.
- 6- تأمين وتوفير البرامج اللازمة لإعادة إصلاح المباني المتضررة بأسرع وقت ممكن.
- 7- حل المشاكل الرئيسية والتي تؤدي إلى دوران عجلة الحياة، كإصلاح البنية التحتية والشوارع والكهرباء والماء.

ب- إعادة الإعمار (على المدى الطويل):

- 1- وضع مبادئ لإعادة الإعمار.
- 2- إعادة البناء بشكل أفضل
- 3- تحقيق الاستدامة.
- 4- التصميم المتكامل (الانشائي، المعماري، البيئي، الاجتماعي، الثقافي، الاقتصادي)
- 5- المشاركة الشعبية المحلية الواسعة والتدريب.
- 6- الاهتمام بالبعد البيئي في عمليات إعادة الإعمار.
- 7- التعامل مع التراث الثقافي والتاريخي.
- 8- الكارثة فرصة لحل المشاكل السابقة في البيئة العمرانية.
- 9- الحلول الدائمة.
- 10- إنعاش الاقتصاد المحلي

3-دراسة ميدانية تطبيقية في سوريا (مدينة حماة - حي مشاع وادي الجوز)**3-1: الإطار النظري لدراسة إعادة إعمار حي سكني:****3-1-1: مبادئ الدراسة المتبعة في إعادة إعمار حي:**

- أ- الابتعاد عن النسخ الأعمى من عمارات مدن مختلفة سواء سورية أو عربية أو غربية، بل الانطلاق بدراسة الحي من بيئة المدينة التي تحويه نفسها.
- ب- الابتعاد عن تكرار البناء على غرار ما قبل الحرب، حيث نرى الحرب فرصة للنهوض المعماري وتدارك أخطاء الماضي.
- ت- التدرج بالدراسة من الكل للتوصل إلى الجزء: النظرة الشمولية بالبداية ضرورية لتمكنا من فهم خصائص المدينة وخصائص عمرانها وعمارته السكنية في الحقب المختلفة للتوصل إلى عمارة الحي المثالية ثم المجموعة السكنية ضمنه ثم البلوك السكني الواحد.
- ث- يجب أن تكون دراسة المباني السكنية مستوفية لجميع جوانب السكن (البعد الاجتماعي-الاقتصادي-السياسي-الشكلي-البيئي).

ج- بعد تقييم تجارب الدول العربية والعالمية، الاستفادة منها قدر المستطاع في الحل والتوصيات وذلك في آلية الحل وليس نسخ الحلول.

3-1-2: مراحل دراسة إعادة إعمار الحي السكني:

المرحلة الأولى: مرحلة الدراسة النظرية: وتتضمن عدة خطوات متسلسلة:

في دراسة أي حي سكني يجب الانتقال من الكل إلى الجزء، ابتداء من المدينة بنظرة شمولية للسكن ثم الحي المراد دراسته ثم المجموعة السكنية ثم البلوك. [9]

حيث إن النظرة الشمولية في البداية ضرورية لتمكنا من فهم خصائص المدينة وخصائص عمرانها وعمارتها السكنية في الحقب المختلفة للتوصل إلى عمارة الحي المثالية الخاصة به ثم المجموعة السكنية ثم البلوك السكني الواحد.

ولنستطيع قراءة العمارة السكنية للمدينة يجب:

- دراسة جغرافية: تتضمن الموقع والمناخ والمعالجات البيئية المعمارية والعمرانية العامة المتبعة.
- دراسة تاريخية: تأثير الحضارات المتتالية للتوصل لسمات العمارة السكنية في كل حقبة وحضارة.

المرحلة الثانية: الدراسة الميدانية: بعد دراسة السمات العامة للمدينة ننقل لدراسة تفصيلية للحي السكني المراد دراسته وفق مرحلتين زمنيتين: قبل الحرب – الوضع الراهن بعد الحرب، وفق مخططات لكل مرحلة زمنية:

- مخطط الربط الطرقي
- مخطط طبوغرافي: يوضح هذا المخطط فروق الارتفاعات وخطوط التسوية
- الهدف:** تساعد معرفة الارتفاعات وفروق الميل بين كل النقاط على توزيع ارتفاعات كتل المشروع بشكل مدروس ومناسب مع فروق الميل.
- مخطط استعمال الأراضي: بهدف معرفة وظيفة كل فعالية في المشروع كي يتم تعويض الفعاليات المهذمة بفعاليات مماثلة أو مشابهة.
- مخطط الارتفاعات وعدد الطوابق (الدراسة الشاقولية): ليساعدنا في حساب المساحات التي من الواجب تعويضها بعد عملية الإعمار.
- مخطط مساحات المقاسم (مخطط عقاري): يوضح مساحات كافة المقاسم المبنية سابقا لمعرفة المساحة الطابقية الكلية في حساب الأسهم التي ستعطى كوثيقة لكل صاحب ملك كي يتم التعويض بعد الإعمار بمساحة مماثلة أو بمبلغ مالي مساوي لقيمة الأسهم.
- مخطط نقاط الارتكاز الاجتماعية: تقيد في معرفة الأماكن ذات الأهمية الاجتماعية لسكان المنطقة لمعرفة الفعاليات المهمة اجتماعيا والتي توجه عملية إعادة إعمار المباني الاجتماعية باتجاه فعاليات جديدة ومطورة تقوم بالوظيفة المطلوبة.
- مخطط العوامل البصرية (نقاط الارتكاز البصرية): لمعرفة توضع المباني ذات السمة المميزة وتصميمها بتشكيلات بصرية معمارية.
- مخطط بيئي: يوضح اتجاه الرياح السائدة والتشميس بحسب الأشهر، لدراسة توضع البلوكات السكنية بشكل مثالي بيئياً.
- مخطط محددات وإمكانيات: يوضح الفعاليات والشوارع التي ستبقى ثابتة في الدراسة الجديدة والفعاليات التي يمكن تغييرها وكذلك نقاط قوة الحي ونقاط الضعف.

3-1-3: مشاع وادي الجوز في حماة (الحي المراد دراسته):

منطقة سكن عشوائي يمتد على مساحة وقدرها 30/ هكتار، يسكنها ما يقارب خمسة وعشرين ألف نسمة في ما يقارب 1400/ ألف وأربعمائة بناء عشوائي بدائي. يعتبر وادي الجوز ثاني أكبر مشاع في مدينة حماة، يحده حي تشرين ومساكن الضباط شمالاً، حي طريق حلب من الجهة الجنوبية الشرقية، وتحده بساتين الضاهرية ونهر العاصي غرباً.



الشكل (21): حي وادي الجوز والتوزيع العشوائي للمباني فيه

الشكل رقم (20): حي وادي الجوز وحدوده في مدينة

3-2: نموذج السكن السائد سابقاً في الحي:

سادت مساكن بدائية مخالفة عشوائية، بنيت بجهد شخصي من القاطنين في الحي، كل بما يناسب احتياجاته ووفقاً لاستطاعته المادية.

تتألف الوحدة السكنية من ثلاثة غرف، حيث كانت المباني المشيدة بارتفاع طابق واحد أو طابقين أو بارتفاع أعظمي ثلاثة طوابق، يسكن في المسكن الواحد أكثر من سبعة أشخاص.

لا تختلف طريقة البناء لهذه المباني عن مثيلاتها في المباني الرسمية، حيث تستخدم طريقة البناء بالهياكل الخرسانية أو الجدران الحاملة، ولكن ترك أغلبها بدون اكساء خارجي، والبعض منها استخدم مواد رخيصة للتشطيب الخارجي، ويغلب على المساكن الطابع الريفي.



الشكل رقم (22): المباني العشوائية في حي وادي الجوز سابقاً

بالنسبة لتخطيط الحي فإن عرض الشوارع الفرعية يقدر ب (4) م وعرض الشوارع الرئيسية (6) م، وتتراوح مساحة قطع الأراضي بين (40-90) م² بما فيها الأدراج والمناور التي يصعب تصميمها وتقسيمها لتلائم احتياجات الكثافة السكانية في المسكن الواحد، ويقتصر المسكن الواحد إلى التهوية الصحيحة والتشميس نظراً للتزاحم الشديد للمباني وعدم ترك فراغات بينها، مما أدى أيضاً إلى فقدان الخصوصية وزيادة درجة التلوث السمعي والبصري.

أما بالنسبة للمرافق العامة فإن الحي يعاني من نقص شديد في المرافق العامة، وبالنسبة للخدمات الاجتماعية مثل المنشآت الصحية والتعليمية وأقسام الشرطة فلا وجود لها، ولوحظ غياب تام للمناطق الخضراء في الحي.

3-3: نموذج السكن في الأحياء المجاورة:

أ- الحي المجاور من الجهة الشمالية ينقسم إلى قسمين:

قسم يحتوي على فيلات سكنية تتألف من طابقين (سكن الضباط)، وقسم يحتوي على مباني سكنية تتألف من سبعة طوابق، (حي تشرين).

ونظراً لأن الشريحة السكنية التي كانت تقطن الحي هم من ذوي الدخل المتوسط، ونظراً للكثافة السكنية العالية في الحي السكني فإنه لا يمكن بناء فيلات منفردة، إلا أنه يفضل بناء مباني سكنية مشابهة للمباني الموجودة في حي تشرين.



الشكل رقم (23): السكن المجاور في الحي المجاور الشمالي

الحي المجاور من الجهة الجنوبية الشرقية:

حي طريق حلب يتألف من مباني سكنية تتألف من ثلاثة الى خمسة طوابق، ويمكن تكرار هذا النموذج في حي وادي الجوز بتدرج بالارتفاعات ابتداء من الأقل ارتفاعاً في الجهة الغربية المطلّة على بساتين الضاهرية ونهر العاصي، وتأمين عدة رئات داخلية في أرض المشروع للحصول على حي مستدام وبالتالي تلافي كامل الأخطاء السابقة.



الشكل رقم (24): نموذج السكن في الحي المجاور من الجهة الجنوبية الشرقية

كما أن عملية البناء الحديث يتطلب جهد مشترك بين الجهات الحكومية والقطاعات الخاصة والمشاركة للنهوض بالحي بشكل أسرع وتأمين سكن المواطنين.

3-4: استراتيجية اعادة الإعمار في حي وادي الجوز:

بما أن الحي هو منطقة مساكن عشوائية، ونظراً لتعرضه لهدم بشكل كامل، فإن استراتيجية الاعمار في الحي تتمثل بما يلي:

1- يتوجب بناؤه بشكل كامل وباتجاه التحديث والتجديد.

2- الانطلاق في إعادة الإعمار من الكل إلى الجزء ويتمثل ذلك في:

- دراسة الطبيعة الطبوغرافية للحي لتوضيح أماكن توزيع المباني باختلاف ارتفاعاتها.

- تصميم الحي عمرانياً وربطه بالأحياء المجاورة بشبكة مدروسة من الطرقات وممرات المشاة وتأمين زونات للمرافق العامة والمرافق الخدمية الواجب توافرها في الحي والمساحات الخضراء، ويمكن في هذه الحالة الاستفادة من نظام ضابطة البناء المعد من قبل مجلس الإدارة المحلية للحي، وإجراء تعديلات عليه في حال الحاجة ليناسب أعداد السكان السابقة والتوسع المستقبلي للسكان.

3- تأسيس البنى التحتية بشكل جيد وتلافي الأخطاء السابقة بفعل الأعمال العشوائية.

4- تخطيط الحي بطريقة مستدامة وصحية والاستفادة قدر الإمكان من مصادر الطاقة الطبيعية بتأمين مساحات مخصصة لأجهزة توليد الطاقة لكامل الحي.

5- توزيع المباني بأسلوب يراعي اتجاه الرياح المسيطرة وحركة التشميس للتوصل إلى مساكن صحية.

6- ولضرورة دمج السكان بالمجتمع وعدم ايجاد شعور بالفروقات مع الجوار، وحرصاً على إعادة تشكيل الفكر الاجتماعي بما يتوافق مع الفكر السائد في المنطقة وحفاظاً على روح العمارة في المنطقة، فإن الاتجاه الأفضل لإعادة البناء هو بناء مباني مشابهة للحيين السكنيين المجاورين من حيث التكوينات المعمارية، مع إمكانية زيادة عدد الطوابق، ما يمكن مواكبة متطلبات العصر الحديث في التصميمات المعمارية لتوفير سبل الراحة للسكان.

7- مواد البناء: يجب الأخذ بعين الاعتبار استخدام مواد البناء المحلية والتي تؤكد على هوية المدينة، ويمكن إشراك العاملين من سكان المنطقة في عملية البناء لتوفير فرص عمل لهم ولتعزيز شعورهم بالانتماء إلى المكان الذي سيقطنونه.

4-النتائج والتوصيات

4-1: النتائج:

- 1- باعتبار وجود اختلاف وتمايز النسيج الحضري في المدينة، فإنه يتطلب نظرة واضحة وجليّة للواقع الديموغرافي.
- 2- عدم وجود برامج توعية بشكل منظم وممنهج يشمل كافة القطاعات.
- 3- عدم وضع اعتبارات السلامة العامة بشكل شامل، إضافة إلى عدم وضع اعتبارات الاستدامة وتحقيق الاستدامة الحضرية في كثير من عمليات الاعمار.
- 4- إن عملية إعادة الإعمار لا تتفصل عن الهوية العمرانية للنسيج العمراني للمدن وثقافتها وتاريخها كما لوحظ في العديد من التجارب العالمية.

4-2: التوصيات:

بالارتكاز على مجموعة النتائج السابقة والمعلومات السابقة يمكن الخروج بمجموعة من التوصيات:

4-2-1 : توصيات خاصة على مستوى الدولة:

- 1- الاختيار فيما بين الحكومة كمؤسسة تتولى إعادة الإعمار أم إحداث هيئة مستقلة، أو إحداث هيئة استشارية فاعلة ومؤثرة وشريكة في القرار تتبع لرئاسة الحكومة.
- 2- إحداث هيئة عليا لإعادة الإعمار تهتم بالقضايا ذات الصلة وتتشكل من المكونات التالية:
 - وحدة حصر وتقدير الأضرار المادية.
 - إيلاء الشباب الأهمية القصوى وإشراكهم في صياغة برامج إعادة الإعمار وتنفيذها.
 - وحدة التمويل والاستثمار (محلياً، إقليمياً، دولياً).
- 3- اعتماد الاستراتيجية المقترحة لإدارة الكوارث وإعادة الإعمار على المستوى الوطني وكل ما فيها من تفاصيل تتعلق بكل مراحل إدارة الكوارث وإعادة الإعمار.
- 4- انشاء مركز أو هيئة وطنية فاعلة من أجل الاهتمام بموضوع الكوارث تعمل على التنسيق والدراسة والإعداد
- 5- العمل على تقوية المجتمع في مواجهة الكوارث.

- 6- إعطاء دور فاعل وقوي لمؤسسات المجتمع المدني ودعمها وتقويتها في فترة ما قبل الكارثة من خلال التدريب وإعطائها دور في أوقات ما قبل الكوارث.
- 7- توجيه عمليات إعادة الإعمار نحو الاستدامة الحضرية.
- 4-2-2 : توصيات خاصة بالبلديات:
- 1- أن تكون خطط إعادة الإعمار خاصة بكل منطقة بما يتناسب مع احتياجاتها وشريحة السكان فيها.
- 2- الأخذ بعين الاعتبار عدد السكان السابق للحي المراد إعادة إعمارهم، وعدد السكان المستقبلي، وبالتالي تحديد مساحات وارتفاعات تتناسب كل متطلب على حدى.
- 3- طرح أراضي مخططة ومخصصة للبناء تتناسب مع احتياجات الأسرة الحالية والمستقبلية وبأسعار مناسبة ومزودة بالمرافق العامة الأساسية.
- 4- توفير نماذج تصميمية تراعي العادات والتقاليد الشعبية لهذه المنطقة والالتزام بتنفيذها وذلك للحد من الاجتهادات الشخصية.
- 5- إحكام الرقابة على حدود المدن والأراضي التابعة للدولة.
- 6- وضع تشريعات بنائية تحترم ظروف المجتمع وتاريخه واحتياجاته الحالية والمستقبلية وصيانتها وهي التي تختلف من مكان لآخر في جميع مدن العالم.
- 7- ضرورة نقادي الأخطاء السابقة السائدة في الحي والنظر إلى الناحية الإيجابية لتهدم الحي للتوصل إلى حي سكني نموذجي تتوفر فيه كافة متطلبات السكن النموذجي.
- 8- وضع استراتيجية للتعامل مع الكوارث وإدارة إعادة الإعمار ضمن إطار الاستراتيجية الوطنية التي تم التوصية باعتمادها في هذه الدراسة.
- 9- العمل على أرشفة الواقع وخاصة في المدن التاريخية.
- 10- العمل على خلق أرشفة كاملة لحلول معمارية وعمرانية شاملة حتى يتسع المجال للدراسات المختلفة المتعلقة بالنسج المختلفة.
- 11- العمل على تعديل القوانين وخاصة قوانين الترخيص للمباني لتكون أكثر قوة في مواجهة الكوارث، ووضع متطلبات سلامة عامة ذات معايير عالية ومراقبة تنفيذها.
- 12- العمل على توعية المواطنين بشكل أكبر ليكونوا قادرين على مواجهة الكوارث ولكي يتم التصرف بمسؤولية أكبر.
- 13- وضع وفرض متطلبات الاستدامة سواء في عمليات الاستعداد في مراحل ما قبل الكارثة وعمليات إعادة الإعمار.
- 4-2-3 : توصيات خاصة بالمجتمع المحلي:
- 1- قيام المجتمع بدور فاعل سواء في مرحلة ما قبل الكارثة أو ما بعدها، عن طريق الوعي والشعور بالمسؤولية والمشاركة الفاعلة والايجابية.
- 2- فهم طبيعة وأهمية التراث التاريخي والحضاري في سورية وأهمية المحافظة عليه، وكافة الرموز ذات العلاقة بتاريخ الشعب السوري.
- 4-2-4 : توصيات خاصة بمؤسسات المجتمع المدني:
- 1- العمل على توثيق التجارب وتبادل الخبرات.
- 2- تحمل جانب من العبء في توعية المواطن والجهات الفاعلة.
- 3- أن تعمل على حفظ التراث والتاريخ والهوية السورية من خلال مشاريع إعادة الإعمار
- 4- أن تعمل بشكل متكامل، والتنسيق سواء مع الحكومة أو مع بعضها البعض أو مع جميع الجهات الفاعلة في عمليات الاستعداد للكوارث وإعادة الإعمار.

المراجع الأجنبية:

- 1- MC Donald, Rxanna, Introduction to Natural and Man-Made Disasters and their effects on building. Architectural press,UK ,2003 .
- 2- Enironmental Planning collaborative and TCG international with the support of USAID and FIRE-D, participatory planning guide for post disaster reconstruction, USAID,2004.
- 3- Journal of disaster research, no 5,2007.
- 4- UN-Habitat, Post conflict land administration and peace building, 2007.
- 5- UNDRO,1982
- 6- NBRC, Preliminary master plan and guide lines for the reconstruction of nahr rl-bared, Beirut, 2008.
- 7- Al Aloul, Marah, the destruction of culutural heritages by warfare and reconstruction strategies, lessons learned from case studies of rebuilt cities, MA thesis, University of Florida, 2007.
- 8- Barakat, Sultan (Housing reconstruction after conflict and disaster,Published by Humanitarian Practice Network at ODI,UK ,2003.
- 9- Mehta ,Varshil؛ Mehta ,Sonali (2016). "Assessment of HIV knowledge and awareness in adults of a slum area of Mumbai, India: a cross-sectional study". International Journal of Community Medicine and Public Health

المراجع العربية:

- 10- عكاشة –عالية ، عمارة ما بعد الحرب – حالة دراسية مدينة نابلس- رسالة ماجستير غير منشورة ، القاهرة .
- 11- حسن فتحي (1973) .
- 12- WWW.e-warsaw.pl

فهرس الأشكال

رقم الشكل	اسم الشكل
1	الأثر الفيزيائي للكوارث
2	تدمير كنيسة في دريدسون
3	تدمير معبد بعل شمين في تدمر
4	مدخل أحد المخابئ المضادة للإشعاعات النووية في سويسرا
5	عمارة لوكوربوزيه في مارسيليا
6	البلدة القديمة في مدينة وارسو-بولندا
7	القصر الشتوي لنيكولاي في سان بطرسبرغ في روسيا
8	مبنى البرلمان الألماني في برلين
9	ساعة محطة القطار في سكوبية – مقدونية
10	كنيسة الذكريات
11	مركز إيواء في مبنى عام
12	البيوت البسيطة التي تم بناؤها عقب زلزال هاييتي
13	صورة للخيم التي تم بناؤها عقب إعصار كاترينا
14	مخيمات جماعية
15	صورة عامة لمدينة وارسو
16	تدمير وارسو عام 1945
17	شارع في مدينة وارسو قبل إعادة الإعمار
18	مخطط تحليلي يبين استراتيجية إعادة الإعمار
19	مخطط تحليلي يوضح استراتيجية إعادة الإعمار على الصعيد الذاتي للمبنى
20	حدود حي وادي الجوز في مدينة حماة
21	التوزيع العشوائي للمباني في حي وادي الجوز
22	المباني السائدة سابقا في حي وادي الجوز
23	السكن المجاور في الحي المجاور الشمالي لوادي الجوز
24	السكن في الحي المجاور لحي وادي الجوز من الجهة الجنوبية الشرقية

دراسة عددية لآلية انتشار الشقوق في جدران الأنابيب الفولاذية لنقل الغاز تحت تأثير الحملات الدورية

*د وسام الحزواني

(الإيداع 23 تشرين الثاني 2017، القبول 23 آيار 2018)

الملخص:

- يتم تصنيع الأنابيب المستخدمة في مجال النفط والغاز وفق مواصفات عالمية منها الكود العالمي American Petroleum Institute API-5L. سيتم التركيز في هذا البحث على الفولاذ Grade X65 وذلك بسبب متانته الجيدة وسعره المنخفض وقابليته الممتازة للحام مما يجعله يتفوق على أصناف أخرى من الفولاذ، إضافة إلى استخدامه بكثرة في منشآت القطر. ويعتبر وجود الشقوق على السطوح الداخلية أو الخارجية للأنابيب من أهم العيوب التي تساهم في تخفيض عمر وصلاحيته هذه الأنابيب، كما يمكن أن تؤدي هذه الشقوق إلى حوادث كارثية.
- تم في هذا البحث التحقق تجريبياً من مواصفات معدن الأنابيب المركبة ومطابقتها مع المواصفة القياسية لهذا الفولاذ من خلال التركيب الكيميائي والبنية المجهرية واختبار الشد واختبار الصدم واختبار القساوة.
- بعد ذلك تمت دراسة توزيع الإجهادات في جدران أنابيب ذات أقطار وسماكات مختلفة وخاضعة لقيم مختلفة للضغط الداخلي، وقد تمت الدراسة تحليلياً باستخدام المعادلات وعددياً بطريقة العناصر المنتهية باستخدام البرنامج Ansys.
- كما تمت دراسة احتمالية حدوث الإنهيار في حالة وجود الشقوق بسبب التأثير المشترك لكلٍ من الشقوق والضغط المطبق، ومن ثم تم حساب معدل نمو الشقوق تحت تأثير الضغط الداخلي المتكرر وبالتالي معرفة العمر الآمن للأنبوب من خلال حساب قيم عامل شدة الإجهاد K_I والذي يؤدي إلى فتح قمة الشق. ومن ثم مقارنة هذه القيم مع قيمة عامل متانة الانكسار (عامل شدة الإجهاد الحدي) من أجل التحقق من ضمان عمل وسلامة الأنابيب (في حال وجود الشقوق فعلاً ضمن جدار الأنابيب) وعدم حدوث ظاهرة الانكسار المفاجئ للأنابيب الذي قد يؤدي إلى حدوث كارثة بشرية أو بيئية.

