



Journal of Engineering

ISSN 1726-4073



A Scientific Refereed Journal
Published by College of
Engineering University of
Baghdad

October

2014

Number 10

Volume 20

ISSN 1726-4073

مجلة الهندسة



مجلة علمية محكمة تصدرها
كلية الهندسة - جامعة بغداد

العدد ١٠

المجلد ٢٠

List of Contents

English Section:	Page
Comparison between Linear and Non-linear ANN Models for predicting Water Quality Parameters at Tigris River <i>Prof. Dr. Rafa Hashim Al Suhili</i> <i>Zainab Jaber Mohammed</i>	1 - 15
Assessing the Effect of Using Porcelanite on Compressive Strength of Roller Compacted Concrete <i>Abeer Abdulqader Salih</i> <i>Ziyad Majeed Abed</i>	16 – 28
Iron Permeable Reactive Barrier for Removal of Lead from Contaminated Groundwater <i>Ayad Abdulhamza Faisal</i> <i>Talib Rasheed Abbas</i> <i>Salim Hrez Jassam</i>	29 – 46
Solar Powered Air-Conditioning Using Absorption Refrigeration Technique <i>Wameedh Mohammed Mezher</i> <i>Adel Ahmed Awadh</i> <i>Ahmed Abed Mohammed</i>	47 – 59
Proposed Modification to Increase Main Swept Back Wing Efficiency for Aircraft Aermacchi Siai S211 <i>Naseer Abdul Razzaq Mousa</i>	60 – 78
Improving the Performance of Construction Project Information and Communication Management Using Web-Based Project Management Systems (WPMSS) <i>Prof. Dr. Angham Al Saffar</i> <i>Dr. Kadhim Raheem</i> <i>Abbas Amer Ghaleb</i>	79 – 92
Behavior of Spliced Steel Girders under Static Loading <i>Thamir K. Mahmoud</i> <i>Musab Aied Qissab Al-Janabi</i>	93 – 109
Selection of Optimal Conditions of Inulin Extraction from Jerusalem Artichoke (<i>Helianthus Tuberosus</i> L.) Tubers by using Ultrasonic Water Bath <i>Wasan Omar Noori</i>	110 – 119
Defects Analysis of Tee-Section Welding Using Friction Stir Welding Process of Aluminum <i>Prof. Dr. Qasim M. Doos</i> <i>Kamaal Sahib Makki</i>	120 -129

المخاطر المسببة للمطالبات والإجراءات التي يمكن إتباعها من أجل تجنبها أو تخفيضها إلى أقل ما يمكن

علاء محسن
جامعة بغداد / كلية الهندسة / قسم المدني

الاستاذ مساعد سوسن رشيد محمد
جامعة بغداد / كلية الهندسة / قسم المدني

الخلاصة

بالحديث عن الصناعة الإنشائية فإنها تمتاز بكثرة المخاطر حيث تشترك اغلب المشاريع الإنشائية في خاصية كونها محفوفة بالأخطار وعدم التأكد وذلك يعود لتعقيد هذه الصناعة وطول مدة المشاريع ، وكثرة الأطراف التي لها علاقة بها. فالمخاطر في المشاريع أمر واقع لا يمكن إهماله أو تجاهله أو إلغاؤه، ولكن يجب إدارتها بالشكل الصحيح وذلك بنقلها أو توزيعها أو تحويلها ، وفي كل الأحوال يتطلب الأمر تفادي تأثيرها (إن أمكن) أو تقليل الخسائر الناتجة منها إلى أدنى حد ممكن .

وبلاحظ إن القسم الأكبر من المطالبات بين الأطراف المتعاقدة ناجمة عن تلك المخاطر حيث تكون تلك المطالبات إما بالتمديد أو التعويض أو التمديد والتعويض معا" مما تسبب زيادة في كلفة ومدة المشروع الإنشائي وبالتالي تعرض مدير المشروع ومهندس الكلفة مشكلة بناء المشروع ضمن الميزانية والمدة المقررة. وتذكر الأطراف المعنية بتلك المطالبات أن تسويتها من خلال متابعتها وحلها يستغرق وقتاً طويلاً وجهداً كبيراً" والذي قد يمتد لسنوات عديدة بعد انتهاء المقالة ، فضلاً عن أن أحداً لا يستطيع التنبؤ بالنتائج النهائية لهذه التسوية رغم أنها تمثلت في كثير من الحالات في خسائر إضافية للطرف الذي قدم تلك المطالبات معتقداً أنها ستعوضه عن بعض الخسائر التي تكبدها سابقاً ، ولذلك دعت الحاجة إلى عمل دراسة للمخاطر التي تؤدي إلى حصول هذه المطالبات وإجراء تحليل لها وذلك لتحديد المخاطر المسببة لمطالبات التعويض وكذلك المسببة لمطالبات التمديد وتأثيرها على المشاريع الإنشائية وكيفية إدارتها والإجراءات الممكن اتخاذها لتجنب أو تقليل تلك المخاطر (بالإضافة إلى استخدام الوسائل والتقنيات الحديثة للتنبؤ بتأثير تلك المخاطر على كلفة المشروع مما تساعد في السيطرة والتقليل لتأثير تلك المطالبات في المشاريع الإنشائية). وأظهرت النتائج إن المخاطر المسببة لمطالبات التعويض وكذلك المسببة لمطالبات التمديد الأكثر بروزاً كانت أخطاء في التخمين ، الفترات المستحدثة بالإضافة إلى التغييرات في التصميم ، كما تم التوصل إلى عدد من الإجراءات التي من شأنها إن تؤدي إلى تجنب أو تخفيض تلك المخاطر إلى أقل ما يمكن .

الكلمات الرئيسية : المخاطر ، إدارة المخاطر ، مطالبات التعويض ، مطالبات التمديد ، الكلفة ، المدة .

Assist. Prof. Dr. Sawsan Rasheed Mohammad
University of Baghdad
Civil Engineering Department
Sawsan_2@yahoo.com

Alaa Mohsin Mahdi
University of Baghdad
Building and Construction/
alaaengineer15@yahoo.com

ABSTRACT

Talking about the construction industry, they frequently characterized by risk, where most of the construction projects involved in the property being fraught with risks and uncertainty, and this is due to the complexity of the industry and the length of the project, and the large number of parties that have a relationship with them. The risks in the projects is a reality that can not be neglected or ignored or canceled, but must be managed properly and so transferred, distributed or transferred, and in any case be required to avoid the impact (if possible) or reduce the losses caused them to a minimum.

It is noted that the bulk of the claims between the contracting parties arising from those risks where those claims either extension or compensation or extension and compensation together, causing an increase in the cost and duration of the project construction and thus exposed the project manager and architect of the cost problem of building the project within budget and the prescribed period. Recognizes Parties on those claims to be settled through follow-up and resolution takes time and effort "significant" and which may extend for many years after the end of the contract, as well as no one can predict the final outcome of this settlement, although it was in many cases in additional losses to the party who made those Claims believing they ستعوضه for some of the losses incurred by the former, and therefore called for the need to conduct a study of the risks that lead to get these claims and to analyze them in order to identify risks causing compensation claims, as well as causing claims extension and its impact on construction projects and how departments and actions that can be taken to avoid or minimize those risk (in addition to the use of methods and modern techniques to predict the

impact of those risks on the cost of the project, which help control and minimize the impact of those claims in construction projects). Results showed that risks causing compensation claims, as well as causing claims of the most prominent "were errors in guessing, paras created in addition to changes in designs, has also been reached on a number of actions that would lead to avoid or reduce these risks to as little as possible.

1- مبررات البحث (Research Justification)

هنالك العديد من المبررات التي حثت الباحث على الاهتمام بموضوع إدارة المخاطر المسببة لمطالبات التعويض وكذلك التمديد في المشاريع الإنشائية ، فالمخاطر المسببة للمطالبات هي ظاهرة متأصلة في المشاريع الإنشائية وتحدٍ مستمر ومتزايد مع مرور الزمن وفي جميع مراحل تنفيذ المشروع الإنشائي ، كما تعتبر من الأسباب الرئيسية المتكررة في أغلب المشاريع والتي تؤثر بشكل واضح على كلفتها ومددها وبالتالي التأثير على الخطط المالية والزمنية المحددة لها.

2- أهداف البحث (Research Objectives)

- أ- تحديد المخاطر المسببة لمطالبات التعويض وكذلك المسببة لمطالبات التمديد السائدة في المشاريع الإنشائية .
- ب- تحديد الإجراءات الفعالة الممكن إتباعها لتجنب أو التقليل من تأثير تلك المخاطر على المشاريع الإنشائية .
- ت- استخدام إحدى تقنيات إدارة المخاطر وهي تقنية الاحتمالية - التأثير في التحليل النوعي لتلك المخاطر والتعرف على أولويتها وأهميتها في المشاريع الإنشائية حيث يساعد في الفهم الجيد لتلك المخاطر والذي بدوره يسهل الأخذ بالمخاطر الكبيرة بمعقولية أكثر مما يزيد الفائدة المكتسبة من الأخذ بالمخاطر كما يمكن جميع الأطراف المتعلقة بالمشروع من معرفة التعامل مع تلك المخاطر .

3-المطالبات (Claim)

تعريف المطالبة (Claim)

- هنالك العديد من التعاريف للمطالبة والتي وردت في مصادر عديدة وهي كما يأتي :
- أ- يعرف قاموس (OXFORD) المطالبة بأنها المطالبة بحق أو الادعاء بحق لشيء ما (EL-Eazabi, 1980)
 - ب- كذلك تعرف المطالبة على أنها ادعاء يقدمه احد طرفي العقد ضد الآخر للمطالبة بحق ما (المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني, 2009) , (محمد , 1996)
- ومن خلال ما سبق يستطيع الباحث ان يعرف المطالبة بأنها المطالبة لأحد أطراف العقد من الطرف الآخر بالتعويض عن الخسائر المالية أو الزمنية أو كلاهما معا والتي تنشأ عن أسباب قد تكون تعاقدية أو غير تعاقدية ولكن ضمن القانون العام أو على سبيل الإحسان (الهيئة) .

الأساس لمطالبات المقاول بموجب شروط المقابلة لأعمال الهندسة المدنية

- هنالك العديد من المواد في شروط المقابلة لأعمال الهندسة المدنية تعتبر الأساس الذي ترتكز عليه مطالبات المقاول وتلك المطالبات يمكن تصنيفها إلى صنفين وكما يأتي :
- أ- مطالبات المقاول المتعلقة بقرارات صاحب العمل أو من يمثله .
 - ب- مطالبات المقاول المتعلقة بأمور تعاقدية وقانونية خارجة عن سيطرة صاحب العمل أو المقاول أو من يمثلهما .
- والجدول (1-1) يوضح الأساس لهذين الصنفين من المطالبات بموجب شروط المقابلة لأعمال الهندسة المدنية (حيوي , 2010).

الأساس لمطالبات المقاول بموجب القانون المدني العراقي

يحيي القانون المدني العراقي على العديد من المواد تعتبر الأساس للعديد من مطالبات المقاول والتي على ضوءها يمكن بيان أحقية المقاول في أدعائه وتتمثل في المواد التالية (حيوي , 2010) :

المادة (146) الفقرة (2) , المادة (867) الفقرة (2) , المادة (873) الفقرة (1) , المادة (873) الفقرة (2) , المادة (874) الفقرة (1) , المادة (876) , المادة (877) , المادة (878) , المادتان (879) الفقرة (1, 2) , المادة (880) الفقرة (1) , المادة (885) الفقرة (1) , المادة (886) الفقرة (2) , المادة (887) الفقرة (4) , (المادة (889) الفقرة (1) .

- الأساس لمطالبات صاحب العمل بموجب شروط المقابلة لأعمال الهندسة المدنية وبموجب القانون المدني العراقي

هنالك العديد من المواد في شروط المقابلة لأعمال الهندسة المدنية والقانون المدني العراقي تعتبر الأساس الذي ترتكز عليه مطالبات صاحب العمل والتي من خلالها يقوم صاحب العمل باستقطاع المبالغ من استحقاقات المقاول والتي تشمل المبالغ المصروفة من قبله عن القيام بما يجب على المقاول القيام به وعلى نفقته وكما مبين ذلك في الجدول (2-1) (حيوي , 2010), (حيوي , 2010) :

- تصنيف المطالبات (Classification of Claims)

تصنيف المطالبات من الناحية القانونية والتعاقدية إلى أربعة أنواع (David , 2005) , (Abdissa , 2003) :

- أ- المطالبات التعاقدية (Contractual claims)
 - ب- مطالبات القانون العام (Common law claims)
 - ت- مطالبات الاستحقاق الكمي (Quantum meruit claims)
 - ث- مطالبات على سبيل الهيئة (مطالبات الإحسان) (Ex gratia claims)
- كما تصنف المطالبات حسب المطالب لها (claimant) وغالباً ما يكون المطالب صاحب العمل , المقاول وكما يأتي (David , 2002) , (M. Klemm , 1999) :
- أ- مطالبات صاحب العمل
 - ب- مطالبات المقاول

كما تصنف المطالبات على أساس الضرر الذي لحق بصاحب المطالبة إلى (محمد, 1996), (Jingbo, 2009) .

أ- مطالبات التعويض

ب- مطالبات التمديد

ت- مطالبات التعويض والتمديد

أما الباحث وجد إن تصنيف المطالبات على أساس مطالبات التعويض , مطالبات التمديد ومطالبات التعويض والتمديد هو الأكثر صلاحية

العوامل المسببة للمطالبات (The Factors Caused for Claims)

هنالك العديد من العوامل المسببة لنشوء مطالبات التعويض وكذلك التمديد في المشاريع الإنشائية والتي عادة ما تكون ناشئة من أطراف التعاقد (صاحب العمل , المهندس الاستشاري أو المقاول) أو قد تنشأ من أمور خارج إرادة هذه الأطراف وفيما يلي توضيح لهذه العوامل من خلال ما هو موجود في المصادر والبحوث وكما موضح في الجدولين (3-1) (محمد, 1996), (الجيلوي, 1999), (4-1) (السامرائي, 1999) وبناءً على ما تم ذكره سابقاً وما تم الاطلاع عليه من مصادر أخرى يقترح الباحث تصنيف العوامل المسببة للمطالبات إلى مجموعتين هي العوامل المسببة لمطالبات التعويض والعوامل المسببة لمطالبات التمديد وكما مبينة في الجدولين (5-1), (6-1) .

4- إدارة المخاطر في المشاريع الإنشائية

تعريف الخطر

هنالك العديد من التعاريف للخطر والتي وردت في مصادر عديدة وهي كما يأتي :

- الاحتمالية لحصول حدث غير مرغوب فيه يمكن إن يقع في المشروع (Gustafson, 2002), (Kendrick, 2003)
 - إي شيء قد يحدث ويمكن أن ينشأ عنه أي تأثير ضار على الكلفة , جدولة الوقت , الجودة , نطاق المشروع (James, 2001)
 - الحدث أو الظرف غير المتوقع الذي عند حصوله يؤدي إلى تأثير سلبي أو إيجابي على أهداف المشروع (Office of Project Management Process Improvement, 2003), (Michael, 2004)
 - الحدث غير المؤكد الحدوث أو مجموع الملايسات والتي عند وقوعها ستؤثر على إتمام أهداف المشروع (Duncan, 2009)
- ومن خلال ما سبق يستطيع الباحث تعريف الخطر بأنه احتمالية حدوث أية حادثة مستقبلية والتي يمكن أن تؤثر على الخطط الموضوعة للمشروع ومنها المالية والزمنية وبالتالي الانحراف عما هو مخطط له.

تعريف إدارة المخاطر

هنالك العديد من التعاريف لإدارة المخاطر والتي وردت في مصادر عديدة وهي كما يأتي :

- هي العمليات التي تحتوي على أسلوب للتحكم بالمخاطر سواء كانت هذه المخاطر في مجال العمل , الجدولة , الكلفة , العقد , الجودة وتتضمن إدارة المخاطر الأتي : تحديد المقاييس الوقائية لتجنب المخاطر أو تخفيف حدة تأثيرها , إنشاء خطط طوارئ للتعامل مع المخاطر عند حدوثها , البدء في عمل أقصى ما يمكن لتخفيف عدم التأكد (Uncertainty) من خلال جمع المعلومات الجيد , وضوح الرؤية لدى صانعي القرار (جمعة, 2008)
- هي عملية نظامية ومنهجية متعلقة بأعداد خطة لتحديد مخاطر المشروع وتحليلها والاستجابة لها ومراقبتها وهي بذلك تساعد مدير المشروع على زيادة احتمالية الأحداث الايجابية والعمل على تقليل الأحداث التي تؤثر بشكل سلبي على المشروع إلى أدنى حد (Office of Project Management Process Improvement, 2003)
- ومن خلال ما سبق يعرف الباحث إدارة المخاطر بأنها نظام متكامل وشامل لتهيئة البيئة المناسبة والأدوات اللازمة لتوقع ودراسة المخاطر المحتملة وتحديد وتحليلها وقياسها وتحديد مقدار أثارها المحتملة على المشروع , ووضع الخطط المناسبة لما يلزم ولما يمكن القيام به لتجنب المخاطر أو تقليلها والسيطرة عليها وضبطها للتخفيف من أثارها المعاكسة لأهداف المشروع إن لم يمكن القضاء على مصدرها .

المناطق الكامنة للمخاطر في المشاريع الإنشائية

- قبل الحديث عن مراحل إدارة المخاطر لابد أولاً من التعرف على المناطق الكامنة للخطر إي التعرف على عناصر المشروع التي تكون لها النصيب الأكبر من التأثير بالمخاطر التي تتعرض لها المشاريع الإنشائية وهي كما يأتي (Roger, 1993) .
- أ- الكلفة : يكمن تأثير المخاطر على الكلفة في الفشل في إكمال المشروع ضمن الميزانية المحددة /الكلفة المتنبئة أو المخمنة أو كلفة العطاء .
 - ب- الوقت : يكمن تأثير المخاطر على الوقت في الفشل في إكمال المشروع ضمن المدة المحددة والمصادق عليها .
 - ت- الجودة : يكمن تأثير المخاطر على جودة ونوعية العمل في الفشل في تنفيذ المشروع ضمن المواصفات القياسية المطلوبة للمشروع .
- تؤدي المخاطر المناوئة لأهداف المشروع إلى خسائر مادية مما يوجب على إدارات المشاريع والمقاولين تحديد مصادر المخاطر التي تسبب التأثيرات المعاكسة للكلفة والوقت والجودة وتطوير إستراتيجية إدارة المخاطر التي توفر التنظيم المناسب للتعامل مع تلك المخاطر.

مراحل إدارة المخاطر في المشاريع الإنشائية

تتضمن مراحل إدارة المخاطر في المشروع الإنشائي ما يلي (Office of Project Management Process Improvement, 2003), (المعهد الأمريكي للمقاييس القومية, 2004), (Michael, 2004), (Michael Springer, 2004), (Paul, 2006), (عاطف, 2008) .

- تخطيط إدارة المخاطر (Risk Management Planning for)

وهي العملية التي يتم فيها تقرير منهجية إدارة المخاطر وتخطيطها وتنفيذها في مشروع ما حيث يتم تقرير كيفية التعامل والتخطيط لأنشطة إدارة المخاطر للمشروع , والمخرجات الرئيسة لهذه العملية تتمثل في وضع خطة لإدارة المخاطر والتي هي عبارة عن وثائق تتضمن إجراءات

معالجة المخاطر خلال دورة حياة المشروع وتتلخص تلك الإجراءات بتحديد المخاطر , و تحليلها نوعيا " وكميا" , وتخطيط الاستجابة لتلك المخاطر وضبط ومراقبة (المخاطر) .

- تحديد الخطر (Risk Identification)

هي مرحلة يتم فيها تحديد المخاطر التي تؤثر على المشروع مع تسجيل خصائصها حيث تشمل تحديد المخاطر التي تؤثر بصورة عكسية على انجاز الأهداف المرجوة للمشروع ومن ثم تصنيفها في قوائم وتحت كل صنف مجموعة من المخاطر المحتملة التي يتم تحديدها . حيث إن وضع خطة للمخاطر فعالة قد يكون المفتاح الكفيل لمساعدة داعمي المشروع (Stakeholders) في تحديد المخاطر (Jason, 2006) . وتستخدم في عملية تحديد المخاطر العديد من التقنيات بهدف جعلها عملية دقيقة ووافية بالغرض ومن أهم هذه التقنيات هي (Michael, 2004) : تقنية العصف الذهني , تقنية دلفي , تقنية المجموعة المسماة , تقنية عقد المقابلات مع الخبراء , تقنية مخططات السبب والأثر . ويرى الباحث إن الدمج بين التقنيات المذكورة أعلاه سوف تعطي فهم وصورة واضحة للمخاطر التي تتعرض لها المشاريع الإنشائية ومنها المسببة للمطالبات وبالتالي تحديدها مما يزيد من جودة النتائج من هذه العملية

- التحليل النوعي للخطر (Qualitative Risk) Analysis

تتم في هذه المرحلة وضع أولويات للمخاطر وذلك من خلال تقييم ومزج احتمالات حدوثها وتأثيرها وذلك لغرض إجراء تحليل إضافي لها أو اتخاذ إجراءات بشأنها , فعملية تحديد المخاطر تنتج قائمة طويلة من المخاطر ومصنفة بطرق مختلفة وعلى أية حال ليس من المعقول أن تشخص المخاطر بنفس الدرجة من الأهمية وليس كل المخاطر تستحق نفس المستوى من الاهتمام لذلك أصبح من الضروري أن نحدد الأولوية لتلك المخاطر التي تم تحديدها حيث في العادة يتم تحديد الخطر الأسوأ والفرصة الأفضل وهذا هو الغرض من عملية التحليل النوعي (Paul, 2006) . من الطرق المستخدمة في عملية التحليل النوعي هي طريقة مصفوفة (الاحتمالية – التأثير) حيث يتم دمج الاحتمالية والتأثير للخطر في مصفوفة تسمى مصفوفة (الاحتمالية والتأثير) أو مصفوفة معامل الخطر أو التقييم النوعي للخطر التي هي عبارة عن حاصل ضرب (الاحتمالية × التأثير) لكل هدف من أهداف المشروع (Office of Project Management Process Improvement, 2003) , (Albert, 2006) , (Krige, 2008)

ومن الطرق النوعية الأخرى نجد أسلوباً آخر يقوم بتحديد ترتيب للأخطار بناء على تخصيص علامات أو نقاط من قبل مجموعة من المقيمين لكل خطر من الأخطار , حيث يخصص لكل مقيم 100 علامة يوزعها حسب الأهمية التي يقدراها هو لكل خطر من الأخطار ثم يتم بعد ذلك ترتيب الأخطار وفق أهميتها النسبية . كما إن هناك طرق أخرى كثيرة تعتمد في التحليل النوعي تتباين في درجة تعقيدها ودقتها . ويرى الباحث إن استخدام طريقة مصفوفة (الاحتمالية – التأثير) أو التقييم النوعي يعطي صورة واضحة لتأثير كل خطر لأنها تعتمد على دمج التقييم لعامل الاحتمالية والتأثير , وقد استخدمت من قبل الباحث في عملية التحليل النوعي للمخاطر.

التحليل الكمي للخطر (Risk Quantitative Analysis)

تشتمل هذه المرحلة على التحليل الرقمي أو الكمي لأثر المخاطر المعروفة المؤثرة على أهداف المشروع الإجمالية فعملية التحليل الكمي محاولة للوصول إلى تقدير كمي محسوب لتأثير الخطر على أساس احتمال حدوث والعواقب الناجمة عن الخطر . هنالك العديد من التقنيات التي تستخدم لهذا الغرض ومن ضمن هذه التقنيات المحاكاة (Simulation) باستخدام تحليل مونت كارلو (Monte-Carlo) , بيرت (Pert) , عقد المقابلات (Interviewing) , تحليل شجرة القرار (Decision Tree) , تقنيات التخمين الإحصائي وتحليل القيمة المتوقعة (Expected Value) , ويجب الحذر في عملية التحليل الكمي لأن استخدام تقنيات جيدة للتحليل الكمي مع بيانات خاطئة هو أسوأ من عدم استخدام هذه التقنيات , كما إن عملية التحليل الكمي قد تكون كلفتها في بعض الأحيان هي أكثر من كلفة تأثير المخاطر نفسها (Michael, 2004) .

استراتيجيات الاستجابة للخطر (Risk) Response Strategies

وتتضمن هذه المرحلة تطوير خيارات وإجراءات لتعزيز الفرص وتقليل التهديدات ضد أهداف المشروع , فبعد أن تتم عملية تحديد المخاطر وتقييمها فإن جميع التقنيات المستخدمة لمعالجة تلك المخاطر والتعامل معها تقع ضمن واحدة أو أكثر من أربع مجموعات رئيسية (Roger, 1993) , (James, 2001) , (Dennis, 2004) , (Eric, 2005) , (Duncan, 2009) .

1. القبول بالخطر (Risk Acceptance)
2. التخفيف من حدة الخطر (Risk Mitigation)
3. إستراتيجية نقل الخطر (Risk Transference)
4. إستراتيجية تجنب الخطر (Risk Avoidance Strategy)
5. خطة الطوارئ (Contingency Plan)
- 6.

مراقبة وضبط المخاطر

هي عملية يتم فيها تعقب ل(تأثير المخاطر التي تم تحديدها , والمخاطر المتبقية بعد معالجتها , والمخاطر الجديدة التي تظهر خلال تنفيذ المشروع) ومراقبة خطط الاستجابة المخططة وتقييم فعاليتها ووضع خطط جديدة في حالة كونها غير فعالة (Paul, 2006) . إن عملية مراقبة وضبط المخاطر هي عملية مستمرة خلال فترة حياة المشروع حيث إن قائمة المخاطر للمشروع تتغير بتقدم المشروع فمخاطر غير متوقعة يمكن أن تحصل أو مخاطر متوقعة يمكن أن لا تحصل , وفي حالة كون تأثير المخاطر أكثر من المتوقع أو ظهور لمخاطر غير متوقعة فإن الاستجابة المخططة قد لا تكون ملائمة مما يتطلب من إدارة المخاطر ومدير المشروع توفير خطط استجابة إضافية للسيطرة على المخاطر . أن الإدارة الفعالة المخصصة لتقارير المخاطر (في سجل المخاطر) وبصورة دورية من قبل مدير المشروع وفريق المخاطر يقود إلى كفاءة الخطة (Office of Project Management Process Improvement, 2003) .

5- (الاستبيان الميداني)

تتضمن المرحلة الأولى من الدراسة العملية إجراء استبيان مفتوح لمجموعة من ذوي الخبرة من الكوادر الهندسية ومدراء المشاريع وأساتذة الجامعات وذوي الاختصاص في هذا المجال في حين كانت المرحلة الثانية مرحلة إجراء الاستبيان المغلق حيث تضمنت إعداد وتهيئة أسئلة الاستبيان المستنبطة من الدراسة النظرية والمقابلات الشخصية والاستبيان المفتوح .

(Closed Questionnaire) الاستبيان المغلق

بعد الانتهاء من مرحلة الاستبيان المفتوح وجمع المعلومات تم إعداد وتصميم استمارة الاستبيان في ضوء المعلومات التي تم جمعها وكذلك المعلومات التي تم استنتاجها من الدراسة النظرية للبحث وقد حرص الباحث على إعداد الاستمارة بشكل واضح من أجل ضمان سهولة الإجابة عليها وقد قام الباحث بتقسيم استمارة الاستبيان إلى خمسة محاور وهي :

- المحور الأول (البيانات والمعلومات العامة)

إن الغرض من هذا المحور هو الحصول على البيانات والمعلومات العامة عن أفراد عينة البحث والتي تتضمن الدائرة أو الشركة التي يعمل بها والصفة الشخصية أو الجهة التي يمثلها وقطاع العمل والدرجة الوظيفية وعدد سنوات الخدمة في مجال تنفيذ المشاريع والتحصيل العلمي والاختصاص الهندسي بالإضافة إلى نوع المشاريع والمباني التي نفذها .

- المحور الثاني (محور إدارة المخاطر)

إن الهدف من هذا المحور هو معرفة مدى تطبيق منهجية إدارة المخاطر المسببة للمطالبات في المشاريع ومدى حاجة هذه المشاريع إلى وجود نظم وخطط وخبراء لإدارة مثل هذه المخاطر والتعرف على الطرق المتبعة في تقدير وتقييم تلك المخاطر وقد استخدم الباحث في هذا المحور عدد من المقاييس والمعايير الرقمية المقابلة لها لغرض تسهيل عملية الحسابات وتحليل البيانات وكما موضحة في الجدول (7-1) .

المحور الثالث (محور تحديد وتحليل المخاطر المسببة للمطالبات)

إن الهدف الأساسي لهذا المحور هو تحديد المخاطر التي تسبب مطالبات تعويض ومطالبات تمديد في المشاريع الإنشائية مما يعطي صورة واضحة عن أهم المخاطر التي تتعرض لها المشاريع الإنشائية كما يهدف هذا المحور إلى التعرف على احتمالية وقوع هذه المخاطر وتأثيرها على الكلفة والمدة وبالتالي تقييم التأثير النوعي لكل خطر من تلك المخاطر المسببة للمطالبات في المشاريع الإنشائية بالاعتماد على هذين العاملين والفائدة من ذلك تكمن في إن الخطر قد يكون احتمالية وقوعه عالية لكن تأثيره منخفض أو قد يحصل العكس لذلك يتم تقييم تأثير كل خطر بالاعتماد على هذين العاملين .

- المحور الرابع (إجراءات استجابة المخاطر)

يهدف هذا المحور إلى معرفة أهم الإجراءات التي يمكن إتباعها من أجل تجنب أو تقليل أو نقل هذه المخاطر إلى طرف آخر من أجل تجنبها أو تخفيفها إلى أقل ما يمكن .

- انتخاب عينة البحث

لقد تم التأكد في عملية انتخاب أفراد عينة الاستبيان على إن يكونوا من المهندسين المتميزين والأكفاء وذوي الخبرة الجيدة العاملين في المؤسسات الحكومية والمكاتب الاستشارية الهندسية وعلى المهندسين العاملين في شركات الإنشاء، وعلى أساتذة الجامعات الذين يمتلكون خبرة طويلة في هذا المجال.

حيث قام الباحث بتوزيع (44) استمارة استبيان وبشكل مباشر لكي يتمكن من توصيل أهداف الاستبيان وتوضيح ما هو غامض منه إلى أفراد العينة المنتخبة. تم استرداد (39) استمارة فقط، وعند تحليل المعايير تم استبعاد ثلاثة منها بسبب عدم اكتمال إجاباتها، وعليه أصبح عدد استمارات الاستبيان النهائي التي اعتمدت عند تحليل نتائج الاستبيان (36) استمارة . وكما مبينة في الجدول رقم (8-1) الذي يبين عينة البحث المعتمدة ونتيجة لما ذكر سابقاً " وحسب النظريات الإحصائية فإن عينة البحث تخضع إلى التوزيع الطبيعي استناداً إلى نظرية النهاية المركزية .

- الأساليب الرياضية والإحصائية المستخدمة في جدولة وتحليل البيانات واستخلاص النتائج

يختص الإحصاء بالطرق العلمية لجمع وتنظيم وتلخيص وعرض وتحليل البيانات وكذلك الوصول إلى نتائج مقبولة وقرارات سليمة على ضوء هذا التحليل. ولغرض تحليل البيانات ومقارنتها قام الباحث بعرض البيانات في رسوم وإشكال لتسهيل دراستها وتحليلها وتوضيحها بشكل سهل وفعل عند مقارنتها مع بعضها لأنها ستعكس أكبر قدر من المعلومات بمجرد النظر إليها وتدعى هذه العملية بالطرق الصورية (Pictorial method) , كما استخدم الباحث عدداً من المقاييس الإحصائية لغرض تلخيص البيانات وتحليلها ووصفها بشكل جيد من أهمها :

أ- مقاييس النزعة المركزية (Measurement of Central Tendency)

اعتمد الباحث هذا المقياس كونه القيمة النموذجية في تمثيل مجموعة بيانات، حيث استخدم الباحث أكثر المتوسطات شيوعاً وهو الوسط الحسابي (Mean: X) والذي يعرف بأنه القيمة التي لو أعطيت لكل مفردة في المجموعة (مجموعة من القيم) لكان مجموع قيم المفردات الجديدة مساوي لمجموع قيم المتغيرات الأصلية . ويعرف أيضاً بأنه مجموع قيم المشاهدات مقسوماً على عددها وحسب كالآتي (الفصل 2007).

$$\text{Mean}(\bar{X}) = \sum_{i=1}^h x_i \cdot f_i / n \quad \text{معادلة (1-1)}$$

حيث :

(X) : الوسط الحسابي

- (x_i) : مركز الصنف
(f_i) : عدد التكرارات لكل صنف
(n) : حجم العينة أو مجموع التكرارات للأصناف
(i) : تسلسل الأصناف
(h) : عدد الأصناف

ب- مقاييس التشتت (Measures of spread)

لا تعتبر مقاييس التمرکز كافية لوصف مجموعة من البيانات وصفاً كاملاً فقد تتساوى بعض العينات في الوسط الحسابي بالرغم من اختلاف توزيع بياناتها حول مركزها (درجة تجانس البيانات) فالوسط الحسابي يمثل مركز البيانات لكنه لا يبين مدى التفاف أو بعثرة البيانات حول هذا الوسط ، ولهذا لا بد من وجود مقياس آخر مع المقاييس المركزية لقياس درجة التجانس أو التشتت في داخل هذه البيانات . لذلك كان الغرض من اعتماد هذا النوع من المقاييس هو تحديد طبيعة توزيع معانيات الاستبيان لعكس مدى اختلافها وانتشارها عن وسطها وإذا كان مقياس التشتت كبيراً دلّ ذلك على عدم التجانس بين قيم المعانيات، وسيكون مقياس التشتت صغيراً عندما تكون الاختلافات بين قيم المعانيات قليلة. وقد أعتمد الباحث الانحراف المعياري (Standard Deviation) كمقياس للتشتت حيث يعكس قيم انحرافات المعانيات عن وسطها الحسابي (X) ويحسب كالآتي (ابوصالح، 1983) :

$$(S) = \sqrt{\sum_{i=1}^h (x_i - \bar{X})^2 \cdot f_i / (n - 1)} \dots \dots (2-1) \text{ معادلة}$$

حيث :

(s) : الانحراف المعياري

إجراءات جدولة وتحليل البيانات واستخلاص النتائج

تمت عملية تحليل النتائج التي تم الحصول عليها من الاستبيان وفق تسلسل محاوره وكما يأتي :

أ- المحوران الأول والثاني سوف يتم حساب نسب التكرارات على ضوء المعلومات والإجابات لأفراد عينة البحث ومن ثم عرضها في أشكال وكالاتي :

$$P\% = (f_i / n) * 100 \dots \dots (3-1) \text{ معادلة (ابوصالح، 1983)}$$

حيث :

(p%) : نسبة التكرار للصنف %

ب- إما المحور الثالث والمتعلق بتقييم الاحتمالية لحصول المخاطر المسببة لمطالبات التعويض وكذلك التمديد وتقييم شدة التأثير لتلك المخاطر على كلفة ومدة المشروع فسوف يتم جدولة النتائج وتحليلها كالآتي :

● تم حساب معدل تقييم احتمالية حصول كل خطر من المخاطر المسببة لمطالبات التعويض وكذلك التمديد بتطبيق المعادلة (1-1) على وفق إجابات أفراد عينة البحث ومن ثم بتطبيق المعادلة (2-1) تم حساب الانحراف المعياري .

● تم حساب معدل تقييم شدة تأثير كل خطر من المخاطر المسببة لمطالبات التعويض على الكلفة وكذلك المسببة لمطالبات التمديد على المدة بتطبيق المعادلة (1-1) على وفق إجابات أفراد عينة البحث ومن ثم بتطبيق المعادلة (2-1) تم حساب الانحراف المعياري

● تم حساب الأهمية النسبية لكل خطر من المخاطر المسببة لمطالبات التعويض وكذلك التمديد وفقاً للاحتمالية حصولها وكالاتي :
معدل تقييم الاحتمالية
لحصول الخطر

$$\text{الأهمية النسبية للخطر \%} = \frac{\%100 \times \text{مجموع معدلات احتمالية الحصول لكل خطر}}{\text{معدل تقييم تأثير الخطر}} \dots \dots (4-1)$$

● تم حساب الأهمية النسبية لكل خطر من المخاطر المسببة لمطالبات التعويض وفقاً لتأثيرها على كلفة المشروع وكذلك المسببة لمطالبات التمديد وفقاً لتأثيرها على المدة وكالاتي :

$$\text{الأهمية النسبية للخطر \%} = \frac{\%100 \times \text{مجموع معدلات تقييم كلفة /مدة المشروع}}{\text{معدل تقييم تأثير الخطر}} \dots \dots (5-1)$$

● تم حساب التقييم النوعي لكل خطر من المخاطر المسببة لمطالبات التعويض وكذلك التمديد وفق مصفوفة الاحتمالية – التأثير و المبينة في الشكل (1) أو وفق المعادلة التالية (Office of Project Management Process Improvement , 2003) , (Krige , 2008) :

$$\text{التقييم النوعي للخطر} = \text{معدل تقييم احتمالية حصول الخطر} \times \text{معدل تقييم شدة تأثير الخطر على الكلفة/المدة} \dots \dots (6-1)$$

● تم حساب الأهمية النسبية للمخاطر المسببة لمطالبات التعويض وفقاً للتقييم النوعي وكما يأتي :
معدل التقييم النوعي
لحصول الخطر

$$\text{الأهمية النسبية للخطر \%} = \frac{\text{مجموع معدلات التقييم النوعي لكل خطر}}{\text{مجموع معدلات التقييم النوعي}} \times 100\% \text{----- (7-1)}$$

ت- بالنسبة للمحور الرابع والمتعلق بالإجراءات الممكن اتخاذها من أجل تجنب أو التقليل من المخاطر المسببة لمطالبات التعويض تم جدولة النتائج وتحليلها كالآتي :

● تم حساب معدل تقييم فعالية كل إجراء من إجراءات تجنب أو تقليل كل خطر من المخاطر المسببة لمطالبات التعويض والتمديد بتطبيق المعادلة (1-1) وذلك على وفق إجابات أفراد عينة البحث.

$$\text{الأهمية النسبية \%} = \frac{\text{معدل تقييم فعالية الإجراء لكل خطر}}{\text{مجموع معدلات تقييم الإجراء لكل خطر}} \times 100\% \text{----- (8-1)}$$

- تحليل نتائج الاستبيان الميداني ومناقشتها

تم جمع استمارات الاستبيان وفرزها ومن ثم جدولة المعلومات والبيانات الواردة من الاستبيان وتحليلها حسب تسلسل محاور الاستبيان وقد تم استخدام البرنامج الإحصائي (SPSS) الإصدار التاسع عشر في عملية التحليل وباعتماد على المعادلات المذكورة سابقاً.

- المحور الأول : محور البيانات والمعلومات العامة

- أ- اسم الدائرة أو الشركة
- ب- الصفة الشخصية أو الجهة التي يمثلها أفراد العينة
- ت- الدرجة الوظيفية
- ث- عدد سنوات الخدمة : (86.11%) من أفراد العينة يمتلكون خبرة تزيد عن (10) سنوات وان (63.89%) يمتلكون خبرة لا تقل عن (15) سنة .
- ج- التحصيل العلمي : كانت النسبة الأكبر من أفراد العينة هم من الحاصلين على شهادة البكالوريوس وتوزعت النسبة المتبقية بين ممن هم حاصلين على شهادة الماجستير وشهادة الدكتوراه .
- ح- الاختصاص الهندسي : إن الأغلبية من أفراد العينة كانت باختصاص الهندسة المدنية في حين توزعت النسبة المتبقية بين اختصاص الهندسة الميكانيكية والكهربائية
- خ- نوع المشاريع المنفذة من قبل أفراد العينة : اغلب أفراد العينة كانت قد عملت في تنفيذ مشاريع المباني وجاءت بنسبة (94%) .

- المحور الثاني : محور إدارة المخاطر

- أ- لمعرفة مدى وجود نظام إداري أو خطة للتعامل مع المخاطر المسببة للمطالبات فقد أشارت اغلب إجابات أفراد عينة البحث إلى قلة أو عدم وجود نظام إداري أو خطة للتعامل مع تلك المخاطر وقد جاءت بنسبة (77%)
- ب- لاحظ الباحث إن اغلب الإجابات تؤيد وجود خبراء لإدارة المخاطر المسببة للمطالبات في المشاريع الإنشائية وكما يظهر ذلك واضحاً من خلال نسبة التكرارات للإجابات حيث إن نسبة (78%) تؤيد ذلك .
- ت- لمعرفة الطرق المتبعة في التنبؤ بالمخاطر المسببة للمطالبات فقد أوضحت إجابات أفراد عينة البحث إن استخدام المعلومات التاريخية لمشاريع سابقة هو الطريقة المتبعة في ذلك بصورة رئيسة . كانت هناك قلة في استخدام الخبراء المختصين و الدراسات العلمية السابقة في التنبؤ بتلك المخاطر

- المحور الثالث : تحديد وتحليل المخاطر المسببة لمطالبات التعويض والمسببة لمطالبات التمديد

- أ- تضمن المحور الثالث في سؤاله الأول والثاني تقييم الاحتمالية لحصول المخاطر المسببة لمطالبات التعويض وكذلك التمديد وتقييم شدة التأثير لتلك المخاطر على كلفة ومدة المشروع وكما موضح في الشكليين (2)، (3) وذلك من خلال استخدام خمسة مقاييس (منخفض جداً ، منخفض ، متوسط ، عالي ، عالي جداً) ويوضح الجدول (1-9) الأوزان المعيارية لها .
- ومن خلال ما تم الحصول عليه من نتائج لتقييم الاحتمالية والتأثير للمخاطر المسببة لمطالبات التعويض سيتم حساب التقييم النوعي لكل من تلك المخاطر وذلك من خلال المعادلة (4-6) تم تقييمها وذلك بالاعتماد على مصفوفة (الاحتمالية – التأثير) للخطر التي تعطي تقييم نوعي لكل خطر بالاعتماد على عاملي الاحتمالية والتأثير ويوضح الشكليين (4) ، (5) التقييم النوعي لكل خطر من المخاطر المسببة لمطالبات التعويض والأهمية النسبية لتلك المخاطر على أساس التقييم النوعي لها .
- ب- نلاحظ من خلال السؤاليين الثالث والرابع من هذا المحور إن الهدف من تقييم احتمالية الحصول و شدة التأثير لكل خطر من المخاطر المسببة لمطالبات التمديد وبالتالي تقييم تأثيرها على مدة المشروع "تقييماً" نوعياً" وكذلك إيجاد الأهمية النسبية لكل خطر على أساس التقييم النوعي لتلك المخاطر وكما موضحة في الأشكال (6) ، (7) ، (8) ، (9) وقد تم استخدام نفس الأسلوب المستخدم في مطالبات التعويض في تقييم الاحتمالية وشدة التأثير حيث أعطيت نفس المقاييس ومعاييرها المبينة بالجدول (1-9) .
- ويرى الباحث إن الأهمية النسبية للمخاطر المسببة لمطالبات التعويض وكذلك التمديد على أساس التقييم النوعي لها يعطي صورة أوضح عن أولوية وأهمية تلك المخاطر وذلك لاعتمادها على عاملي الاحتمالية والتأثير معاً" ففي بعض الأحيان قد تكون احتمالية الحصول للخطر عالية

لكن تأثيره منخفض أو قد يكون العكس فنلاحظ إن الأهمية النسبية للخطر على أساس الاحتمالية أو التأثير قد لا تعطي صورة دقيقة عن الأولوية الواجب إعطائها لذلك الخطر .

- المحور الرابع : محور الإجراءات

يهدف هذا المحور إلى معرفة أفضل الإجراءات التي يمكن اتخاذها من أجل تجنب المخاطر المسببة لمطالبات التعويض والتمديد أو التقليل منها إلى أدنى مستوى يكون فيه تأثير تلك المخاطر أقل ما يمكن على كلفة أو مدة المشروع , حيث طلب الباحث تقييم تلك الإجراءات بموجب مقياس (فَعَال جداً" , فَعَال , فَعَال بعض الشيء , غير فَعَال) وقد أوضح الجدول (1-10) معيار تلك المقاييس. وقد اعتبر الباحث الإجراء الذي يكون معدل تقييمه أقل من (2.5) إجراء قليل الفعالية وقام باستبعاده وذلك (لان الوسط الحسابي لمعيار التقييم يساوي إلى (2.5)). والجدول (1-11) يوضح الأهمية النسبية للإجراءات الفعالة لتقليل أو تجنب المخاطر المسببة لمطالبات التعويض والتمديد في المشاريع الإنشائية والتي يمكن إتباعها في المشاريع الإنشائية .

6-الاستنتاجات والتوصيات

- الاستنتاجات

- من خلال العمل بالبحث تم التوصل إلى العديد من الاستنتاجات يمكن تلخيصها بالنقاط التالية :
1. على الرغم من أهمية موضوع المطالبات في المشاريع الإنشائية وتأثيرها الواضح على تلك المشاريع من ناحية زيادة كلفتها ومدها إلا إن البحوث والدراسات المتعلقة بهذا الموضوع تمتاز بقلتها في العراق بالإضافة إلى افتقارها إلى المسح الميداني والبيانات التاريخية.
 2. يلاحظ من خلال الدراسات السابقة إن للمطالبات تأثيراً كبيراً في مشاريع المباني والري .
 3. إن تحليل وإدارة المخاطر في المشروع تعتبر عملية مستمرة ويمكن أن تبدأ في أي مرحلة من دورة المشروع ويمكن أن تدوم وتستمر إلى أن تصبح تكاليف استخدامها أكثر من فائدها المحتملة والتي يمكن كسبها. وتقدم المشروع تقلل المخاطر وبهذا فإن فعالية استخدام تحليل وإدارة المخاطر تميل إلى التقلص لذلك فإنه من المستحسن استخدامها في الأطوار المبكرة من دورة حياة المشروع.
 4. إن الطرق التقليدية المستخدمة في التنبؤ بتأثير تلك المطالبات تمتاز بعدم الدقة العالية بالإضافة إلى عدم التأكد وتأثيرها بالعوامل الشخصية .
 5. قلة وجود نظام أو سياق محدد وموحد لحفظ وتنظيم البيانات والمعلومات الخاصة بالمطالبات وما ينتج عنها في معظم الدوائر والشركات التي تمت زيارتها .
 6. إن عملية التقييم النوعي باستخدام تقنية الاحتمالية- التأثير تعطي تصوراً واضحاً عن تأثير الأخطار وذلك لاعتمادها على عاملي الاحتمالية والتأثير لتلك الأخطار بالإضافة إلى بيان الإخطار المهمة وأولويتها مما يساعد في عملية المعالجة واتخاذ القرار .
 7. كذلك أظهرت نتائج التحليل أيضاً عدد من الإجراءات المناسبة التي يمكن من خلالها تجنب أو تقليل تأثير المخاطر المسببة لمطالبات التعويض .
 8. نلاحظ إن أكثر المخاطر أهمية تتعلق بمرحلة التصميم وإعداد المستندات لذلك نجد إن هذه المرحلة مهمة في عملية معالجة تلك المخاطر
 9. وجود حاجة إلى استخدام تقنيات أو برامج حاسوبية تساعد في عملية التنبؤ بتأثير المخاطر المسببة للمطالبات بسرعة ودقة عاليتان

التوصيات (Recommendations)

1. نوصي بضرورة الاهتمام بعملية التوثيق في المشاريع الإنشائية وخصوصاً المتعلقة بالمطالبات والاستفادة من الطاقات الكبيرة لجهاز الحاسوب في هذه العملية , وذلك من خلال الاهتمام بوجود جدول للأعمال اليومية.
2. نوصي بضرورة توخي الدقة في تخمين كميات جدول الكميات وكذلك في إعداد مستندات المقالة وذلك من خلال إحالة العمل إلى المكاتب الاستشارية المتخصصة والدقيقة وذات الخبرة الطويلة .
3. الدراسة المتأنية من طرف صاحب العمل والاستشاري المصمم لكل مرحلة من مراحل التصميم لاستيفاء معظم رغبات ومتطلبات صاحب العمل .
4. إعداد إدارة مالية جيدة للمشروع لمراقبة احتياجات المشروع من السيولة المالية على طول مدة المشروع ويشمل حجم وتوقيت هذه الاحتياجات والتنبؤ المستقبلي لها.
5. الإسراع في إصدار القرارات والموافقات من قبل صاحب العمل وذلك من خلال إعطاء صلاحيات أكبر لدوائر المهندس المقيم في إصدار تلك القرارات والموافقات .
6. ضرورة عمل دورات خاصة من قبل دوائر الدولة تتلقى فيها الكوادر العاملة في المشاريع الإنشائية من المهندسين والفنيين وغيرهم ممن له علاقة بالعملية الإنشائية للتثقيف حول عملية إدارة المخاطر في المشاريع الإنشائية .
7. نوصي بضرورة وجود خبراء لإدارة المخاطر في المشاريع الإنشائية .
8. الاهتمام بزيادة المعرفة العلمية في مجال إدارة المخاطر المؤثرة في المشاريع الإنشائية بشكل عام وإدارة المخاطر المؤثرة في خطط المشروع بشكل خاص وخاصة المخاطر المؤثرة في كلفة ومدة إنجاز المشروع الإنشائي كونهما المحددين للذين سيؤديان إلى تحقيق أفضل نوعية.

المصادر العربية

- أبو صالح , محمد صبحي, عدنان محمد عوض "مقدمة في الإحصاء". دار جوان وإيلي وأبنائه , 1983 .
- الجبلاوي , انتصار كاظم رشيد "نظام للسيطرة على التغييرات والمطالبات في المقاولات الإنشائية للمشاريع الحكومية في العراق" رسالة مقدمة إلى قسم الهندسة المدنية في كلية الهندسة في جامعة بغداد كجزء من متطلبات نيل درجة الدكتوراه في الهندسة المدنية , 1999.

- السامرائي , زيد قاسم محمد "المطالبات وتأثيرها على كلف ومدد المشاريع الإنشائية" رسالة مقدمة إلى قسم هندسة البناء والإنشاءات في الجامعة التكنولوجية كجزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم هندسة البناء والإنشاءات, 1999 .
- القصاص , مهدي محمد "مبادئ الإحصاء والقياس الاجتماعي". جامعة المنصورة , كلية الآداب, 2007 .
- المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني , الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج "عقود التشييد" المملكة العربية السعودية , 2009 .
- المعهد الأمريكي للمقاييس القومية , معهد إدارة المشروعات "دليل الدليل المعرفي لإدارة المشروعات " . مكتبة الكونجرس , الإصدار الثالث , 2004 .
- جمعة , حسين محمد "إدارة تنفيذ المشروعات الإنشائية". مكتب الدراسات والاستشارات الهندسية , القاهرة , 2008 .
- حياوي , نبيل عبد الرحمن "شروط المقاوله لأعمال الهندسة المدنية بقسميها الأول والثاني" المكتبة القانونية , بغداد , 2010 .
- حياوي , نبيل عبد الرحمن "القانون المدني العراقي رقم (40) لسنة 1951 وتعديلاته" المكتبة القانونية , بغداد , 2010 .
- عاطف عبد المنعم , محمد محمود الكاشف , سيد كاسب "تقييم وإدارة المخاطر". مركز تطوير الدراسات والبحوث , كلية الهندسة , جامعة القاهرة , مؤسسة فوردي , 2008 .
- محمد , اكسانة جهاد "المطالبات في المقاولات الإنشائية في العراق". رسالة مقدمة إلى قسم الهندسة المدنية في كلية الهندسة في جامعة بغداد كجزء من متطلبات نيل درجة الدكتوراه في الهندسة المدنية , 1996 .

المصادر الأجنبية

- Abdissa Dessa "Claims in Ethiopian Construction Industry". a Thesis Presented to School of Graduate Studies Addis Ababa University of Technology in Partial Fulfillment of The Requirement of The Degree of Master of Science in Civil Engineering , 2003 .
- Albert Lester "Project Management , Planning & control". Elsevier Science and Technology Book , Fifth Edition , 2006 .
- David Chappell , Vincent Powell, Smith , John Sims "Building Contract Claims". Library of Congress , Fourth Edition , 2005 .
- David M. Kleman , Kleman , Lawerence , Baskind "Construction Claims and Damages , 2002 .
- Dennis Lock "Project Management in Construction" Printed in Great Britain by MPG Books Ltd , Bodmin , Cornwall , 2004 .
- Duncan Cartlidge Fries "Quantity Surveyor's Project Book". First Edition , Elsevier's Science and Technology , Department in Oxford , UK , 2009 .
- EL-Eazabi , Hornby , Parnwell "English-Arabic Reader, S Dictionary , Oxford". 1980
- Eric Verzuh "The Fast Forward MBA in Project Management". John Wiley & Sons , Inc. , Hoboken , Newjersey , Second Edition , 2005 .
- Gustafson David A. "Theory and Problems of Software Engineering" McGraw- Hill Companies , Inc., Manufactured in The United States of America , 2002 .
- James P. Lewis "Project Planning , Scheduling , and Control a Hands-On Guide to Bringing Projects in On Time and On Budget". Third Edition , McGraw-Hill Companies , Inc- U.S.E , 2001 .
- Jason Westland "The Project Management Life Cycle". London , United Kingdom , 2006 .
- Jingbo Jiang , Yilin Yin "The study of contractor's time claim and cost claim". Journal of IEEE , 2009 .
- Kendrick Tom "Identifying and Managing Project Risk : Essential Tools for Failure-Proofing Your Project". AMACOM , U.S.A , 2003 .
- Krige Visser , Pierre Joubert "Risk Assessment Modeling for the South African Construction Industry" . PICMET , Cape Town , South Africa , 2008
- Michael Springer "IT (Information Technology) Project Management".. Course Technology , United States of America , Third Edition , 2004 .
- Michael W. Newell , Marin N. Grashna "The Project Management Question and Answer Book". American Management Association , 2004 .
- Office of Project Management Process Improvement "Project Risk Management Handbook". First Edition , 2003 .
- Paul C. Dinsmore , Jeannette Cabanis – Brewin "The AMA Handbook of Project Management". Second Edition , United States of America , 2006 .
- Roger Flanagan , George Norman "Risk Management and Construction". Blackwell Science ITD , Oxford , 1993

➤ **جدول (1-1)** يوضح الأساس لمطالبات المقاول المتعلقة بقرارات صاحب العمل أو من يمثله والمتعلقة بأمور تعاقدية وقانونية خارجة عن سيطرة صاحب العمل أو المقاول أو من يمثلهما بموجب شروط المقاول لأعمال الهندسة المدنية (حياوي، 2010)

ت	نوع مطالبات المقاول	الأساس بموجب شروط المقاول لأعمال الهندسة المدنية
1	مطالبات المقاول المتعلقة بقرارات صاحب العمل أو من يمثله	المادة (4)، المادة (6) الفقرة (1)، المادة (7) الفقرات (1، 3، 6)، المادة (10) الفقرة (2)، المادة (12) الفقرة (1/أ-ب)، المادة (16) الفقرة (1)، المادة (17)، المادة (18)، المادة (20) الفقرة (1)، المادة (22) الفقرات (1، 2، 3، 4)، المادة (24)، المادة (25) الفقرة (5)، المادة (26) الفقرة (2)، المادة (28)، المادة (31) الفقرة (3)، المادة (32)، المادة (37) الفقرة (4)، المادة (39) الفقرتان (1، 2)، المادة (41) الفقرتان (1، 2)، المادة (43) الفقرة (1)، المادة (45) الفقرتان (1/أ-ب-ج، 2)، المادة (48) الفقرة (2)، المادة (49) الفقرة (1)، المادة (50) الفقرة (2)، المادة (51)، المادة (53) الفقرتان (1، 2)، المادة (54) الفقرة (1)، المادة (62) الفقرة (1/هـ-و-ز-ط-ي)، المادة (64) الفقرة (1)، المادة (65) الفقرتان (2، 3)، المادة (69).
2	مطالبات المقاول المتعلقة بأمور تعاقدية وقانونية خارجة عن سيطرة صاحب العمل أو المقاول أو من يمثلهما	المادة (12)، المادة (16)، المادة (20) الفقرة (2)، المادة (22)، المادة (26)، المادة (45) الفقرة (1/ج)، المادة (67)

جدول (2-1) الأساس لمطالبات صاحب العمل بموجب شروط المقاول لأعمال الهندسة المدنية والقانون المدني العراقي (حياوي، 2010)