الكلمات المفتاحية: دراسة عددية – الشقوق – الأنابيب – الحملات الدورية

*أستاذ مساعد في كلية الهندسة المدنية، جامعة حماة.

Numerical study of crack propagation mechanism in steel gas pipe walls under periodical loads

*Wissam Al-Hozwany

(Received 23 November 2017, Accepted 23 May 2018)

Abstract:

Tubes used in oil and gas fields are manufactured according the international standard specifications which the international code *American Petroleum Institute* API-5L is one of these standards. In this paper, it will be focused on the steel Grade X65. This steel has good strength, low price and excellent ability to welding. These properties make this kind of steel precedes the other kinds of steel, in addition to its common usage in industrial institutions in Syria. Existing of cracks on the internal and external surfaces of the tubes is one of the most important defects which contributes in reducing the life and validity of these tubes. Also, these cracks may cause catastrophic problems.

In this paper, an experimental verification about the material properties of the considered tubes has been done, and then these properties have been matched with the standard specifications of this steel. These two procedures have been achieved through chemical composition test, microstructure test, tension test, impact test and toughness test.

After that, the stress distribution in pipes walls has been studied. These tubes have different diameters and different wall thicknesses and subjected to different values of inner pressure. This study has been done analytically and numerically by finite element method using the multipurpose software package ANSYS 13.

In addition, the probability of failure happening – in the case of crack existing by the reason of the common influence of cracks and applied pressure – has been studied. Then the ratio of crack propagation has been calculated under cyclic internal pressure and the safe life of tube may be determined by calculating the stress intensity factor K_I which causes the crack tip to be opened. After that, values of K_I will be compared with the toughness fracture factor K_{IC} (critical stress intensity factor). This comparison will be done for the verification of warranty and safety of the tubes and avoiding the sudden fracture of the tubes which may cause environmental or human disasters.

Key words: numerical study – cracks – tubes – cyclic loading.

*Faculty of Civil Engineering, University of Hama

1- مقدمة: Introduction

يركز المهندسون على سلامة وأمان أنابيب نقل الغاز بسبب النتائج الكارثية التي تحصل عند تحطم هذه الأنابيب، وفكرة هذا البحث هي العمل على ضمان متانة وكفاءة هذه الأنابيب من خلال دراسة آلية انتشار الشقوق cracks في جدران الأنابيب بسبب الحمولات الدورية التي تخضع لها هذه الأنابيب أثناء وجودها بالخدمة الأمر الذي سيؤدي بها حتماً إلى حدوث الانكسار fracture.

يعرف الشق crack بأنه فصل المادة بالفتح أو بالإزاحة حيث مسافة الفصل أصغر بكثير من طول الشق، حيث يمكن أن تنمو هذه الشقوق نتيجة ظروف التشغيل من ضغوط ودرجات حرارة متغيرة، ويجب الإشارة إلى الفارق بين دورية التحميل ووتيرة التحميل أي زيادة الحمولة حتى مستوى معين، فإذا حصل نمو الشق ومن ثم الانهيار بسبب الحمولة الدورية فإن هذا يشير إلى حدوث التعب، أما إذا حصل نمو الشق ومن ثم الانهيار بسبب الوتيرة العالية للتحميل فإن هذا يشير إلى حدوث الانكسار [1]. يعرف الانكسار fracture بأنه العملية التي تعبر عن الانفصال الكلي والنهائي الذي يحدث في المادة حيث يسبق هذا الانفصال نمو غير مستقر وغير منتظم للشق.

• أهمية البحث

بسبب أن مشكلة حدوث وانتشار الشقوق في جدران أنابيب نقل النفط هي إحدى المشاكل الرئيسية التي تواجه المنشآت النفطية، ومن خلال العمل في تركيب التجهيزات الموجودة في منشأة حيان (قرب تدمر) لفصل النفط عن الغاز، كان لابد من التحقق من مواصفات المعدن المستخدم في الأنابيب المركبة ومطابقته للمواصفات المطلوبة، وكان لابد من تحديد قيم عامل شدة الإجهاد المتولدة (لو تولد شق ضمن جدار الأنبوب) عند طول معين للشق تحت ضغوط عمل مختلفة ومن ثم مقارنة هذه قيم عامل شدة الإجهاد مع قيمة عامل متانة الانكسار (عامل شدة الإجهاد الحدي) من أجل التحقق من ضمان عمل وسلامة الأنابيب وعدم حدوث ظاهرة الإنكسار المفاجئ للأنابيب الذي قد يؤدي إلى حدوث كارثة بشرية أو بيئية.

• الدراسة المرجعية

أظهر العالم Broek اعتماداً على نظريات المرونة الخطية أن عامل شدة الإجهاد K يجب أن يتناسب بشكل خطي مع الإجهاد σ ومع الجذر التربيعي لطول الشق $\sqrt{a}$ وفق المعادلة التالية $K = \sigma\sqrt{\pi a}$. يحدث الانكسار عند اجتماع القيم الحدية والدرجة لكل من الإجهاد والانفعال أي عندما يتساوى عامل شدة الإجهادات K stress intensity factor مع القيمة الحدية لعامل شدة الإجهادات K_c وبالتالي يعتبر المقدار K_c قيمة تعبر عن متانة الانكسار للمادة [2] [3]. استخدمت نظرية Capelle لتحديد قيمة إجهاد الانكسار σ_f الذي سوف يسبب تغلغل وانتشار الشق حيث توصل إلى تطابق جيد بين الدراسة التحليلية و النتائج التجريبية لمتانة الانكسار لمادة الزجاج، لكن الدراسة كان لها تقديرات سيئة لمتانة الانكسار للمعادن بسبب أن المعادن تعاني من الدخول في مرحلة الخضوع عند قمة الشق قبل حدوث الانكسار [9] .

• هدف البحث

يهدف هذا البحث إلى التحقق من مواصفات الفولاذ المدروس والمصنف حسب الكود العالمي API-5L [4]، ومن ثم إيجاد توزيع الإجهادات في جدران الأنابيب تحت تأثير ضغط التشغيل تحليلياً وعددياً والتأكد من التشغيل الآمن. بعد ذلك سيتم تحليلياً وعددياً حساب قيم عامل شدة الإجهاد K المتولدة عند أطوال مختلفة للشق (داخلي أو خارجي) تحت ضغط داخلي محدد ومن ثم مقارنة هذه القيم مع القيمة الحدية لعامل متانة الانكسار K_c للفولاذ المستخدم لمعرفة عدد مرات تطبيق الحمولة، وكذلك لتحديد إن كان سوف يحصل انكسار مفاجئ وتحطم كارثي لأنبوب نقل الغاز عند وصول الشق إلى طول معين، أو ذلك لن يحدث بل سوف تسرب للغاز الموجود داخل الأنبوب حتى إن وصل الشق إلى السطح الآخر للأنبوب.

2- توصيف المواد Material characterization

تم القيام ببعض الاختبارات لمعرفة الخصائص الميكانيكية للمادة المستخدمة في تصنيع الأنابيب والتأكد من مطابقتها للشروط والمواصفات المطلوبة.

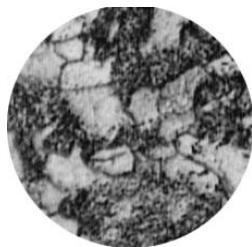
• التركيب الكيميائي والبنية المجهرية

يوضح الجدول [1] التركيب الكيميائي للفولاذ Grade X65 حسب التحليل المخبري الذي تم الحصول عليه من مختبرات كلية الهندسة الميكانيكية في جامعة حلب.

الجدول رقم (1): التركيب الكيميائي للفولاذ Grade X65

Elements	Fe	C	Si	Mn	Cr	Mo	P	S	Ni	(Nb +Vo +Ti)	Ce
Max.percentage %	95.6	0.18	0.45	1.65	0.50	0.50	0.025	0.015	0.5	0.15	0.43

تظهر المقارنة بين نتائج التحليل التي تم الحصول عليها وبين التركيب الكيميائي الواجب توفره أن نسبة الكربون في الفولاذ المختبر هي أقل من القيمة الأعظمية المسموح بها حسب المواصفة وذلك على عكس المنغنيز الذي يوجد بنسبة



1700×



850×

أكبر من القيمة الأعظمية المسموح بها حسب المواصفة، حيث يوضح الشكل 1 البنية المجهرية للفولاذ Grade X65، حيث يظهر أن جزيئات البرليت (المساحات السوداء) تتوضع حول حبيبات الفيريت (المساحات البيضاء). جدير بالذكر أنه يظهر تأثير وجود النسبة العالية من المنغنيز من خلال عدم وجود الحدود الدقيقة بين البرليت و الفيريت.

الشكل رقم (1): البنية المجهرية للفولاذ Grade X65

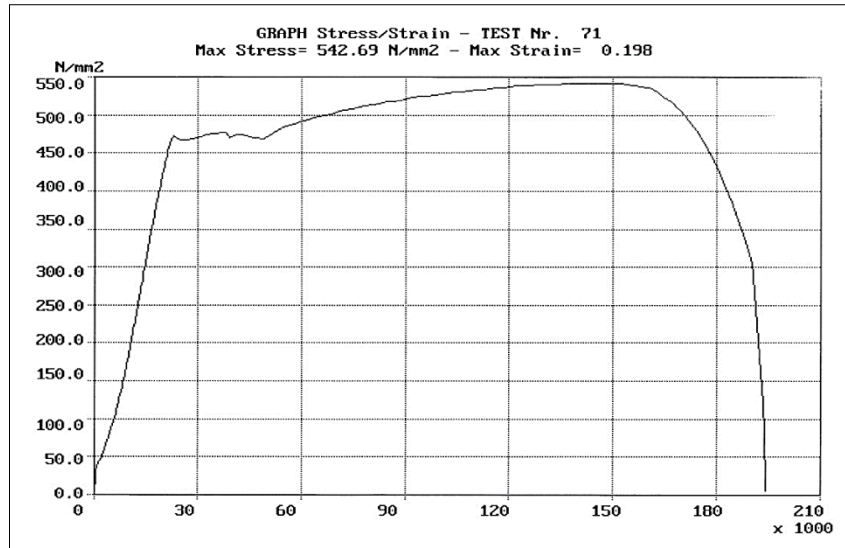
• اختبار الشد

يلخص الجدول [2] أهم خواص الفولاذ المدروس التي أمكن الحصول عليها من الاختبار. جدير بالذكر أن عدم الدقة في أجهزة الاختبار وبالتالي عدم الدقة في النتائج تؤدي إلى عدم إمكانية الحصول على قيمة صحيحة لعامل المرونة.

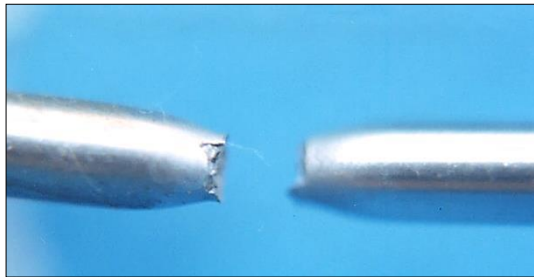
الجدول رقم (2): نتائج اختبار الشد للفولاذ الكربوني Grade X65

خواص الفولاذ الكربوني Grade X65	القيمة الناتجة حسب اختبارات مخبر الكلية
إجهاد الخضوع σ_y	467 MPa.
إجهاد الشد الأعظمي σ_u	542 MPa.
عامل المرونة (عامل يونغ)	-----
الاستطالة	19.83%
نسبة (σ_y/σ_u)	0.86

يوضح الشكل 2 منحنى الإجهاد-الانفعال الذي تم الحصول عليه ويوضح الشكل 3 منطقة الكسر في عينة الشد.



الشكل رقم (2): منحنى الإجهاد-الانفعال



الشكل رقم (3): منطقة الكسر في عينة الشد

توضح نتائج اختبار الشد أن إجهاد الخضوع وإجهاد الشد الأعظمي للفولاذ الكربوني GradeX65 أكبر بقليل مما هي واردة في المواصفة القياسية وبالتالي فهي تحقق المواصفة والخاصية المطلوبة، وكذلك نجد أن الاستطالة الناتجة في الاختبار توافق مقدار الاستطالة المحددة في المواصفة لهذا النوع من الفولاذ، وعلى ذلك نجد أن المعدن المدروس يحقق المواصفات المطلوبة من اختبار الشد.

• اختبار متانة الصدم

أجريت تجربة الصدم على عينات تشاربي مصنوعة من نفس معدن الأنابيب المدروسة، وقد أعطى الاختبار قيمة وسطية لمتانة الصدم قدرها 54.27 Joule كما أبدى المعدن انكساراً أقرب إلى المطيلي منه إلى القص [5].

• اختبار القساوة

أجريت تجربة القساوة على عينات من نفس معدن الأنابيب المركبة في الموقع، وقد أعطت التجربة قيمة وسطية للقساوة قدرها HV=185، وبناء على هذه النتيجة يلاحظ أن معدن الأنابيب يصلح لمثل هذه الأنواع من الاستعمالات.

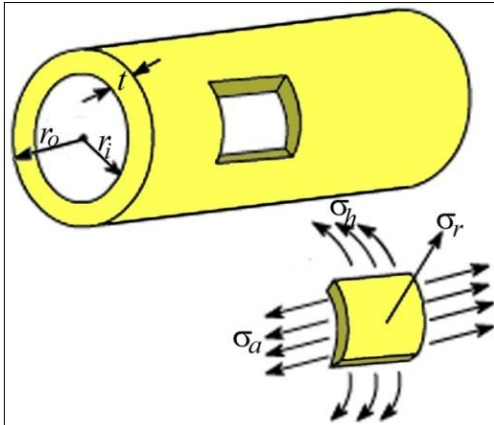
3- تحليل الإجهادات Stress analysis

تبحث هذه الفقرة في توزيع الإجهادات المتولدة في جدران ثلاث حالات من أنابيب نقل الغاز ذات أقطار وسماكات مختلفة تحت قيم مختلفة لضغط داخلي مطبق، وستتم الدراسة تحليلياً وعددياً بطريقة العناصر المنتهية FEM باستخدام برنامج التحليل Ansys13. يوضح الجدول [3] أن الحالتين الأولى والثانية تصنفان على أنهما أوعية اسطوانية سميكة الجدار بسبب أن $r/t \leq 10$ أما الحالة الثالثة فتصنف على أنها وعاء أسطواني رقيق الجدار $r/t \geq 10$ [6]. جدير بالذكر أن البيانات الواردة في الجدول [3] مأخوذة من محطة حيان لنقل النفط والغاز مكان استثمار الأنابيب المدروسة.

الجدول رقم (3): مواصفات الأنابيب المدروسة

الضغط الداخلي [MPa]	تصنيف الأنبوب	(r_i/t)	القطر الخارجي d_o	القطر الداخلي d_i	
4.5	سميك الجدار	6.34	117.4mm	101.6mm	الحالة 1
18.83	سميك الجدار	6	177.8mm	152.4mm	الحالة 2
88.3	رقيق الجدار	12.7	328.8mm	304.8mm	الحالة 3

• الأنابيب سميكة ورقيقة الجدار:



الشكل رقم (5) تمثيل الإجهادات على جدار أنبوب سميكة الجدار

يوضح الشكل 5 تمثيل الإجهادات على جدار الأنابيب سميكة الجدار أو رقيقة الجدار. تطبق المعادلات (1) التي توضح توزيع الإجهادات على طول سماكة الجدار على الحالتين الدراسيتين الأولى والثانية باعتبارهما أنابيب سميكة الجدار ومفتوحة من الطرفين حيث يكون $\sigma_a = 0.0$ ، ويلاحظ أن الإجهاد المحيطي هو الأعلى دوماً، كما يلاحظ أن الفرق بين الإجهاد المحيطي والإجهاد النصف قطري ذو قيمة موجبة ثابتة عند نفس نصف القطر r [6].

$\sigma_h = \frac{P_i \cdot r_i^2}{(r_o^2 - r_i^2)} + \frac{P_i \cdot r_o^2 \cdot r_i^2}{r^2 (r_o^2 - r_i^2)}$				(أ-1)
$\sigma_a = \frac{P_i \cdot r_i^2}{(r_o^2 - r_i^2)}$	(الأنبوب مغلق من الطرفين)	$\sigma_a = 0.0$	(الأنبوب مفتوح من الطرفين)	(ب-1)
$\sigma_r = \frac{P_i \cdot r_i^2}{(r_o^2 - r_i^2)} - \frac{P_i \cdot r_o^2 \cdot r_i^2}{r^2 (r_o^2 - r_i^2)}$				(ج-1)
$u_r = \frac{P_i}{E \cdot r \cdot (r_o^2 - r_i^2)} [r_i^2 \cdot r^2 + (1 + \nu) r_o^2 \cdot r_i^2]$			(الأنبوب مغلق من الطرفين)	(د-1)
$u_r = \frac{P_i}{E \cdot r \cdot (r_o^2 - r_i^2)} [(1 - \nu) r_i^2 \cdot r^2 + (1 + \nu) r_o^2 \cdot r_i^2]$			(الأنبوب مفتوح من الطرفين)	(هـ-1)

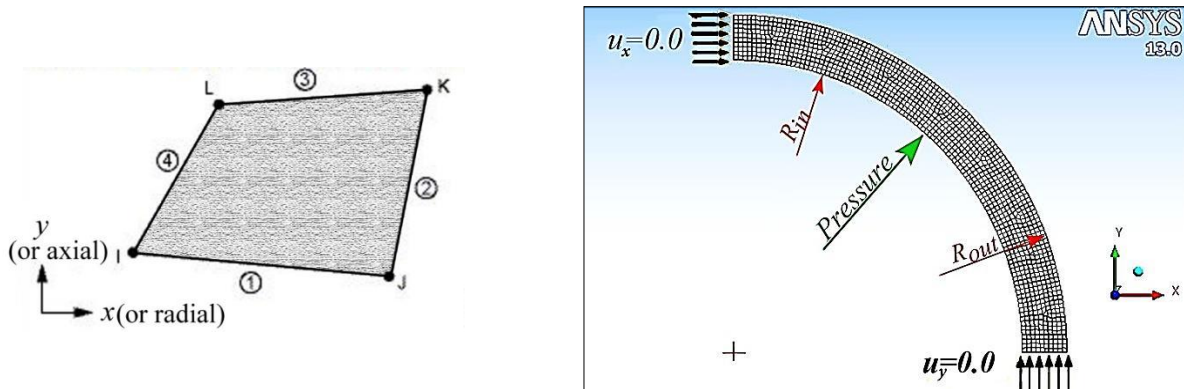
تطبيق المعادلات (2) على الحالة الدراسية الثالثة باعتبارها أنبوب رقيق الجدار [6].