ت	الأساس لمطالبات صاحب العمل	المادة
1	مطالبات صاحب العمل بموجب شروط المقاول لأعمال الهندسة المدنية	المادة (8)، المادة (13)، المادة (16) الفقرة (8/أ-ب-ج-د)، المادة (17)، المادة (19)، المادة (20) الفقرة (1)، المادة (21) الفقرة (1)، المادة (22)، المادة (24)، المادة (25) الفقرة (4)، المادة (26) الفقرة (2)، المادة (29) الفقرة (1)، المادة (30)، المادة (37)، المادة (39)، المادة (40) الفقرة (3)، المادة (48) الفقرة (1)، المادة (50) الفقرة (3)، المادة (60) الفقرة (3)، المادة (65) الفقرة (3)، المادة (66).
2	مطالبات صاحب العمل بموجب القانون المدني العراقي	المادة (866)، المادة (867) الفقرة (1)، المادة (868)، المادة (869) الفقرة (1)، المادة (870)، المادة (871)، المادة (875) الفقرة (2)، المادة (883) الفقرة (1)، المادة (887) الفقرة (3)

جدول (3-1) العوامل المسببة لمطالبات المقاول (محمد، 1996)، (الجيلوي، 1999)

ت	العوامل الرئيسية المسببة لمطالبات التعويض	العوامل المسببة لمطالبات التعويض	نوع المطالبة حسب الضرر
أ	وجود عدم وضوح و/أو أخطاء و/أو اختلافات في وثائق العقد	اختلاف المقاول وصاحب العمل حول تفسير وثائق العقد	تمديد وتعويض
ب	حدوث الظروف الاستثنائية أو المخاطر الخاصة	تأخر أعمال المقاول بسبب الظروف المناخية الصعبة	تمديد
		حدوث ظروف استثنائية (عدا الظروف المناخية) أو عوائق اصطناعية وقيام المقاول بمواجهتها	تمديد وتعويض
		حدوث المخاطر المستثناة وقيام المقاول بمواجهتها وتنفيذ التصليحات اللازمة	تمديد وتعويض
		زيادة أسعار الوقود وأسعار المواد الإنشائية والضرائب والرسوم	تعويض
ت	تأخر صاحب العمل في الإيفاء بالتزاماته أو عدم الإيفاء بها	تأخر أعمال المقاول بسبب تأخر صاحب العمل في توفير المواد التي تقع مسؤولية توفيرها عليه بموجب العقد	تمديد
		تأخر أعمال المقاول بسبب تأخر صاحب	تمديد



	العمل في تنفيذ التزاماته التعاقدية بتنفيذ الأعمال التي تقع مسؤولية تنفيذها عليه		
تمديد	تأخر أعمال المقاول بسبب تأخر صاحب العمل في إصدار القرارات والموافقات		
تمديد	تأخر أعمال المقاول بسبب تأخر صاحب العمل في تسليم الموقع		
تمديد	تأخر أعمال المقاول بسبب تعطل الآليات التي يوفرها صاحب العمل ولقيامه بسحب الآليات المخصصة للمشروع وإشغالها في موقع آخر لأسباب خاصة به		
تمديد	تأخر أعمال المقاول بسبب تأخر المهندس في إجراء الفحوصات اللازمة والمصادقة على الخرائط والنماذج التي يقدمها المقاول		
تمديد	تأخر أعمال المقاول بسبب تأخر المهندس في تجهيزه بالمخططات والخرائط والمعلومات اللازمة وتفصيل العمل المطلوبة لاستمرار تنفيذ العمل		
تمديد	تأخر أعمال المقاول بسبب تعارضها مع أعمال المقاولين الآخرين الذين يستخدمهم صاحب العمل		
تعويض	تأخر صرف السلف للمقاول لمدة تتجاوز (30) يوم		
تمديد وتعويض	حدوث توقف وقتي في العمل لأسباب أو إجراءات تعود لصاحب العمل أو لأي جهة مخولة قانوناً أو استمرار توقف العمل لمدة تتجاوز (90) يوماً دون إيجاد صيغة حل	ث	إيقاف الأعمال من قبل المهندس أو صاحب العمل بسبب لا دخل للمقاول فيه
تعويض	قيام المقاول بتنفيذ أعمال إضافية لا تتجاوز كمياتها النسبة المحددة في جدول الكميات	ج	إجراء تغييرات شكلية و / أو نوعية و / أو كمية للأعمال
تعويض	إنقاص كمية الأعمال بحيث تتجاوز النسبة المحددة في جدول الكميات		
تعويض	قيام صاحب العمل بإلغاء فقرات من جدول الكميات		
تمديد وتعويض	قيام المقاول بتنفيذ أعمال إضافية تتجاوز كمياتها النسبة المحددة في جدول الكميات		
تمديد وتعويض	إضافة فقرات جديدة إلى جدول الكميات لا تتضمنها المقابلة		
تمديد وتعويض	قيام المقاول بإجراء فحوصات إضافية بطلب من المهندس تؤيد صحة العمل أو تنفيذه لفحوصات لا يتضمنها العقد ولا تقع مسؤولية إجرائها عليه		
تمديد وتعويض	إجراء تغيير في مواصفات ونوعية المواد المستعملة في العمل والمثبتة في وثائق العقد		
تمديد وتعويض	تنفيذ طلبات صاحب العمل في إجراء التحويرات في الأعمال من حيث المناسب والاستقامات والموضع والأبعاد لأي جزء منها		
تمديد وتعويض	تعارض الخرائط مع جدول الكميات المسعر أو مع المواصفات		

ح	فسخ العقد وإنهائه	قيام صاحب العمل بفسخ العقد لأسباب خاصة	تعويض
خ	الاختلاف حول تسوية حساب المقاول (مدد ومبالغ)	عدم رضا المقاول عن المدد أو المبالغ الممنوحة له	تمديد وتعويض
		اختلاف المقاول وصاحب العمل حول تسوية حساب المقاول بعد سحب العمل	تعويض
		اختلاف المقاول أو صاحب العمل حول الاستقطاعات	تعويض
د	أسباب متفرقة أخرى	قيام صاحب العمل بحبس خطاب الضمان أو التأمينات أو لعدم قيامه بإعادة مبلغ التأمين عن الأضرار إلى المقاول دون مبرر	تعويض
		تنفيذ طلب صاحب العمل في الإسراع بتنفيذ الأعمال لتقليص مدة المقاول	تعويض
		إلحاق الضرر والأذى بالأشخاص والأموال نتيجة لعمل أو إهمال من صاحب العمل أو مستخدميه	تعويض
		قيام المقاول بتقديم تسهيلات وخدمات إلى صاحب العمل أو وكلائه أو مستخدميه أو إلى مقاولين آخرين يعملون لصالح صاحب العمل وبطلب منه	تمديد وتعويض

جدول (4-1) العوامل المسببة لمطالبات المقاول حسب نوع الضرر (السامرائي، 1999)

ت	نوع المطالبة حسب الضرر	العوامل الرئيسية المسببة لمطالبات التعويض	العوامل المسببة لمطالبات التعويض
أ	مطالبات التعويض	أ- أسباب تعود إلى مستندات المقاول	1. وجود نقص في مستندات المقاول 2. وجود خطأ في مستندات المقاول 3. وجود تعارض بين مستندات المقاول 4. الاختلاف حول تفسير مستندات المقاول 5. وجود نقص في مستندات المقاول 6. تنفيذ أعمال إضافية ضمن أو خارج النسبة المحددة 7. تنفيذ أعمال إضافية غير مشمولة بالمقاول 8. تغير في المواصفات أو التصاميم 9. تأخير الحصول على الموافقات والمصادقات اللازمة لتنفيذ المقاول 10. تأخير تجهيز المواد والأجهزة والمعدات التي تعهد صاحب العمل بتجهيزها 11. تأخير دفع مستحقات المقاول 12. اختلاف طبيعة الموقع 13. القرارات والتعليمات الحكومية 14. التغيرات الاقتصادية (ارتفاع أسعار المواد، ازدياد معدلات التضخم) 15. الإيقاف الوتقي للأعمال 16. التعارض مع أعمال أخرى 17. الاختلافات حول تسوية حساب المقول في حالة سحب العمل أو إنهاء المقاول 18. التعرض إلى مطالبات تعويض تعود للطرف الآخر 19. تسريع العمل
ب	مطالبات تمديد	ب- أسباب تعود إلى التغييرات وأوامر التغيير ت- التأخيرات من صاحب العمل ث- الظروف الغير متوقعة ج- أسباب أخرى	1. وجود زيادة في الأعمال كما "أو نوعاً" 2. الإيقاف الوتقي للأعمال 3. التعارض مع أعمال أخرى 4. تأخير الحصول على الموافقات والمصادقات اللازمة لتنفيذ المقاول 5. تأخير تجهيز المواد والأجهزة والمعدات التي تعهد صاحب العمل بتجهيزها 6. تأخير تسليم الموقع وموافقات الدخول 7. التأخير بسبب تنفيذ أوامر أو تعليمات مهندس صاحب العمل

ت	مطالبات وتعويض وتمديد	ب- أسباب خارجة عن إرادة صاحب العمل و المقاول	8. وجود ظروف مناخية صعبة
			9. ظروف استثنائية (عدا المناخية) أو عوائق اصطناعية وقيام المقاول بمواجهتها
			10. التأخيرات بسبب المقاول الثانوي المسمى
			11. التأخير بسبب القرارات والتعليمات المركزية للدولة
			1. أسباب تعود إلى مستندات المقولة
			2. الإيقاف الوقتي للأعمال
			3. التعارض مع أعمال أخرى
			4. تأخير الحصول على الموافقات والمصادقات اللازمة لتنفيذ المقولة
			5. تأخير تجهيز المواد والأجهزة والمعدات التي تعهد صاحب العمل بتجهيزها
			6. ظروف استثنائية (عدا المناخية) أو عوائق اصطناعية وقيام المقاول بمواجهتها
			7. التغييرات الكمية والنوعية

جدول (5-1) العوامل المسببة لمطالبات التعويض في المشاريع الإنشائية (الباحث)

ت	العوامل الرئيسية المسببة لمطالبات التعويض	العوامل المسببة لمطالبات التعويض
أ	مطالبات بسبب مستندات المقولة	1. نقص بالمخططات والمواصفات
		2. وجود تعارض بين مستندات المقولة
		3. الاختلاف حول تفسير مستندات المقولة
ب	مطالبات بسبب الظروف الاستثنائية والمخاطر المستثناة	4. حدوث ظروف استثنائية أو عوائق اصطناعية
		5. حدوث المخاطر المستثناة
ث	مطالبات بسبب التوقيعات	6. حدوث توقف وقتي لأسباب تعود إلى صاحب العمل أو لأي جهة مخولة قانوناً
ج	مطالبات بسبب عدم التزام صاحب العمل في الإيفاء بالتزاماته المالية أو لأسباب مالية خارجة عن سيطرة طرفي التعاقد	7. تأخر صرف مستحقات المقاول
		8. زيادة أسعار الوقود وأسعار المواد الإنشائية والضرائب والرسوم
		9. قيام صاحب العمل بحبس خطاب الضمان أو التأمينات
خ	مطالبات بسبب التغييرات	10. أخطاء التخمين لكميات جدول الكميات مما يسبب أعمال إضافية ضمن و أكثر من 20%
		11. التغييرات في التصميم
		12. التغيير في مواصفات ونوعية المواد المستعملة والمثبتة في وثائق العقد
		13. الفقرات المستحدثة الجديدة الضرورية
		14. الفقرات المستحدثة بسبب رغبة صاحب العمل في إجراء التحويرات في الأعمال
		15. تنفيذ أوامر المهندس في إجراء فحوصات إضافية لا يتضمنها العقد ولا تقع مسؤولية إجرائها على المقاول
		16. فسخ العقد وإنهاؤه من قبل صاحب العمل لأسباب خاصة
د	مطالبات بسبب فسخ العقد	17. اختلافات حول تسوية حساب المقولة بعد سحب العمل
		18. الاختلاف حول المدد والمبالغ الممنوحة
ذ	مطالبات بسبب الاختلافات بين صاحب العمل والمقاول	19. الاختلاف حول الاستقطاعات
		20. تسريع العمل

جدول (6-1) العوامل المسببة لمطالبات التمديد في المشاريع الإنشائية (الباحث)

ت	العوامل الرئيسية المسببة لمطالبات التمديد	العوامل المسببة لمطالبات التمديد
أ	مطالبات بسبب مستندات المقولة	1. نقص بالمخططات والمواصفات
		2. وجود تعارض بين مستندات المقولة
		3. الاختلاف حول تفسير مستندات المقولة
ب	مطالبات بسبب الظروف الاستثنائية والمخاطر المستثناة	4. حدوث ظروف استثنائية أو عوائق اصطناعية
		5. حدوث المخاطر المستثناة
		6. تأخر بسبب ظروف مناخية صعبة
		7. تأخر الفحوصات المختبرية
ت	مطالبات بسبب تأخر صاحب العمل في	8. تأخر صاحب العمل في توفير المواد التي تقع مسؤولية توفيرها عليه بموجب العقد

9. تأخر صاحب العمل في إصدار القرارات والموافقات بضمنها تأخر مهندس صاحب العمل في إجراء الفحوصات اللازمة والمصادقة على الخرائط والنماذج التي يقدمها المقاول	الإيفاء بالتزاماته التعاقدية	
10. تأخر صاحب العمل في تسليم الموقع		
11. تأخر صاحب العمل في توفير الآليات والمعدات بسبب تعطل الآليات التي تقع مسؤولية توفيرها عليه بموجب العقد بسبب تعطل الآليات أو نقلها إلى مشروع آخر		
12. تأخر صاحب العمل في تجهيزه المخططات والخرائط والمعلومات اللازمة وتفاصيل العمل المطلوبة لاستمراره		
13. التعارض مع أعمال مقاولين آخرين يستخدمهم صاحب العمل		
14. حدوث توقف وقتي لأسباب تعود إلى صاحب العمل أو لأي جهة مخولة قانوناً	مطالبات بسبب التوقفات	ث
15. تأخر صرف مستحقات المقاول	مطالبات بسبب عدم التزام صاحب العمل في الإيفاء بالتزاماته المالية أو لأسباب مالية خارجة عن سيطرة طرفي التعاقد	ج
16. قيام صاحب العمل بحبس خطاب الضمان أو التأمينات		
17. مشاكل عشوائية	مطالبات بسبب الظروف الاجتماعية	ح
18. أخطاء التخمين لكميات جدول الكميات مما يسبب أعمال إضافية ضمن و أكثر من 20%	مطالبات بسبب التغيرات	خ
19. التغيرات في التصميم		
20. التغير في مواصفات ونوعية المواد المستعملة والمثبتة في وثائق العقد		
21. الفقرات المستحدثة الجديدة الضرورية		
22. الفقرات المستحدثة بسبب رغبة صاحب العمل في إجراء التحويرات في الأعمال		
23. تنفيذ أوامر المهندس في إجراء فحوصات إضافية لا يتضمنها العقد ولا تقع مسؤولية إجرائها على المقاول		
24. الاختلاف حول المدد والمبالغ الممنوحة	مطالبات بسبب الاختلافات بين صاحب العمل والمقاول	ذ

جدول (7-1) المقاييس والمعايير الرقمية المقابلة لها المستخدمة في أسئلة المحور الثاني

المقياس اللفظي	كلا	أحياناً	غالباً	دائماً
المقياس الرقمي	1	2	3	4

جدول (8-1) توزيع عينة البحث المعتمدة في تحليل الاستبيان

ت	اسم الوزارة	عدد الاستثمارات الموزعة	عدد الاستثمارات المستلمة
1	وزارة التعليم العالي والبحث العلمي	9	8
2	وزارة الأعمار والإسكان	11	9
4	وزارة الصحة	8	6
5	الوقف الشيعي	8	7
6	وزارة التربية	8	6
	المجموع	44	36

جدول (9-1) المعايير والمقاييس لتقييم الاحتمالية والتأثير للمخاطر المسببة للمطالبات في المشاريع الإنشائية (المعهد الأمريكي للمقاييس القومية, 2004), (Albert, 2006)

ت	المقياس	مقياس المقياس للاحتتمالية	مقياس المقياس للتأثير
1	منخفض جدا	0.1	0.05
2	منخفض	0.3	0.1
3	متوسط	0.5	0.2
4	عالي	0.7	0.4
5	عالي جدا	0.9	0.8

جدول (10-1) يوضح مقاييس ومعايير إجراءات تجنب أو تقليل المخاطر المسببة للمطالبات في المشاريع الإنشائية

ت	المقياس للإجراء	المقياس لمقياس الإجراء
1	غير فعال	1
2	فعال بعض الشيء	2
3	فعال	3
4	فعال جدا	4

جدول (11-1) الأهمية النسبية لإجراءات التجنب والتقليل لكل خطر من المخاطر المسببة لمطالبات في المشاريع الإنشائية

ت	المخاطر المسببة للمطالبات	نوع الإجراء	الأهمية النسبية %
1	نقص بالمخططات والمواصفات	1. التعاقد مع مكاتب استشارية متخصصة ودقيقة وذات خبرة طويلة وذلك من خلال القيام بدراسة مفصلة لأهلية تلك المكاتب لتحديد ملائمتهم وقدراتهم على تقديم الأداء المناسب 2. تشكيل لجان متخصصة لمراجعة وتدقيق مستندات المقولة 3. إن تكون الجهة المصممة هي نفسها المشرفة على تنفيذ المشروع وذلك بالاستعانة بعقود التصميم - البناء 4. وجود الإدارة الجيدة للعقد	27.40 25.06 24.20 23.34
2	وجود تعارض بين مستندات المقولة	1. التعاقد مع مكاتب استشارية متخصصة ودقيقة وذات خبرة طويلة وذلك من خلال القيام بدراسة مفصلة لأهلية تلك المكاتب لتحديد ملائمتهم وقدراتهم على تقديم الأداء المناسب 2. تشكيل لجان متخصصة لمراجعة وتدقيق مستندات المقولة 3. دراسة مستندات المقولة وتدقيقها من قبل صاحب العمل والمقاول 4. وجود الإدارة الجيدة للعقد	25.92 26.58 23.75 23.75
3	الاختلاف حول تفسير مستندات المقولة	1. التعاقد مع مكاتب استشارية متخصصة ودقيقة وذات خبرة طويلة وذلك من خلال القيام بدراسة مفصلة لأهلية تلك المكاتب لتحديد ملائمتهم وقدراتهم على تقديم الأداء المناسب 2. تشكيل لجان متخصصة لمراجعة وتدقيق مستندات المقولة 3. دراسة مستندات المقولة وتدقيقها من قبل صاحب العمل والمقاول 4. وجود الإدارة الجيدة للعقد	24.90 25.98 23.80 25.32
4	حدوث ظروف استثنائية أو عوائق اصطناعية	1. تضمين العقد إجراءات استباقية هدفها ترحيل بعض المخاطر المسببة للمطالبات إلى المقاول 2. الطلب من المقاولين التأمين على إصابات العمل والمخاطر المستثناة والظروف الغير متوقعة مقابل تعديل المقاولين لعروضهم 3. القيام باختبارات إضافية للتربة في مواضع مختارة من موقع المشروع من أجل تشكيل تصور أشمل وأعمق لحالة التربة قبل الترسية 4. قيام صاحب العمل بإعطاء المقاول المعلومات الكافية والدقيقة عن أحوال الموقع وإلزامه بتحري الموقع للتعرف على جميع ظروف الموقع ليتمكن من إضافتها إلى عطاؤه وبذلك يسقط حقه في المطالبة إلا في حالة كون الظروف التي تقع مستقبلا لا يمكن لمقاول ذي خبرة توقعها	23.27 25.65 26.08 25.00



46.22	1. تضمين العقد إجراءات استباقية هدفها ترحيل بعض المخاطر المسببة للمطالبات إلى المقاول	5	حدوث المخاطر المستثناة
53.84	2. الطلب من المقاولين التأمين على إصابات العمل والمخاطر المستثناة والظروف الغير متوقعة مقابل تعديل المقاولين لعروضهم		
100	تضمن العقد للأحوال الجوية القاسية لبعض المناطق الواقع فيها المشروع لكي يضع المقاول في الحسبان ذلك عند تقديم عطاؤه	6	تأخر بسبب ظروف مناخية صعبة
100	وضع برنامج زمني لإجراء الفحوصات والتعاقد مع مختبرات مؤهلة وذات سمعة جيدة وسرعة في العمل وتبني آلية المختبرات الحقلية للمشاريع الكبيرة	7	تأخر الفحوصات المختبرية
100	وضع خطة للطوارئ	8	مشاكل عشوائية
100	وضع خطة جيدة لإدارة الموارد لتحديد الاحتياجات لنوع المواد والمعدات المطلوبة من قبل صاحب العمل والتوقيت الواجب توافرها في الموقع والكمية المطلوبة	9	تأخر صاحب العمل في توفير المواد التي تقع مسؤولية توفيرها عليه بموجب العقد
100	الإسراع في إصدار القرارات والموافقات من قبل صاحب العمل	10	تأخر صاحب العمل في إصدار القرارات والموافقات بضمنها تأخر مهندس صاحب العمل في إجراء الفحوصات اللازمة والمصادقة على الخرائط والنماذج التي يقدمها المقاول
100	التخطيط المسبق لتسليم الموقع الى المقاول	11	تأخر صاحب العمل في تسليم الموقع
100	وضع خطة جيدة لإدارة الموارد لتحديد الاحتياجات لنوع المواد والمعدات المطلوبة من قبل صاحب العمل والتوقيت الواجب توافرها في الموقع والكمية المطلوبة	12	تأخر صاحب العمل في توفير الآليات والمعدات بسبب تعطل الآليات التي تقع مسؤولية توفيرها عليه بموجب العقد بسبب تعطل الآليات أو نقلها إلى مشروع آخر
100	يجب إن تكون الوثائق المتعلقة بالخرائط التصميمية والمواصفات وجداول الكميات وافية وواضحة ومدروسة بشكل كامل وان لا تتم المباشرة بالعمل إلا بعد التأكد من إن جميع المخططات والمواصفات وجداول الكميات قد سلمت للمقاول	13	تأخر صاحب العمل في تجهيزه المخططات والخرائط والمعلومات اللازمة وتفصيل العمل المطلوبة لاستمراره
100	التنسيق بين أعمال المقاولين الذين يستخدمهم صاحب العمل ومنع تعارض الأعمال من خلال تنظيم البرامج الزمنية	14	التعارض مع أعمال مقاولين آخرين يستخدمهم صاحب العمل
100	وضع خطة للطوارئ	15	حدوث توقف وقتي لأسباب تعود إلى صاحب العمل أو لأي جهة مخولة قانوناً
100	إعداد إدارة مالية جيدة للمشروع لمراقبة احتياجات المشروع من السيولة المالية على طول مدة المشروع ويشمل حجم وتوقيت هذه الاحتياجات والتنبؤ المستقبلي لها	16	تأخر صرف مستحقات المقاول
100	توفير مبالغ احتياط كافية لكل مشروع لتغطية النفقات الناتجة من تغير الأسعار وارتفاعها	17	زيادة أسعار الوقود وأسعار المواد الإنشائية والضرائب والرسوم
100	الإسراع في استلام الأعمال المنجزة وإطلاق خطاب الضمان والتأمينات في حالة عدم وجود مبرر يمنع حصول ذلك	18	قيام صاحب العمل بحبس خطاب الضمان أو التأمينات
34.69	1. يجب إن تكون الوثائق المتعلقة بالخرائط التصميمية والمواصفات وجداول الكميات وافية وواضحة ومدروسة بشكل كامل وان لا تتم المباشرة بالعمل إلا بعد التأكد من إن جميع المخططات والمواصفات وجداول الكميات قد سلمت للمقاول	19	أخطاء التخمين لكميات جدول الكميات مما يسبب أعمال إضافية ضمن وأكثر من 20%
34.96	2. التعاقد مع مكاتب استشارية متخصصة ودقيقة وذات خبرة طويلة وذلك من خلال القيام بدراسة مفصلة لاهلية تلك المكاتب لتحديد ملائمتهم وقدرتهم على تقديم الأداء المناسب		
30.35	3. تشكيل لجان متخصصة لمراجعة وتدقيق جداول الكميات		
15.03	1. إجراء محاكاة للمشروع للتأكد من سلامة وملائمة التصميم للمشروع وكشف المشكلات التي يعانيها التصميم ليصار إلى تعديلها قبل ترسية العقد	20	التغيرات في التصميم



14.92	2. الدراسة المتأنية من طرف صاحب العمل والاستشاري المصمم لكل مرحلة من مراحل التصميم لاستيفاء معظم رغبات ومتطلبات صاحب العمل		
14.68	3. التعاقد مع مكاتب استشارية متخصصة ودقيقة وذات خبرة طويلة وذلك من خلال القيام بدراسة مفصلة لأهلية تلك المكاتب لتحديد ملائمتهم وقدراتهم على تقديم الأداء المناسب		
14.32	4. إن تكون الجهة المصممة هي نفسها المشرفة على تنفيذ المشروع وذلك بالاستعانة بعقود التصميم - البناء		
14.44	5. إجراء مراجعة استشارية لاستعراض مراحل تطور التصميم		
14.80	6. عقد اجتماعات دورية والتواصل بشفافية مع فريق التصميم		
11.81	7. الاتفاق بين المقاول وصاحب العمل على مبلغ معين مقابل تحمل كافة المطالبات التي تنتج بسبب مخاطر التغيرات في التصميم		
47.57	1. الابتعاد عن استخدام مواد ومعدات لم يتم استخدامها من قبل بالإضافة إلى التأكد من مطابقتها للمواصفات القياسية ووجودها في الأسواق	21	التغير في مواصفات ونوعية المواد المستعملة والمثبتة في وثائق العقد
52.50	2. الابتعاد عن اخذ المواصفات من مشاريع سابقة وأخذها من المواصفات القياسية المرجعية (الأصل) مع ضرورة متابعة ما يحصل من تحديثات لهذه المواصفات		
51.58	3. عدم السماح لصاحب العمل بإجراء تغييرات أو أن تكون تلك التغييرات محدودة وعند الضرورة		
48.35	4. وضع خطة للطوارئ		
30.041	1. تطبيق عقد يتضمن سعر إجمالي ثابت	22	الفقرات المستحدثة الجديدة الضرورية
36.130	2. عدم السماح لصاحب العمل بإجراء تغييرات أو أن تكون تلك التغييرات محدودة وعند الضرورة		
33.829	3. وضع خطة للطوارئ		
38.62	1. الدراسة المتأنية من طرف صاحب العمل والاستشاري المصمم لكل مرحلة من مراحل التصميم لاستيفاء معظم رغبات ومتطلبات صاحب العمل	23	الفقرات المستحدثة بسبب رغبة صاحب العمل في إجراء التحويلات في الأعمال
30.50	2. عدم السماح لصاحب العمل بإجراء تغييرات أو أن تكون تلك التغييرات محدودة وعند الضرورة		
30.83	3. وضع خطة للطوارئ		
100	تضمن العقد فقرة خاصة بالفحوصات الإضافية	24	تنفيذ أوامر المهندس في إجراء فحوصات إضافية لا يتضمنها العقد ولا تقع مسؤولية إجرائها على المقاول
100	وضع خطة للطوارئ	25	فسخ العقد وإنهاؤه من قبل صاحب العمل لأسباب خاصة
100	تشكيل لجان مشتركة بين صاحب العمل والمقاول للاتفاق على الاختلافات بسبب المقايسة والاستقطاعات والمدد والمبالغ الممنوحة وتسوية الحساب بعد سحب العمل	26	الاختلافات حول تسوية حساب المقاول بعد سحب العمل
100	تشكيل لجان مشتركة بين صاحب العمل والمقاول للاتفاق على الاختلافات بسبب المقايسة والاستقطاعات والمدد والمبالغ الممنوحة وتسوية الحساب بعد سحب العمل	27	الاختلاف حول المدد والمبالغ الممنوحة
100	تشكيل لجان مشتركة بين صاحب العمل والمقاول للاتفاق على الاختلافات بسبب المقايسة والاستقطاعات والمدد والمبالغ الممنوحة وتسوية الحساب بعد سحب العمل	28	الاختلاف حول الاستقطاعات
53.76	1. الالتزام بالبرامج الزمنية المتفق عليها بين صاحب العمل والمقاول	29	تسريع العمل
46.24	2. تضمين العقد الحق للمالك في إصدار تعليمات بتسريع العمل		



مقياس الخطر لمخاطرة معينة					
الاحتمال	P * I = درجة الخطر (معامل الخطر)				
0.9	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72
0.7	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56
0.5	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40
0.3	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24
0.1	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08
	0.05	0.10	0.20	0.40	0.80
	الأثر على أحد الأهداف (مثل الكلفة، زمن الإنجاز)				

شكل (1) مصفوفة معامل الخطر (Project Management Institute , 2000) , (المعهد الأمريكي للمقاييس القومية, 2004)

Assessing the Effect of Using Porcelanite on Compressive Strength of Roller Compacted Concrete

Abeer Abdulqader Salih

Assistant Professor

College of Engineering, University of Baghdad
email:drabeersalih@yahoo.com

Ziyad Majeed Abed

Senior Civil Engineer

Engineering of Building and Construction, University of Technology
email:zma1978@gmail.com

ABSTRACT

Roller-Compacted Concrete (RCC) is a zero-slump concrete, with no forms, no reinforcing steel, no finishing and is wet enough to support compaction by vibratory rollers. Because the effectiveness of curing on properties and durability, the primary scope of this research is to study the effect of various curing methods (air curing, emulsified asphalt (flap coat) curing, 7 days water curing and permanent water curing) and different porcelanite (local material used as an Internal Curing agent) replacement percentages (volumetric replacement) of fine aggregate on some properties of RCC and to explore the possibility of introducing more practical RCC for road pavement with minimum requirement of curing. Cubes specimens were sawed from the slabs of (38*38*10) cm for determination of compressive strength. The results show that using (5) % porcelanite improved the compressive strength of RCC (with air curing) as compared with reference RCC (with permanent curing) by percentage ranging from (-2.9 to 6)%.