$\sigma_h = P \cdot r / t$	(أ-2)
$\sigma_a = P \cdot r / 2t$	(ب-2)
$\sigma_r = -P; (r = r_i) \quad \& \quad \sigma_r = 0.0; (r = r_o)$	(ج-2)

تتناول هذه الفقرة الدراسة العددية لتوزيع الإجهادات المتولدة ضمن جدران أنابيب نقل الغاز الموضحة في الجدول [3] وذلك بطريقة العناصر المنتهية FEM باستخدام برنامج تحليل الإجهادات Ansys13 [7]. يظهر الشكل 6 نموذج هندسي ثنائي

البعد للأنبوب المدروس، وقد تم الاستفادة من الشكل التناظري للأنبوب وكذلك ميزة التناظر في الحمولة حيث يمكن رسم ربع مقطع الأنبوب بدلاً من كامل الشكل مما يوفر زمناً ودقة في الحل. وتم افتراض أن مادة الأنابيب linear isotropic وكانت أهم خصائص المادة هي عامل بواسون $\nu = 0.3$ وعامل المرونة $E = 210 \times 10^3 \text{ MPa}$.

يوضح الشكل 7 الشكل العام للعنصر plane182 المستخدم في الدراسة حيث يستخدم هذا العنصر لدراسة حالة الإجهاد المستوي أو الانفعال المستوي أو للحالات التي تمثل الأجسام المتناظرة حول محور. يستخدم العنصر طريقة التكامل الانتقائي المخفض selective reduced integration في الحل. يمتلك هذا النوع من العناصر أربعة عقد بواقع درجتين حرة (درجتا حرية انحنائية في الاتجاهين x و y لكل عقدة). أما بالنسبة للحمولة المطبقة فهي حمولة ضغط داخلي من الصفر حتى قيم ضغط التشغيل الأعظمي.



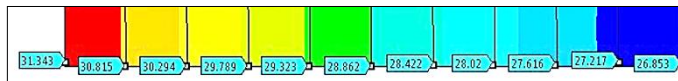
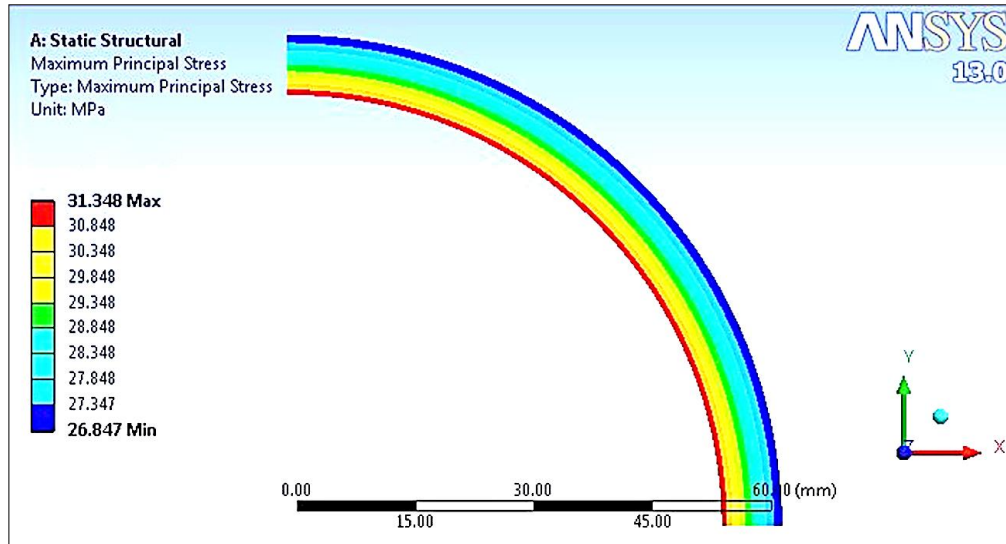
الشكل رقم (6): نموذج هندسي ثنائي البعد للأنبوب المدروس الشكل رقم (7): الشكل العام للعنصر plane182

4- حساب الإجهادات ومقارنة النتائج Stress calculus and results comparison

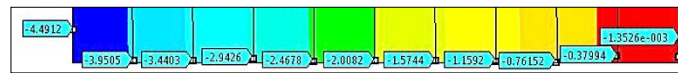
يوضح الجدول [4] (استناداً إلى المعادلات 1) تغير قيم الإجهادات والانزياح النصف قطري الناتجة تحليلياً ضمن جدار الأنبوب سميك الجدار المصنف في الحالة الأولى، كما يوضح الشكل 8 التوزيع العام للإجهادات وتغير قيم الإجهادات والانزياح النصف قطري الناتجة عددياً لنفس الحالة الأولى.

الجدول رقم (4): تغير قيم الإجهادات والانزياح النصف قطري الناتجة تحليلياً

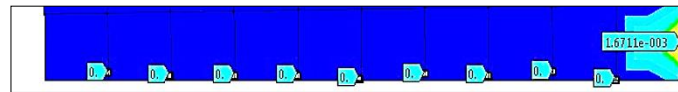
$u[\text{mm}]$	$\sigma_z[\text{MPa}]$	$\sigma_r[\text{MPa}]$	$\sigma_h[\text{MPa}]$	$x/(r_o - r_i)$	$r[\text{mm}]$
0.00791	0	-4.507	31.341	0	50.8
0.00785	0	-3.962	30.796	0.1	51.59
0.00781	0	-3.442	30.194	0.2	52.38
0.00776	0	-2.945	29.779	0.3	53.17
0.00772	0	-2.469	29.303	0.4	53.96
0.00768	0	-2.014	28.848	0.5	54.75
0.00764	0	-1.57	28.412	0.6	55.54
0.0076	0	-1.16	27.994	0.7	56.33
0.00756	0	-0.76	27.594	0.8	57.12
0.00753	0	-0.376	27.21	0.9	57.91
0.0075	0	0	26.841	1.0	58.7



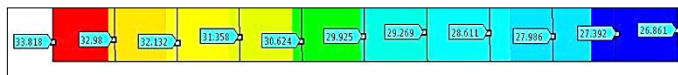
الإجهاد المحيطي $\sigma_h [MPa]$



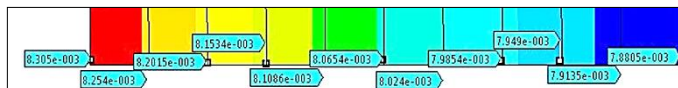
الإجهاد النصف قطري
 $\sigma_r [MPa]$



الإجهاد المحوري $\sigma_z [MPa]$



الإجهاد المكافئ von-Mises



الانزياح النصف قطري $u [mm]$

الشكل رقم (8): توزيع الإجهادات والانزياح عددياً للحالة الأولى.

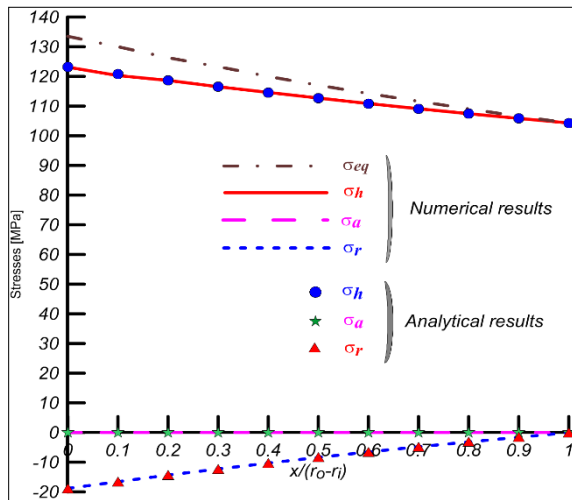
يوضح الجدول [5] التوافق الجيد والمقبول بين الطريقتين التحليلية والعددية في قيم الإجهادات والانزياح النصف قطري في جدار الأنبوب رقيق الجدار المصنف في الحالة الثالثة.

الجدول رقم (5): الإجهادات والانزياح النصف قطري في جدار الأنبوب للحالة الثالثة

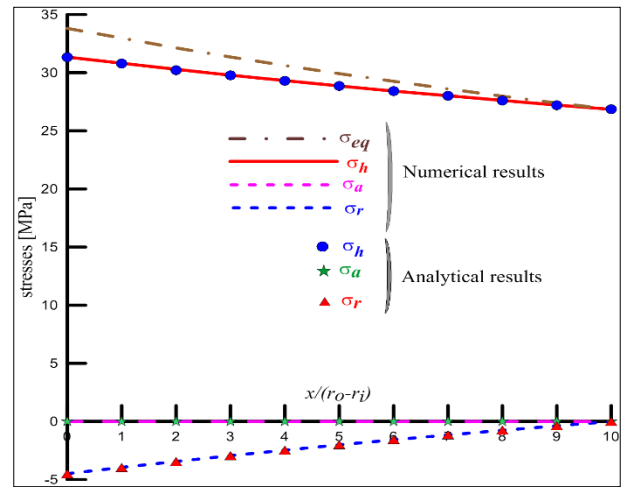
الحل	$r [mm]$	$\sigma_h [MPa]$	$\sigma_r [MPa]$	$\sigma_z [MPa]$
التحليلي	152.4	112.14	-8.83	0
العددي	152.4	114.7	-8.83	0

يعبر الشكل 9 عن التمثيل البياني لتوزيع الإجهادات على طول سماكة جدار الأنبوب للحالتين الأولى والثانية، حيث يوضح الشكل تطابقاً كبيراً في توزيع الإجهادات على طول جدار الأنبوب بين الطريقتين التحليلية والعددية سواء للحالة الأولى أو الحالة الثانية، كما توضح النتائج أن الإجهاد المكافئ يكون دوماً أقل من نصف إجهاد الخضوع لمعدن الأنبوب $\sigma_{eq} < (\sigma_y/2)$ حتى عند الجدار الداخلي للأنبوب وهذا يعني الاستخدام الآمن للأنبوب في الحالتين.

ويعبر الشكل 10 عن التمثيل البياني للانزياح النصف قطري على طول سماكة جدار الأنبوب للحالتين الأولى والثانية، حيث يوضح الشكل تقارب النتائج بشكل جيد بين الطريقة التحليلية والطريقة العددية في قيم الانزياح النصف قطري المتولد على جدار الأنبوب سواء للحالة الأولى أو الحالة الثانية.

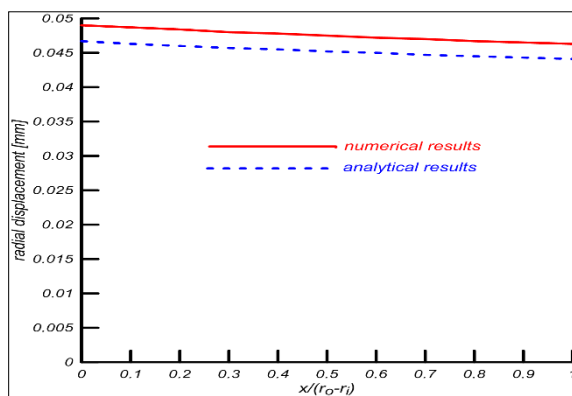


(الحالة الثانية)

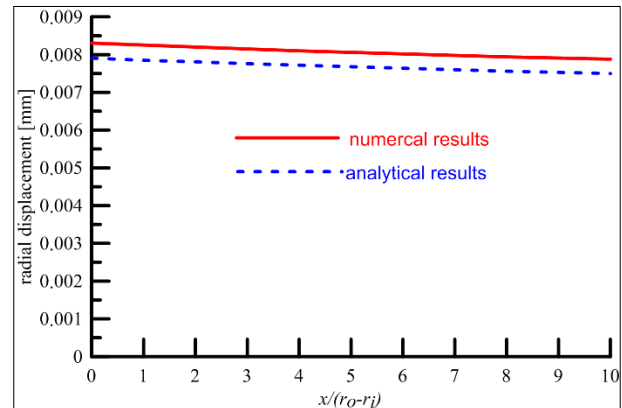


(الحالة الأولى)

الشكل رقم (9) توزيع الإجهادات على طول سماكة جدار الأنبوب للحالتين الأولى والثانية



(الحالة الثانية)



(الحالة الأولى)

الشكل رقم (10): الانزياح النصف قطري على طول سماكة جدار الأنبوب للحالتين الأولى والثانية

5- عامل شدة الإجهاد Stress intensity factor

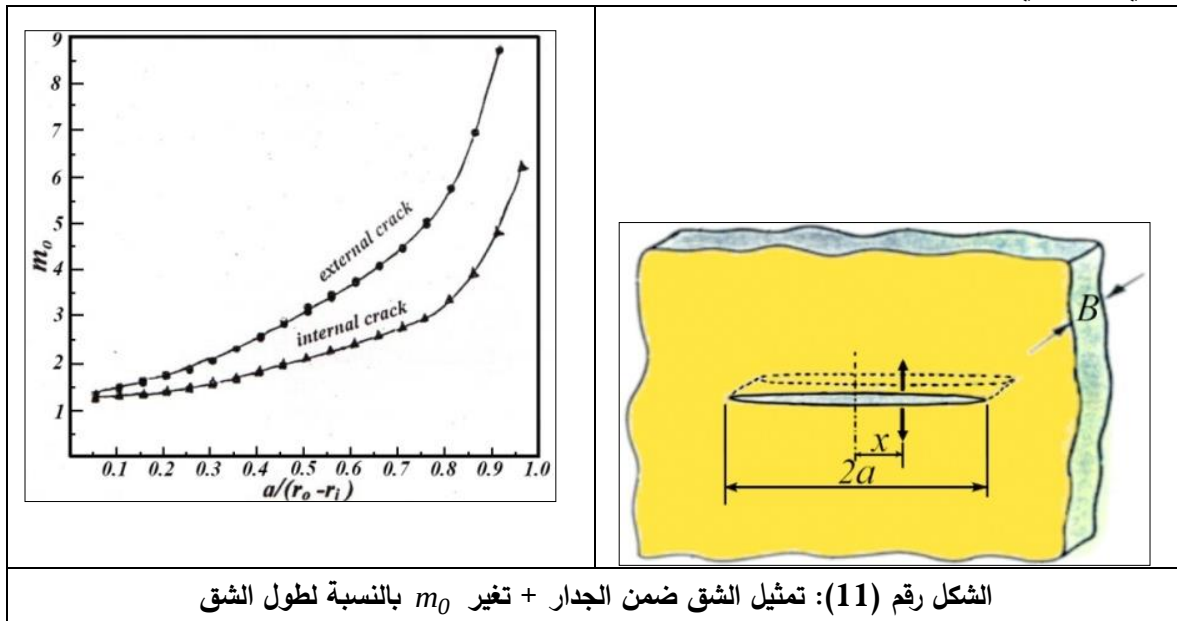
تميل عمليات تطبيق الضغط الداخلي المتكرر ضمن الأنابيب إلى توليد الشقوق على السطح الداخلي للأنبوب، ولمعرفة معدل نمو الشقوق وبالتالي معرفة العمر الآمن للأنبوب لابد من معرفة عامل شدة الإجهاد K_I والذي سيؤدي إلى فتح قمة الشق. سيتم حساب عامل شدة الإجهاد تحليلياً باستخدام طريقة عامل الوزن weight function method وعددياً باستخدام طريقة العناصر المنتهية للتأكد من متانة الأنابيب للحمولات المطبقة، ومن ثم حساب العمر المتوقع للأنبوب فيما لو طبقت هذه الحمولة بشكل دوري بوجود شقوق على جدار هذا الأنبوب.

• حساب عامل شدة الاجهاد باستخدام طريقة عامل الوزن

يمكن حساب قيمة عامل شدة الإجهاد في جسم ما حاوياً على شق باستخدام طريقة عامل الوزن، والتي تعتبر طريقة تحليلية وذلك من خلال معرفة توزيع الإجهادات في نفس الجسم عندما لا يحتوي على أي شق. يعطى عامل شدة الإجهاد من خلال طريقة عامل الوزن بالمعادلة:

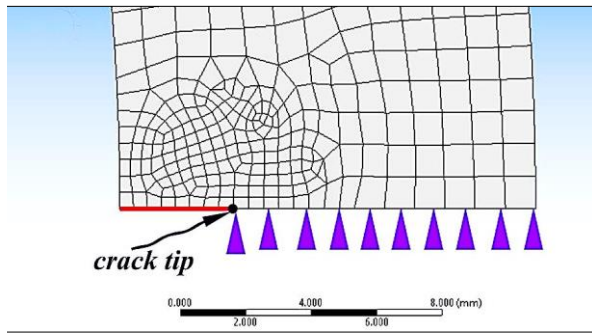
$$K = \int_0^a \sigma(x) \times \frac{2\sqrt{(a/\pi)}}{\sqrt{a^2 - x^2}} \times \left[m_0 - (m_0 - 1) \left(\frac{x}{a} \right) \right] \quad (12-5)$$

حيث تدل $\sigma(x)$ على توزيع الاجهادات الناعمية في نفس مستوي الشق فيما لو لم يكن يوجد شق في الجسم، a نصف طول الشق، m_0 ثابت تعتمد قيمته على نسبة طول الشق بالنسبة لسماكة الوعاء الأسطواني، وكذلك فيما إذا كان الشق داخلي أم خارجي كما هو موضح بالشكل 11 [8].

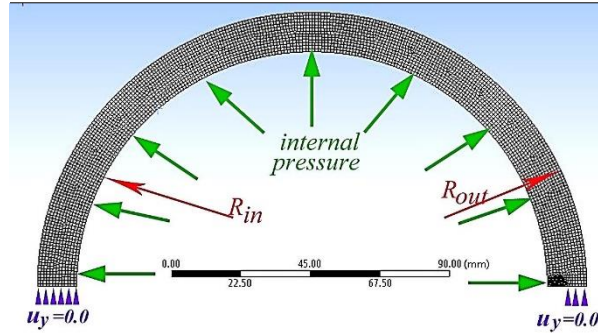


• حساب عامل شدة الإجهاد بطريقة العناصر المنتهية

تتناول هذه الفقرة حساب عامل شدة الإجهاد K_I المتولد عند رأس الشق عند أعماق مختلفة للشقوق بطريقة العناصر المنتهية باستخدام Ansys 13 (اعتماداً على mechanical APDL solver). حيث يفيد معرفة قيمة K_I في تقدير معدل نمو الشق تحت تأثير الحملات الدورية المتكررة. كذلك تتناول هذه الفقرة حساب عدد مرات التحميل N [cycles] التي يمكن تطبيقها على الأنبوب قبل أن يصل إلى مرحلة التعب. وقد تم اختيار العنصر 8-node plane183 و هذا النوع من العناصر يستخدم طريقة interaction integral في التحليل الرياضي حيث تستخدم هذه العناصر لدراسة حالة الأجسام المتناظرة حول محور، كما تم افتراض مادة الأنابيب linear isotropic حيث عامل المرونة $E = 210 \times 10^3 \text{ MPa}$ وعامل بواسون $\nu = 0.3$. تم تمثيل الشق ضمن النموذج بأن تركت العقد الموجودة ضمن الشق بدون أي تحديد أو تقييد لحركتها. يظهر الشكل 12 نموذج هندسي ثنائي البعد للأنبوب المدروس، حيث يستفاد من الشكل التناظري للأنبوب والحملات. كما يوضح الشكل 13 وجود الشق على السطح الداخلي للأسطوانة، حيث يُرمز لعمق الشق بالرمز a .

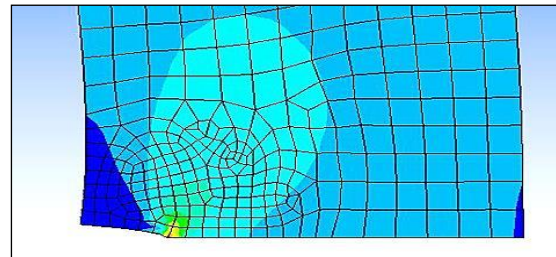
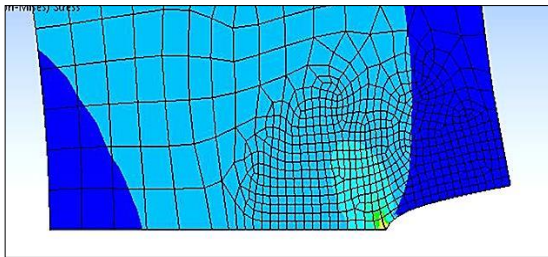


الشكل رقم (13) وجود الشق على السطح الداخلي
للأنبوب



الشكل رقم (12) نموذج هندسي ثنائي البعد للأنبوب
المدرّوس

يوضح الشكل 14 أن الإجهاد المكافئ الأعظمي وفق قاعدة فون-ميسسز يتولد عند قمة الشق تحت تأثير ضغط داخلي قدره $P_i = 18.83 \text{ MPa}$ بوجود شق طوله $(a/t) = 0.3$ سواء كان هذا الشق داخلياً أو خارجياً.