Key words: porcelanite, compressive strength, internal curing, roller compacted concrete, curing methods, volumetric replacement.

تقييم تأثير اضافة مادة البورسيلنايت على مقاومة الانضغاط للخرسانة المرصوصة بالحدل.

زياد مجيد عبيد

مهندس أقدم

هندسة البناء والانشاءات - الجامعة التكنولوجية

عبير عبد القادر صالح

أستاذ مساعد

كلية الهندسة - جامعة بغداد

الخلاصة

الخرسانة المرصوصة بالحدل هي الخرسانة العديمة الهطول والتي لا يتم فيها استعمال القوالب أو حديد التسليح ولا تحتاج الى عمل الانهاءات، ويجب ان تكون ذات رطوبة كافية لتحمل الحدل بواسطة الحادلة الهزازة بسبب تأثير الانضاج على خصائص وديمومة لذا فإن الهدف الرئيسي من هذا البحث هو دراسة تأثير طرق الانضاج المختلفة (الانضاج بالهواء، الانضاج بالمستحلب الاسفلتي (الفلنكوت)، الانضاج 7 ايام بالماء، الانضاج الدائم بالماء) وباستخدام البورسيلنايت (مادة محلية تستعمل كعامل أنضاج داخلي) وبنسب استبدال مختلفة (استبدال حتمي من الركام الناعم) على بعض خواص الخرسانة المرصوصة بالحدل واستكشاف مدى امكانية انتاج هذه الخرسانة لرصف الطرق لتكون اكثر عملية وباستعمال الحد الأدنى من متطلبات عملية الانضاج يتم نشر الواح خرسانة بأبعاد (38*38*10) سم لتشكيل مكعبات لفحص مقاومة الانضغاط. تظهر النتائج ان استعمال (5%) بورسيلنايت يقوم بتحسين مقاومة الانضغاط للخرسانة المرصوصة بالحدل (باستعمال الانضاج بالهواء) مقارنة مع الخرسانة المرصوصة بالحدل المرجعية (باستعمال الانضاج الدائم) بنسبة تتراوح بين (6 - 2.9) %.

الكلمات الرئيسية: البورسيلنايت، مقاومة الانضغاط، الانضاج الداخلي، الخرسانة المرصوصة بالحدل، طرق أنضاج، استبدال حتمي.

1. INTRODUCTION

The American Concrete Institute (ACI) committee(s) 116R, 2010, and 211.3R, 2009, define Roller Compacted Concrete (RCC) as “concrete compacted by roller compaction; concrete that, in its unhardened state, will support a roller while being compacted”. RCC is a zero-slump material that has to be compacted by roller to achieve the required density. It differs from conventional hydraulically-bound materials in that it can be exposed directly to traffic, **European Ready Mixed Concrete Organization (ERMCO), 2012.**

RCC is a lean no-slump, with minimal shrinkage, almost dry concrete that is compacted in place by vibratory roller. It is a mixture of aggregates, cement and water. Supplementary cementing materials such as fly ash can also be used. Cement contents range from 60 to 360 kg per cubic meter. Mixing is done with conventional batch mixers, continuous mixers, or in some instances tilting-drum truck mixers, **Kosmatka, et al., 2002.**

Keifer, 1986 refers to the RCC having no dowels or reinforcements, no finishing, and is cast using both vibratory and roller compaction. The application of this concrete is mainly in the construction of dams, rapid placement of single layer paving for highways and runways and also for multi-layer placement of foundation.

A form of RCC paving was reported in Sweden as early as the 1930s, **Anderson, 1986.** In **ACI 325.10R, 2001**, the first RCC pavement in North America was identified by the Seattle Office of **U.S. Army Corps of Engineers (USACE)** constructed around 1942.

The design of RCC uses three common ideas in roads construction; using rigid pavement concrete, using pavers and rollers (asphalt) and using proctor and density test (soil), as shown in **Fig. 1.**

2. MATERIALS CHARACTERISTICS

2.1 Cement

Sulphate Resisting Portland Cement (SRPC) (Type V) under commercial name of (Al-jeser) was used for RCC mixes throughout work. The physical properties, chemical analysis of the cement used and the compounds of cement calculated according to Bogue's equations, **ASTM C 150, 2005**, are given in **Tables 1** and **2.** The results conform to, **Iraqi specifications (IQS) (No.5:1984).**

2.2 Coarse Aggregate

Aggregate predominately retained on the No.4 (4.75mm) sieve, in this work crushed coarse aggregate with a nominal size of (19 mm) was used and it was obtained from Al-Nibaa region. The gravel was sieved through sieve size of (25 mm) and washed with water, air dried, separated into different sizes, and stored in containers. Some properties of coarse aggregate are illustrated in **Table 3** according to **(IQS, No.45:1980).** The design overall gradation of aggregate is selected by using, **ACI 211.3R, 2009, ACI 325.10R, 2001,** and **State Commission of Roads and Bridges (SCR) , 2003,** (type II binder course) dense gradation which is usually used for asphalt concrete pavement in Iraq and using the centerline of them. **Table 4** and **Fig. 2** illustrate the combined gradation used throughout the investigation.

2.3 Fine Aggregate

Al-ekhaider natural sand of 4.75 mm maximum size was used as fine aggregate in RCC mixes. The fine aggregate was sieved through sieve size (9.5 mm) to separate the aggregate particles of diameter greater than (9.5mm). The fine aggregate was then cleaned with water on sieve size 0.075mm (No.200 BS.) and after that it was air dried and separated into different sizes to be ready for use. Some properties of natural fine aggregate are illustrated in **Table 3** according to (IQS, No.45:1980). The grading of fine aggregates is shown in **Table 4**.

2.4 Porcelanite Aggregate

Porcelanite stone was used in this research in all mixes (except for reference mix). It was brought from Al-Rutba town in Al-Anbar Governorate and tested by IGSB. It has a white color and is characterized by high permeability and low density. The large lumps were firstly crushed into smaller size manually with a hammer in order to use it as a partial replacement of fine aggregate with maximum size 4.75 mm, by screening on electrical sieve shaker. The replacement was (5, 8, 12, 16 and 20) % as a volumetric partial replacement percentages of the same sieve analysis and grading curve of fine aggregate. The required quantity of the porcelanite aggregate was washed with water in order to remove dust associated with crushing process of porcelanite stone. The porcelanite aggregate was soaked in water in the laboratory temperature for a suitable time period to bring the aggregate particles to saturation, which is recommended by, **ACI 211.2, 2004**. **Tables 5 and 6** show some physical and chemical analysis of fine porcelanite aggregate respectively.

2.5 Water

The water used in RCC mixes was potable water for both casting and curing of specimens.

3. PREPARATION OF RCC SLAB SAMPLES

3.1 Roller Compactor and Mold

The slab specimens used in this research were cast in steel mold having internal dimensions (380×380 mm) and depth of (100 mm). This mould consists of a steel plate base of (650×600×10 mm) surrounded by four steel angles with sections of (100×100×10 mm) and weight of (51 kg), as shown in **Fig. 3**.

The roller compactor apparatus, manufactured in a local workshop, is designed to simulate steel roller which is usually used in the field for compaction. It consists of steel skeleton as shown in **Fig. 4** and a solid cylinder (150 mm) in diameter, (330 mm) in length and (15 kg) in weight. The total weight of this apparatus is (36 kg). It is supplied with a container to carry the additional steel weights up to design load.

3.2 Mix Design and Proportions of RCC

RCC specimens are designed by modified proctor test according to, **ASTM D1557, 2002** (method C). This proportioning method involves establishing a relationship between the dry density and moisture content of the mix by compacting the mix in cylinder steel mould of (152.4mm) diameter and (116.4mm) height. A moisture-density test is used to determine the optimum moisture content which gives maximum dry density of RCC mixtures for each mix. The optimum moisture

content is defined as the amount of water present in the mixture design that allows for maximum compaction.

In addition to reference RCC mixture, different percentages of saturated porcelanite content are used (5, 8, 12, 16, and 20) % by volumetric replacement of oven dried fine aggregate and different percentages of moisture content are used to determine the dry density-moisture content relationships and (14%) of cement content by weight of air dry aggregate, according to, **Shamil, 2011** results.

After determination the proportions of the mixes, the specimens are prepared. The total weight of aggregate which filled the above mould is approximately (3.5kg), for safety it is taken equal to be (4.5kg); this weight is separated by 7 sieves which are used in this work according to the retained percentage of these sieves multiplying the total weight of aggregate (4.5kg) by the retained percentage of each sieve.

The mixture is placed into the cylinder in five layers and each layer is compacted with (56) blows of a modified Proctor hammer of (4.5 kg) falling from (450 mm) height. When compaction is finished, the extension collar is removed and the surface of concrete is leveled with the mould, first weighting the mould with concrete, second the wet weighting of mixture is determined.

The above procedure is repeated with other percentages of moisture content. The specimen is withdrawn from mould by using loading jack and the wet specimen of mixture in the mould is weighted, the wet density can be calculated by using Eq. (1) as shown below:

$$\gamma_{wet} = W_m / V \quad (1)$$

The dry density can be found from Eq. (2):

$$\gamma_d = \gamma_{wet} / (1 + \omega) \quad (2)$$

After that, the relationship between dry density and moisture contents is plotted to find the optimum moisture content then the maximum dry density is calculated for every percentage of porcelanite as shown in **Fig. 5**. A total of 24 cylinder specimens were prepared for this research.

3.3 Casting of RCC Slab Specimens

3.3.1 Mixing

The same materials, gradation of aggregate and mix proportions which used in hammer compacted method; was used in casting RCC slabs. The retained percentage of aggregate on each sieve stayed the same, but the total aggregate content in this method was calculated to conform to the new volume of slab according to, **ACI 211.3R, 2009**. After mixing, the concrete was poured into the steel mould to construct slab specimen which was prepared for compaction.

3.3.2 Compaction

The mixture was placed in the slab mould and subjected to initial compaction on a vibrating table for 3 cycles of 30 seconds time interval. Such procedure is in agreement with that of, **Shamil, 2011**. The influence of this compaction is to create some initial compactive effort to the freshly laid surface, which is usually the case when using paving machine.

After initial compacting, the concrete mix is compacted using the roller apparatus. The mould was fixed in front of the roller compactor and subjected to three stages of rolling based on the work done by, **Sarsam, 2002**, to each stage 15 passes were applied. This number of passes is suitable to achieve the good rolling with little effort, and the rolling action is taken in x-x direction, then the same sequence has been repeated in the y- y direction to insure the compaction of the slab sides as shown in **Fig. 6**. This process is used in three stages on slab specimen to obtain the designed dry density.

First stage: A total load of (1.1 kg/cm width) (using roller compactor weight) is implemented with 15 passes of the roller in each direction. The concrete is settled in a level position and completely fills the slab mould. This can represent the initial compaction in the field.

Second stage: The total load is increased to (3.2 kg/cm width) (using 69kg standard loads + roller compactor weight) with 15 passes in each direction. This may simulate the intermediate field compaction.

Third stage: The total load is increased to (5.3 kg/cm width) (by using 138kg standard loads + roller compactor weight) with 15 passes of the roller in each direction. At this stage, the slab surface is smooth and level. This represents the finishing compaction in the field.

3.3.3 Curing

After compaction, the slab specimens are leveled by hand trawling, and covered with polyethylene sheet and sealed with tape in the laboratory for about (24) hrs at laboratory temperature to prevent evaporation of moisture from the fresh concrete. After that, the specimens were cured with different curing methods according to, **Abed, 2014**, as followed:

- Water curing is for 1 day and then put in air until test.
- Water curing is for 7 days and then put in air until test.
- Water curing is for 1 day and after that the specimens are painted with flange coat and then put in air until test.
- Permanent (continuous) water curing.

3.3.4 Obtaining sawed cubes

According to, **ASTM C42, 2004**, wet concrete diamond sawing process is used to cut the slabs to obtain cubes of (100 × 100 × 100 mm).

4. DETERMINATION THE COMPRESSIVE STRENGTH TEST OF RCC SLAB

Compressive strength test was measured on 100 mm cube for the determination of average compressive strength according to, **B.S. 1881: part 116, 1983** using a compression testing machine with a capacity of (2000 KN).

Specimens were kept under curing method conditions until testing. The loading rate used in the test was 0.3 N/mm² per second. The test was conducted at ages of 7, 28, 56 and 90 days. The compressive strength was determined by using Eq. 3 and the results are expressed to the nearest (0.5N/mm²).

$$F_c = \frac{P}{A} \quad (3)$$

5. DISCUSSIONS OF COMPRESSIVE STRENGTH TEST RESULTS

Fig. 7 shows the relationship between the compressive strength and age of the RCC specimens for different porcelanite percentages cured in different methods (air curing, flake coat curing, 7 days water curing and permanent curing).

Concrete specimens using porcelanite exhibit an additional increase in compressive strength due to internal curing (IC) with increasing of curing age. This complies with studies carried out by, **Lam, 2005, Bentz, 2007, and, Sato, et al., 2011.**

In general, the results show that concrete mixes internally cured with saturated porcelanite aggregate give compressive strength obviously lower than that of reference concrete, independent of the exposure conditions, except concrete internally cured with (5%) porcelanite aggregate as partial fine aggregate replacement. It shows higher compressive strength than reference concrete, in all methods of curing and at 7, 28, 56 and 90 day age, by (15.2-30.8) (7.9- 22.2) (2-17.9) % and (2-9.8) % at air curing, flake coat curing, 7 days curing and permanent curing respectively.

The highest percentage of increasing in compressive strength value at 5% porcelanite percentage for all ages and different curing methods compared to reference mix is 30.8 % in air curing method and at age 28 days. Otherwise, the highest percentage of decreasing in compressive strength value at 20% porcelanite percentages is 46.2 % in permanent curing method at 56 days age.

In spite of the fact that the porcelanite aggregate is much weaker than the NWA (fine aggregate), the increase in compressive strength may be due to enhanced cement hydration because of using of saturated porcelanite which works as an IC agent, and this improves of the Interfacial Transition Zone (ITZ) and reduces shrinkage induced in micro cracking according to, **Lura, 2003, Lura, et al., 2005 and, Piehl, and Monning, 2006,** who reported that, the compressive strength increases due to existing IC water and this is caused by different influences:

- Increase in the degree of hydration and then increase in the hydration products which fill internal voids of concrete.
- Decrease in the porosity of concrete.
- Reduction of stresses and micro cracks due to shrinkage.

6. CONCLUSION

Depending on the results of the experimental work which has been done to investigate the effect of using porcelanite on RCC, the following conclusions can be drawn from analysis of these results:

1. Porcelanite aggregate (light weight locally available cheap material) could be used as a partial replacement material of fine aggregate as an IC agent.
2. Best percentage of porcelanite used is 5% as a percentage replacement of fine aggregate volume. This percentage gave improvement in tested properties of RCC.
3. Four methods of curing (air, permanent, flake coat and 7 day water curing) were used in this study. Permanent water curing has great effect on compressive strength, flexural strength (modulus of rupture), bulk density, porosity, absorption and UPV of RCC specimens than other curing methods for the same RCC mixture.
4. Compressive strength of RCC is improved by IC with 5% porcelanite replacement and has the highest value compared to the other mixes and ranges between (25.5-45 MPa), for reference RCC ranges between (23-41 MPa) and for others (14.5-38 MPa). These results are for RCC using all methods of curing and for all ages.



5. The results of compressive strength, flexural strength and density show that the values of 5% porcelinite percentage replacement RCC and using air or flake coat curing (depending on exposure conditions) were equal or greater than of the reference RCC. This result could be very beneficial in practical work in road application fields. It reduces the time of work, the total cost of project and improves the properties of RCC.

REFERENCES

- Abed, Z.M., 2014, *Assessing the Effect of Using Porcelanite on Properties of Roller Compacted Concrete*, MSc. thesis, Department of Civil Engineering, University of Baghdad.
- ACI Committee 116R, 2010, *Cement and Concrete Terminology*, ACI Manual of Concrete Practice.
- ACI Committee 211-3R, 2009, *Guide for Selecting Proportions for No-Slump Concrete*, ACI Manual of Concrete Practice.
- ACI Committee 211-2, 2004, *Standard Practice for Selecting Proportions for Structural Lightweight Concrete*, ACI Manual of Concrete Practice.
- ACI Committee 325-10R, 2001, *State-of-the-Art Report on Roller-Compacted Concrete Pavements*, ACI Manual of Concrete Practice.
- Anderson, R., 1986, *Roller-Compacted Concrete Pavements Physical Properties*, CBI Report No. Ra 3:86, Swedish Cement and Concrete Research Institute, Stockholm, Sweden.
- ASTM C 42, 2004, *Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete*, Annual Book of ASTM Standards, Vol. 04.02, , PA., United States.
- ASTM C 150, 2005, *Standard Specification for Portland Cement*, Annual Book of ASTM Standards, Vol. 04.01, PA., United States.
- ASTM D1557, 2002, *Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort*, Annual Book of ASTM Standards, Vol. 04.08, PA., United States.
- Bentz, D.P., 2007, *Internal Curing of High-Performance Blended Cement Mortars*, ACI Materials Journal, Vol. 104, No. 4, pp. 408-414.
- British Standards, BS 1881 Part 116, 1983, *Method For Determination of Compressive Strength of Concrete Cubes*.
- European Ready Mixed Concrete Organization (ERMCO), 2012, *Guide to Roller Compacted Concrete for Pavements*, Draft 3.
- Iraqi Specifications, No.5, 1984, *The Portland Cement*.



- Iraqi Specifications, No.45, 1980, *Aggregates from Natural Sources for Concrete and Building Construction*.
- Keifer, O.JR. , 1986, *Paving with Roller Compacted Concrete*, State of the Art, U.S., Army Corps of Engineers, North Pacific Division Portland, Oregon.
- Kosmatka, S.H., Kerkhoff, B., and Panarese, W. C., 2002, *Design and Control of Concrete Mixtures*, 14th Edition, pp.326.
- Lam, H., *Effect of Internal Curing Methods on Restrained Shrinkage and Permeability*, PhD thesis, University of Toronto, 2005.
- Lura, P., 2003, *Autogenous Deformation and Internal Curing of Concrete*, PhD. Thesis, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands.
- Lura, P., 2005, Bentz, D. & Roberts, J., *Mixture Proportioning For Internal Curing*, Concrete International, pp. 35-40.
- Piehl, C. & Monnig, S., 2006, *A Model for the Prediction of the Material Attributes of Hybrid High Strength Concrete*, Otto-Graf-Journal, Vol. 17, pp. 57-72.
- Sarsam, S.I., 2002, *Evaluation of Roller Compacted Concrete Pavement Properties*, Engineering and Development Scientific Journal of Al-Mustansiria University, Vol. 6, No.1.
- Sato, R., Shigematsu, A., Nukushina, T., and Kimura, M., 2011, *Improvement of Properties of Portland Blast Furnace Cement-type B Concrete by Internal Curing Using Ceramic Roof Material Waste*, ASCE Journal of Materials in Civil Engineering, Vol. 23, No. 6.
- SCRB, 2003, *Standard Specification for Roads And Bridges*, Ministry of Housing and construction, state commission of roads and bridges, Iraq.
- Shamil, A., 2011, *Laboratory investigation on Roller Compacted technique in Concrete Construction*, M.Sc., Thesis, Department of Civil Engineering, University of Baghdad.

NOMENCLATURE

A = area exposed to load, mm².

F_c = compressive strength, MPa.

P = maximum applied load indicated by the testing machine, N.

V = the volume of the cylinder mould, cm³.

W_m = the wet weighting of mixture, gm.

γ_d = the dry density, gm/cm³.

γ_{wet} = the wet density, gm/cm³.

ω = the moisture content, %.

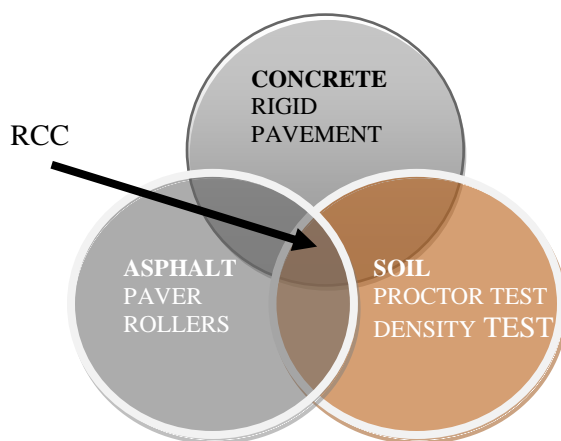


Figure 1. Multiple personalities, *Adaska and Tull (PCA) (2011)*.

Table 1. Physical properties of SRPC.

Properties Physical	Test Result	<i>IQS (No.5:1984) limits</i>
Specific surface area, Blaine method, m ² /kg *	324	≥ 250
Setting time , Vicat's Method		
Initial setting , hr : min	1:30	≥ 45 minutes
Final setting , hr : min	3:40	≤ 10 hours
Compressive strength MPa		
3-days	18.5	≥15
7-days	23.2	≥23

* Performed by the *Iraqi Geological Survey Board (IGSB)*.

Table 2. Chemical composition and main compounds of SRPC *.

Oxide Composition	% by weight	<i>IQS (No.5:1984) limits</i>
SiO ₂	21.58	----
CaO	62.2	----
MgO	2.75	≤ 5.0
Fe ₂ O ₃	4.76	----
Al ₂ O ₃	3.94	----
SO ₃	2.23	≤ 2.5
Loss on ignition	2.5	≤ 4.0
Insoluble residue	0.71	≤ 1.5
Lime saturation factor	0.88	0.66-1.02
Main compounds (Bogue's equations) **		
C ₃ S	49.57	----
C ₂ S	24.47	----
C ₃ A	2.38	≤ 3.5
C ₄ AF	14.48	----

* Performed by *IGSB*.

** According to, *ASTM C 150, 2005*.

Table 3. Properties of coarse and fine aggregate*.

Type of Aggregate	Bulk Specific Gravity	Absorption	So ₃ %
coarse aggregate	2.56	0.6	0.06
fine aggregate	2.76	1.2	0.3

* Performed in Laboratory of Building Materials-University of Baghdad.

Table 4. Grain size distributed used for RCC.

Sieve Size (mm)	Finer by weight %	Grading <i>SCRB 2003</i>	Grading <i>ACI 325.10R & ACI 211.3R</i>
25.4	100	100	100
19.2	94	90-100	82-100
12.5	80	70-90	72-93
9.5	71	56-80	66-85
4.75	56	35-65	51-69
2.36	40	23-49	38-56
0.3	12	5-19	11-27
0.075	3	3-9	2-8

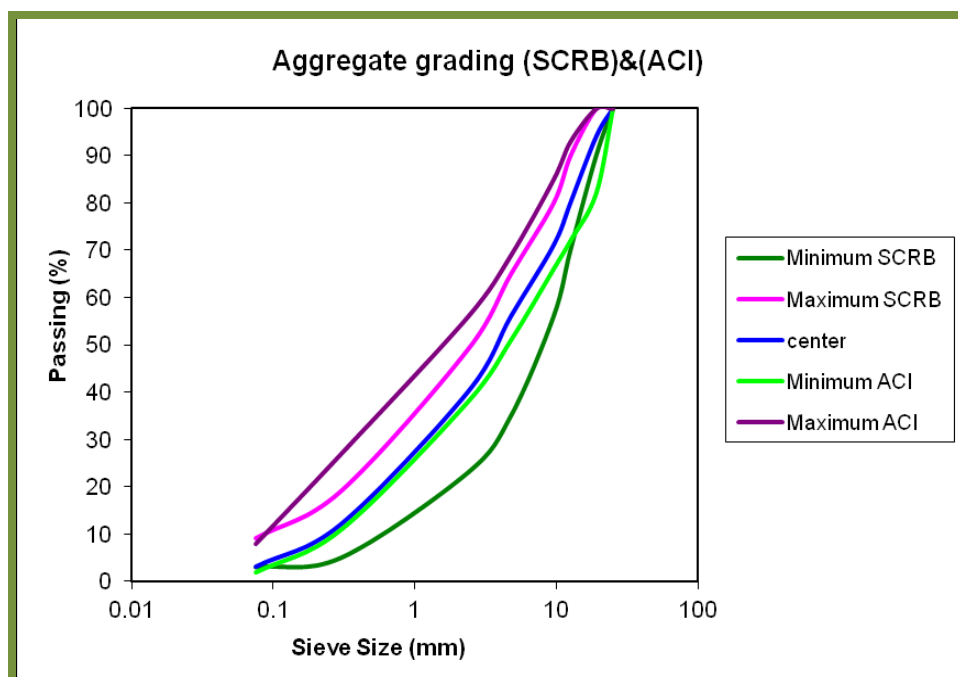

Figure 2. Grading of aggregate according to *SCRB (2003)*, *ACI 325.10R (2001)* and *ACI 211.3R (2009)*.

Table 5. Some physical properties for porcelanite aggregate *

Property	Test Result
Specific gravity	1.68
Absorption, %	42
Dry rodded unit weight ,kg/m ³	860**

* Physical properties testing were performed by *IGSB*.

** Within the limits of *ASTM C330 (2005)* (1120 kg/m³ max.) for fine aggregate.

Table 6. Chemical properties for porcelanite aggregate *.

Oxide Composition	% by weight
SiO ₂	70.03
CaO	8.2
MgO	2.75
Fe ₂ O ₃	0.98
Al ₂ O ₃	3.33
SO ₃	0.1
Loss on ignition	9.5

* Chemical properties testing were performed by *IGSB*.



Figure 3. Mould of slab specimen.



Figure 4. Roller compactor apparatus.

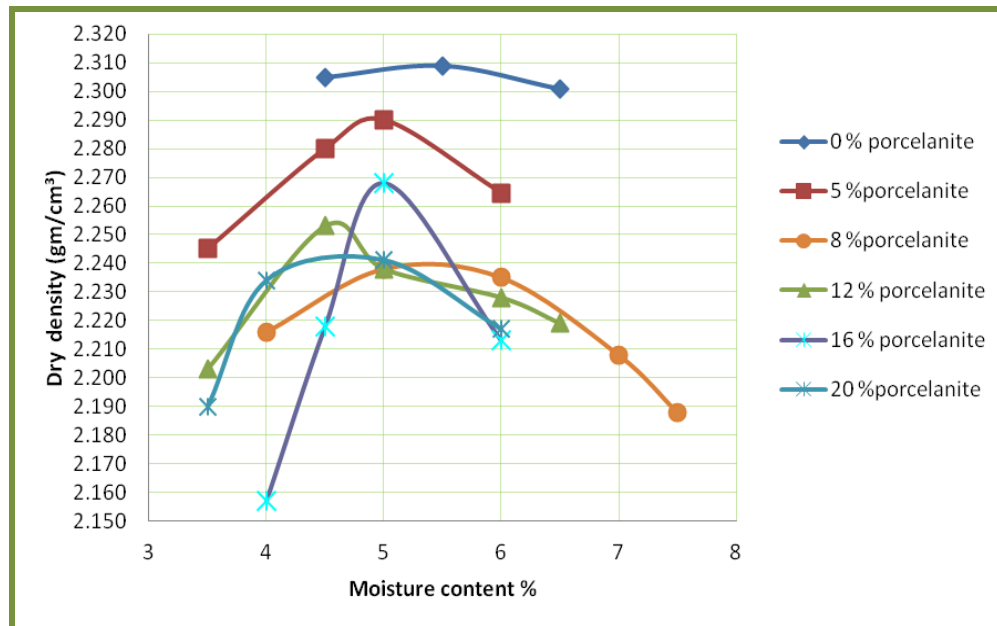


Figure 5. Dry density-moisture content relationships for different RCC mixtures.

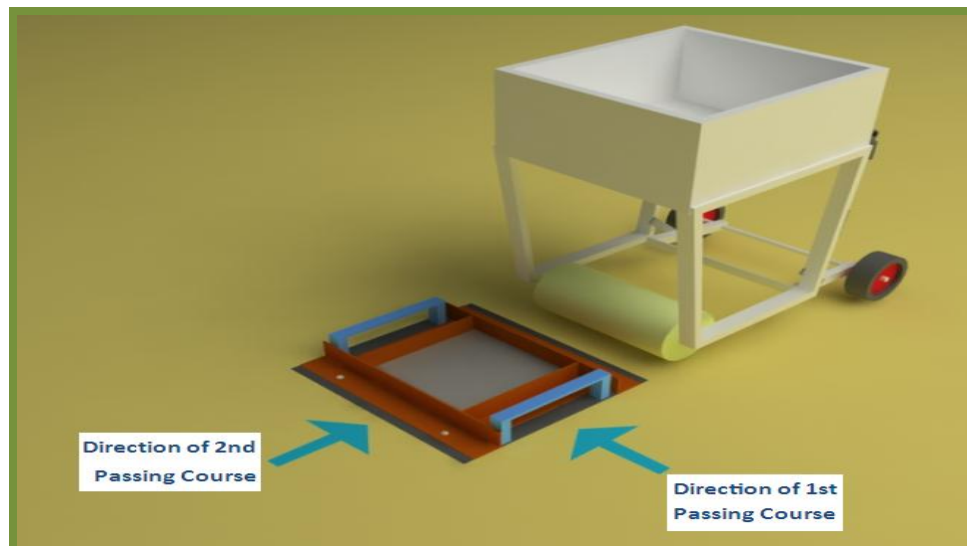


Figure 6. Direction of rolling compactor.

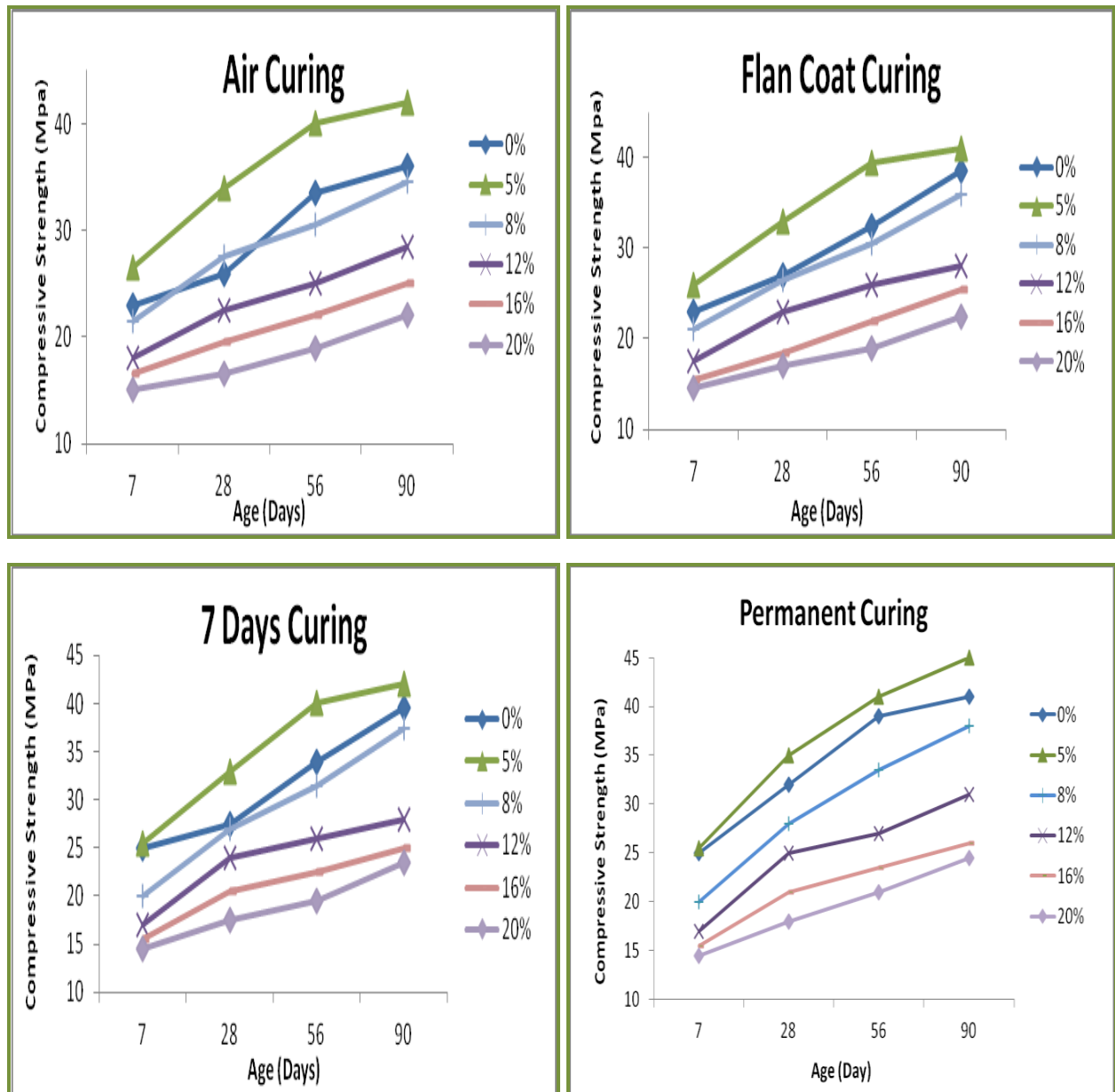


Figure 7. Compressive strength development of RCC with porcelanite replacement percentages.

Iron Permeable Reactive Barrier for Removal of Lead from Contaminated Groundwater

Ayad Abdulhamza Faisal

Assistant Professor

College of Engineering

University of Baghdad

e-mail: ayadabedalhamzafaisal@yahoo.com

Talib Rasheed Abbas

Researcher

Ministry of Science and

Technology

e-mail: talibrshd@yahoo.com

Salim Hrez Jassam

Ph.D. student

College of Engineering

University of Baghdad

e-mail: hrez_salim@yahoo.com

ABSTRACT

The possibility of using zero-valent iron as permeable reactive barrier in removing lead from a contaminated groundwater was investigated. In the batch tests, the effects of many parameters such as contact time between adsorbate and adsorbent (0-240 min), initial pH of the solution (4-8), sorbent dosage (1-12 g/100 mL), initial metal concentration (50-250 mg/L), and agitation speed (0-250 rpm) were studied. The results proved that the best values of these parameters achieve the maximum removal efficiency of Pb^{+2} (=97%) were 2 hr, 5, 5 g/100 mL, 50 mg/L and 200 rpm respectively. The sorption data of Pb^{+2} ions on the zero-valent iron have been performed well by Langmuir isotherm model in compared with Freundlich model under the studied conditions.

Finite difference method and computer solutions (COMSOL) multiphysics 3.5a software based on finite element method were used to simulate the one-dimensional equilibrium transport of lead through sand aquifer with and without presence of barrier. The predicted and experimental results proved that the reactive barrier plays a potential role in the restriction of the contaminant plume migration and a reasonable agreement between these results was recognized.

Key words: zero-valent iron, lead, permeable reactive barrier, groundwater, migration.

الجدار الحديدي التفاعلي التفاضل لازالة الرصاص من المياه الجوفية الملوثة

سالم حريز جسام

طالب دكتوراة

كلية الهندسة-جامعة بغداد

طالب رشيد عباس

باحث

وزارة العلوم والتكنولوجيا

أياد عبد الحمزة فيصل

أستاذ مساعد

كلية الهندسة-جامعة بغداد

الخلاصة

تهدف الدراسة الحالية الى معرفة امكانية استخدام الحديد صفر التكافؤ كحاجز تفاعلي نفاذ في ازالة الرصاص من المياه الجوفية الملوثة. في اختبارات الدفعة تم دراسة تأثير عدة متغيرات تشغيلية مثل زمن التماس بين المادة المازة والممتزة (0-240 دقيقة)، الدالة الحامضية (4-8)، كمية المادة الممتزة (1-12 غم/100 مليلتر)، التركيز الابتدائي للمعدن (50-250 ملغم/لتر)، وسرعة الاهتزاز (0-250 دورة/دقيقة). أن افضل قيم لهذه المتغيرات والتي تم من خلالها الحصول على اعلى كفاءة ازالة للرصاص (=97%) هي 2 ساعة، 5، 5 غم/100 مليلتر، 50 ملغم/لتر، و 200 دورة/دقيقة على التوالي. اظهرت نتائج الامتزاز للرصاص ان نموذج لانكوير هو الافضل في تمثيل بيانات الامتزاز مقارنة بنموذج فريندلج تحت الظروف التي تم دراستها.

تم استخدام طريقة الفروقات المحددة وبرنامج حاسوبي جاهز يعتمد على طريقة العناصر المحددة لتمثيل انتقال ملوث الرصاص باتجاه واحدة في الطبقة الرملية في حالة وجود وعدم وجود الجدار التفاعلي النفاذ. اثبتت النتائج المحسوبة من النماذج الرياضية والتجارب المختبرية ان هذه الجدران تلعب دور مهم في ازالة وتقييد حركة الملوث كما يوجد توافق معقول بين تلك النتائج.

1. INTRODUCTION

The permeable reactive barrier (PRB) technology has received acceptance as an effective passive remediation technology for the treatment of inorganic contaminants (such as cadmium, lead, mercury, nickel, zinc...etc) in groundwater. This technology combines subsurface fluid-flow with contaminant treatment by combinations of physical, chemical, biological or mixed processes. The medium most widely used in PRBs is the zero-valent iron (ZVI), which has proven very efficient, in particular, for heavy metals. The main advantage of a reactive barrier is the passive nature of the treatment: the contaminated groundwater moves under natural hydraulic gradient through the permeable reactive zone where the pollutant is degraded or immobilized. This method is found to be more cost-effective than pump and treat. It has been demonstrated potential to diminish the spread of contaminants which have proven difficult and expensive to manage with other cleanup methods, **Puls, et al., 1998, Di Natale, et al., 2008, Wilkin, et al., 2009.**

A considerable theoretical and laboratory-bench scale studies on ZVI and its potential for the treatment of heavy metals in water has been achieved. The kinetics of the cementation of lead from acidic solutions onto rotating iron discs have been studied over a large range of initial lead ion concentrations, disc rotation speeds and temperatures, **Makhloufi, et al., 2000.** The removal of organic and inorganic pollutants from groundwater by ZVI and apatite was investigated. Reduction of organic or inorganic contaminants in the case of ZVI and immobilization of inorganic pollutants in the case of apatite were the predominant mechanisms of removal process, **Geranio, 2007.** The reduction of hexavalent chromium by scrap iron was investigated in continuous system, using as reducing agent the following scrap iron shapes and sizes: (1) spiral fibers, (2) shavings, and (3) powder. The shape and size of scrap iron were found to have a significant influence on chromium and iron species concentration in column effluent, on column effluent pH and on Cr(VI) reduction mechanism, **Gheju, and Balcu, 2010.** A continuous column experiment was carried out under dynamic flow conditions in order to study the efficiency of low-cost PRBs to remove several inorganic contaminants from acidic solutions. A 50:50 w/w waste iron/sand mixture was used as candidate reactive media in order to activate precipitation and promote sorption and reduction–oxidation mechanisms, **Bartzas, and Komnitsas, 2010.** The optimal weight ratio between iron and pumice in nickel removal from contaminated groundwater in order to balance the preservation of the hydraulic conductivity (favoured by increasing the pumice content of the mixture) and the removal efficiency (favoured by increasing ZVI content) was evaluated, **Calabró, et al., 2012.** Groundwater flow velocity is found to have no effect on the adsorption performance of PRB, but it have effect on treating time because zinc is transported faster from its source to the PRB with greater groundwater flow velocity, **Riyapan, et al., 2012.** The treatment of the groundwater contaminated with metals by dumping sites located in the provinces of southern Poland was investigated. The simulated groundwater circulated through the column filled with ZVI in the laboratory tests. Chromium, copper, nickel, cobalt, lead, cadmium and zinc, occurring in the water as cations and anions, have been removed in the iron bed. The rapid metal removal has likely occurred due to the reduction and precipitation/co-precipitation and/or due to adsorption onto the iron metal surface or/and onto the iron corrosion products, **Suponik, 2013.** A study for groundwater flow and zinc transport modeling to assess the performance of the continuous and funnel and gate PRBs which having ZVI and activated sludge as reactive materials was conducted. Simulation results show that the 0.5 m thick PRBs are good for treating zinc-contaminated groundwater for operation time in the range of 2170 to 2248 and 1675 to 1803 days for continuous and funnel and gate PRBs, respectively, **Chalermyanont, et al., 2013.**

Accordingly, the significance of the present study was investigated the potentially using of ZVI as an inexpensive material in PRBs theoretically and experimentally for the removal of lead from simulated contaminated groundwater.

2. EXPERIMENTAL WORK

2.1 Materials

Naturally Iraqi soil was used as porous medium in the experiments conducted in the present study. Depended on particle size distribution (ASTM D 422), the percentage of sand, silt and clay were 93, 7 and 0 % respectively and this soil can be classified as sandy soil. The permeability of this sand, measured with a constant head permeameter, was 2.22×10^{-4} cm/s. The measured values of the porosity and bulk density were 0.44 and 1.78 g/cm^3 , respectively.

The ZVI was prepared as scrap iron (iron filings of workshop). It has a grain size ranged from 0.35 to 2.38 mm with average specific surface area of $0.555 \text{ m}^2/\text{g}$. The specific surface area was measured at the oil research and development center using the same method adopted by Rangsviek, 2010. The typical Fe content of these filings is ~90 % with porosity equal to 0.51. Fe^0 was pre-washed with acetone, dried and kept in an oxygen free environment until used.

Lead was selected as a representative of heavy metal contaminants. To simulate the water's lead contamination, a solution of $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (manufactured by E. MERCK, Denmark) was prepared and added to the specimen to obtain representative concentration.

2.2 Batch Experiments

Batch equilibrium tests are carried out to specify the best conditions of contact time, initial pH, initial concentration of metal, ZVI dosage and agitation speed. Series of 250 mL flasks are employed and each flask is filled with 100 mL of contaminant solution. A constant weight of adsorbent was added into different flasks and the mixtures were agitated on a rotary shaker (Thermolyne, Maxi-Mix III, Type: 65800 (USA)) at 200 rpm for 4 hours. A fixed volume (20 mL) of the solution was withdrawn from each flask. This withdrawn solution was filtered to separate the adsorbent and a fixed volume (10 mL) of the clear solution was pipetted out for the determination of the amount of metal ion still present in solution. The measurements were carried out using atomic absorption spectrophotometer (AAS) (Norwalk, Connecticut (USA)). The adsorbed concentration of metal ion on the ZVI was obtained by a mass balance.

Kinetic studies were investigated with different values of initial pH (4, 5, 6 and 8), ZVI dosage (1, 3, 5, 10 and 12 g per 100 mL), initial metal concentration (50, 100, 150, 200 and 250 mg/l) and agitation speed (0, 50, 100, 150, 200 and 250 rpm). The amount of metal ion retained in the ZVI, q_e (mg/g), was calculated as follows, Wang, et al., 2009:

$$q_e = (C_o - C_e) \frac{V}{m} \quad (1)$$

where C_o is the initial concentration of lead in the solution before mixing with ZVI (mg/L), C_e is the equilibrium concentration of lead remaining in the solution (mg/L), V is the volume of solution in the flask (L), and m is the mass of ZVI in the flask (g).

Langmuir (Eq. (2)) and Freundlich (Eq. (3)) models are used for the description of sorption data as follows, Watts, 1998:

$$q_e = \frac{abC_e}{1+bC_e} \quad (2)$$

where a is empirical constant and b is the saturation coefficient (L/mg).

$$q_e = K_F C_e^{1/n} \quad (3)$$

where K_F is the Freundlich sorption coefficient and n is an empirical coefficient.

2.3 Continuous Experiments

Fig. 1 shows the schematic diagram of the reactor setup used in the present study. This setup is constructed of Perspex cylinder having height and diameter equal to 70 and 5 cm, respectively; the column is equipped with seven sampling ports at the distance of 10 (port 1), 20 (port 2), 30 (port 3), 40 (port 4), 50 (port 5), 60 (port 6), 65 cm (port 7) from the bottom. These ports should be constructed of stainless steel fittings which blocked with Viton stoppers. Sampling was carried out at specified periods from sampling ports using needle to be inserted into the center axis of the column.

At the beginning of each test, the column was packed with 40 cm depth of soil specimen measured from the bottom. Then, ZVI with depth of 10 cm was placed at the top surface of the packed soil. Again, 15 cm of the soil was added above the ZVI. The column was then filled with distilled water that was fed slowly into the bottom of the column and forced upward through the medium, pushing the air in front of it. As a result of this procedure, **Ujfaludi, 1986**, no difficulties with entrapped air were encountered. The up flow column test was performed at constant temperature, 25°C.

The contaminated solution with Pb^{+2} , which simulated the contaminated groundwater, was introduced into the column from storage tank controlled by pump, flowmeter and three valves A, B and C. Four values of flow rate (5, 10, 15 and 20 mL/min) are applied.

Monitoring of Pb^{2+} concentration along the length of the column in the effluent from sampling ports was measured for a period of 12 hrs. Water samples were taken regularly after 2, 4, 6, 8, 10 and 12 hrs. Four needles were connected to the four ends of Viton stoppers covered port 1, port 3, port 5, and port 7 in each test. In addition to specify four locations only for sampling, the column effluent line was closed and a small amount of water (1-1.5 mL) was withdrawn from these ports. In this way, the samples were taken at the flow rate of the column and this minimized disruption of flow within the column. The samples were immediately introduced in poly-ethylene vials and analyzed by AAS. The filling material in the column was assumed to be homogeneous and incompressible, and constant over time for water-filled porosity. All tubing and fitting for the influent and effluent lines should be composed of an inert material.

A tracer experiment was performed to determine the effective dispersion coefficient for the system. A sand soil was packed into the column in a dry condition for a depth of 45 cm. A solution of 1 g/L NaCl in distilled water as a tracer was continuously fed into the column, at a rate of 5, 10, 15 and 20 mL/min. Electrical conductivity was measured with time, as a representative of concentration, by using conductivity meter at port 7 ($z_o=65$ cm). In this case, the value of D_L is given by the following formula, **Ujfaludi, 1986**:

$$D_L = \frac{1}{8} \left[\frac{(z_o - V t_{0.16})}{(t_{0.16})^{0.5}} - \frac{(z_o - V t_{0.84})}{(t_{0.84})^{0.5}} \right]^2 \quad (4)$$

where D_L is the longitudinal dispersion coefficient, V is the mean pore velocity of seepage (volume rate of flow per unit cross sectional area of voids), $t_{0.16}$ and $t_{0.84}$ are the arrival times of $C/C_o = 0.16$ and 0.84 relative concentration values, respectively.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Investigation of Sorption Parameters

3.1.1 Effect of contact time and initial pH

Fig. 2 shows the effect of contact time on the percentage removal of lead using 5 g of ZVI added to 100 mL of metal solution at 25°C. The percentage removal for different values of pH was rapid in the beginning but it gradually decreased with time until it reached equilibrium. The plots reveal that maximum removal efficiency of the lead after about 2 hr of shaking. The rate of removal is higher in the beginning due to the presence of large number of sites available for the sorption processes.

The sorption of Pb^{+2} on the ZVI was examined at different pH ranging from 4 to 8 with an initial metal concentration of 50 mg/L and different values of contact time (**Fig. 2**). The affinity of sorption is generally determined by pH at point of zero charge (pH_{PZC}). The pH_{PZC} is the pH at which a positive charge by protonation exists in approximately equal numbers with negative charges caused by the development of deprotonation on the iron surface. Under an acidic condition or pH below pH_{PZC} , protons are sorbed on the functional group that causes the iron surface to have a net positive charge and, thus, inhibit cation sorption. At above pH_{PZC} , the oxygen atom stays deprotonized and the surface prevails to have a net negative charge, thus, enhancing cation sorption, **Rangsivek, 2010**. However, the maximum removal efficiency of this metal was achieved at initial pH of 5.

3.1.2 Effect of initial lead concentration

Fig. 3 explains that the removal efficiency increased inversely with the initial metal concentration. It is clear that the removal efficiency of Pb^{+2} decreased from 97% to 75% with increasing the initial metal concentration from 50 to 250 mg/L. This plateau represents saturation of the active sites available on the ZVI samples for interaction with lead ions. These results indicate that energetically less favorable sites become involved with increasing metal concentrations in the aqueous solution, **Selvarani, and Prema, 2010**.

3.1.3 Effect of ZVI dosage

The dependence of lead sorption on sorbent dosage was studied by varying the amount of ZVI from 1 to 12 g added to 100 mL of metal solution (**Fig. 4**). It can be observed that removal efficiency improved with increasing sorbent dosage from 1 g to 5g at a fixed initial metal concentration. This was expected due to the fact that the higher dose of sorbent in the solution, the greater availability of sorption sites. This means that the more ZVI particles are able to provide more iron surface-active sites for collision with metal molecules to accelerate the metal removal efficiency, **Rahmani, et al., 2010**.

3.1.4 Effect of agitation speed

The effect of agitation speed on removal efficiency of lead ions was studied by varying the speed of agitation from 0 (without shaking) to 250 rpm and keeping other parameters equal to best ones obtained in the previous steps. **Fig. 5** shows that about 10% of the metal ion was removed before shaking and that Pb^{+2} uptake increase with the increase of shaking rate. There was gradual increase in metal ions uptake when agitation speed was increased from zero to 200 rpm at which about 97% of lead ions have been removed. The results also indicate that a shaking with 200 rpm is sufficient to ensure that all the surface binding sites are made readily available for metal uptake. Results proved that there is no significant change in ions removal after 200 rpm. These results can be associated to the fact that the increase in the agitation speed improves the diffusion of metal ions towards the surface of the reactive media, **Faisal, and Hmood, 2013**.

Thus, proper contact is developed between metal ions in solution and the binding sites, which promotes effective transfer of sorbate ions to the sorbent sites.

3.1.5 Sorption isotherms

The sorption isotherms were produced by plotting the amount of lead removed from the solution (q_e in mg/g) against the equilibrium metal concentration in the solution (C_e in mg/L) at constant temperature, **Hamdaouia, and Naffrechoux, 2007, Kumar, and Kirthika, 2009**. The data of the batch tests are fitted with linearized form of Langmuir and Freundlich models. Accordingly, the equations of these models will be;

$$q_e = \frac{0.481C_e}{1+0.117C_e} \quad R^2=0.9926 \quad (5)$$

$$q_e = 0.81C_e^{0.381} \quad R^2=0.9836 \quad (6)$$

It is clear that these models are provided the best representation of lead sorption onto ZVI reactive material. However, the Langmuir model was chosen to describe the sorption of solute onto solid in the partial differential equation governed the transport of a solute undergoing equilibrium sorption through permeable reactive barrier in the continuous mode.

3.2 Longitudinal Dispersion Coefficient

Results of the experimental runs concerned the measurement of longitudinal dispersion coefficient (D_L) at different values of velocity (V) for soil and ZVI are taken a linear relationship as follows:

$$\text{For soil, } D_L = 3.3391 V + 0.0819 \quad R^2=0.998 \quad (7)$$

$$\text{For ZVI, } D_L = 14.453 V + 0.168 \quad R^2=0.9537 \quad (8)$$

These equations are taken the general form of longitudinal hydrodynamic dispersion coefficient as follows:

$$D_L = D_{mech} + D^* \quad (9)$$

where D_{mech} and D^* are the mechanical dispersion coefficient and effective molecular diffusion coefficient respectively.

3.3 Theoretical Modeling

One dimensional solute transport in the saturated zone of the soil which well-known advection-dispersion equation can be established as follows:

$$D_z \frac{\partial^2 C_{pb}}{\partial z^2} - V_z \frac{\partial C_{pb}}{\partial z} = R \frac{\partial C_{pb}}{\partial t} \quad (10)$$

where D_z is the dispersion coefficient in the direction z , V_z is the velocity of flow, and R is known as the retardation factor since it has the effect of retarding the transport of adsorbed species relative to the advection front. For the flow of contaminated groundwater through the sandy soil, the value of R will be assumed equal to 1 which is reasonable for this type of soils. On the other

hand, the sorption of solute on ZVI barrier is governed by Langmuir sorption isotherm and the retardation factor is expressed as follows, **Elango, 2005**:

$$R = 1 + \frac{\rho_d}{n} \left(\frac{ab}{(1+bC)^2} \right) \quad (11)$$

$$R = 1 + \frac{\rho_d}{n_B} \left(\frac{0.302}{(1+0.203C_{PbB})^2} \right) \quad (12)$$

where n_B is the porosity of the barrier. To present theoretical verification for column test described previously, Eq. (10) can be applied for sandy soil aquifer in the regions where $0 \leq z \leq 40$ cm and $50 \text{ cm} \leq z \leq 65$ cm. The same equation can be applied for ZVI barrier in the region where $40 \text{ cm} \leq z \leq 50$ cm. However, parameters and constants related to the sand soil and ZVI as well as initial and boundary conditions adopted for this verification are reported in Table 1.

An explicit method among finite difference methods was applied to the partial differential equation (PDE) describing the transport of contaminant through saturated zone of the sand soil and ZVI barrier. The equation was formulated with the following producer: for time, forward difference was used; for space, backward difference was used for simple partial difference; and center difference was used for quadratic partial difference. A computer program written in MATLAB R2009b (version 7.9) was developed to implement the model described above. Also, the same problem was solved by using the COMSOL Multiphysics 3.5a software which is based on finite element method.

Fig. 6 reports the concentration lines of lead in the aquifer without presence of PRB at different values of contaminated groundwater flow rate after many time intervals. These concentrations are calculated from numerical methods described above and they are compared with those calculated by analytical solution given by, **Holzbecher, 2007**:

$$C(z, t) = \frac{C_o}{2} \left\{ \operatorname{erfc} \left(\frac{z - V_z t}{\sqrt{4D_z t}} \right) + \exp \left(\frac{z V_z}{D_z} \right) \operatorname{erfc} \left(\frac{z + V_z t}{\sqrt{4D_z t}} \right) \right\} \quad (13)$$

where $\operatorname{erfc}(-)$ is a complimentary error function. It is clear that there a good agreement between analytical and numerical solutions. This demonstrates that the numerical solution procedure is representative of contaminant distribution through saturated soil. This figure shows that the propagation of contaminated plume is very fast and the time required for reaching the normalized concentration of solute (C/C_o) to 1 at the outlet of column was not exceeded 3 hr. Also, it seems that the increased value of flow rate will increase the velocity of flow for same cross sectional area of soil specimen and, consequently, this will increase the velocity of contaminant plume propagation.

The predicted concentrations of Pb^{+2} ions by the numerical solutions for different values of flow rate after the introduction of the PRB show that the contaminant plume is hindered by the ZVI barrier and the lead concentration level reaching the outlet of the column is around zero (**Figs. 7 and 8**). It is clear from these figure in comparison with **Fig. 6** the important role of barrier in restriction the propagation of contaminant plume. It seems that the barrier functionality is decreased with time because the decreasing of retardation factor. This may be due to formation of iron hydroxide and intermediate rust particles because the precipitation is the controlling mechanism in the zinc removal. These particles in turn may affect the longevity of an iron PRB by deposition and filling of the pores. This could eventually reduce the porosity of the reactive zone, and thereby block the flow path and reduce the efficiency of a PRB. It is clear from these

figures that there is a reasonable agreement between the predicted FDM, COMSOL and experimental results for Pb^{+2} concentrations.