الشكل رقم (14): توزيع الإجهاد المكافئ وفق قاعدة فون-ميسسز في منطقة الشق لشق داخلي وخارجي

6- النتائج Results

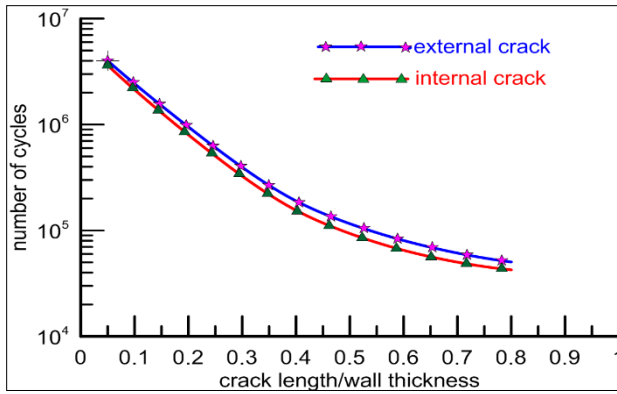
تظهر الأشكال 15 و 17 و 19 المخططات التي توضح تغير قيمة عامل شدة الإجهاد K_I (المحور y) عند تغير قيمة عمق الشق a (المحور x) ضمن جدار الأنبوب، وفي جميع الحالات يظهر أن قيمة عامل شدة الإجهاد تتزايد بشكل غير خطي مع تزايد قيمة عمق الشق. كما يظهر تقارب النتائج بشكل جيد بين طريقة العناصر المنتهية وبين طريقة عامل الوزن لكلتا الحالتين (حالة شق داخلي وحالة شق خارجي).

كذلك تظهر الأشكال 16 و 18 و 20 المخططات التي توضح عدد مرات التحميل (المحور y) التي يمكن تطبيقها على الأنبوب في كل حالة قبل أن يصل إلى مرحلة التعب عند أطوال مختلفة للشق (المحور x)، حيث تظهر المخططات أن عدد مرات تطبيق الحمولة سيكون أكبر من أجل الشق الأصغر والعكس بالعكس، كما يلاحظ أن خطورة الشقين الداخلي والخارجي متساوية بشكل عام من حيث عدد مرات تطبيق الحمولة المسموح.

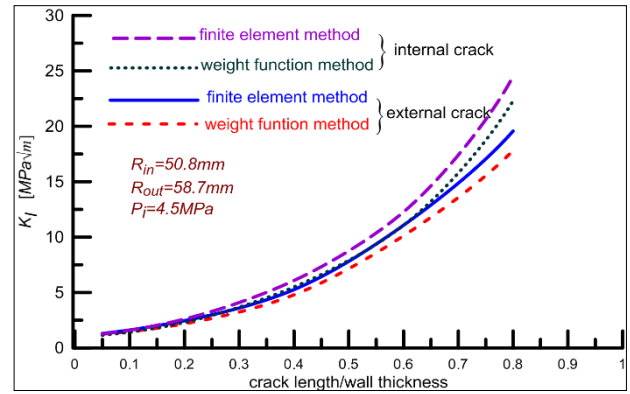
ملاحظة: في جميع المخططات الستة المذكورة تم إنهاء المخطط البياني عند عمق شق a قيمته الأعظمية 80% من سماكة جدار الأنبوب المدرّوس، لأن عمق شق أكبر من ذلك تكون النتائج لا معنى لها، لأنه عند مثل هذا العمق للشق يكون الأنبوب قد خرج عن الخدمة فعلاً.

• **الحالة الأولى:** ضغط التشغيل يتأرجح بين القيمتين $P_i = 0.0 \text{ MPa}$ و $P_i = 4.5 \text{ MPa}$

يوضح الشكل 15 أن جميع قيم عامل شدة الإجهاد في هذه الحالة أقل بكثير من قيمة متانة الانكسار $K_{IC} = 142 \text{ MPa}\sqrt{m}$ لمعدن الأنابيب steel x65 [9] وهذا يعني أن الأنابيب لن يحصل لها أي تحطم أو انكسار مفاجئ تحت تأثير الضغط المطبق حتى لو وصل الشق إلى القطر الخارجي للأنبوب، بل سوف يحصل تسرب leakage للمادة الموجودة داخل الأنبوب.

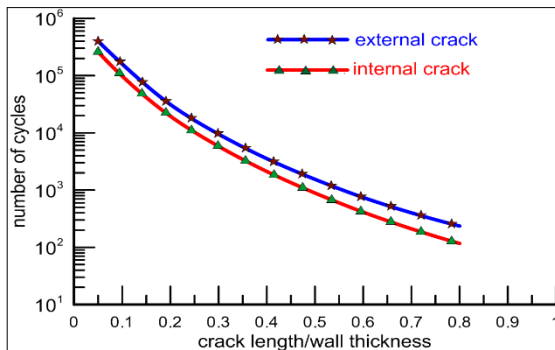


الشكل رقم (16) عدد مرات التحميل مقابل طول الشق
للحالة الأولى

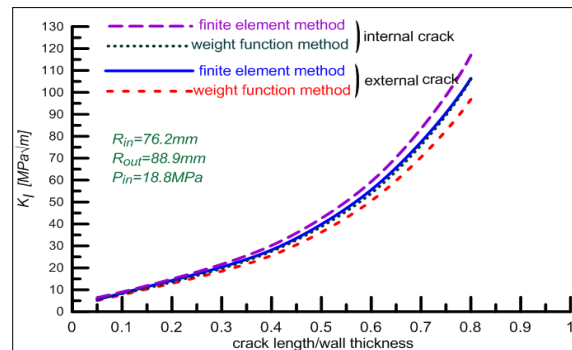


الشكل رقم (15): تغير قيمة عامل شدة الإجهاد K_I
للحالة الأولى

- الحالة (2): ضغط التشغيل يتأرجح بين القيمتين $P_i = 18.85\text{MPa}$ و $P_i = 0.0\text{MPa}$ ويوضح الشكل 17 خطورة حصول الانكسار للأنبوب محتملة عند بلوغ طول الشق المقدار $(a/t) = 0.8$ وذلك بسبب اقتراب قيم K_I من قيمة K_{IC} وهذا يعني أن الأنبوب لن يحصل لها انكسار مفاجئ تحت تأثير الضغط المطبق ولكن عند زيادة عمق الشق فإن النتائج غير مضمونة.

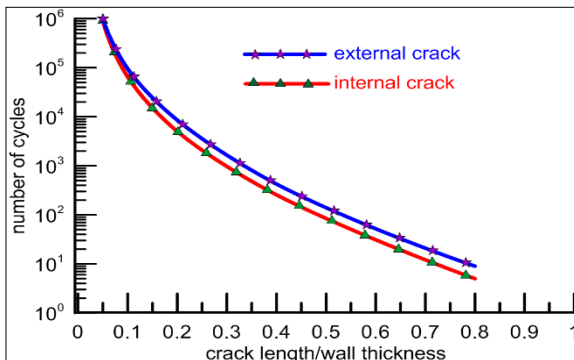


الشكل رقم (18) عدد مرات التحميل مقابل طول الشق
للحالة الثانية

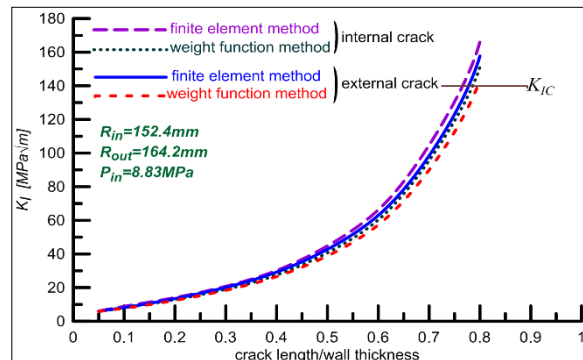


الشكل رقم (17) تغير قيمة عامل شدة الإجهاد K_I
للحالة الثانية

- الحالة (3): ضغط التشغيل يتأرجح بين القيمتين $P_i = 8.83\text{MPa}$ و $P_i = 0.0\text{MPa}$ ويوضح الشكل 19 أن حصول الانكسار للأنبوب حتمي حتى قبل وصول طول الشق المقدار $(a/t) = 0.8$ وذلك بسبب اكتساب K_I نفس قيمة K_{IC} ، كما يلاحظ أنه عند طول شق متقدم يكون من شبه المستحيل تطبيق حمولة الضغط الداخلي بشكل دوري لأن ذلك سيؤدي حتماً إلى حدوث انهيار تحت تأثير التعب.



الشكل رقم (20): عدد مرات التحميل مقابل طول الشق
للحالة الثالثة



الشكل رقم (19): تغير قيمة عامل شدة الإجهاد K_I
للحالة الثالثة

7- الاستنتاجات Conclusion

أهم النتائج التي نخلص إليها والتوصيات التي يمكن طرحها من خلال دراسة الحالات الثلاث للأنابيب الموجودة والمستثمرة في إحدى محطات نقل الغاز هي:

✱ لوحظ عند إجراء الاختبارات المختلفة لمادة الأنابيب أن الخواص الميكانيكية الناتجة تحقق الخواص المطلوبة والمذكورة ضمن المواصفة القياسية API-5L.

✱ بحساب الإجهادات المتولدة ضمن جدار الأنابيب لوحظ التطابق الجيد بين الحسابات التحليلية والحسابات العددية، كما لوحظ أن الإجهاد المكافئ أقل بشكل واضح من إجهاد الخضوع في الحالات الثلاث، حيث يؤمن هذا الأمر إمكانية تطبيق الحملية بشكل دوري (بدون وجود شق في الجدار) لعدد كبير من المرات دون خوف من حصول الانهيار تحت تأثير التعب.

✱ في حالة وجود شق ضمن جدار الأنبوب لوحظ بشكل عام أن قيم عامل شدة الإجهاد المتولدة متقاربة في القيم سواء في الدراسة التحليلية أو الدراسة العددية لكل حالة، كما لوحظ تقارب القيم في حالة وجود الشق الداخلي أو الشق الخارجي، ولو أن قيم K_I في حالة الشق الخارجي أقل بقليل من حالة وجود شق داخلي. هذا الأمر أدى بشكل عام إلى أن تكون عدد مرات تطبيق الحملية المسموح بها أكثر بقليل في حالة وجود شق خارجي عما هو عليه في حالة وجود شق داخلي، ولكن بشكل عام تعتبر خطورة الشقين متساوية.

■ في الحالة الأولى يظهر واضحاً أن قيم K_I المتولدة أقل من قيم K_{IC} لمعدن الأنابيب وهذا يعني أن الأنابيب لن يحصل لها انكسار مفاجئ تحت تأثير الضغط المطبق حتى لو وصل الشق إلى السطح الخارجي للأنبوب، بل سوف يحصل تسرب للمادة الموجودة داخل الأنبوب.

■ في الحالة الثانية يلاحظ أن خطورة حصول الانكسار للأنبوب محتملة عند بلوغ طول الشق المقدار $(a/t)=0.8$ ، وذلك بسبب اقتراب قيم K_I من قيمة K_{IC} .

■ في الحالة الثالثة يلاحظ أن حصول الانكسار للأنبوب حتمي حتى قبل وصول طول الشق المقدار $(a/t)=0.8$ وذلك بسبب اكتساب K_I نفس قيمة K_{IC} ، كما يلاحظ أنه عند طول شق متقدم يكون من شبه المستحيل تطبيق حملية الضغط الداخلي بشكل دوري لأن ذلك سيؤدي حتماً إلى حدوث الانكسار تحت تأثير الحملية المطبقة وليس تحت تأثير التعب.

References:

- 1- Govindjee, S., (2013), "Engineering mechanics of deformable solids", Oxford University Press.
- 2- Anderson, T. L., (1991), "Fracture Mechanics Fundamentals and Applications", CRC Press, Inc, USA.
- 3- Broek, D. S., (1989), "The Practical Use of Fracture Mechanics", Kluwer academic publishers Netherlands.
- 4- API specification 5L, (2000), American Petroleum Institute, forty-second edition.
- 5- ASTM Standard, (1978), " Standard methods for notched bar impact testing of metallic materials", E-23.
- 6- R. C. Hibbeler, (2011), "Mechanics of materials", eighth edition, Prentice Hall.
- 7- ANSYS version 13, (2014).
- 8- Moftakhar, A. A., and Glinka, G., (1992), " Calculation of stress intensity factors by efficient integration of weight functions", Eng. Fract. Mech., Vol. 43, No.5, pp 749-756.
- 9- Capelle, J., Et. Al., (2010), "Hydrogen effect on fatigue and fracture of pipe steels, France.
- 10- Irmund, M. C., (2011), Ansys® Verification Manual, Stress Analysis Systems, Inc. Krieger.
- 11- Stacey, A., and Webster, G. A., (1988), "Stress Intensity factors caused by residual stress fields in autofrettaged tubing', ASTM, Philadelphia, pp. 37-53.
- 12- Shiu-Chuan and Hao-Hi Chang., (2015), "Stress intensity factor of a semi-elliptical crack in a hollow cylinder", Transaction of the Canadian Society for Engineering, Vol. 39, No. 3.

دراسة إقتصادية للمقاطع المعدنية المشكلة على البارد ذات الأجنحة المستطيلة المفرغة بالمقارنة مع المقاطع المعدنية المدرفلة

**عبد القادر تومة

*عبد الحكيم شيخو

(الإيداع 31 كانون الثاني 2018، القبول 29 آيار 2018)

الملخص:

انتشر في الآونة الأخيرة استخدام المقاطع الفولاذية المشكلة على البارد في أعمال المنشآت الفولاذية بشكل كبير لما لهذه المقاطع من نسب عالية للمقاومة إلى الوزن. حيث تتميز المقاطع المعدنية المشكلة على البارد عن المقاطع المعدنية المدرفلة بزيادة تحملها نسبة إلى وزنها. لذلك يمكن تخفيض الوزن الكلي للمنشأ وبالتالي تخفيض الكلفة بالإضافة إلى إمكانية تصنيعها وفق الأشكال والحجوم التي يتطلبها كل منشأ. [1]

نقدم في هذا البحث لمحة عن المزايا الاقتصادية للمقاطع المعدنية المشكلة على البارد من خلال إجراء مقارنة بين جائز ذو مقطع معدني مشكل على البارد مفرغ الأجنحة Rectangular Hollow Flange Beam (RHFB) مع جائز ذو مقطع معدني مدرفل بشكل حرف (I) ولهما نفس الوزن ، وذلك من خلال حساب العزم المقاوم الناتج عن تطبيق حمولة واحدة متصاعدة على كلا الجائزين باستخدام برنامج النمذجة العددية ANSYS .

الكلمات المفتاحية: الجائز الفولاذي المفرغ الأجنحة – العزم المقاوم – السهم – النمذجة العددية.

*رئيس قسم الهندسة الإنشائية، كلية الهندسة المدنية، جامعة حلب

**طالب دراسات عليا (ماجستير)

Economic Study of Cold-Formed Steel Sections With Rectangular Hollow Flanges In Comparison With Hot- Rolled Steel Sections

*Abdulhakim Shikho

**Abdulkader Toma

(Received 31 January 2018, Accepted 29 May 2018)

Abstract:

Recently, the use of cold-formed steel sections in the work of steel structures has been widespread because these sections have high strength to weight ratio. Cold- formed steel sections are characterized by Hot-rolled steel sections with an increase in strength to their weight. Therefore, the total weight of the structures can be reduced, and thus reduces cost. Cold-formed steel sections can also be easily manufactured according to the shapes and sizes structural requirement. [1]

This search aim to know the economic advantages of cold-formed steel section by conducting comparison between cold-formed rectangular hollow flang beam steel section (RHFB) with the commonly used hot rolled beam steel section. Both sections are having same weight of steel.

ANSYS 16.1, has been used to calculate section moment capacity for both beams and comparison has been made.

Key words: hollow flang Steel beam – section moment capacity – deflection – numerical modeling.

*Dept of Structural, Faculty of Civil Engineering, University of Aleppo

** Postgraduate student (M.Sc.)

1- مقدمة:

أصبحت المقاطع المعدنية المشكلة على البارد (Cold Formed Steel Section) من العناصر الرئيسية في أعمال الإنشاءات المعدنية بمختلف أشكالها حيث أنه لا يمكن الإعتماد على المقاطع المدرفلة Hot-Rolled لعدة أسباب من أهمها :

زيادة الكلفة عن المقاطع المشكلة على البارد وخاصة في الفتحات الكبيرة ولا يمكن توفرها بسهولة بالأبعاد المطلوبة فضلاً عن الشروط المعمارية التي تفرض أحياناً أبعاداً محددة للمقاطع المعدنية. تتميز المقاطع المشكلة على البارد بخفة وزنها والنسبة العالية للمقاومة الى الوزن وسهولة تصنيعها وتركيبها ونقلها [2]، لذلك أولت الأبحاث القديمة منها والحديثة أهمية لدراساتها وطرق تشكيلها وحساباتها الإنشائية وطرق حمايتها من التآكل والصدأ.

في عام 1950 بدأت إنكلترا والولايات المتحدة باستخدام المقاطع الفولاذية المشكلة على البارد في إنشاء المباني. ومنذ عام 1946 تم في الولايات المتحدة ادخال طرق تصميم المقاطع الفولاذية المشكلة على البارد في الكود الأمريكي (AISI) والذي اعتمد بشكل كبير على أبحاث تمت في جامعة كورنيل من قبل البروفسور جورج وينتر. تصنع العناصر الفولاذية الإنشائية المشكلة على البارد من صفائح رقيقة بسماكات تتراوح من 0.5mm حتى 6 mm.

سلوك المقاطع المعدنية المشكلة على البارد:

تتعرض الصفائح المنفردة الرقيقة ذات النحافة الكبيرة للتحنيب الموضعي بإجهادات منخفضة نسبياً عن نقطة الخضوع وذلك عندما تتعرض هذه الصفائح للضغط، هذه الصفائح المضغوطة لا تنهار عندما تصل إلى إجهاد التحنيب وتستمر غالباً في تحمل حمولات إضافية بسبب إعادة توزيع الإجهادات Redistribution Stresses .

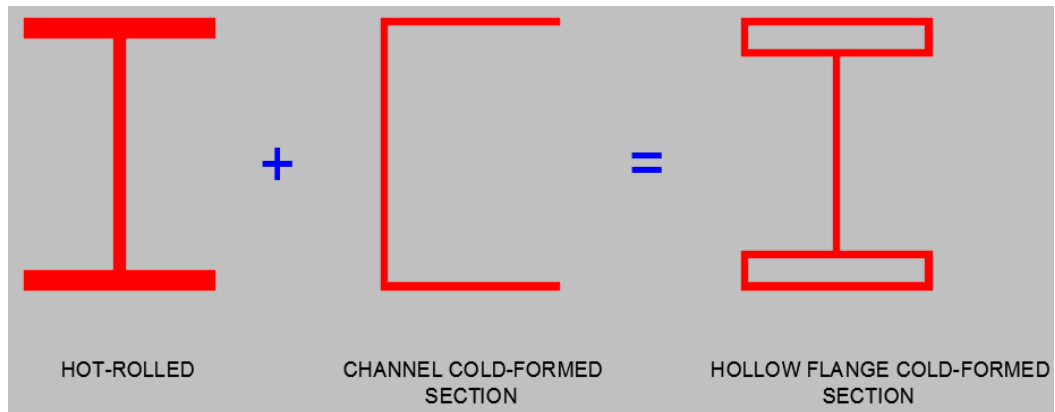
أما عندما تتصل هذه الصفيحة بعناصر أخرى عند حوافها فهذا يؤدي إلى زيادة صلابته على التحنيب مما يؤدي إلى تحملها قوة أكبر تدعى المقاومة اللاحقة للتحنيب Post Buckling Strength مما يسمح بالحصول على مقاطع إقتصادية.

يتم تصنيع الكثير من أشكال المقاطع الفولاذية المشكلة على البارد بشكل متناظر بالنسبة لمحور واحد من المقطع وبالتالي قد يقع مركز القص فيها بعيداً عن مركز الثقل مما يؤدي إلى حدوث لا مركزية فتالية يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار في الجوائز المشكلة من صفائح ذات سماكات صغيرة. إن صلابة الفتل للمقاطع المشكلة من صفائح مفتوحة هي من رتبة (t^3) لذلك فإن المقاطع الفولاذية المشكلة على البارد هي نسبياً ضعيفة ضد الفتل.

يتم تصنيع الجيزان الفولاذية المشكلة على البارد بقص الصفائح الفولاذية ذات السماكة المطلوبة ثم تتم عملية الثني وذلك باستخدام آلات ميكانيكية حديثة.

إن سبب اختيار المقاطع المعدنية المشكلة على البارد بأجنحة مفرغة (RHFB) هو لدمج خاصية الاستقرار التي يتميز بها المقطع المدرفل بشكل حرف (I) مع خاصية الوزن الخفيف التي تتميز بها المقاطع المعدنية المشكلة على البارد، وبالتالي نحصل على مقطع مستقر نوعاً ما وسهل التصنيع وخفيف الوزن كما هو مبين بالشكل (1).

يتكون الجانز المدروس في هذا البحث من ثلاث صفائح هي صفيحة الجناح العلوي وصفيحة الجناح السفلي وصفيحة الجسد حيث يتم تشكيل صفيحتي الأجنحة عبر آلات الثني ويتم الإتصال بين صفيحتي الجناحين مع صفيحة الجسد عبر براغي ذات قطر مناسب.



الشكل رقم (1): جمع خواص المقاطع المدرفلة والمشكلة على البارد

سلوك المقاطع المعدنية المشكلة على البارد (RHFB) على التحنيب الموضعي:

تعاني العناصر المعدنية الرقيقة من مشاكل ناتجة عن تحنيب الصفائح المشكلة للمقطع والتي غالباً ما تكون مصنوعة من صفائح من الفولاذ العالي المقاومة وبالتالي فإن سلوكها الإنعطافي يعتمد على أبعادها وإجهاد خضوعها. يعتبر التحنيب الموضعي لصفائح العنصر المضغوط أحد أهم أشكال الإنهيار للمقطع (RHFB) والذي يعتمد على نحافة الصفائح المشكلة للمقطع.