4. CONCLUSIONS

- 1) Equilibrium contact time, initial pH of the solution, initial metal concentration, ZVI dosage and agitation speed were most the parameters affected on the sorption process between lead ions and ZVI. The best values of these parameters that will achieve the maximum removal efficiency of Pb^{+2} (=97%) were 2 hr, 5, 50 mg/L, 5 g/100 mL, and 200 rpm respectively.
- 2) Lead sorption data on the ZVI were correlated reasonably with Langmuir and Freundlich sorption isotherm equations. However, Langmuir model with highest coefficient of determination (R^2) was chosen in the solute transport model through the PRB.
- 3) One dimensional numerical model, solved by explicit finite difference method and COMSOL Multiphysics 3.5a under equilibrium condition, was used to describe pollutant transport within groundwater and the pollutant sorption on the PRB. The results proved that the iron barrier is efficient technique in the restriction of contaminant plume. However, the functionality of the barrier was decreased with time because the decreasing of retardation factor. This may be due to formation of iron hydroxide and intermediate rust particles. These particles in turn may affect the longevity of an iron PRB by deposition and filling of the pores. This could eventually reduce the porosity of the reactive zone, and thereby block the flow path and reduce the efficiency of a PRB. A reasonable agreement between predicted and experimental results proved that these models are effective and efficient tools in description of pollutant transport phenomena.

5. REFERENCES

- Bartzas, G., and Komnitsas, K., 2010, *Solid Phase Studies and Geochemical Modeling of Low-Cost Permeable Reactive Barriers*, Journal of Hazardous Materials, Vol. 183, PP. 301-308.
- Calabró, P. S., Moraci, N., and Suraci, P., 2012, *Estimate of the Optimum Weight Ratio in Zero-Valent Iron/Pumice Granular Mixtures Used in Permeable Reactive Barriers for the Remediation of Nickel Contaminated Groundwater*, Journal of Hazardous Materials, Vol. (207-208), PP. 111-116.
- Chalermyanont, T., Chetpattananondh, P., and Riyapan, N., 2013, *Numerical Modeling of Permeable Reactive Barriers to Treat Heavy-Metal Contaminated Groundwater*, 6th PSU-UNS International Conference on Engineering and Technology (ICET_2013), Novi Sad, Serbia, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences.
- Di Natale, F., Di Natale, M., Greco, R., Lancia, A., Laudante, C., and Musmarra, D., 2008, *Groundwater Protection from Cadmium Contamination by Permeable Reactive Barriers*, Journal of Hazardous Materials, Vol. 160, PP. 428-434.
- Elango, L., 2005, *Numerical Simulation Groundwater Flow and Solute Transport*, Allied Publishers Pvt. Ltd., 751, Anna Salai, Chennai-600002, ISBN:81.
- Faisal, A. A., and Hmood, Z. A., 2013, *Groundwater Protection from Cadmium Contamination by Zeolite Permeable Reactive Barrier*, Desalination and Water Treatment, doi: 10.1080/19443994.2013.855668.



- Geranio, L., 2007, *Review of Zero Valent Iron and Apatite as Reactive Materials for Permeable Reactive Barrier*, Term Paper SS 07/08, major in Biogeochemistry and Pollutant Dynamics, Department of Environmental Sciences ETH Zurich.
- Gheju, M., and Balcu, I., 2010, *Hexavalent Chromium Reduction with Scrap Iron in Continuous-Flow System. Part 2: Effect of Scrap Iron Shape and Size*, Journal of Hazardous Materials, Vol. 182, PP. 484-493.
- Hamdaouia, O., and Naffrechoux, E., 2007, *Modeling of Adsorption Isotherms of Phenol and Chlorophenols onto Granular Activated Carbon Part I. Two-Parameter Models and Equations Allowing Determination of Thermodynamic Parameters*, Journal of Hazardous Materials, Vol. 147, PP. 381–394.
- Holzbecher, E., 2007, *Environmental Modeling Using MATLAB*, Springer Berlin Heidelberg New, ISBN: 978-3-540-72936-5.
- Kumar, P. S., and Kirthika, K., 2009, *Equilibrium and Kinetic Study of Adsorption of Nickel from Aqueous Solution onto Bael Tree Leaf Powder*, Journal of Engineering Science and Technology, Vol. 4, PP. 351-363.
- Makhloufi, L., Saidani, B., Hammache, H., 2000, *Removal of Lead Ions from Acidic Aqueous Solutions by Cementation on Iron*, Water Research, Vol. 34, No. 9, PP. 2517-2524.
- Puls, R. W., Powell, R. M., Blowes, D. W., Vogan, J. L., Gillham, R. W., Powell, P. D., Schultz, D., Sivavec, T. M., and Landis, R., 2011, *Permeable Reactive Barriers Technologies for Contaminant Remediation*, Washington, D.C.: United States Environmental Protection Agency, Report # EPA/600/R-98/125.
- Rahmani, A. R., Ghaffari, H. R., and Samadi, M. T., 2010, *Removal of Arsenic (III) from Contaminated Water by Synthetic Nano-size Zero Valent Iron*, World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 38, PP. 737-740.
- Rangsivek, R., 2010, *Removal of Dissolved Metals from Storm Water Runoff by Zero-Valent Iron*, Ph.D. Dissertation, University of Berlin.
- Riyapan, N., Chalermyanont, N., and Chetpattananondh, P., 2012, *Performance Prediction of a Permeable Reactive Barrier for Remediation of Groundwater Contaminated with Zinc*, phoenix.eng.psu.ac.th/qa/Reference54/GradPaper/5210120078.pdf.
- Selvarani, M., and Prema, P., 2010, *Removal of Toxic Metal Hexavalent Chromium [Cr(VI)] from Aqueous Solution Using Starch – Stabilized Nano-scale Zero Valent Iron as Adsorbent: Equilibrium and Kinetics*, International Journal of Environmental Sciences, Vol. 2, PP. 1962-1975.



- Suponik, T., 2013, *Groundwater Treatment with the Use of Zero-Valent Iron in the Permeable Reactive Barrier Technology*, Physicochem. Probl. Miner. Process., Vol. 49, PP. 13-23.
- Ujfaludi, L., 1986, *Longitudinal Dispersion Tests in Non-uniform Porous Media*, Hydrological Sciences Journal - des Sciences Hydrologiques, Vol. 31, No. 4, PP. 467-474.
- Wang, S., Nan, Z., Li, Y., and Zhao, Z., 2009, *The Chemical Bonding of Copper Ions on Kaolin from Suzhou, China*, Desalination, Vol. 249, PP. 991–995.
- Watts, R. J., 1998, *Hazardous Wastes: Sources, Pathways, Receptors*, John Wiley and Sons, Inc.
- Wilkin, R. T., Acree, S. D., Ross, R. R., Beak, D. G., and Lee, T. R., 2009, *Performance of a Zero-Valent Iron Reactive Barrier for the Treatment of Arsenic in Groundwater: Part I. Hydro-geochemical Studies*, Journal of Contaminant Hydrology, Vol. 106, PP. 1-14.

NOMENCLATURE

a = empirical constant, L/g.

b = saturation coefficient, mg/g.

C/C_o = normalized concentration.

C_e = equilibrium concentration, mg/L.

C_o = initial concentration of metal, mg/L.

D^* = effective molecular diffusion coefficient, m²/sec

D_{mech} = mechanical dispersion coefficient, m²/sec

D_z = dispersion coefficient in the direction z , m²/sec.

K_F = Freundlich sorption coefficient.

m = mass of zero-valent iron in the flask, g.

n = porosity.

q_e = amount of solute removed from solution, mg/kg.

R = retardation factor.

t = travel time, sec.

V = volume of solution in the flask, L.

V_z = velocity of flow in the direction z , m/sec.

α_L = longitudinal dispersivity, cm.

ρ_b = bulk density of the soil, g/cm³.

Table 1. Measured parameters, related constants and conditions used in the modeling of lead transport in 1D column.

Item	Parameter	Value
Aquifer characteristics	Aquifer bed depth before barrier (cm)	40
	Aquifer bed depth after barrier (cm)	15
	Porosity of aquifer (n_A)	0.44
	Longitudinal dispersivity (α_L , cm)	3.339
	Bulk density (g/cm^3)	1.78
ZVI characteristics	Barrier bed depth (cm)	10
	Porosity of barrier (n_B)	0.51
	Longitudinal dispersivity (α_L , cm)	14.353
	Bulk density (g/cm^3)	6.5
Initial condition	Concentration of Pb^{+2} (mg/l)	zero
Boundary conditions	Concentration of Pb^{+2} @ $z=0$ (mg/l)	50
	Advective flux ($\frac{\partial C}{\partial z}$) @ $z=65$ cm	zero

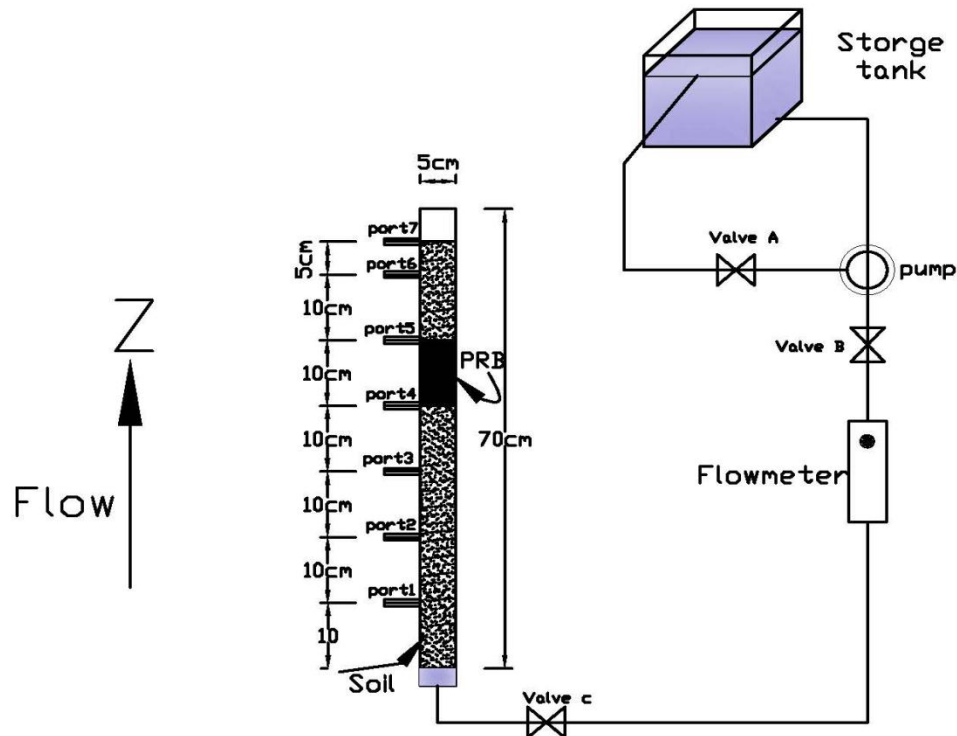


Figure 1. Schematic diagram of the laboratory-scale column.

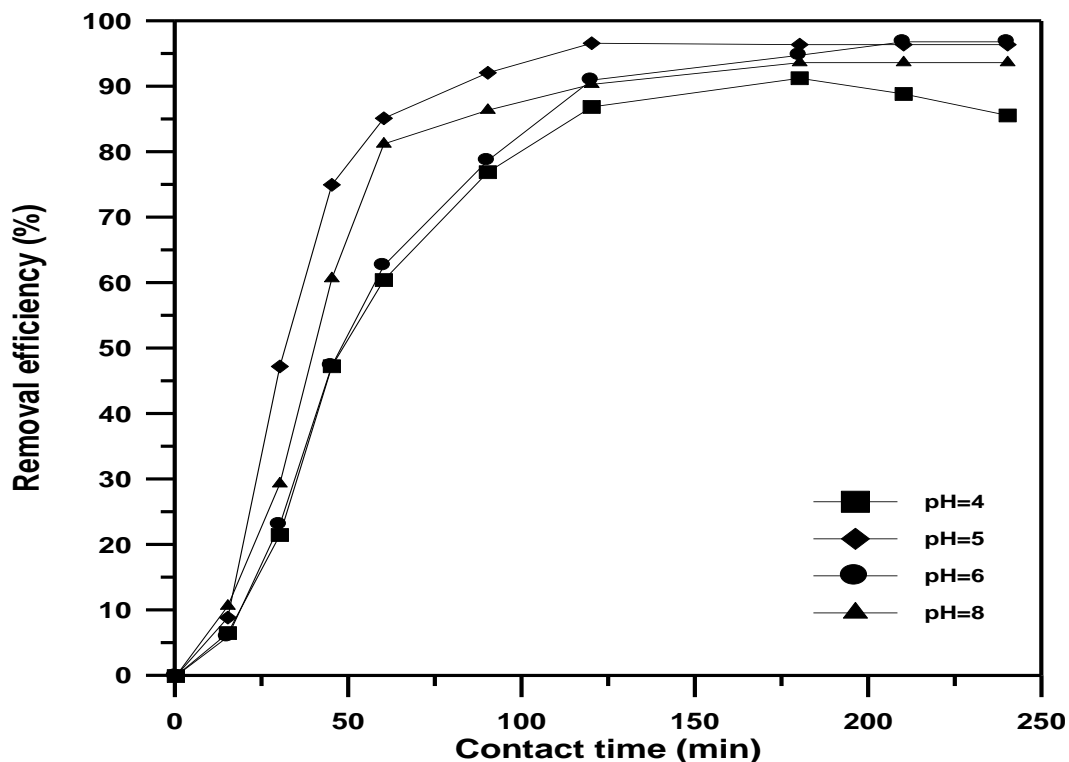


Figure 2. Effect of contact time and initial pH on removal efficiency of lead on ZVI ($C_o=50$ mg/L; dosage=5 g/100 mL; agitation speed= 200 rpm; $T=25^{\circ}\text{C}$).

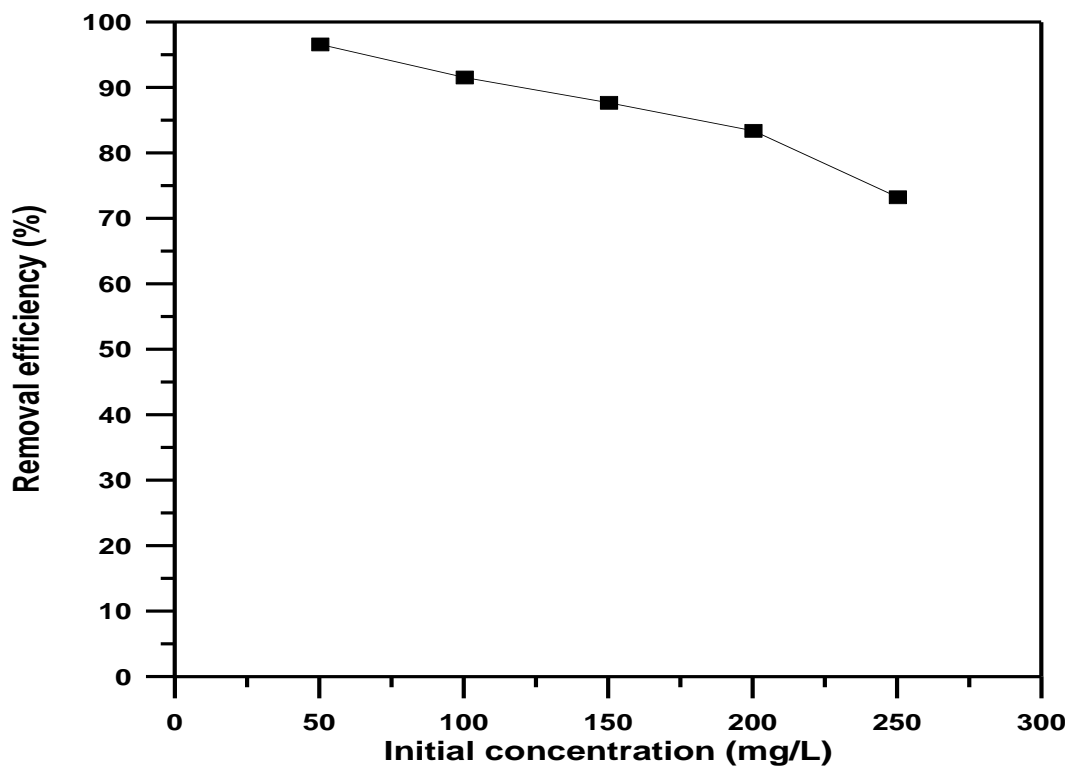


Figure 3. Effect of initial concentration on removal efficiency of lead on ZVI (pH=5; dosage=5 g/100 mL; agitation speed= 200 rpm; contact time=2 hr; $T=25^{\circ}\text{C}$).

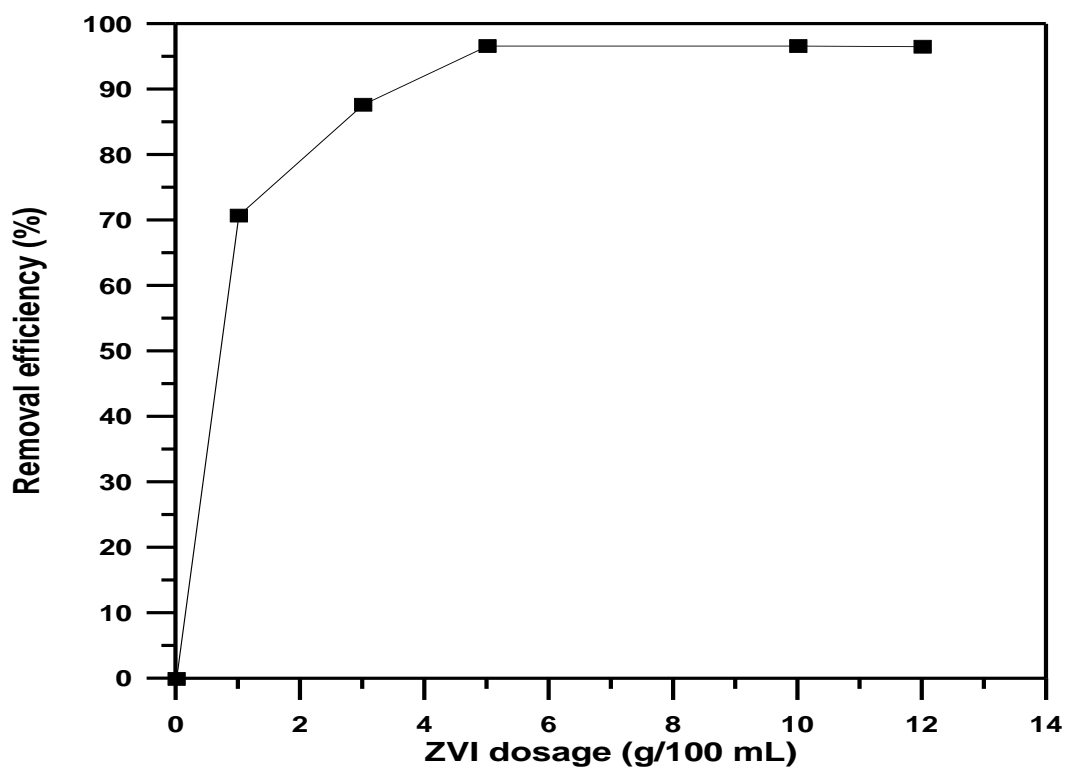


Figure 4. Effect of ZVI dosage on removal efficiency of lead ($C_o=50$ mg/L; pH=5; agitation speed= 200 rpm; contact time=2 hr; $T= 25^{\circ}\text{C}$).

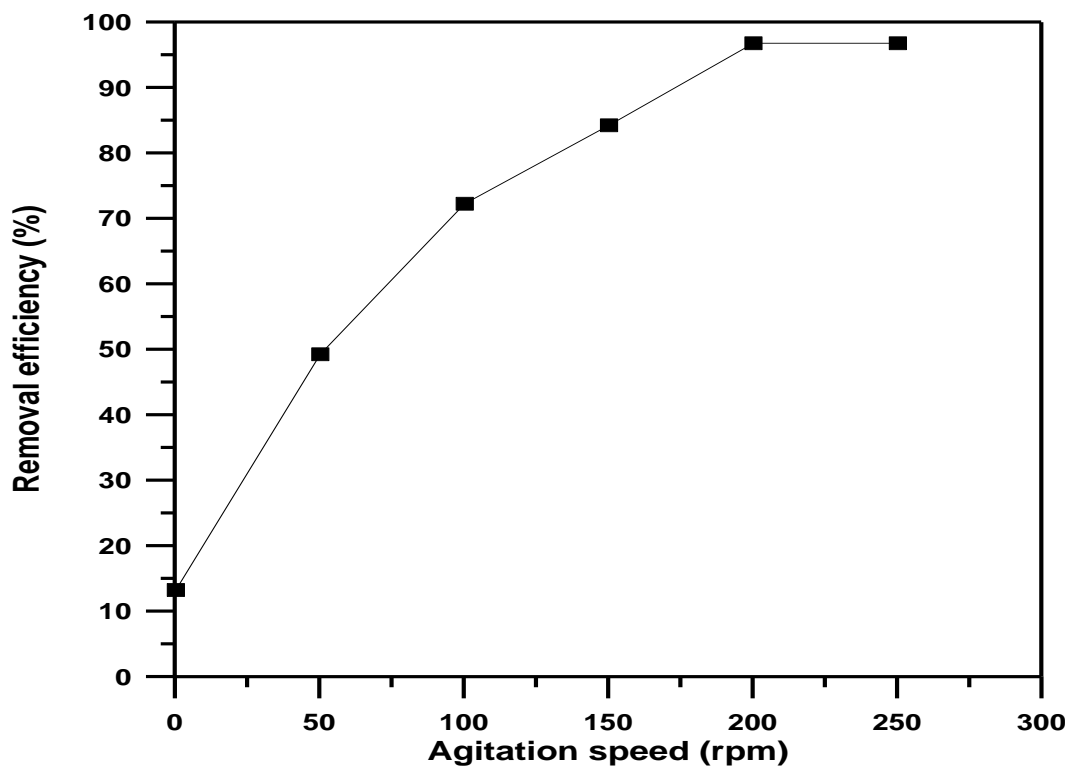
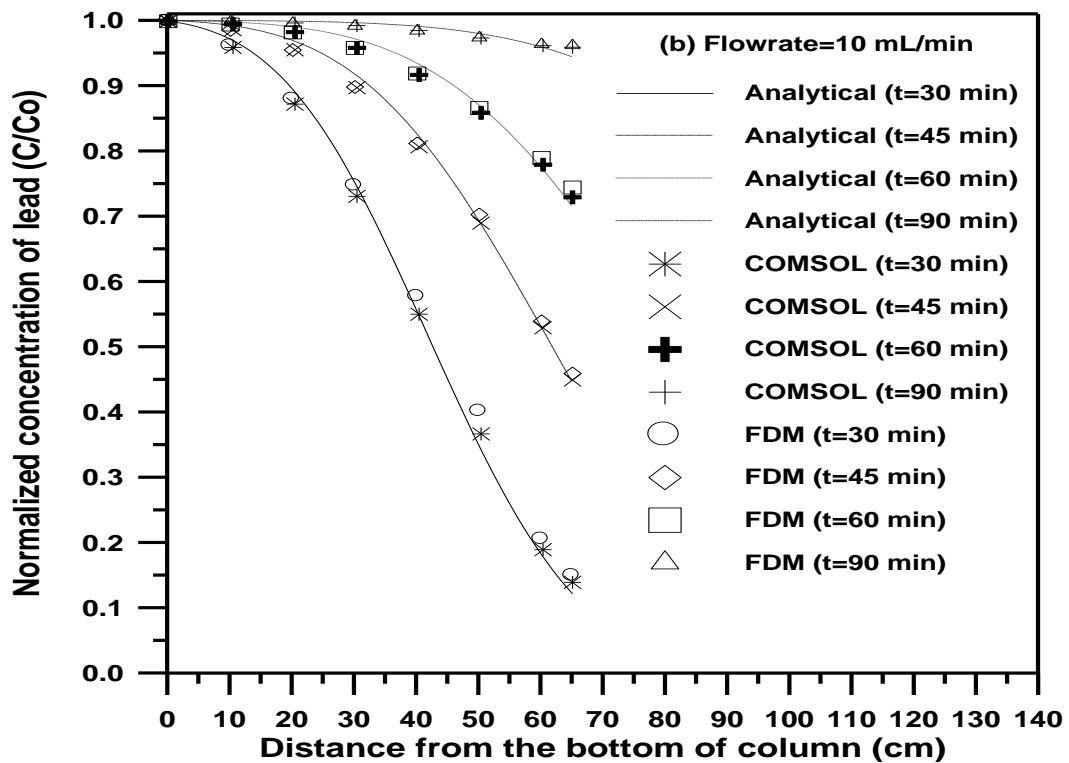
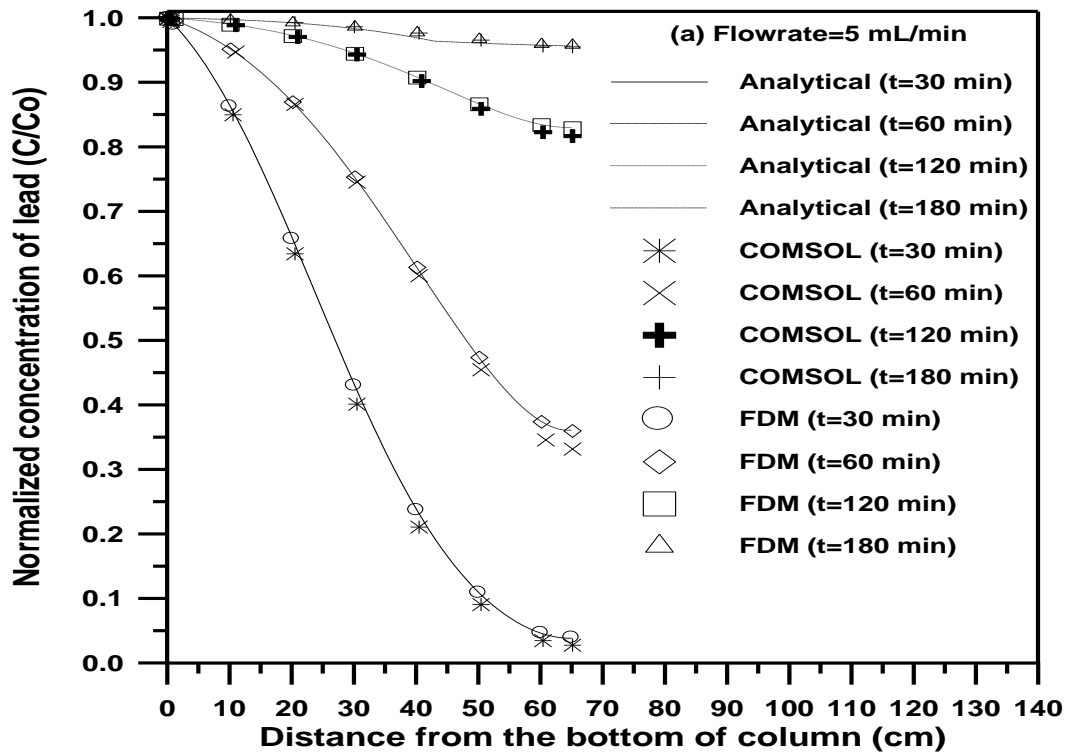


Figure 5. Effect of agitation speed on removal efficiency of lead ($C_o=50$ mg/L; pH= 5; ZVI dosage=5 g/100 mL; contact time= 2 hr; $T= 25^{\circ}\text{C}$).



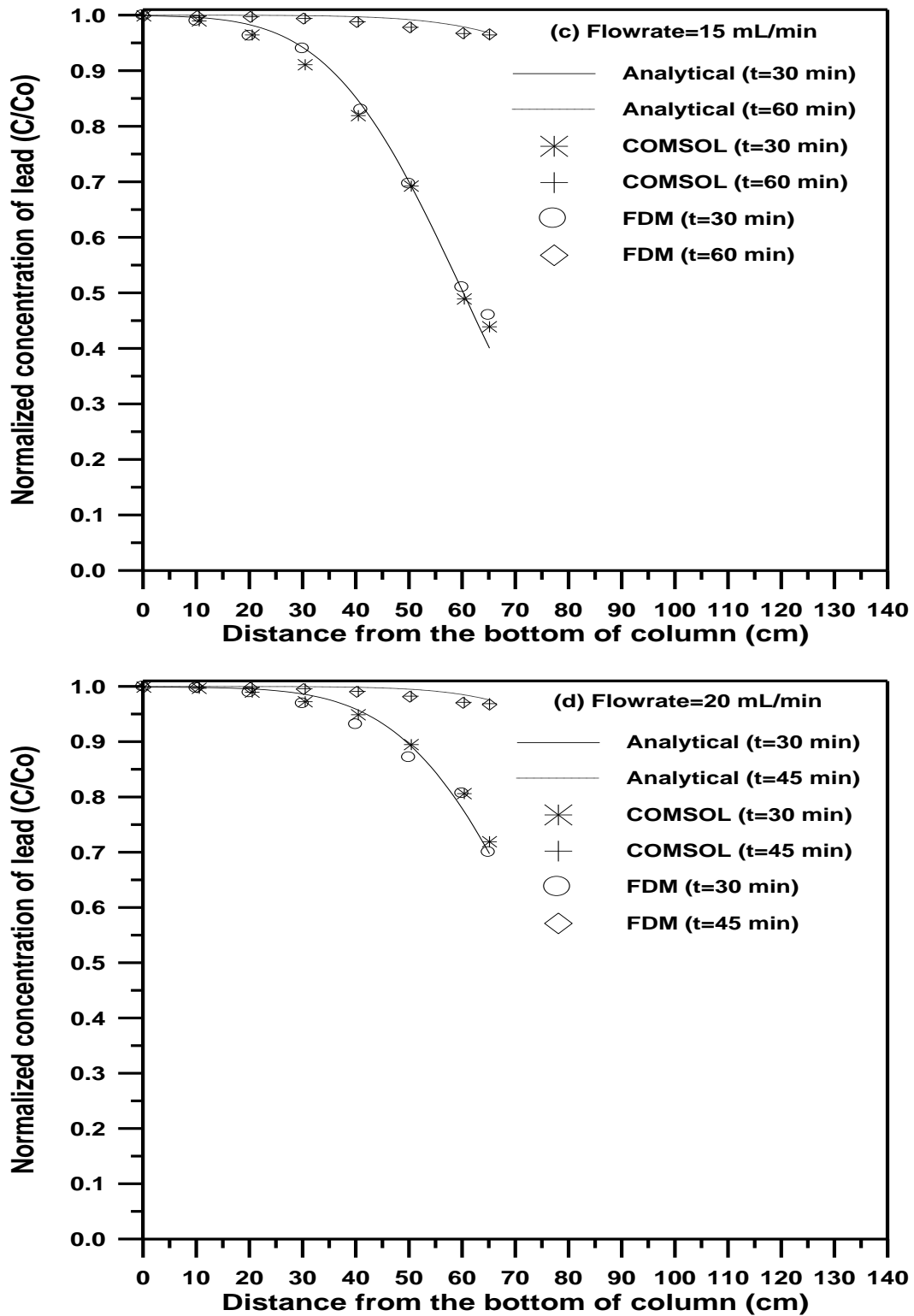
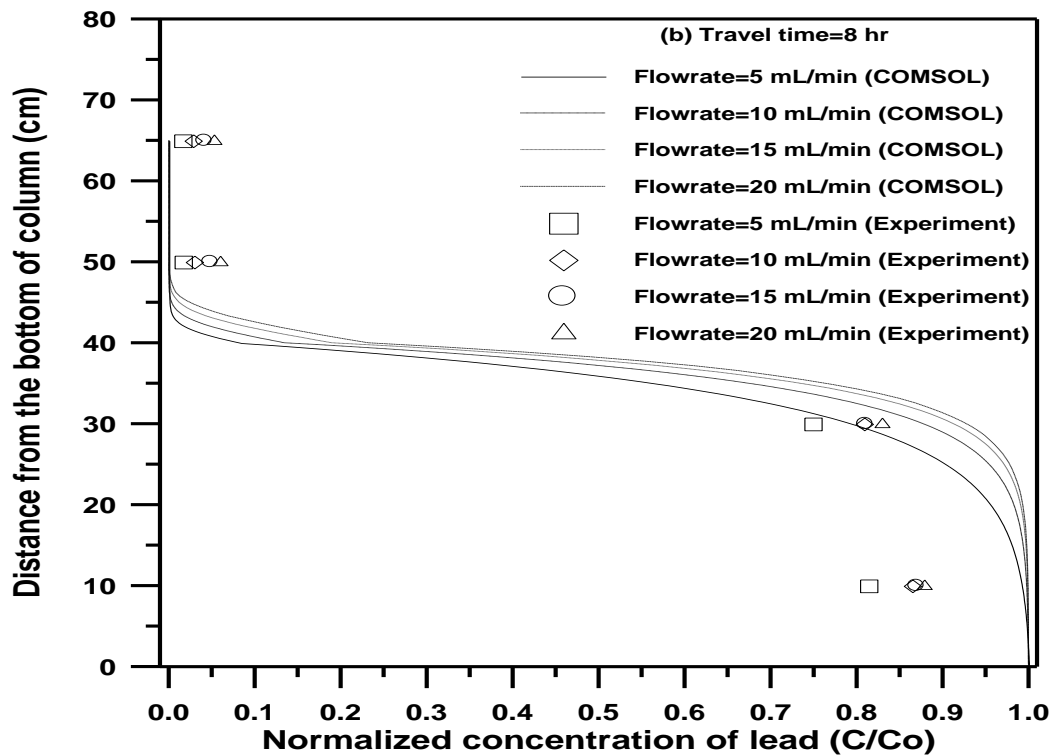
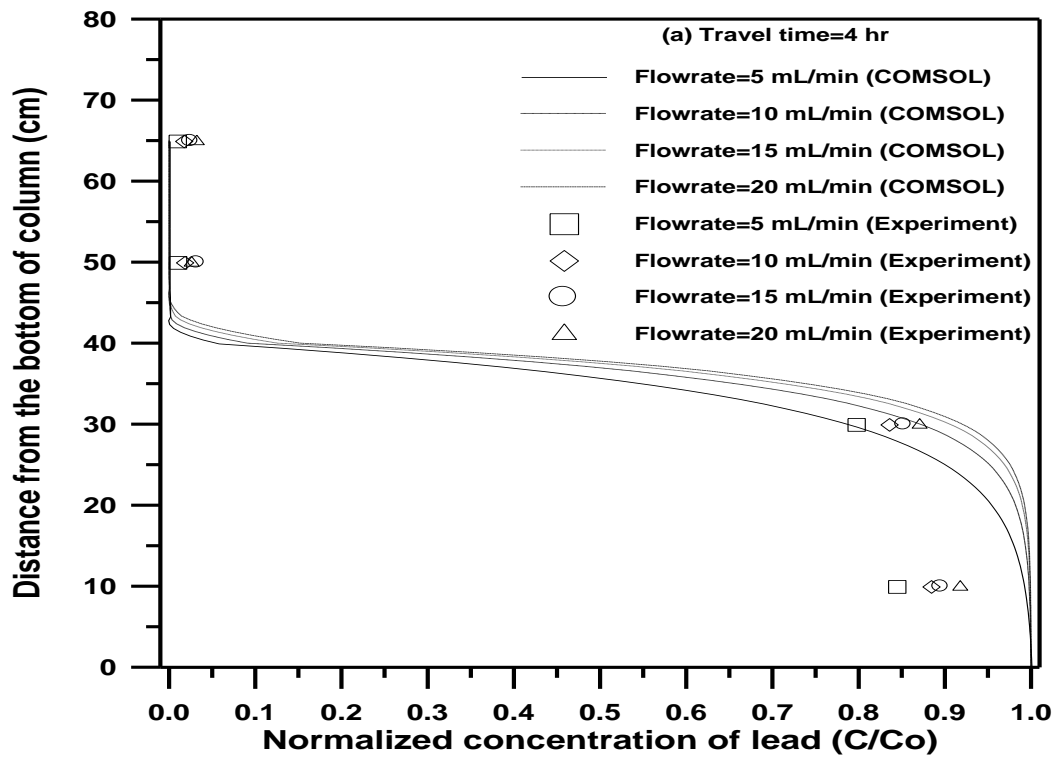


Figure 6. Comparison between analytical and numerical solutions of conservative solute transport along the length of the soil column without using PRB at different time intervals for flow rate equal to; a) 5, b) 10, c) 15, d) 20 cm^3/min .



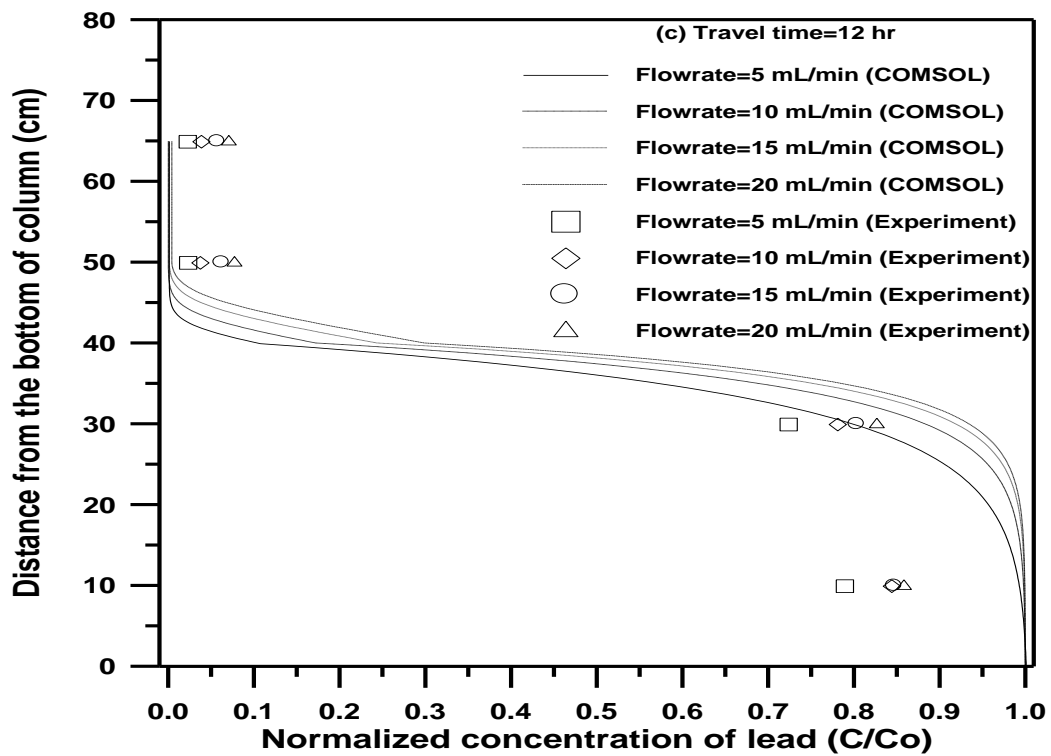
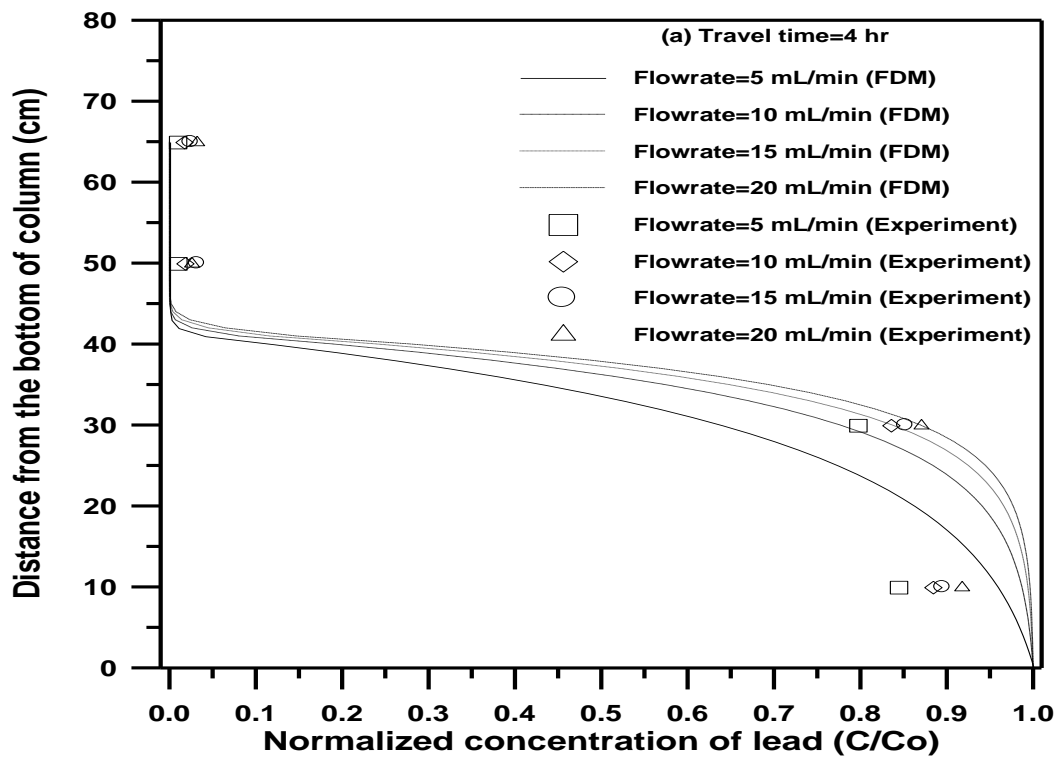


Figure 7. Comparison between COMSOL solutions and experimental results of Pb^{+2} concentrations in groundwater for different values of travel time.



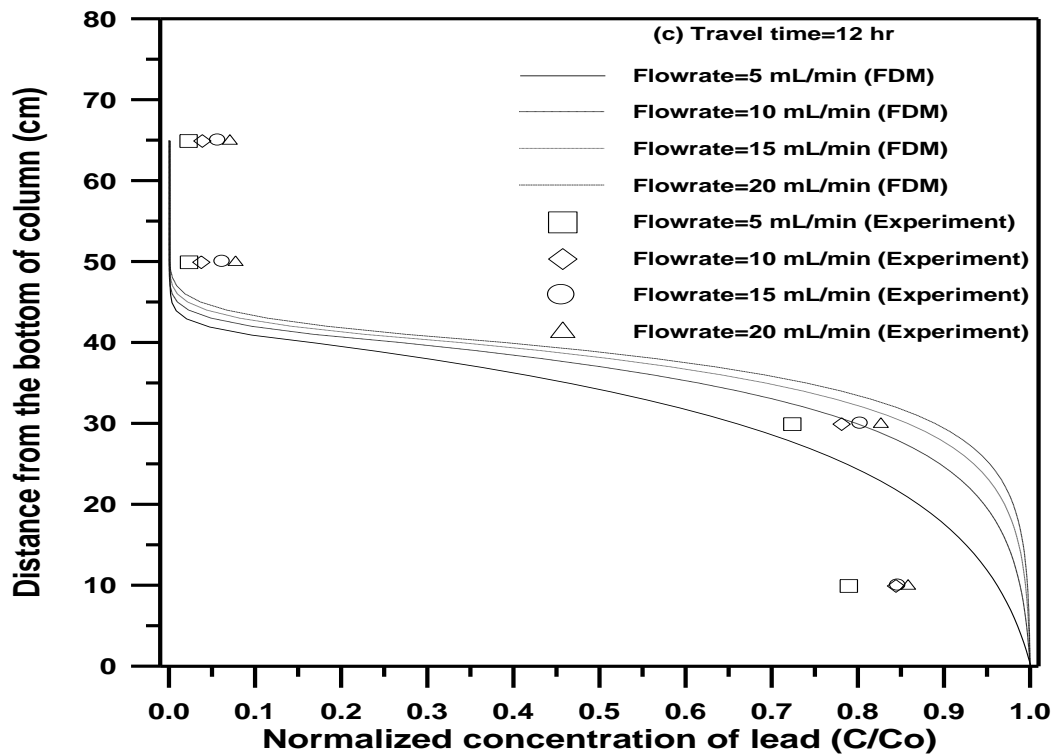
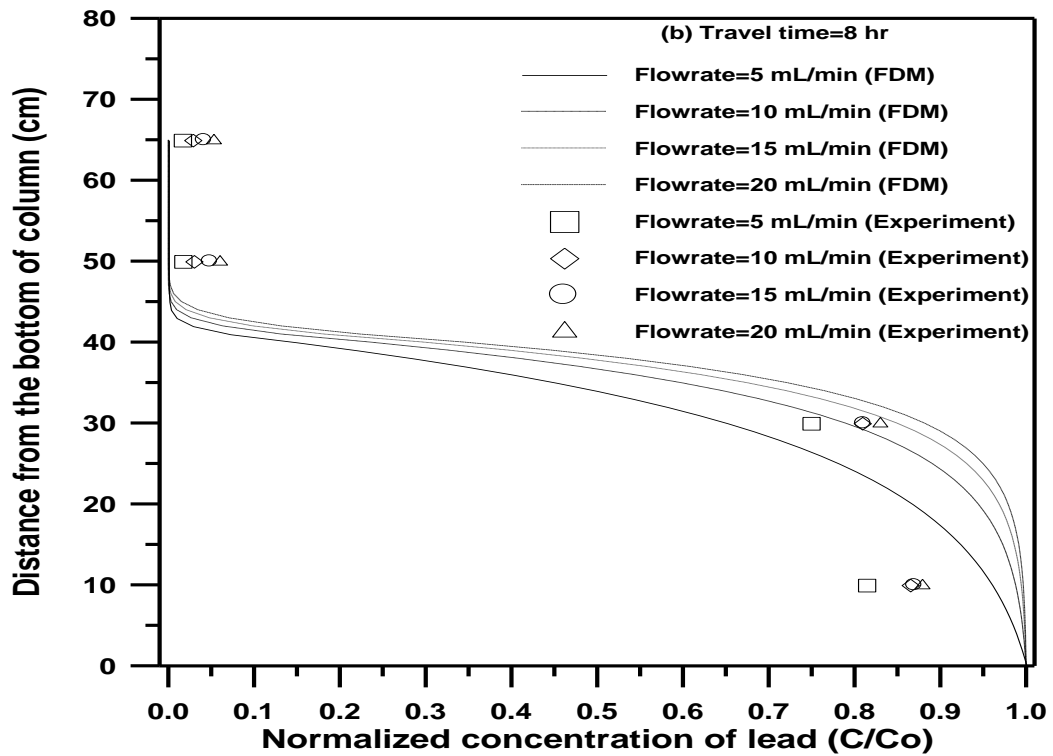


Figure 8. Comparison between FDM solutions and experimental results of Pb^{+2} concentrations in groundwater for different values of travel time.

Solar Powered Air-Conditioning Using Absorption Refrigeration Technique

Wameedh Mohammed Mezher
M.Sc. Environmental engineer
College of Engineering
University of Baghdad
eng.wamidh@yahoo.com

Adel Ahmed Awadh
Professor
College of Engineering
University of Baghdad
hemiri2004@gmail.com

Ahmed Abed Mohammed
Assistance Professor
College of Engineering
University of Baghdad
ahmed.abedm@yahoo.com

ABSTRACT

The present work includes design, construction and operates of a prototype solar absorption refrigeration system, using methanol as a refrigerant to avoid any refrigerant that cause global warming and greenhouse effect. Flat plate collector was used because it's easy, inexpensive and efficient.

Many test runs (more than 50) were carried out on the system from May to October, 2013; the main results were taken between the period of July 15, 2013 to August 15, 2013 to find the maximum C.O.P, cooling, temperature and pressure of the system. The system demonstrates a maximum generator temperature of 93.5 °C, on July 18, 2013 at 2:30 pm, and the average mean generator temperature T_{gavr} was 74.7 °C, for this period. The maximum pressure P_g obtained was 2.25 bar on July 19, 2013 at 2:00 pm. The current system shows cooling capacity of 0.15 ton with coefficient of performance of 0.48, and minimum evaporator temperature obtained was 14.2°C.

A comparison of the present with previous works, showed that most of the previous work used ammonia as the main refrigerant, and even that used methanol it was as aqua methanol, or to be part of pair refrigerant, while the present work use the methanol as the main and the only refrigerant in the system. The results and the factors that provided by the current work, give a good understanding for using the methanol as a refrigerant with the solar absorption system. And the system can work in continuous operation cycle. This work gave fundamental understanding for designing solar refrigeration system, by using the results of present study to design air-conditioning unit, with one ton capacity, using the solar energy, and the methanol as a refrigerant.

Keyword: solar power, absorption refrigeration, methanol

منظومة تبريد هواء تعمل بالطاقة الشمسية باستخدام تقنية التثليج بالامتصاص

أ.م.د. احمد محمد عبد
أستاذ مساعد
كلية الهندسة - جامعة بغداد

أ.د. عادل احمد عوض الحميري
أستاذ
كلية الهندسة - جامعة بغداد

وميض محمد مزهر
ماجستير هندسة البيئة
كلية الهندسة - جامعة بغداد

الخلاصة

البحث الحالي يشمل على تصميم وتصنيع نموذج اولي لنظام تبريد بتقنية الامتصاص يعمل بالطاقة الشمسية، ويستخدم الميثانول كمادة مبردة في المنظومة كونه لا يحمل اثار سلبية تزيد من عملية الاحتباس الحراري ولا يسبب تلاشي طبقة الاوزون، حيث تم استخدام مولد شمسي من نوع اللوح السطحي كونه سهل التصنيع وقليل الكلفة وله كفاءة جيدة في عمل المنظومة.

اجريت العديد من التجارب على النموذج الاول من شهر ايار الى تشرين الثاني 2013 ، وبصورة رئيسية في الفترة ما بين 15 تموز الى 15 اب لعام 2013 للحصول على اقصى معامل اداء و طاقة وحرارة وضغط مطلوب لتشغيل المنظومة. وظهرت التجارب اقصى درجة حرارة ومقدارها 93.5 درجة مئوية بتاريخ 18 تموز 2013 الساعة 2:30 بعد الظهر، وكذلك معدل درجة للمولد مقدارها 74.7 درجة مئوية للفترة ذاتها، وكذلك اقصى ضغط تشغيلي مقداره 2.25 بار، بتاريخ 19 تموز 2013. واعطت المنظومة الحالية قدرة تبريد مقدارها 0.15 طن ومعامل اداء مقداره 0.48 مع ادنى درجة تبريد في المبخر مقدارها 14.2 درجة مئوية. الدراسة الحالية تضع المفاهيم الاولى والاساسية لعملية تصميم منظومة تبريد بالامتصاص تعمل بالطاقة الشمسية بالاعتماد على نتائج الدراسة الحالية، وتوضح الدراسة خطوات اساسية لتصميم منظومة تبريد هواء بالامتصاص تعمل بالطاقة الشمسية وبقدرة واحد طن باستخدام الميثانول كوسط تبريد رئيسي. كذلك تم اجراء مقارنة بين العمل الحالي والأعمال السابقة ، أظهرت أن معظم الطرق الاخرى تستخدم الأمونيا كغاز تبريد رئيسي. الكلمات الرئيسية: طاقة شمسية، تنليج امتصاصي، ميثانول

1. INTRODUCTION

The concerns on energy price, the depleting of resources and the global climate changes are given more attention to environment-friendly and sustainable alternatives. The energy crisis in the seventies, and the unclear future of energy situation, increase the demand for exploiting alternative energy sources, the most important alternative source that inspiring people is the solar intensity energy.

The solar energy is collector area dependent, and is a diluted form of energy and is available for only a fraction of the day. Also, its availability depends on several factors such as latitude and sky clearness. At the same time, its system requires high initial cost. But on the other hand, it has some attractive features such as its system requiring minimum maintenance and operation cost, and it does not have negative effects on the environment. Another important feature of solar energy is its ability to satisfy rural areas where conventional energy systems might be not suitable or uneconomical, **Duffie & Beckman, 1980**.

The conventional refrigeration systems require mechanical energy as the driving source and are responsible for the emission of CO₂ and the other green house gases such as chlorofluorocarbon CFCs and hydro chlorofluorocarbon HFCs which are considered major cause for ozone layer depletion. From this context the absorption refrigeration system attains a considerable attention in 1970s due to the energy crisis and ecological problems related to the use of CFCs and HFCs. **Anyanwu, 2012**.

The Montreal Protocol (1987) controls the release and use of CFCs, and has set a time scale schedule for eliminating their production. This agreement is an historic step in the ongoing process of building consensus regarding environmental impacts of CFCs.

The International Institute of Refrigeration in Paris (IIF/IIR) has estimated that approximately 15% of all the electricity produced in the whole world is employed for refrigeration and air-conditioning processes of various kinds, and the energy consumption for air-conditioning systems has recently been estimated to 45% of the whole households and commercial buildings, **Santamouris, 1994**.

Due to the international attempt to find alternative energies, absorption refrigeration has become a prime system for many cooling application. Where thermal energy is

available the absorption refrigerator can very well substitute the vapour compression system, **Epstein, 1992**.

Researchers have proved that the absorption refrigeration technology has a promising potential for competing with the conventional vapour compression refrigeration systems. In comparison with the vapour compression refrigeration systems absorption refrigeration systems have the benefits of energy savings if powered by waste heat or solar energy, simpler control, absence of vibration and low operation cost. **Anyanwu, 2012**.

More interests have been paid to the solar thermal-driven refrigeration technologies, especially solar sorption (absorption and adsorption) systems, due to the low efficiency of the solar photovoltaic collectors of (10–15%) contrary to that of the solar thermal collectors, and the electrically driven systems are characterized by the limited useful power that can be achieved by solar means, and also by their fairly high initial cost, **Papadopoulos, 2003**, and **Dind, 2004**.

One of the most common solar air conditioning alternatives is a solar powered absorption system. The solar absorption system is similar in certain aspect to the conventional vapor compression air conditioning system in that the electrical compressor; is replaced with a solar-powered generator and absorber. **Fig.1** shows a commercial flat-plate solar-powered single-effect absorption cooling system. The most standard pairs of chemical fluids used include lithium bromide-water solution ($\text{LiBr-H}_2\text{O}$), where water vapor is the refrigerant and lithium bromide is the absorbent, and ammonia-water solution ($\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$) with ammonia as the refrigerant and water the absorbent, **ASHRAE, 1997**.

The aim of the present work is to study the performance of solar absorption refrigeration using methanol. For this study a solar absorption refrigeration unit was constructed. The system was operated mainly during the months of May to October (2013) for a period of 8 hours per day (8 am to 4 pm).

2.EXPERIMENTAL WORK

The system consists of a generator, condenser, absorber and evaporator, all were connected using copper pipes of 3/8" or 9.5 mm, and the heat exchanger is used with the system between the evaporator and the absorber, some of the connections made by welding and others by copper fittings. **Fig. 1** shows the schematic diagram for the system and **Fig.2** shows the absorption refrigeration system a.

The generator was assembled using 11 copper pipes of 12.7 mm and 1 m long, the two ends of the pipes were connected to two main pipes at the top and bottom, each of these pipes was a copper pipe; 1.25 m in length and 28.58 mm, in diameter, all the pipes were of thickness of 1mm. Painted black to improve its solar absorbing capabilities. The generator is rectangular in shape with the dimensions of (125 cm x 125cm x 10 cm) and at 20° incline angle, and with a total volume of 3 liters, without the header. The generator total area is 0.66 m², **Fig. 3** below shows the generator.

The absorber consists of main vessel that contains the refrigerant. It is a steel container of thickness of 0.8 mm, and 13 l in capacity. The absorber has 4 openings; one for inlet pipe coming from the heat exchanger followed by the evaporator, the second is used as outlet, connected to the generator, the third is used as the filling point of refrigerant, and the forth is used as drain.

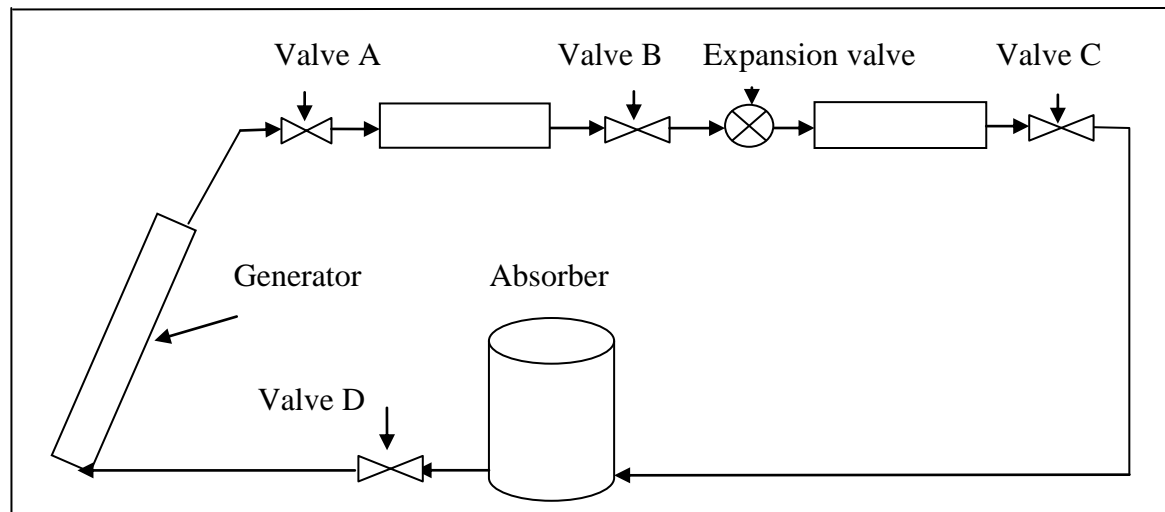


Figure 1. Schematic diagram of the solar absorption refrigeration system.