إن من أهم الكودات تداولاً لتصميم العناصر الفولاذية المشكلة على البارد هو الكود الأسترالي (AS 4100) [3]. حيث يعتمد على إيجاد العرض الفعال (الذي يساهم في إدخال أثر التحنيب بتخفيض قيمة عرض الصفيحة) لكل صفيحة مشكلة للمقطع والذي يعطى بالعلاقة (1):

$$b_e = \left\{ \frac{\lambda_e y}{\lambda_e} \right\} b \quad (1) \quad \text{العرض الفعال لكل صفيحة}$$

$$\lambda_e = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{f_y}{250}} \quad (2) \quad \text{معامل النحافة للصفيحة}$$

حيث أن:

$\lambda_e y$: هو نحافة الصفيحة التي تنهار بالخضوع دون حصول تحنيب موضعي ويمكن الحصول عليه من الكود (AS 4100) أخذين بعين الاعتبار شروط استنادها وإجهادها المتبقي.
b: هو عرض الصفيحة .

2- هدف البحث:

إن الهدف من هذا البحث هو معرفة الوفرة الاقتصادي الناتج عن استخدام الجوائز ذات المقاطع المشكلة على البارد مقارنة مع استخدام المقاطع المدرفلة، حيث سيتم المقارنة بين العزم التصميمي لمقطعين لهما نفس الوزن واستنتاج المقطع الاقتصادي.

المراجعة البحثية:

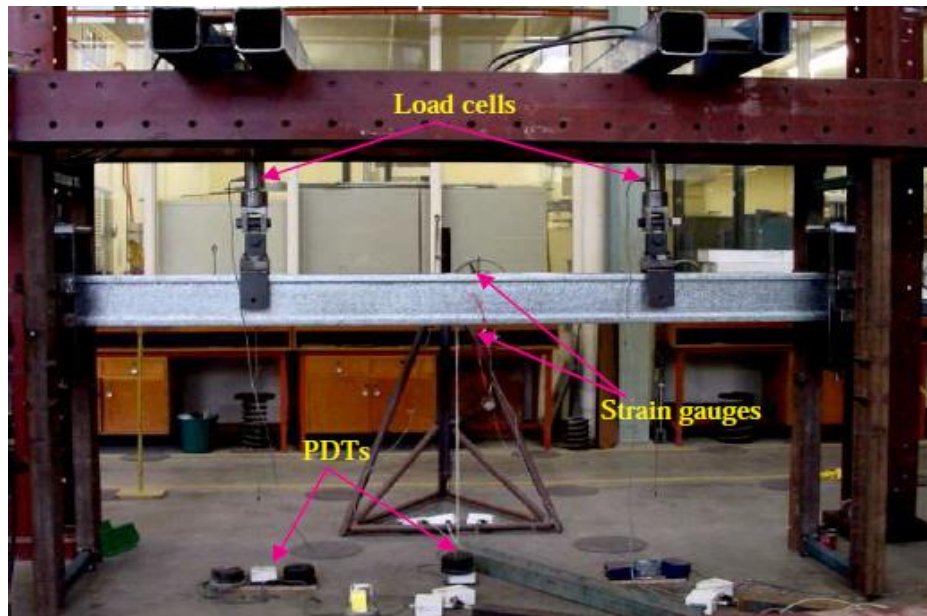
قام الباحث SOMADASA عام 2005 بحساب العزم المقاوم للمقطع المعدني المشكل على البارد (RHFB). وقد أجرى تجارب مخبرية على 22/ عينة وتمت مقارنة النتائج مع نتائج الحل باستخدام برامج النمذجة العددية ABAQUS. ومع الحل الحسابي باستخدام الكود الأسترالي AS 4100. يتألف الجائز المستخدم من قبل الباحث Somadasa من صفيحتي الجناح التي تتشكل بواسطة الات الثني الحديثة وصفيحة الجسد حيث يتم ثني الصفائح إلى المستوى المطلوب ثم بواسطة روافع هيدروليكية وبمساعدة دعائم معدنية يتم ضغط وتثبيت

الجناح لإجباره على التوجه نحو الداخل، ثم يتم تجميع الجناحين مع صفيحة الجسد باستخدام براغي للتوصيل بين الصفائح وهذه البراغي من النوع: Drinning 10-16X16 hexagon head self (D=0.19 in)، وبتباعد 50mm.



الشكل رقم (2): تشكيل الجائز المشكل على الباراد (RHFB)

تم تطبيق الحمولات المركزة $p=60 \text{ kn}$ بشكل تدريجي على صفائح معدنية مثبتة في منتصف الجسد بواسطة مكابس هيدروليكية حتى الوصول إلى بداية الخضوع في الليف الخارجي المضغوط.



الشكل رقم (3): تطبيق الحمولات على الجائز المشكل على الباراد (RHFB)

وكانت النتائج على الشكل التالي:

الجدول رقم (1): قيم العزم المقاوم المرن في بالحل الحسابي والتحليلي والتجريبي للباحث Somadasa [4]

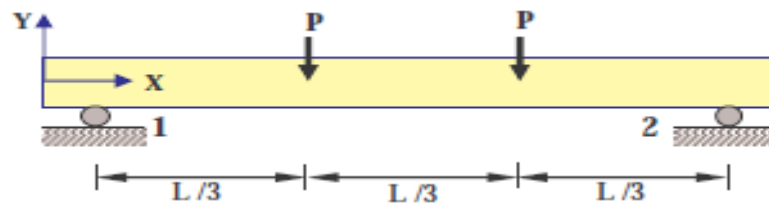
Section Moment Capacity (KN.m)		
Expt (التجريبي)	FEA (النمذجة العددية)	AS/4100 (الحل الحسابي)
11.83	11.7	11.32

نلاحظ من القيم السابقة أن نسبة الاختلاف بين الطرق الثلاث لا تتجاوز 5%.

3- مواد البحث وطرائقه:

سنقوم في هذا البحث بدراسة جانزين بفتحة واحدة ($L=1070$) mm الأول مشكل على البارد (RHFB) والثاني مقطعه مدرفل له شكل حرف (I) والجانزين معرضين لقوتين مركزيين متصاعدتين. لقد تم اختيار المقطعين بحيث يكون وزن المتر الطولي للمقطعين متساوي وسيتم حساب ومقارنة العزم المقاوم للجانزين بواسطة برنامج النمذجة العددية ANSYS 16.1 وبالتالي يمكن معرفة الجانز الأمثل اقتصادياً.

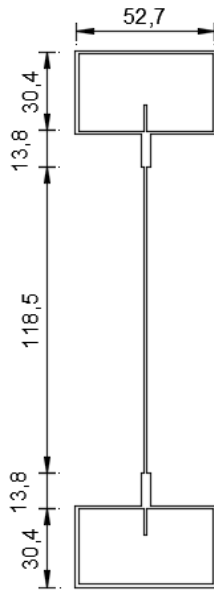
تم العمل على دراسة جانز فولاذي مشكل على البارد (RHFB) ذو استناد بسيط له مقطع متناظر ويخضع إلى حملتين مركزيين مطبقتين على جسد الجانز في منتصف ارتفاعه، وفي ثلث وثلثي مجازه كما هو موضح في الشكل (4):



الشكل رقم (4): شكل الجانز المدروس أبعاداً وحمولات [4]

ثم يتم مقارنة النتائج مع نموذج تحليلي استخدم فيه الباحث SOMADASA برنامج النمذجة العددية Abaqus [4] للتأكد من دقة عمل النموذج العددي. مواصفات النموذج موضحة في الجدول (2):

الجدول رقم (2): المواصفات البعدية الجائز الفولاذي المدروس في المرجع [4]



1070	mm	الطول الكلي للجائز
206.9	mm	الارتفاع الكلي للجائز
52.7	mm	عرض الجناح
30.4	mm	ارتفاع الجناح
1.192	mm	سماعة الجناح
1.192	mm	سماعة الجسد
10	mm	امتداد صفيحة الجسد ضمن الجناح
13.8	mm	امتداد صفيحة الجناح بمحاذاة الجسد
118.5	mm	ارتفاع الجسد الحر

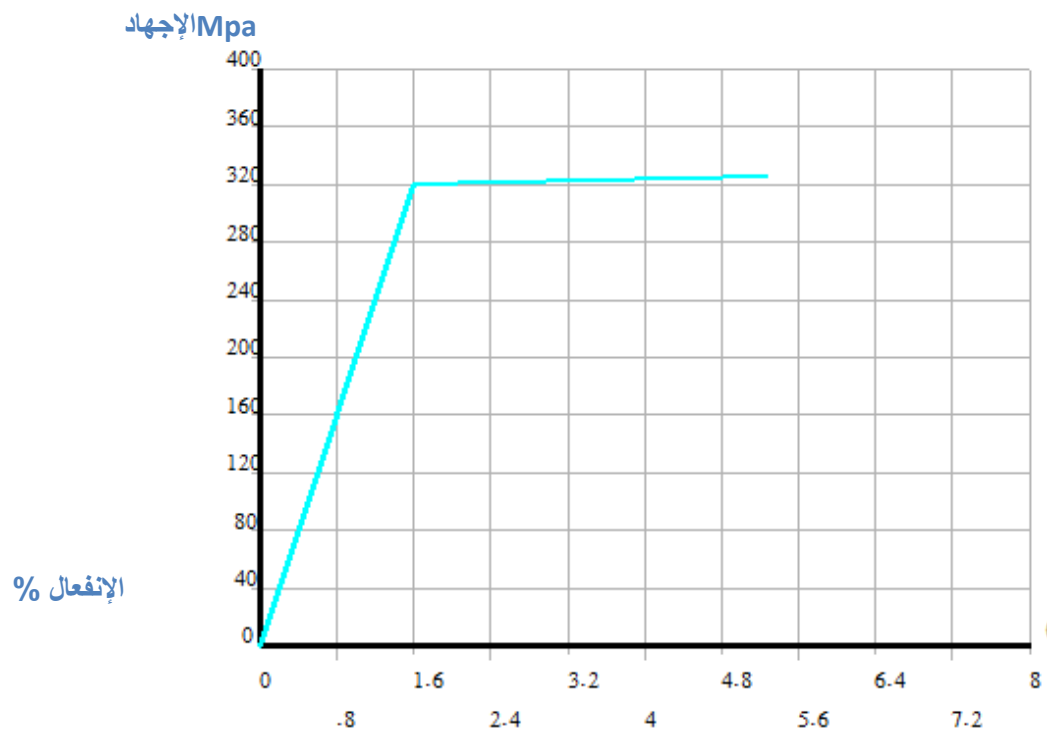
النمذجة (Modeling):

تم بناء النموذج للمقطع باستخدام برنامج (ANSYS16.1) باعتبار أن الجائز مؤلفاً من ثلاثة صفائح هي الجناح السفلي والجسد والجناح العلوي، ومن ثم تم تجميع هذه الصفائح مع بعضها باستخدام براغي من النوع: 10-hexagon Drinning (D=0.19 in 16X16 head self

حيث تمتلك كل عقدة من عقد العنصر ثلاث درجات حرية هي الإنتقالات (ux,uy,uz)، كما يسمح هذا بإدخال أثر المرونة واللدونة وقابليته للتعرض للإنتقالات والانفعالات الكبيرة بالإضافة إلى ميزات أخرى. تم استعمال العنصر (shell181) لنمذجة الصفائح وهذا العنصر هو عنصر حتمي (3D) كما تم استعمال العنصر (solid185) لنمذجة البراغي.

تعريف خواص المواد (Material properties):

تم إدخال معامل المرونة الخطي للفولاذ ($E_x=200000\text{Mpa}$) ومعامل بواسون ($\nu=0.3$). وكثافة الفولاذ ($\text{density}=7.86 \times 10^{-5} \text{ N/mm}^3$) وإجهاد التلدن للفولاذ ($\text{yield stress}=320\text{MPa}$).

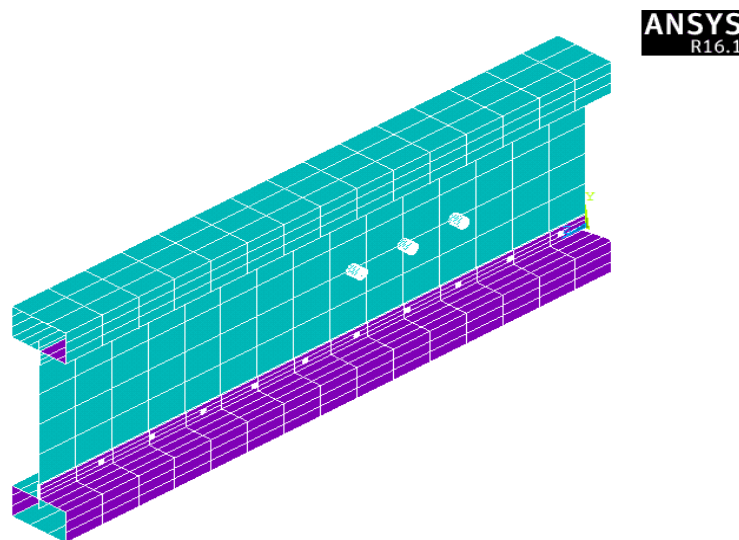


الشكل رقم (5): منحنى (الإجهاد _ الانفعال) للفلولاند

التقسيم إلى عناصر محدودة (Meshing):

تم تقسيم الجائز إلى عناصر منتهية (FE) باستخدام الأمر (mesh) حسب متطلبات البرنامج كما في الشكل (4). وتم اختيار القيمة التي أعطت نتائج قريبة لنتائج الباحث Somadasa [4].

1



الشكل رقم (6): جزء من الجائز بعد التقسيم (mesh)

تحديد شروط النهايات (Boundary Conditions):

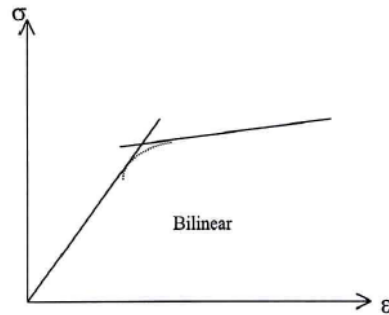
بالعودة إلى الشكل رقم (4) نرى أن إستناد الجائز عبارة عن مسند منزلق يمنع الإنتقال باتجاه y, x ويسمح بالإنتقال باتجاه z ($ux=uy=0$). وقد تم الإستفادة من التناظر من خلال استخدام الأمر Symmetry B.C. وذلك لنمذجة نصف الجائز.

التحميل (Loading):

تم تطبيق حمولة مركزة $P=60 \text{ KN}$ على براغي التحميل الثلاثة في ثلث المجاز وثلثيه وبشكل تدريجي، ولضمان توزيع الحمولة نقوم بتقسيم الحمولة على عدد العقد (nodes) وبالتالي تتحمل كل عقدة جزءاً متساوياً من الحمولة.

نوع التحليل (Analysis Type) وضوابط الحل (Solution Controls):

تم اختيار نوع التحليل ستاتيكي، ومن ثم تم تجزئة الحمولة المطبقة على النموذج المدروس من خلال ضوابط الحل (sol'n controls) إلى خطوات جزئية (sub step) متزايدة، مع السماح بمعاينة النتائج عند كل خطوة تحميل. إن الحمولة التي تستطيع العناصر النحيفة تحملها لا يمكن تحديدها بسهولة لأنها تتعلق بعدد كبير من البارامترات المتعلقة بالشكل الهندسي وخصائص المواد، لذلك يستخدم التحليل اللاخطي في تحديد سلوك هذا النوع من الجيزان، ففي التحليل اللاخطي يتم تطبيق الحمولة بشكل متزايد ويتم حساب الصلابة في كل خطوة وهذه الصلابة تتناقص مع ازدياد التحميل. وقد تم اعتماد علاقة إجهاد -انفعال بطريقة bilinear كما في الشكل (7):

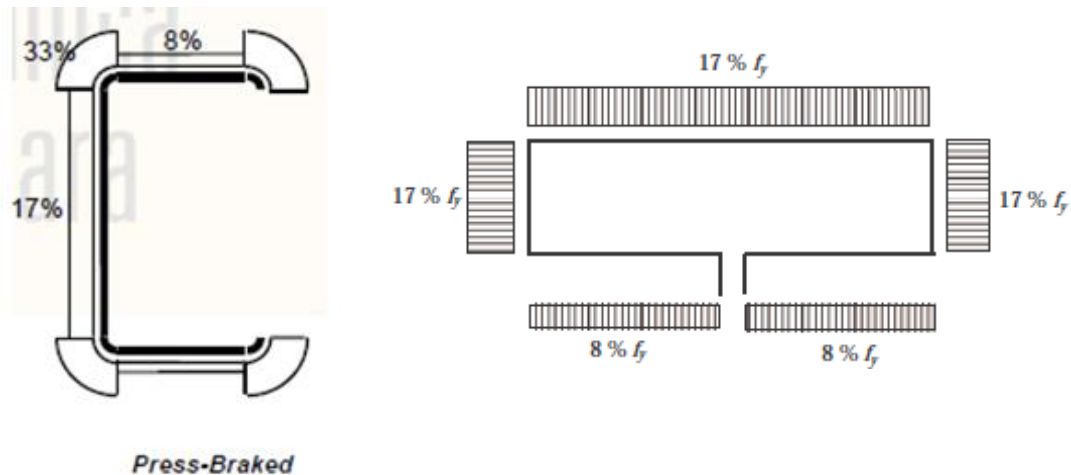


الشكل رقم (7): مخطط إجهاد - انفعال

الإجهادات المتبقية (Residual Stresses):

تتشكل الإجهادات المتبقية أثناء تشكيل المقاطع المعدنية المشكلة على البارد نتيجة عملية الثني وهناك نوعان من الإجهادات المتبقية:

- إجهادات متبقية غشائية وهي منتظمة خلال سماكة عنصر الصفيحة.
- إجهادات متبقية انعطافية وهي متغيرة خطياً على سماكة الصفيحة.



الشكل رقم (8): الإجهادات المتبقية في الجناح العلوي والسفلي للجائز (RHFB) [4]

يمكن اعتبار أن الإجهادات المتبقية في الجناح المفرغ للمقطع (RHFB) مشابهة للإجهادات المتبقية للمقطع بشكل حرف C حسب توصيات الباحث SCHAFER لمقطع معدني Channel [4]. كما في الشكل (8).
فالإجهادات المتبقية في الصفائح الخارجية الشاقولية والأفقية تؤخذ f_y % 17، بينما تؤخذ في الصفائح الداخلية الأفقية كما في جسد المقطع C وتساوي f_y % 8.

النتائج الأولية (Results):

تم استخدام برنامج Ansys 16 بعد إدخال المعطيات والحصول على النتائج، وسيتم مقارنة النتائج مع نتائج المرجع [4] الذي استخدم برنامج Abaqus للتأكد من صحة نمذجة الجائز.
بعد الحصول على النتائج وجدنا أن التلدن الأولي عند الليف الأقصى والذي يساوي إجهاد خضوع $f_y=320 \text{ N/mm}^2$ حصل عند حالة تحميل $t=52$ وبالتالي يكون العزم المقاوم مساوياً إلى:

$$M = 60 * \frac{52}{100} * \frac{1.07}{3} = 11.128 \text{ kn.m}$$

حيث : خطوة التحميل $M = P * \frac{L}{3}$ باعتبار أن تطبيق الحمولة كاملة يستغرق 100 خطوة زمنية في البرنامج .
إن حدوث التلدن في الليف الأقصى لا يعني بالضرورة انهيار المقطع لذلك يتم متابعة تحميل الجائز حتى الحصول على انتقال يساوي $y = -4.02 \text{ mm}$ والذي يوافق خطوة تحميل $t=57.5$ تكافئ عزم مقاوم للمقطع يساوي إلى:

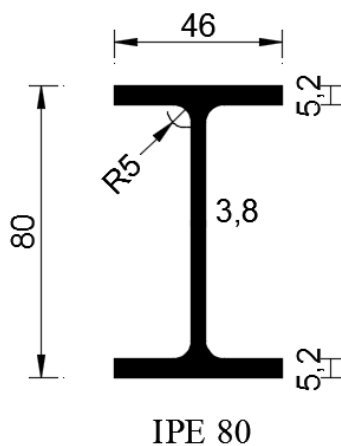
$$M = 60 * \frac{57.5}{100} * \frac{1.07}{3} = 12.305 \text{ kn.m}$$

وبالمقارنة مع العزم المقاوم للباحث [4] Somadasa المستحصل من برنامج Abaqus هو: $M = 11.7 \text{ kn.m}$ وبالتالي نجد أن الفرق هو حوالي 5%، وهو فرق مقبول وبالتالي يمكننا الآن استخدام هذا النموذج لدراسة الجائزين المعدنيين الأول مدرقل له شكل حرف (I). والثاني مشكل على البارد (RHFB).

مواصفات الجائزين المعدنيين الأول مدرقل بشكل حرف (I) والثاني مشكل على البارد (RHFB):

الجدول رقم (3): المواصفات البعدية للجائز الفولاذي المدرقل المدروس

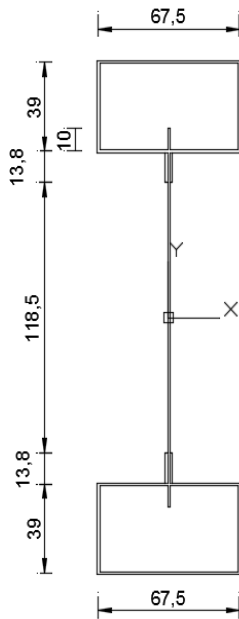
الجائز المدرقل بشكل حرف (I):



L=	1070	mm	الطول الكلي للجائز
H=	80	mm	الارتفاع الكلي للجائز
B=	46	mm	عرض الجناح
tf=	5.2	mm	سماعة الجناح
tw=	3.8	mm	سماعة الجسد
d=	69.6	mm	ارتفاع الجسد الحر
r=	5	mm	نصف قطر اتصال الجسد مع الجناح
A=	764.3	mm ²	مساحة مقطع الجائز
W=	6	Kg/m	وزن الجائز

الجدول رقم (4): المواصفات البعدية للجائز الفولاذي المشكل على البارد المدروس

الجائز المشكل على البارد (RHFB):



L=	1070	mm	الطول الكلي للجائز
H=	224.1	mm	الارتفاع الكلي للجائز
B=	67.5	mm	عرض الجناح
Hf=	39	mm	ارتفاع الجناح
tf=	1.192	mm	سمانة الجناح
tw=	1.192	mm	سمانة الجسد
L2=	10	mm	امتداد صفيحة الجسد ضمن الجناح
L3=	13.8	mm	امتداد صفيحة الجناح بمحاذاة الجسد
d=	118.5	mm	ارتفاع الجسد الحر
A=	763.7	mm ²	مساحة مقطع الجائز
W=	6	Kg/m	وزن الجائز

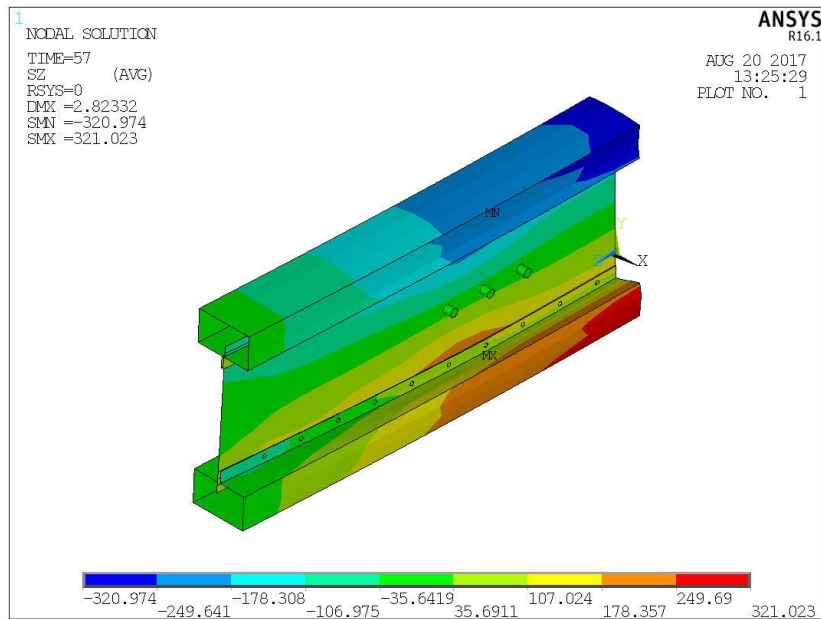
حيث تم اختيار مقطع الجائز المدرفل IPE 80 باعتباره الشكل الأقرب للجائز المشكل على البارد وتم اعتبار أن إجهاد الخضوع للجائزين $f_y=320 \text{ N/mm}^2$.

4- النتائج ومناقشتها:

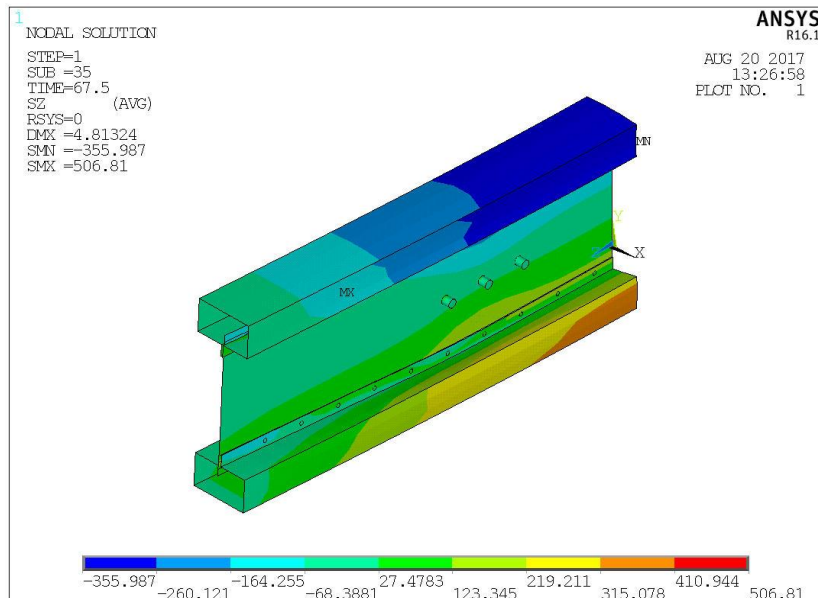
الجائز المشكل على البارد (RHFB):

بعد رسم الجائز وإدخال المعطيات والبدء بالتحليل نقوم بإظهار النتائج، نجد أن التلدن الأولي عند الليف الأقصى والموافق لإجهاد الخضوع $f_y=320 \text{ N/mm}^2$ يكون عند خطوة التحميل $t=57$ الشكل (9) وبالتالي يكون العزم المقاوم المرن عند هذه الخطوة يساوي:

$$M = 60 * \frac{57}{100} * \frac{1.07}{3} = 12.198 \text{ kn.m}$$



الشكل رقم (9): الإجهادات على المحور z للجائز (RHFB) عند t=57



الشكل رقم (10): الإجهادات على المحور z للجائز (RHFB) عند t=67.5

وإذا تابعنا تحميل الجائز حتى حصول الإنهيار بانتقال شاقولي $y = -4.81 \text{ mm}$ نجد أن ذلك يحدث عند الخطوة $t = 67.5$. الشكل (10) وبالتالي يكون العزم المقاوم للمقطع:

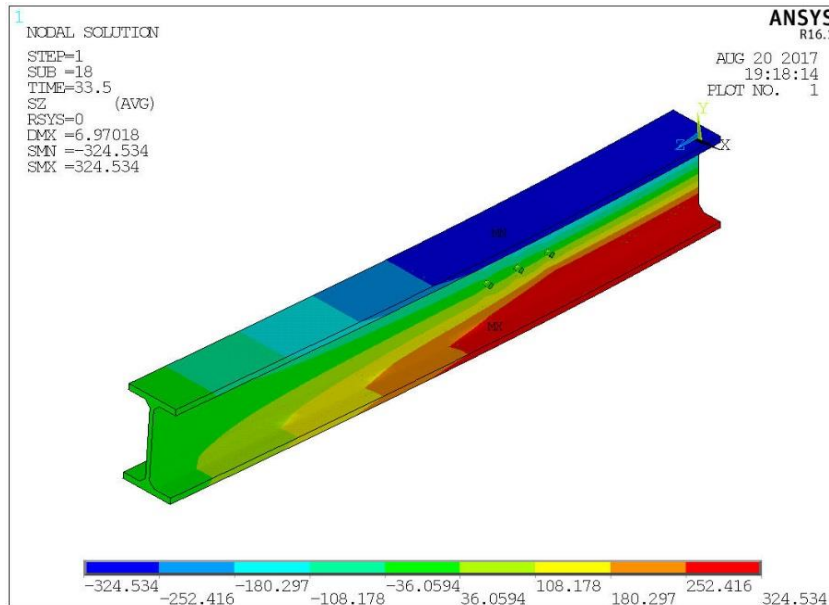
$$M = 60 * \frac{67.5}{100} * \frac{1.07}{3} = 14.44 \text{ kn.m}$$

الجائز المدرفل بشكل حرف (I):

بإعادة نفس خطوات الحل باستخدام مقطع Hot-rolled نجد أن حدوث التلدن الأول يحصل في خطوة تحميل $t = 30$ مما

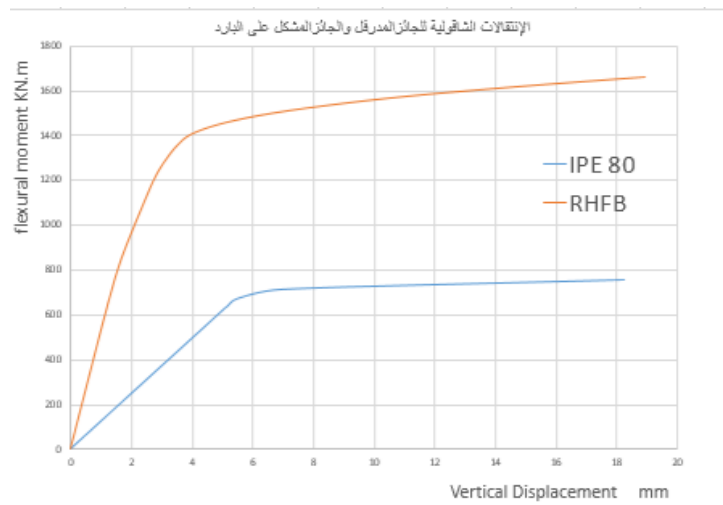
$$\text{يعطي العزم المقاوم المرن : } M = 60 * \frac{30}{100} * \frac{1.07}{3} = 6.42 \text{ kn.m}$$

وإذا تابعنا تحميل الجائز حتى حصول الإنهيار بانتقال شاقولي $y = -6.96 \text{ mm}$ نجد أن ذلك يحدث عند خطوة تحميل $t=33.5$. الشكل (11) وبالتالي يكون العزم المقاوم للمقطع $M = 60 * \frac{33.5}{100} * \frac{1.07}{3} = 7.17 \text{ kn.m}$.



الشكل رقم (11): الإجهادات على المحور z للجائز (IPE 80) عند $t=33.5$

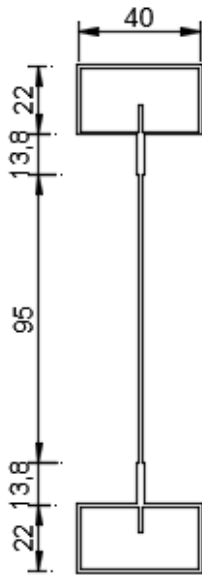
يظهر الشكل (12) مخطط الإنتقال الشاقولي - عزم الإنعطاف للجائزين المدروسين:



الشكل رقم (12): مخطط الإنتقال الشاقولي - عزم الإنعطاف للجائزين (IPE 80) & (RHFB)

ويمكن إيجاد نسبة الوفرة بكمية الفولاذ من خلال إيجاد مقطع مشكل على البارد يعطي عزمًا مقاومًا تساوي قيمته العزم المقاوم للمقطع المدرفل والتي تساوي إلى 7.17 kn.m والمقطع الموافق مبين بالجدول (5).

الجدول رقم (5): المواصفات البعدية للجائز الفولاذي المشكل على البارد (RHFB) المكافئ للمقطع المدرفل IPE 80



166.6	mm	الارتفاع الكلي للجائز
40	mm	عرض الجناح
22	mm	ارتفاع الجناح
1.192	mm	سماعة الجناح والجسد
10	mm	امتداد صفيحة الجسد ضمن الجناح
13.8	mm	امتداد صفيحة الجناح بمحاذاة الجسد
503.58	mm ²	مساحة مقطع الجائز
3.96	Kg/m	وزن الجائز

وللتأكد نعيد حساب العزم المقاوم لهذا المقطع نجد أن العزم المقاوم يحصل عند خطوة تحميل $t=33.5$ بسبب تزايد قيمة الإنتقال وبالتالي يكون العزم المقاوم عند هذا الزمن يساوي:

$$M = 60 * \frac{33.5}{100} * \frac{1.07}{3} = 7.17 \text{ kn.m}$$

وهي نفس القيمة السابقة .

وبالتالي نسبة الوفر في المقطع : $6-3.96=2.04 \text{ kg}$ من الفولاذ لكل متر طولي أي أن هذا المقطع يحقق وفراً في وزن الفولاذ يقارب 34% مقارنة مع الجائز المدرفل.

4- الإستنتاجات والتوصيات:

بعد قراءة النتائج المستحصلة من الفقرة السابقة نستنتج مايلي:

- إن قدرة تحمل الجائز الفولاذي المشكل على البارد (RHFB) أكبر من قدرة تحمل الجائز الفولاذي المدرفل باعتبار أن لهما الشكل نفسه والوزن نفسه وتبلغ نسبة الفرق بين العزم المقاوم للجائزين حوالي 50%.
- إن التوفير في الفولاذ بين الجائز المشكل على البارد (RHFB) والجائز المدرفل تصل إلى 34% مما يحقق وفراً كبيراً.
- يمكن الحصول على توفير أكبر في كمية الفولاذ من خلال تشكيل الجائز المشكل على البارد بشكل متدرج يتناسب مع تغير قيمة عزم الإنعطاف للإطارات.
- نلاحظ أن قيم الإنتقالات في الجائز المدرفل أكبر بكثير من الجائز المشكل على البارد وبدء تلدن الجائز المدرفل يحصل عند خطوة تحميل أقل وبالتالي عند عزم مقطع مقاوم أقل.

كما نوصي بالأخذ بعين الاعتبار الأمور التالية:

- ❖ ينصح باستخدام الجوائز المعدنية المشكّلة على البارد بدلاً من الجوائز المدرفلة الجاهزة باعتبارها تعطي عزماً مقاوماً أكبر من المقاطع المدرفلة بحوالي 50%.
- ❖ ينصح بإجراء مزيد من الدراسات على جوائز معدنية مشكّلة على البارد ذات مجازات كبيرة ومقاطع كبيرة ومحملة بحمولات كبيرة ومعرفة فيما إذا النتائج متوافقة مع نتائج هذا البحث.

- ❖ ينصح بإجراء مزيد من الدراسات على جوائز معدنية مشككة على البارد يتم فيها إدخال أثر الغلفنة على مقاومة المقطع المعدني لإجهادات الشد.
- ❖ يمكن في الأبحاث المستقبلية دراسة سلوكية المقاطع المشككة على البارد (RHFB) تحت تأثير الحريق.

5-المراجع:

- 1- Renjerla, R, (2010), Study of Economic Aspects of Cold –Formed Steel Over Hot Rolled Steel for Purlins. International Conference on Engineering Optimization, Portugal, pp 1.
- 2- Cucu, V, (2013), Cold-Formed Steel Structures–An Alternative to The Classic Steel Structures. Military Technical Academy, Romania, pp3-4.
- 3- (1998), Australian Standard Steel Structures. Standard Association of Australia AS 4100, Australia, pp 46-47.
- 4- Wanniarachchi, S (2005), Flexural Behaviour and Design of Cold- Formed Steel Beams with Rectangular Hollow Flanges. PhD thesis, Queensland University of Technology. Brisbane, QLD, Australia, pp 67-68-106-173-174-187-203-290.

مقارنة تجريبية بين تأثير التآكل على الخصائص الميكانيكية للصفائح المعدنية المشكلة على البارد المغلقة بالزنك الساخن وغير المغلقة

**عبد القادر تومة

*عبد الحكيم شيخو

(الإيداع 31 كانون الثاني 2018، القبول 29 أيار 2018)

الملخص:

في الآونة الأخيرة ازدادت الدراسات والأبحاث التي تمت لحماية المنشآت المعدنية من التآكل وذلك لضمان استمرارية المتانة العالية لهذه المنشآت على الزمن البعيد ، ولتقليل الكلفة الاقتصادية الناجمة عن الصيانة والإصلاحات المستمرة للمنشآت المعدنية ، وكانت نتائج معظم هذه الأبحاث والدراسات قد بينت أن عملية الغلفنة بالزنك الساخن Hot-Dip Galvanizing لهذه المقاطع المعدنية هي الحل الأمثل الذي يؤدي إلى تخفيض تكاليف الصيانة والإصلاحات في المنشآت المعدنية وبالتالي استمرارية المتانة العالية للمنشآت المعدنية .

يهدف هذا البحث لدراسة الأثر الإيجابي للغلفنة بالزنك الساخن للمقاطع المعدنية المشكلة على البارد في تحسين مقاومتها للتآكل من خلال المقارنة بين ثلاثة أنواع من الصفائح المشكلة على البارد : صفائح غير محمية بأي مواد حماية وصفائح مطلية يدوياً بمواد مانعة للصدأ وصفائح معالجة بالغمر بالزنك الساخن وذلك من خلال إجراء تجارب مخبرية بشد الصفائح ومعرفة الخواص الميكانيكية للنماذج الثلاثة . ومن خلال النتائج التي حصلنا عليها وجدنا أن العينات المغلقة بالزنك الساخن لم تتأثر تقريباً بالغمر بالماء بينما انخفضت قيم اجهاد الخضوع والمقاومة القصوى على الشد للعينات الخام بنسب متفاوتة.

الكلمات المفتاحية: الغلفنة – حماية الفولاذ من التآكل – تجربة الشد – التآكل.

*رئيس قسم الهندسة الإنشائية، كلية الهندسة المدنية، جامعة حلب

**طالب دراسات عليا (ماجستير)

experimental comparison between the corrosion effect on the mechanical properties of hot galvanized zinc-coated non-galvanized cold-formed sheet metal

*Abdulhakim Shikho

**Abdulkader Toma

(Received 31 January 2018, Accepted 29 May 2018)

Abstract:

Recently, the studies and researches carried out to protect the steel structures against corrosion have increased from corrosion to ensure the continuity of the high durability of these installations over the long run and to reduce the economic cost resulting from the maintenance and continuous repairs of the steel structures.

The results of most of these researches and studies indicate that Hot-Dip Galvanizing These steel sections are the optimum solution that reduces the cost of maintenance and repairs in the steel structures and thus the continuity of the high durability of the steel structures.

The objective of this research is to provide an overview of the economic advantages of hot zinc galvanization for cold-formed steel sections by comparing three types of cold sheeting: non-shielded sheets with protective materials and hand-painted sheets with paint and hot zinc immersed sheets by conducting experiments Laboratory testing of plate tensile, therefore, knowledge of the mechanical properties of the three samples, The results showed that zinc-hot galvanized samples were almost unaffected by water immersion, while samples coated with paint and non-shielded samples decreased the values of yield stress and Refraction stress by different rates.

Key words: Galvanizing – Protect steel from corrosion – Tensile test – corrosion

*Dept of Structural, Faculty of Civil Engineering, University of Aleppo

1- مقدمة:

تتأثر مواد الحديد والفولاذ بالعوامل المحيطة ويطرأ عليها تغيرات باللون والخصائص وهذا يدعى بالصدأ، وهناك طرق عديدة لحماية المقاطع المعدنية من الصدأ كالطلاء بالدهان أو الغلفنة الكهربية أو الغمر بالزنك البارد أو الغمر بالزنك الساخن وغيرها.

بينت الدراسات والأبحاث العديدة أن الطريقة المثلى لحماية المقاطع المعدنية من التآكل هو غمر المقاطع المعدنية بالزنك الساخن

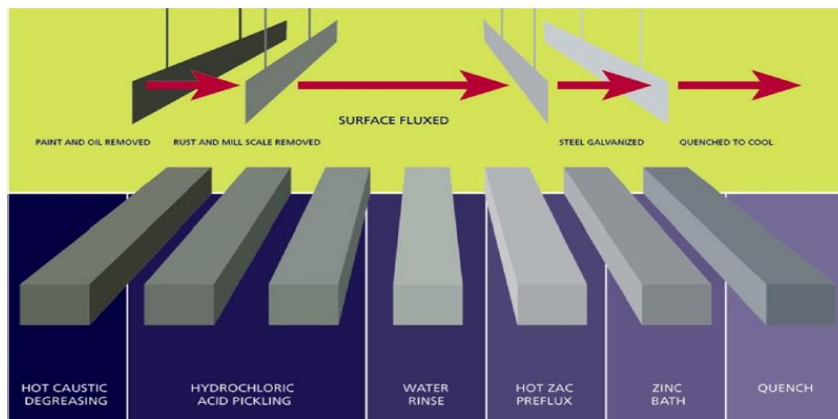
[1]. Hot-Dip Galvanizing

مراحل الغلفنة بالغمر بالزنك الساخن [4]: Hot-Dip Galvanizing

تتكون مراحل غمر المقاطع الفولاذية بالزنك المصهور بطريقة Hot-Dip من أربعة مراحل رئيسية هي:

- التعليق: حيث يتم تعليق المقاطع المعدنية الخام على حمالات خاصة بالأسلاك الحديدية أو بالسلاسل، وطوال مراحل التشغيل كلها يتم نقل وتحريك الحمالات لنقل المقاطع الخام.
- التنظيف الكيميائي ومعالجة السطوح: في هذه المرحلة يتم غمر المقاطع المعدنية الخام في أحواض كيميائية لإزالة الشوائب والشحوم والزيوت المترسبة على سطح المعدن (Hot Caustic Degreasing) والنتيجة عن عمليات التصنيع التي تمر بها المشغولات ، ثم يتبع هذا الغمر في حوض مزيل الصدأ الحامضي لإزالة طبقة الصدأ والتآكل (Pickling) ليصبح سطح المقاطع المعدنية الخام عبارة عن طبقة معدنية صلبة ونظيفة كيميائياً ، ثم يتبع هذه العملية غمر المقاطع في حوض الفلक्स (Fluxing) وهو عبارة عن خليط سائل يتكون من محلول كلوريد الزنك وكلوريد الأمونيوم الذي يساعد على إزالة الأكاسيد وإضافة طبقة على سطح المقاطع المعدنية تحميها من الأكسدة قبل غمرها في حوض الزنك المصهور ثم يتم تجفيف المقاطع المعدنية تماماً في غرفة المجفف عند حوالي 110 درجة مئوية للتأكد من أن سطح المقاطع المعدنية أصبح جاهزاً لإستقبال طبقة الزنك .
- تطبيق الغلفنة في حوض الزنك المنصهر: في هذه المرحلة يتم نقل المقاطع المعدنية الخام المشكلة على البارد من غرفة المجفف إلى غرفة حوض الزنك ويتم غمرها في الزنك المصهور بدرجة حرارة حوالي 455 درجة مئوية (Zinc Path Hot-Dip) لمدة (5-7) دقائق وأثناء هذه العملية يبدأ التفاعل بين الحديد والزنك وتتكون طبقة رقيقة من الزنك على الطبقات السطحية للمقاطع المعدنية تعمل على حمايتها من الصدأ.
- الإرواء والتبريد والتشطيب: يتم تبريد المقاطع المعدنية الخام (Quench) في حوض ماء وهذا يعمل على إيقاف التفاعل بين الحديد والزنك وكذلك مد السطح بمظهر لامع، ثم يتم تنظيف المقاطع المعدنية المغلفة من الزوائد الناتجة عن عملية الغلفنة.

ويوضح الشكل التالي مراحل الغلفنة بالزنك الساخن Hot-Dip Galvanizing.



الشكل رقم (1): مراحل الغلفنة بالزنك الساخن [4] Hot-Dip Galvanizing

تتمتع الغلفنة الساخنة والتي هي عبارة عن طبقة حماية مضادة لتآكل للفولاذ الإنشائي بالمميزات التالية: [1]

- المحافظة على البيئة.
- طبقة الزنك ليست قابلة للاشتعال عكس طبقة الطلاء.
- التأثير الطفيف على طبقة الفولاذ، وهذا يرجع إلى طبيعة طبقة الزنك، فالغلفنة الساخنة تخلق رابطة قوية جداً بين طبقة الزنك والفولاذ، تدعى الرابطة المعدنية.
- يمكن إعادة تدوير واستخدام مواد الزنك والفولاذ المغلفن، في حين أن استخدام الطلاء لحماية الفولاذ من التآكل يؤدي إلى تراكم بقايا دائمة في البيئة.
- من وجهة نظر اقتصادية، تعتبر الغلفنة الساخنة من أكثر الطرق اقتصادية مقارنة مع بقية الطرق حيث أنه بالرغم من ارتفاع كلفة الإنتاج إلا أن الغلفنة تزيد من عمر المنشأ الفولاذي إلى أكثر من 70 عاماً مما يؤدي إلى توفير كبير في أعمال الصيانة والإصلاح. وبالتالي فإن انخفاض عدد التدخلات للصيانة والإصلاح للمنشأة المعدنية المغلفة بالزنك الساخن يساهم بشكل فعال في زيادة العمر الاستثماري للمنشأ المعدني. وبالتالي توفير الكثير من الوقت والمال لأعمال الصيانة والإصلاحات، وبالتالي تحقيق ربح أعلى.

2- الهدف من البحث:

إن الهدف من هذا البحث هو معرفة الأثر الإيجابي للغلفنة بالزنك الساخن للمقاطع المعدنية المشكلة على البارد في تحسين مقاومتها للتآكل بإجراء التجارب على ثلاثة أنواع من الصفائح المشكلة على البارد من خلال غمرها بالماء لمدة شهر ومقارنة النتائج المتعلقة بالخواص الميكانيكية مع عينات غير مغمورة بالماء.

المراجعة البحثية:

- قام الباحث Somadasa عام 2005 بإجراء اختبار الشد لصفائح فولاذية من ثلاثة أنواع هي: G300, G500, G550 ولكل منها إجهاد خضوع $f_y=340, f_y=500, f_y=550$ Mpa على التوالي، وتم اختيار لكل من هذه الأنواع سماكات مختلفة، ولكل سماكة عينتين، وتم حساب إجهاد الخضوع f_y وإجهاد الإنقطاع f_u لهذه الصفائح، كما أن هذه العينات تمت حمايتها من التآكل والصدأ بطريقة Hot-Dip وبنوعين من طبقة التغطية الأولى بطبقة الزنك المصهور فقط Galvanized والثانية بطبقة الزنك مع الألمنيوم Zincalume كما هو موضح بالجدول (1). [2]

الجدول رقم (1): أنواع وسماكات العينات لتجربة الشد التي قام بها العالم Somadasa [2]

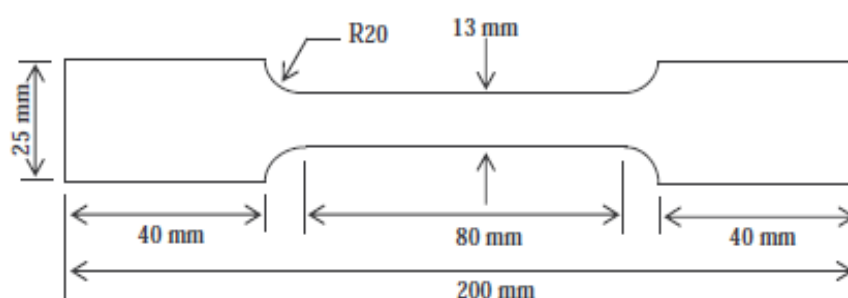
Steel Grade	Nominal BMT (mm)	Coating type	Measured (mm)		Calculated CT (mm)
			TCT	BMT	
G300	0.55	Zincalume (AZ150)	0.603	0.543	0.060
	0.80	Zincalume (AZ150)	0.860	0.800	0.060
	1.20	Zincalume (AZ150)	1.255	1.192	0.063
	1.90	Galvanized (Z275)	1.923	1.882	0.041
G550	0.55	Zincalume (AZ150)	0.617	0.553	0.064
	0.75	Galvanized (Z350)	0.800	0.748	0.052
	0.95	Zincalume (AZ150)	1.012	0.947	0.065
G500	1.15	Galvanized (Z350)	1.190	1.148	0.042

TCT: total coated thickness (السماكة الكلية)

BMT: Based metal thickness (سماكة المعدن الرئيسية)

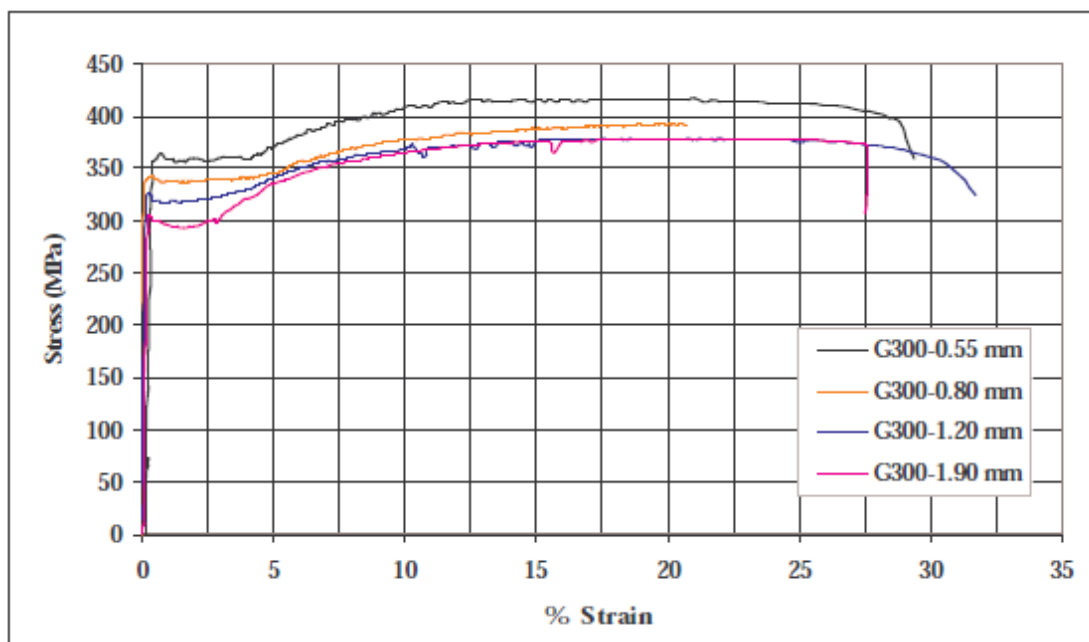
CT: coated thickness (سماكة التغطية)

إن أبعاد العينات المستخدمة من قبل الباحث موضحة بالشكل التالي:



الشكل رقم (2): أبعاد العينات لتجربة الشد التي قام بها العالم Somadasa. [2]

تم تطبيق قوة شد على هذه العينات تتزايد بشكل تدريجي وتم رسم علاقة الإجهاد-الإنفعال لكل من الأنواع الثلاثة كما هو موضح بالشكل (5) من أجل G300 على سبيل المثال:



الشكل رقم (3): تمثيل بياني لنتائج تجربة الشد التي قام بها العالم Somadasa. [2]

يبين الجدول التالي قيم نتائج اجهاد الخضوع واجهاد الإنقطاع للعينات:

الجدول رقم (2): النتائج المخبرية لتجربة الشد التي قام بها العالم Somadasa [2]

Test No	Grade	Nominal Thickness (mm)	f_y (MPa)		f_u (MPa)		E (GPa)		f_u/f_y
			Msd.	Ave.	Msd.	Ave.	Msd.	Ave.	
1	G300	0.55	357	354	409	402	207	207	1.15
2		0.55	351		395		207		1.13
3		0.80	336	332	392	389	203	203	1.16
4		0.80	328		386		203		1.17
5		1.20	327	320	378	377	201	201	1.16
6		1.20	313		375		201		1.19
7		1.90	298	296	374	373	207	207	1.25
8		1.90	294		373		207		1.26
9	G550	0.55	647	652	659	668	226	226	1.02
10		0.55	658		677		226		1.03
11		0.75	648	650	653	663	224	224	1.01
12		0.75	653		672		224		1.03
13		0.95	618	614	656	648	217	217	1.06
14		0.95	610		639		217		1.05
15	G500	1.15	590	583	621	611	223	222	1.05
16		1.15	575		601		221		1.05

نلاحظ من الجدول السابق أنه كلما ازدادت سماكة الصفائح الفولاذية تنخفض قيمة f_y وذلك من أجل الأنواع الثلاثة.

- كما قامت جمعية الغلفنة الأميركية American Galvanizers Association [3] بإجراء مقارنة بين حماية الفولاذ بالغلفنة بالزنك الساخن مع حماية الفولاذ بواسطة الدهان وتوصلت إلى النتائج التالية:

• طبقات الحديد مع الزنك تكون أفسى من الفولاذ لذلك فهي لا تتأثر بالصدمات أثناء الشحن والتفريغ في حين تتأثر الطلاءات بالصدمات والإحتكاك.

• نادراً ما يحتاج الفولاذ المغلفن إلى عملية إصلاح بعكس الفولاذ المطلي بالدهان فهو يحتاج لعملية إصلاح دورية.

• تؤمن الغلفنة بالزنك الحار حماية للفولاذ في مختلف البيئات لمدة تتجاوز 75 عام، بينما الطلاء المستخدم لحماية الفولاذ لا يؤمن ذلك باعتبار أنه عبارة عن حاجز يسمح بالتآكل عند حدوث تشقق أو خدش في الفولاذ.

• الإلتحام بين الفولاذ والزنك أقوى بعشر مرات من الإلتحام الطلاء بالفولاذ.

وقد نشرت الجمعية صوراً للمقارنة بين حماية الفولاذ بالطلاء والغلفنة بالزنك الحار كما في الشكل (4) حيث نلاحظ من الشكل أن الفولاذ المغلفن بالزنك الحار والمطلي بالدهان له نفس المظهر الخارجي اللامع، لكن بعد مرور أربع سنوات فقط نلاحظ أن الفولاذ المطلي بالدهان قد ظهرت عليه اثار الصدأ، وبالتالي يحتاج إلى إعادة طلائه ثانية. بينما لم يتأثر الفولاذ المغلفن بالزنك الحار بالعوامل الخارجية ولم تظهر عليه اثار الصدأ بعد مرور ثلاثين عاماً.



الشكل رقم (4): مقارنة بين الفولاذ المغلفن بالزنك لحار والمطلي بالدهان حديثاً وبعد مرور الزمن [3]

كما أجرت الجمعية مقارنة بين حماية الفولاذ بالطلاء والغلفنة بالزنك الحار من حيث خصوصية التعامل والمتابعة والوضعية والتأثر بالطقس ومدى درجة الحرارة المقبولة والحماية من التآكل ومدة الخدمة وغيرها... كما هو موضح بالجدول (3):

الجدول رقم (3): مقارنة بين حماية الفولاذ بالطلاء والغلفنة بالزنك الحار [3]

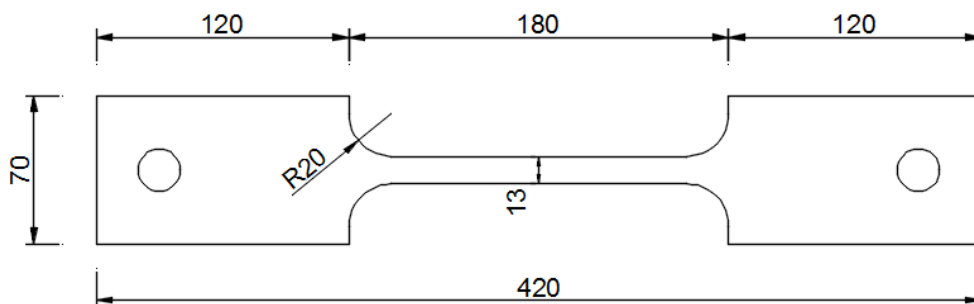
حماية الفولاذ باستعمال الدهان	مقابل	حماية الفولاذ بالزنك الساخن
قطع خشبية، أقمشة وغيرها	استعمال خاص	لا يوجد
مطلوبة	متابعة ميدانية	غير مطلوبة
المصنع أو الورشة	مكان الإنجاز	المصنع
تعتمد على الطقس	الإعتماد على الطقس	لا يوجد
$200 F <$	مدى درجة الحرارة المطلوبة	$(-75 F \text{ to } 392 F)$
حاجز	حماية التآكل	حاجز وحماية قطبية سلبية
مختلفة	سماعة التغطية	$> 0.0039 \text{ mm}$
300-600 psi	قوة التلاحم	3600 psi
مختلفة حسب نوعها	الصلابة ومقاومة التآكل	179 to 250 DPN
سنة 12-15	عمر الخدمة	سنة 75

3- مواد البحث وطرائقه:

تم في هذا البحث إجراء تجربة الشد على صفائح فولاذية مشككة على البارد بسماعة 1.2 mm مؤلفة من ثلاثة أنواع:

- صفائح غير محمية بأي مادة مقاومة للصدأ.
- صفائح تم طلاؤها بالدهان المانع للصدأ (زيرقون).
- صفائح محمية بطبقة من الزنك المصهور بطريقة Hot-Dip Galvanizing.

تم اختيار أبعاد العينات بما يتوافق مع جهاز شد الصفائح الموجود في مخبر تجريب المواد في كلية الهندسة المدنية جامعة حلب وهي موضحة بالشكل التالي:



الشكل رقم (5): أبعاد العينات لتجربة الشد في هذا البحث

وقد تم قص 12 صفيحة بالأبعاد السابقة بواسطة جهاز قص الفولاذ بالسلك الكهربائي الذي يعمل باستخدام الكمبيوتر بدلاً من القص اليدوي لكي نحصل على أبعاد دقيقة ومطابقة للأبعاد في الشكل (5).



الشكل رقم (6): النماذج الثلاث للعينات في المخبر

تمت تجربة الشد على أربعة صفائح من كل نوع من الأنواع السابقة وبالسماكات المتوفرة في السوق حالياً، حيث تم غمر صفيحتين من كل نوع بالماء لمدة شهر، ثم تم ترسيم جذع النماذج كل 4 سم لمعرفة قيمة التناول وترقيم العينات وتمت مقارنة النتائج بين العينات المغمورة بالماء والعينات غير المغمورة.

تم قياس سماكات الصفائح قبل الغمر بالماء وبعد الغمر بالماء وكانت السماكات كما هو مبين بالجدول التالي:

الجدول رقم (4): سماكات الصفائح قبل الغمر بالماء وبعد الغمر بالماء

نوع الصفيحة	سماكة الصفيحة بعد الغمر بالماء	سماكة الصفيحة قبل الغمر بالماء
مغلقة بالزنك (Galvanizing)	1.11 mm	1.11 mm
مطلية بالدهان (Painted)	1.21 mm	1.31 mm
خامية (Row)	1.21 mm	1.26 mm

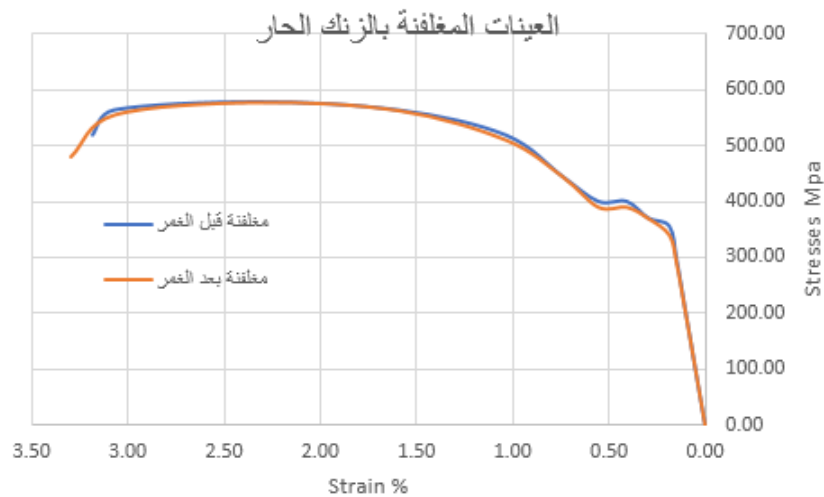
حيث لوحظ أن العينات المغلقة حافظت على سماكتها بعد الغمر بينما أزيلت طبقة الدهان بعد الغمر بالنسبة للصفائح المطلية وتشكلت طبقة من الصدأ مما أدى إلى تناقص سماكة الصفيحة بعد إزالة الصدأ، أما بالنسبة للعينات الخامية والغير محمية فقد تشكلت طبقة من الصدأ على الصفيحة حيث تم إزالة طبقة الصدأ لقياس سماكة العينة بعد الغمر كما هو موضح بالصور التالية:



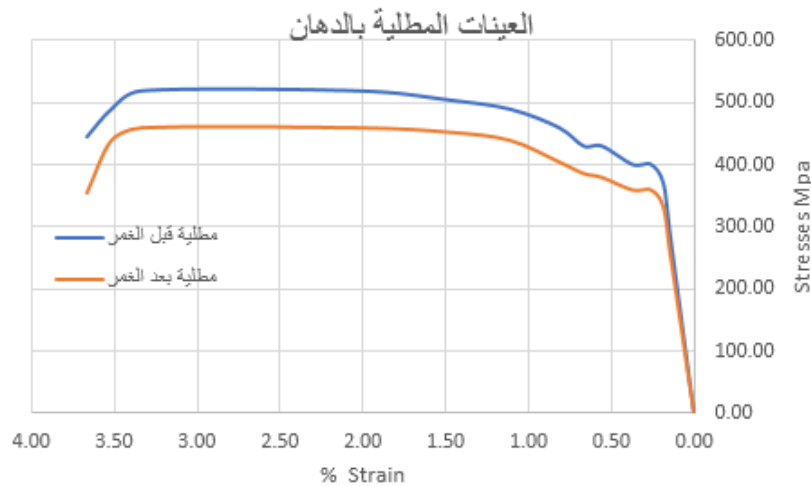
الشكل رقم (7): يوضح إختلاف سماكة العينات الخامية قبل وبعد الغمر نتيجة تشكل الصدأ

ونتيجة لإختلاف نوع الفولاذ المستخدم من قبل الباحث عن الفولاذ المستخدم في تجربتنا فقد تم إجراء تجارب على الأنواع الثلاثة من العينات قبل الغمر بالماء وبعد شهر من الغمر بالماء لمعرفة قيم إجهاد الخضوع f_y والمقاومة القصوى على الشد f_u الأولية.

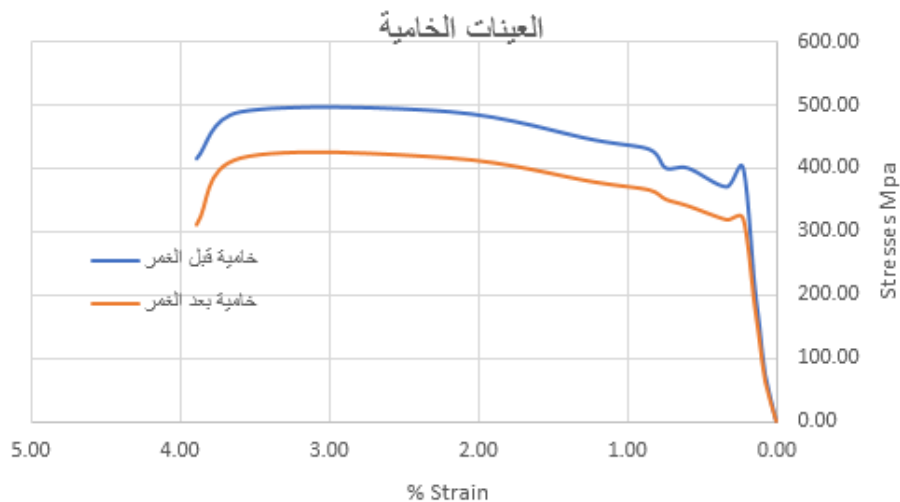
وقد حصلنا على النتائج المبينة في المنحنيات البيانية إجهاد – انفعال للنماذج الثلاث من الصفائح وهي موضحة بالأشكال (8-10):



الشكل رقم (8): منحنى الإجهاد – الإنفعال للعينات المغلفة بالزنك الحار



الشكل رقم (9): منحنى الإجهاد – الإنفعال للعينات المطلية بالدهان



الشكل رقم (10): منحنى الإجهاد – الإنفعال للعينات الخامية

تبين الجداول التالية (5-7) النتائج التي حصلنا عليها ونسب الاختلاف بين العينات المغمورة بالماء وغير المغمورة من حيث إجهاد الخضوع f_y والمقاومة القصوى على الشد f_u :

الجدول رقم (5): نتائج تجربة الشد على العينات قبل الغمر

العينات قبل الغمر بالماء						
النموذج	السماكة (mm)	f_y (Mpa)		f_u (Mpa)		f_u / f_y
		المقاسة	المتوسطة	المقاسة	المتوسطة	
العينات المغلفة	1.11	370	370	570	573	1.548
		370		575		
العينات المطلية	1.31	400	390	520	520	1.333
		380		520		
العينات الخامية	1.26	390	390	495	493	1.264
		390		490		

الجدول رقم (6): نتائج تجربة الشد على العينات بعد الغمر

العينات بعد الغمر بالماء						
النموذج	السماكة (mm)	f_y (Mpa)		f_u (Mpa)		f_u / f_y
		المقاسة	المتوسطة	المقاسة	المتوسطة	
العينات المغلفة	1.11	370	370	575	570	1.54
		370		565		
العينات المطلية	1.21	370	360	465	465	1.291
		350		465		
العينات الخامية	1.21	320	318	415	415	1.305
		315		415		

الجدول رقم (7) المقارنة بين نتائج تجربة الشد قبل الغمر بالماء وبعده

النموذج	الحالة	f_y (Mpa)	نسبة الاختلاف	f_u (Mpa)	نسبة الاختلاف
العينات المغلفة	قبل الغمر بالماء	370	0%	573	0.50%
	بعد الغمر بالماء	370		570	
العينات المطلية	قبل الغمر بالماء	390	8.30%	520	11%
	بعد الغمر بالماء	390		465	
العينات الخامية	قبل الغمر بالماء	390	22.60%	493	18%
	بعد الغمر بالماء	318		415	

نلاحظ من الجداول السابقة أهمية الغلفنة بالزنك الساخن في الحفاظ وبنسبة كبيرة على الخصائص الهندسية للفولاذ وبالتالي التقليل من عمليات الصيانة للمنشآت المعدنية، حيث تتعرض هذه المنشآت خلال فترة الخدمة إلى الرطوبة والتي تؤثر بشكل كبير على الخواص الهندسية للمنشأ من خلال التآكل نتيجة تشكل الصدأ.

4- الإستنتاجات والتوصيات:

- العينات المغلفة بالزنك الحار لم تتأثر بالغمر بالماء فكانت قيمة إجهاد الخضوع نفسها تماماً وانخفضت قيمة إجهاد الإنكسار بنسبة 0.5% وهي قيمة صغيرة جداً.
- العينات المطلية بالدهان قد تأثرت بالغمر بالماء حيث انخفضت قيمة إجهاد الخضوع بنسبة 8.3% وكانت قيمة إجهاد الإنكسار أقل بعد الغمر بالماء بنسبة 11%.
- العينات الخامية قد انخفضت قيمة إجهاد الخضوع لها بعد الغمر بالماء بنسبة 22.6% وانخفضت قيمة إجهاد الإنكسار بعد الغمر بالماء بنسبة 18%.
- كما نستنتج أن الفولاذ المغلف بالزنك الحار Hot-Dip Galvanizing يقاوم العوامل الخارجية بشكل أكبر بكثير من الفولاذ المطلي بالدهان، حيث لم تتأثر طبقة الزنك بينما أزيلت طبقة الدهان بعد الغمر بالماء، كما يحافظ بشكل كبير على خواصه الميكانيكية كما ورد سابقاً.
- لا يحتاج الفولاذ المغلف بالزنك الحار Hot-Dip Galvanizing إلى أعمال صيانة مستمرة، في حين نلاحظ أن طبقة الدهان للعينات المطلية بالدهان قد أزيلت بعد شهر من الغمر بالماء وتشكلت طبقة من الصدأ على الفولاذ.

كما نوصي للأبحاث القادمة الأخذ بعين الاعتبار الأمور التالية:

ننصح بإجراء تجارب على الفولاذ المغلف بالزنك الحار Hot-Dip Galvanizing لمعرفة حماية الفولاذ ضد العوامل الجوية لفترات طويلة، وذلك من حيث تأثير طبقة الزنك والحاجة لصيانة الفولاذ ان تطلب الأمر وكذلك تأثر الخواص الميكانيكية للفولاذ، من خلال الغمر بالماء لفترات طويلة، ومقارنة النتائج مع نتائج هذا البحث والأبحاث المتوفرة.

5- المراجع:

- 1- Hegyi, A., (2010), Economical Advantages of Corrosion Protection by Hot-Dip Galvanizing of Steel Structures, ECONOMY AND MANAGEMENT, PP:252
- 2- Wanniarachchi. S., (2005), Flexural Behaviour and Design of Cold- Formed Steel Beams with Rectangular Hollow Flanges, PhD Thesis, Queensland University, pp: 89-94.
- 3- American Galvanizers association, Hot-Dip Galvanized Steel vs. Paint, (2015), pp 1-2.
- 4- Galvanizers Association of Australia, (2012), The Basics of Hot Dip Galvanized Steel Dip Galvanized Steel, pp 6-7.

Journal of Hama University

Editorial Board and Advisory Board of Hama University Journal

Managing Director: Prof. Dr. Muhammad Zaid Sultan

Chairman of the Editorial Board: Prof.Dr.Samer Kamel Ebraheem

Secretary of the Editorial Board (Director of the Journal): Wafaa AlFeel

Members of the Editorial Board:

- **Prof. Dr. Dergham AlRahhal**
- **Prof. Dr. AbdulKareem Kalb Alloz**
- **Prof. Dr. AbdulRazzaq Salem**
- **Asst. Prof. Dr. Asmahan Khalaf**
- **Asst. Prof. Dr. Muhammad Zuher Alahmad**
- **Asst. Prof. Dr. Adel Alloush**
- **Asst. Prof. Dr. Hassan AlHalabiah**
- **Asst. Prof. Dr. Muhammad Ayman Sabbagh**
- **Dr. Khaled Zeghreed**

Advisory Body:

- **Prof. Dr. Darem Tabbaa**
- **Prof. Dr. Safwan Al Assaf**
- **Prof. Dr. Rateb Sukkar**
- **Prof. Dr. Kanjo Kanjo**
- **Prof. Dr. Muhammad Fadel**
- **Prof. Dr. Rabab Sabbagh**
- **Asst. Prof. Dr. Muhammad Sabea AlArab**

Language Supervision:

- **Prof. Dr. Muhammad Fulful**
- **Asst. Prof. Dr. Maha Al Saloom**

Objectives of the Journal:

Hama University Journal is a scientific, coherent, periodical journal issued annually by the University of Hama; aims at:

- 1- publishing the original scientific research in Arabic or English which has the advantages of human cultural knowledge and advanced applied sciences, and contributes to developing it, and achieves the highest quality, innovation and distinction in various fields of medicine, engineering, technology, veterinary medicine, sciences, economics, literature and humanities, after assessing them by academic specialists.
- 2- publishing the distinguished applied researches in the fields of the journal interests.
- 3- publishing the research notes, disease conditions reports and small articles in the fields of the journal interests.

Purpose of the Journal:

- Encouraging Syrian and Arab academic specialists and researchers to carry out their innovative researches.
- It controls the mechanism of scientific research, and distinguishes the originals from the plagiarized, by assessing the researches of the journal by specialists and experts.
- The journal seeks the enrichment of the scientific research and scientific methods, and the commitment to quality standards of original scientific research.
- Aiming to publish knowledge and popularize it in the fields of the journal interests and specialties, and to develop the service fields in society.
- Motivating researchers to provide research on the development and renewal of scientific research methods.
- It receives the suggestions of researchers and scientists about everything that helps in the advancement of academic research and in developing the journal.
- popularization of the aimed benefit through publishing its scientific contents and putting its editions in the hands of readers and researchers on the journal website and developing and updating the site.

Publishing Rules in Hama University Journal:

1. The material sent for publication have to be authentic, of original scientific and knowledge value, and should be characterized by language integrity and documentation accuracy
2. It should not be published or accepted for publication in other journals, or rejected by others. The researcher guarantees this by filling out a special entrusting form for the journal.

3- The research has to be evaluated by competent specialists before it is accepted for publication and becomes its property. The researcher will not be entitled to withdraw research in case of refusal to publish it.

4. The language of publication is either Arabic or English, and the administration of the journal is provided with a summary of the material submitted for publication in half a page (250 words) in a language other than the language in which the research has been written, and each summary should be appended with key words.

Deposit of scientific research for publication:

Firstly, the publication material should be submitted to the editor of the journal in four paper copies (one copy includes the name of the researcher or researchers, the addresses, telephone numbers. The names of the researchers or any reference to their identity should not be included in the other copies). Electronic copy should be submitted, printed in Simplified Arabic, 12 font on one side of paper measuring 297 x 210 mm (A4). A white space of 2.5 cm should be left from the four sides, but the number of search pages are not more than fifteen pages (pagination in the middle bottom of the page), and be compatible with (Microsoft Word 2007 systems) at least, and in single spaces including tables, figures and sources , saved on CD, or electronically sent to the e-mail of the journal.

Secondly, The publication material shall be accompanied by a written declaration confirming that the research has not been published before, published in another journal or rejected by another journal.

Thirdly, the editorial board of the journal has the right to return the research to improve the wording or make any changes, such as deletion or addition, in proportion to the scientific regulations and conditions of publication in the journal.

Fourthly, The journal shall notify the researcher of the receiving of his research no later than two weeks from the date of receipt. The journal shall also notify the researcher of the acceptance of the research for publication or refusal of it immediately upon completion of the assessment procedures.

Fifthly, the submitted research shall be sent confidentially to three referees specialized in its scientific content. The concerned parties shall be notified of the referee's observations and proposals to be undertaken by the candidate in accordance with the conditions of publication in the journal and in order to reach the required scientific level.

Sixthly. The research is considered acceptable for publication in the journal if the three referees (or at least two of them) accept it, after making the required amendments and acknowledging the referees.

- If the third referee refuses the research by giving rational scientific justifications which the editorial board found fundamental and substantial, the research will not be accepted for publication even if approved by the other two referees.

Rules for preparing research manuscript for publication in applied colleges

researches:

First, The submitted research should be in the following order: Title, Abstract in Arabic and English, Introduction, Research Objective, Research Material and Methods, Results and Discussion, Conclusions and Recommendations, and finally Scientific References.

- Title:

It should be brief, clear and expressive of the content of the research. The title font in the publishing writing is bold, (font 14), under which, in a single – spaced line, the name of the researcher (s) is placed, (bold font 12), his address, his scientific status, the scientific institution in which he works, the email address of the first researcher, mobile number, (normal/ font 12). The title of the research should be repeated again in English on the page containing the Abstract. The font of secondary headings should be (bold/ font 12), and the style of text should be (normal/ font 12).

- Abstract or Summary:

The abstract should not exceed 250 words, be preceded by the title, placed on a separate page in Arabic, and written in a separate second page in English. It should include the objectives of the study, a brief description of the method of work, the results obtained, its importance from the researcher's point of view, and the conclusion reached by the researcher.

- Introduction:

It includes a summary of the reference study of the subject of the research, incorporating the latest information, and the purpose for which the research was conducted.

- Materials and methods of research:

Adequate information about work materials and methods is mentioned, adequate modern resources are included, metric and global measurement units are used in the research. The statistical program and the statistical method used in the analysis of the data are mentioned, as well as, the identification of symbols, abbreviations and statistical signs approved for comparison.

- Results and discussion:

They should be presented accurately, all results must be supported by numbers, and the figures, tables and graphs should give adequate information. The information should not be repeated in the research text. It should be numbered as it appears on the research text. The scientific importance of the results should be referred to, discussed and supported by up-to-date resources. The discussion includes the interpretation of the results obtained through the relevant facts and principles, and the degree of agreement or disagreement with the previous studies should be shown with the researchers' opinion and personal interpretation of the outcome.

- Conclusions:

The researcher mentions the conclusions he reached briefly at the end of the discussion, adding his recommendations and proposals when necessary.

- Thanks and acknowledgement:

The researcher can mention the support agencies that provided the financial and scientific assistance, and the persons who helped in the research but were not listed as researchers.

Second- Tables:

Each table, however small, is placed in its own place. The tables take serial numbers, each with its own title, written at the top of the table, the symbols *, ** and *** are used to denote the significance of statistical analysis at levels 0.05, 0.01, or 0.001 respectively, and do not use these symbols to refer to any footnote or note in any of the search margins. The journal recommends using Arabic numerals (1, 2, 3) in the tables and in the body of the text wherever they appear.

Third- Figures, illustration and maps:

It is necessary to avoid the repetition of the figures derived from the data contained in the approved tables, either insert the numerical data in tables, or graphically, with emphasis on preparing the figures, graphs and pictures in their final shapes, and in appropriate scale and be scanned accurately at 300 pixels / inch. Figures or images must be black and white with enough color contrast, and the journal can publish color pictures if necessary, and give a special title for each shape or picture or figure at the bottom and they can take serial numbers.

- Fourth- References:

The journal follows the method of writing the name of the author - the researcher - and the year of publication, within the text from right to left, whatever the reference is, for example: Waged Nageh and Abdul Karim (1990), Basem and Samer (1998). Many studies indicate (Sing, 2008; Hunter and John, 2000; Sabaa et al., 2003). There is no need to give the references serial numbers. But, when writing the Arabic references, write the researcher's (surname), and then, the first name completely. If the reference is more than one researcher, the names of all researchers should be written in the above mentioned manner. If the reference is non-Arabic, first write the surname, then mention the first letter or the first letters of its name, followed by the year of publication in brackets, then the full title of the reference, the title of the journal (journal, author, publisher), the volume, number and page numbers (from - to), taking into account the provisions of the punctuation according to the following examples:

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

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

If the reference is a book: the surname of the author and then the first letters of his name, the year in brackets, the title of the book, the edition, the place of publication, the publisher and the number of pages shall be included as in the following example:

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

If the research or chapter of a specialized book (as well as the case of Proceedings), scientific seminars and conferences), the name of the researcher or author (researchers or authors) and the year in brackets, the title of the chapter, the title of the book, the name(s) of editor (s), publisher and place of publication and page number as follows:

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

If the reference is a master's dissertation or a doctoral thesis, it is written like the following example:

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

• **The following points are noted:**

- The Arabic and foreign references are listed separately according to the sequence of the alphabets (أ، ب، ج) or (A, B, C).
- If more than one reference of one author is found, it is used in chronological order; the newest and then the earliest. If the name is repeated more than once in the same year, it is referred to after the year in letters a, b, c as (1998)^a or (1998)^b... etc.
- Full references must be made to all that is indicated in the text, and no reference should be mentioned in case it is not mentioned in the body of the text.
- Reliance, to a minimum extent, on references which are not well-known, or direct personal communication, or works that are unpublished in the text in brackets.
- The researcher must be committed to the ethics of academic publishing, and preserve the intellectual property rights of others.

Rules for the preparation of the research manuscript for publication in the researches of Arts and Humanities:

- The research should be original, novel, academic and has a cognitive value, has language integrity and accuracy of documentation.
- It should not be published, or accepted for publication in other publication media.
- The researcher must submit a written declaration that the research is not published or sent to another periodical for publication.
- The research should be written in Arabic or in one of the languages approved in the journal.
- Two abstracts, one in Arabic and the other in English or French, should be provided with no more than 250 words.
- Four copies of the research should be printed on one side of A4 paper with an electronic copy (CD) according to the following technical conditions:

The list (sources and references) shall be placed on separate pages and listed in accordance with the rules based on one of the following two methods:

(A) The surname of the author, his first name, the title of the book, the name of the editor (if any), the publisher, the place of publication, the edition number, the date of publication.

(B) The title of the book: the name of the author, the title of the editor (if any), the publisher, the place of publication, the edition number, the date of the edition.

- Footnotes are numbered at the bottom of each page according to one of the following documentation ways

A - Author's surname, his first name: book title, volume, page.

B - The title of the book, volume number, page.

- Avoid shorthand unless indicated.
- Each figure, picture or map in the research is presented on a clear independent sheet of paper.
- The research should include the foreign equivalents of the Arabic terms used in the research.

For postgraduate students (MA / PhD), the following conditions are required:

(A) Signing declaration that the research relates to his or her dissertation.

(B) The approval of the supervisor in accordance with the model adopted in the journal.

C – The Arabic abstract about the student's dissertation does not exceed one page.

- The journal publishes the researches translated into Arabic, provided that the foreign text is accompanied by the translation text. The translated research is subject to editing the translation only and thus is not subject to the publication conditions mentioned previously. If the research is not assessed, the publishing conditions shall be considered and applied on it.
- The journal publishes reports on academic conferences, seminars, and reviews of important Arab and foreign books and periodicals, provided that the number of pages does not exceed ten.

Number of pages of the manuscript Search:

The accepted research shall be published free of charge for educational board members at the University of Hama without the researcher having any expenses or fees if he complies with the publishing conditions related to the number of pages of research that should not exceed 15 pages of the aforementioned measures, including figures, tables, references and sources. The publication is free in the journal up to date.

Review and Amendment of researches:

The researcher is given a period of one month to reconsider what the referees referred to, or what the Editorial Office requires. If the manuscript does not return within this period or the researcher does not respond to the request, it will be disregarded and not accepted for publication, yet there is a possibility of its re-submission to the journal as a new research.

Important Notes:

- The research published in the journal expresses the opinion of the author and does not necessarily reflect the opinion of the editorial board of the journal.
- The research listing in the journal and its successive numbers are subject to the scientific and technical basis of the journal.
- A research that is not accepted for publication in the journal should not be returned to its owners.
- The journal pays nominal wages for the assessors, 2000 SP.
- Publishing and assessment wages are granted when the articles are published in the journal.
- The researches received from graduation projects, master's and doctoral dissertations do not grant any financial reward; they only grant the researcher the approval to publish.

- In case the research is published in another journal, the Journal of the University of Hama is entitled to take the legal procedures for intellectual property protection and to punish the violator according to regulating laws.

Subscription to the Journal:

Individuals, and public and private institutions can subscribe to the journal

Journal Address:

- The required copies of the scientific material can be delivered directly to the Editorial Department of the journal at the following address: Syria - Hama - Alamein Street - The Faculty of Veterinary Medicine - Editorial Department of the Journal.

Email: hama.journal@gmail.com

magazine@hama-univ.edu.sy

website: : www.hama-univ.edu.sy/newssites/magazine/

Tel: 00963 33 2245135

Index		
Search Title	Resarcher Name	Page number
Studying the effect of changing the parameters of Messy Genetic Algorithm on the Optimum Solutions in the design of Drinking Water	Dr. Amjad Shaker Eng. Ibrahim Abd aljlel	2
Computer–Aided in Architectural Design Programs	Dr. Ar. Jaklin Taktak Ar. Ghaithaa Mazen Naeof	24
Building a Tow–Phase Hybrid Stepper Motor Drive System for Accurate Position Control	Dr. Yasser ALHASSOUN Dr. Ahmad Kurdi	41
Implementation of Distributed File System on Object Group Platform "Jgroup"	Eng. Ali Esmaeel Dr. Radwan Dandah Dr. Kasem Kabalan	57
Speed and Position Control of a Linear Piezoelectric Electric Motor Using Intelligence Controllers Fuzzy PID	Dr. Ahmad Kurdi	67
Comparative Study of Informatics Disciplines in the Syrian Universities	Dr. Ramez ALKHATIB	84
Reconstruction Strategies after wars and disasters in Syria Study case – Hama city	Eng. Sabah Al–Halabia Dr.Ahmad Saeed Qassab	100
Numerical study of crack propagation mechanism in steel gas pipe walls under periodical loads	Dr. Wissam Al–Hozwany	120
Economic Study of Cold–Formed Steel Sections With Rectangular Hollow Flanges In Comparison With Hot– Rolled Steel Sections	Abdulhakim Shikho Abdulkader Toma	134
experimental comparison between the corrosion effect on the mechanical properties of hot galvanized zinc–coated non–galvanized cold–formed sheet metal	Abdulhakim Shikho Abdulkader Toma	149



Journal Of Hama University