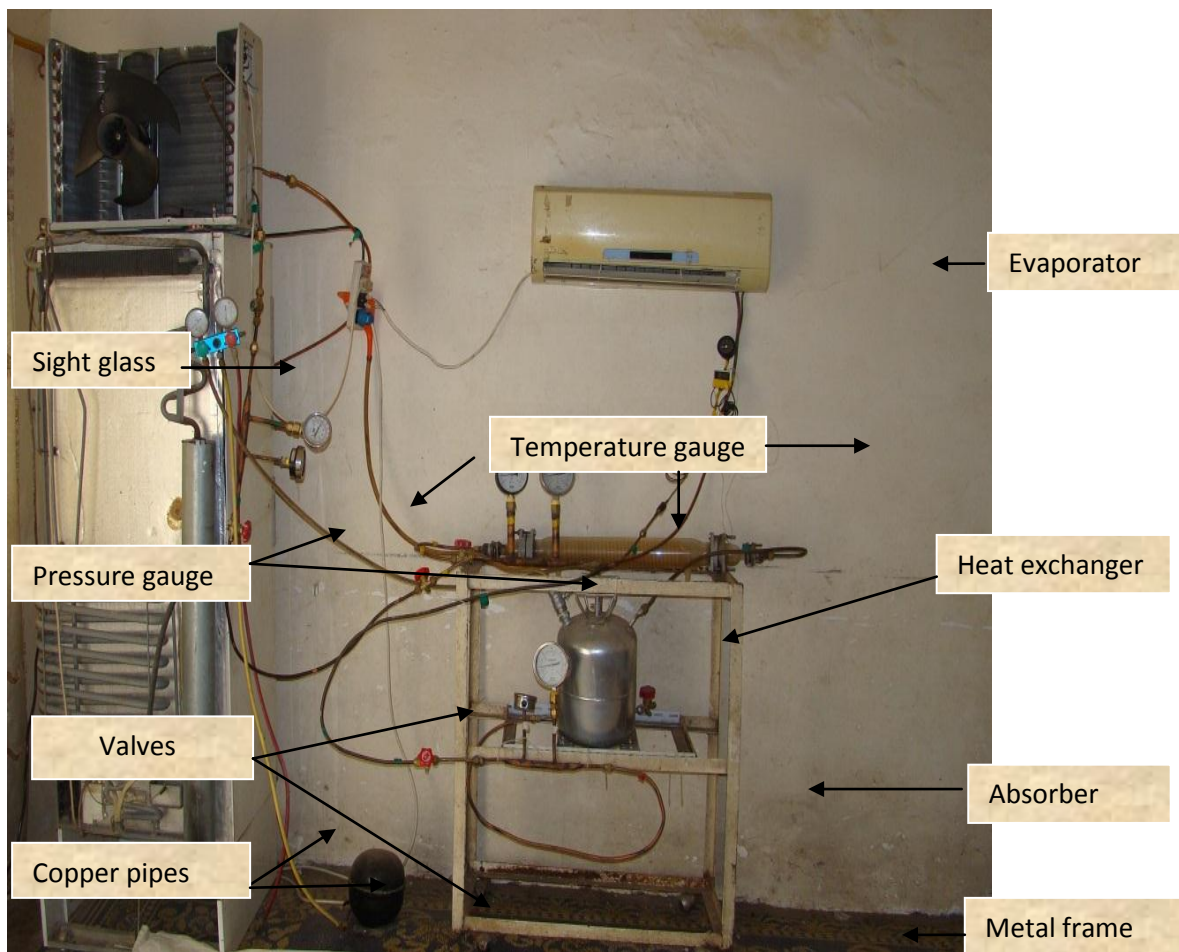


Figure 2. Photograph of the system.

Vacuum pump

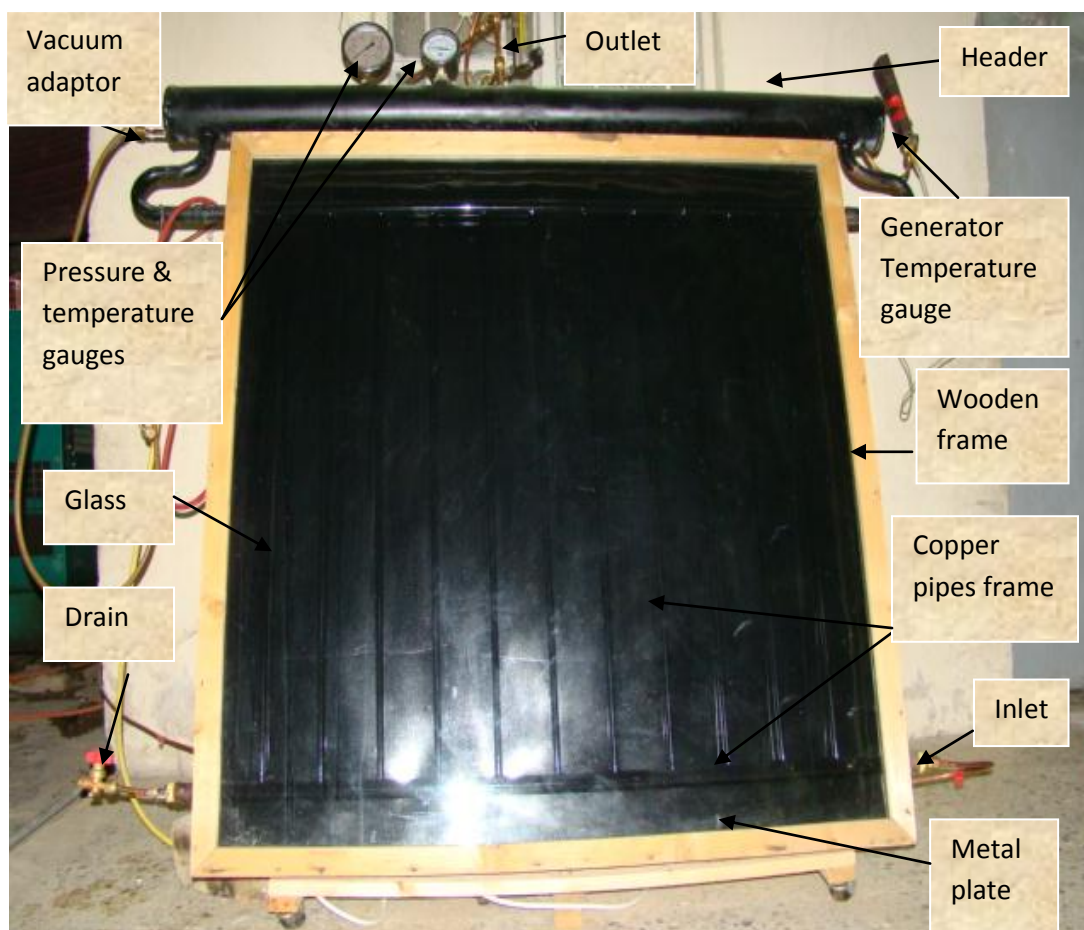


Figure 3. A photograph of the generator.

3.EXPERIMENTAL PROCEDURES

At the start of the generation process valve A is opened and valves B, C, D are closed. The generator kept in a position facing the sun at the angle of 20° to start solar absorption to heat the generator and the liquid inside. Methanol starts to evaporate and the vapour accumulates in the header producing vapour at high pressure, then methanol vapour pass to the condenser which is cooled by forced air. Readings were taken each 15 minutes; these records include ambient temperature, generator metal temperature and the vapour temperature and pressure at the header.

At the maximum pressure produced in the generator, refrigeration process starts. To start the refrigeration process valves B and C are opened and valve D is closed, the condensate refrigerant pass to the evaporator under the pressure produced in the generator, and refrigeration occurs due to the passing of the refrigerant inside the expansion valve, which causes boiling of the refrigerant and a decrease in the pressure inside the evaporator, which leads to absorb the heat from the surrounding of the evaporator. Readings were taken each 5 minutes for the temperature and the pressure of the evaporator. Then the vapour passes to the heat exchanger which is cooled by passing cold water with normal flow to condense the refrigerant that accumulates at the absorber tank, which will refill the generator again.

4.RESULTS AND DISCUSSIONS

Many test runs were made on the solar absorption refrigeration system, using methanol as a refrigerant in these experiments, the system demonstrated interesting results. The main results were taken between the period of July 15, 2013 to August 15, 2013 to find the maximum energy, temperature and pressure that the system can reach. There were many test runs obtained along the period of October 2012 to October 2013, to find the operation of the system in different seasons. There were about 50 tests have been carried out for the generator, and 10 tests to find the optimum operating pressure of the methanol refrigerant in the evaporator.

VARIATION OF GENERATOR AND SOLUTION TEMPERATURE AND GENERATOR PRESSURE WITH TIME.

Fig. 4 to 7. show that the generator temperature (T_g), is higher than refrigerant vapour temperature (T_s), and the maximum temperature obtained was 93.5 °C, in July 18, 2013 at 2:30 pm. And the average mean generator temperature (T_{gav}) was (74.7 °C). The maximum pressure (P_g) obtained was 2.25 bar on July 19, 2013 at 2:00 Pm.

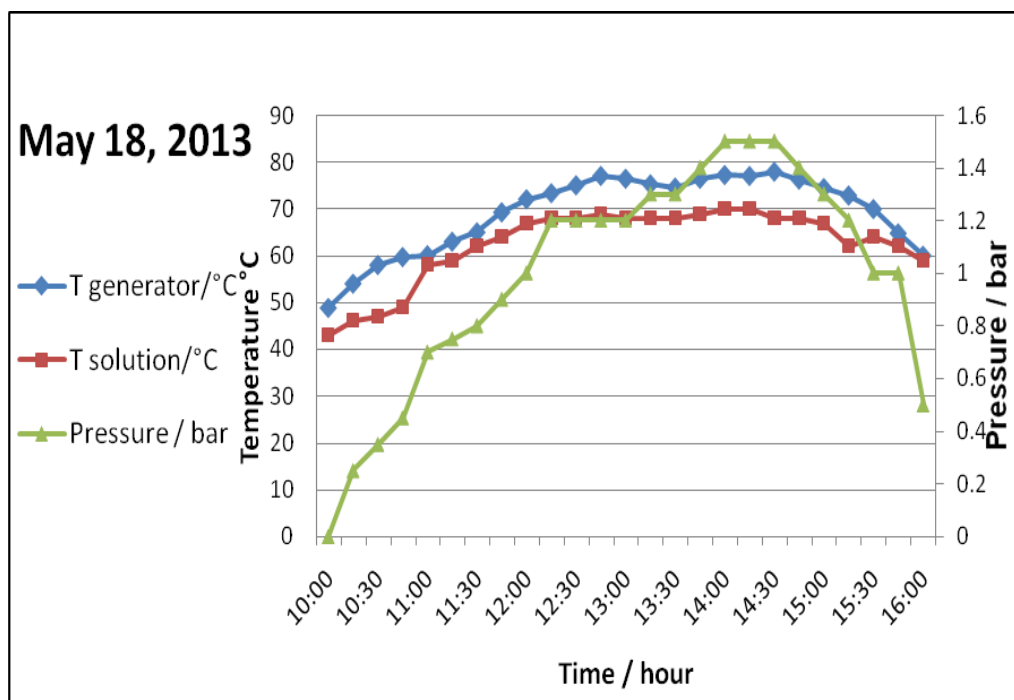


Figure 4. Variation of generator and solution temperature and generator pressure with time.

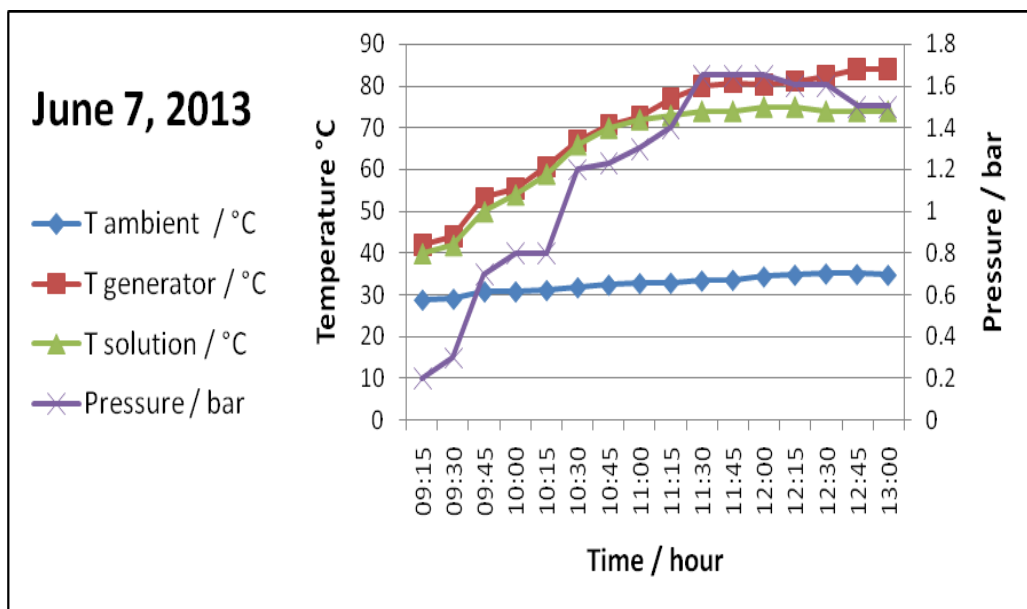


Figure 5. Variation of generator and solution temperature and generator pressure with time.

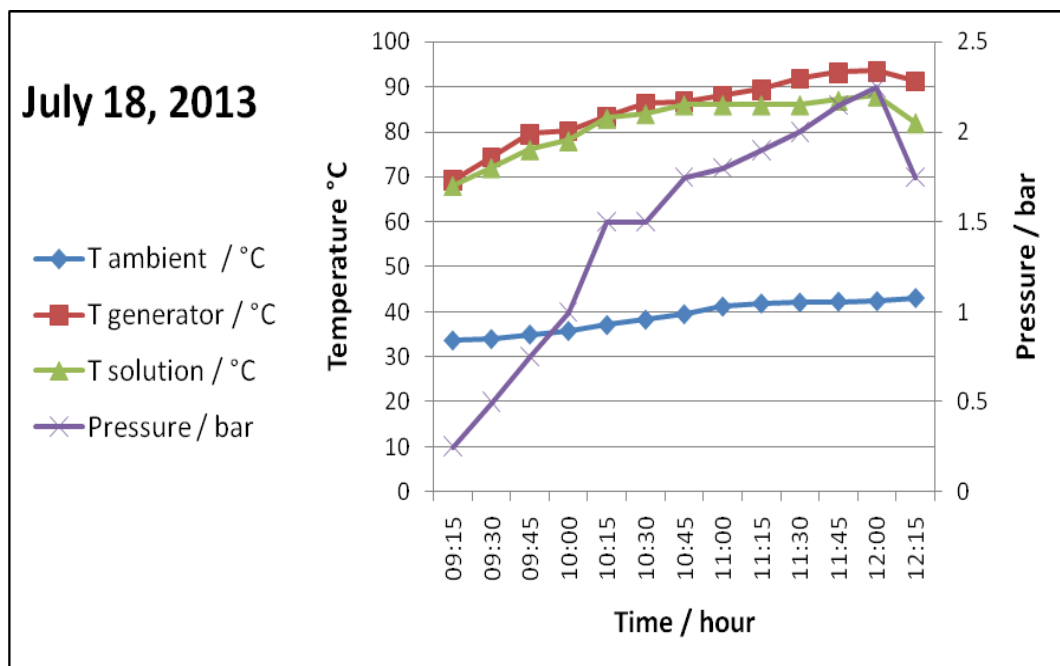


Figure 6. Variation of generator and solution temperature and generator pressure with time.

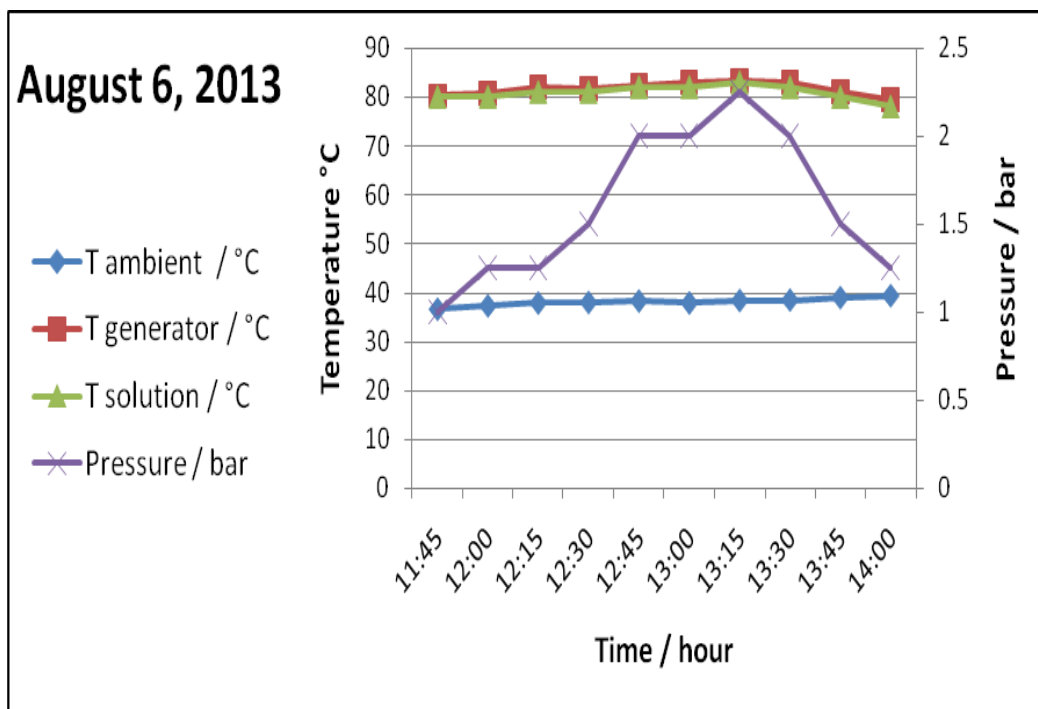


Figure 7. Variation of generator and solution temperature and generator pressure with time.

REFRIGERATION CYCLE AND VARIATION OF TEMPERATURES AND PRESSURE WITH TIME.

The indoor cycle or refrigerating cycle occurred when the liquid methanol passes through the evaporator by the expansion valve, with the operating pressure that produced by the generator, then the methanol evaporates at the evaporator, absorbing the heat in the surrounding making the evaporator cool. **Fig. 8** and **Fig. 9** show the refrigeration process results of the system, and the variation between evaporator temperature (T_e), absorber temperature (T_a), and the evaporator pressure (P_e), absorber pressure (P_a) with refrigeration time.

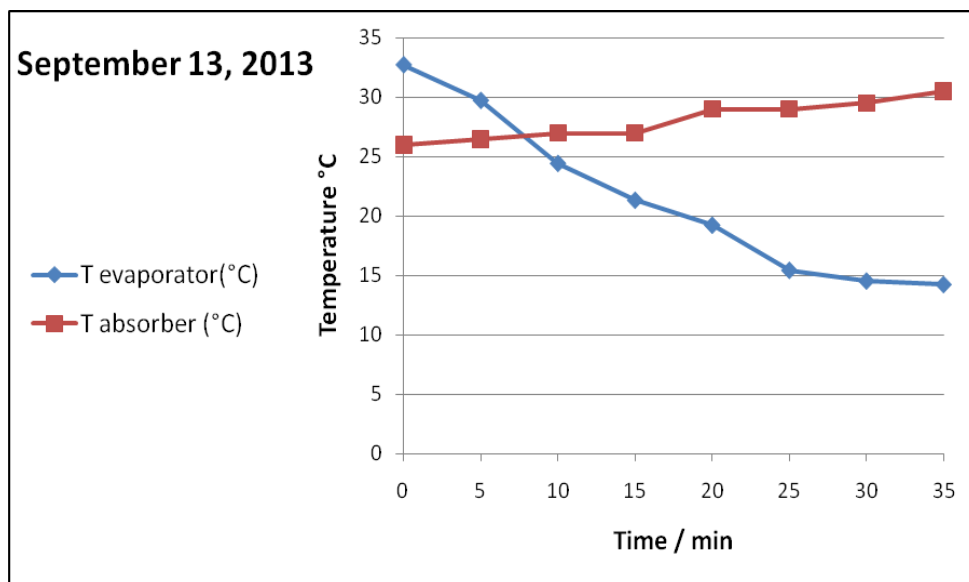


Figure 8. Variation of the temperature and pressure in the evaporator and the absorber with time.

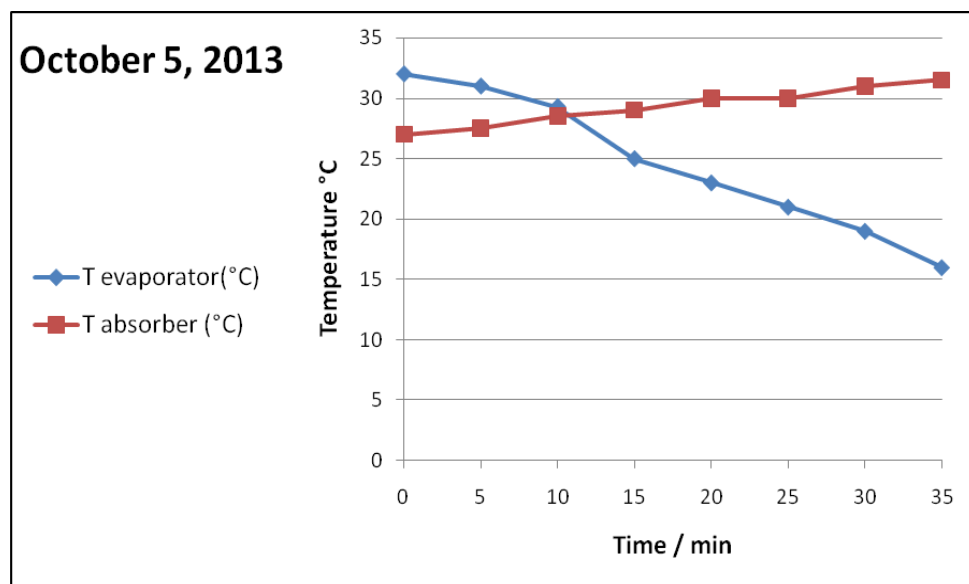


Figure 9. Variation of the temperature and pressure in the evaporator and the absorber with time.

EFFECT OF MAXIMUM TEMPERATURE ON C.O.P

Fig. 10. shows the distribution of coefficient of performance plotted with generator temperature and pressure. The C.O.P increases with the increasing of the generator temperature and pressure; this increase is due to the increasing quantity of the methanol evaporated from the generator.

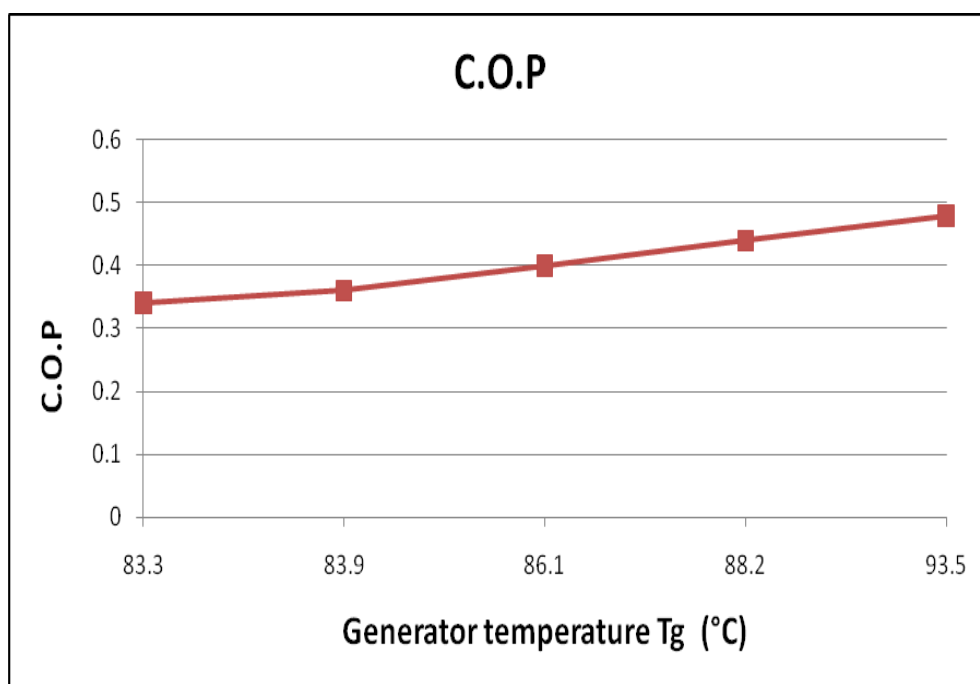


Figure 10. Effect of maximum generator temperature on C.O.P.

EFFECT OF MAXIMUM GENERATION TEMPERATURE ON COOLING LOAD

Fig. 11 shows that the cooling load of the system increases with the increase of the generator temperature. This increase in cooling load is due to the increase of the evaporated methanol and the pressure of the system.

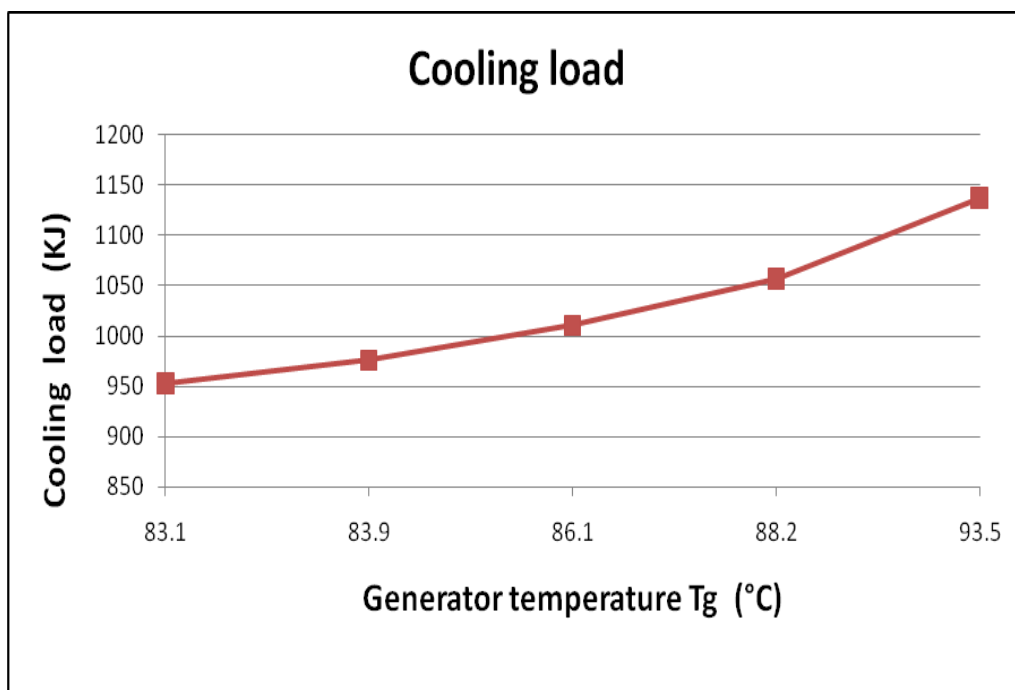


Figure 11. Effect of maximum generator temperature on cooling load.

MINIMUM EVAPORATOR TEMPERATURE

The increase in generator temperature leads to an increase in the cooling capacity of the system, which means lowering the evaporator temperature to the minimum temperature. That means the minimum evaporator temperature decreases with the increase of the maximum generator temperature. **Fig. 12** shows that the temperature of the evaporator decreases with the increase of the generator temperature, this is due to the fact of increasing the quantity of the methanol evaporated and the increase of the pressure, which causes circulation of the refrigerant.

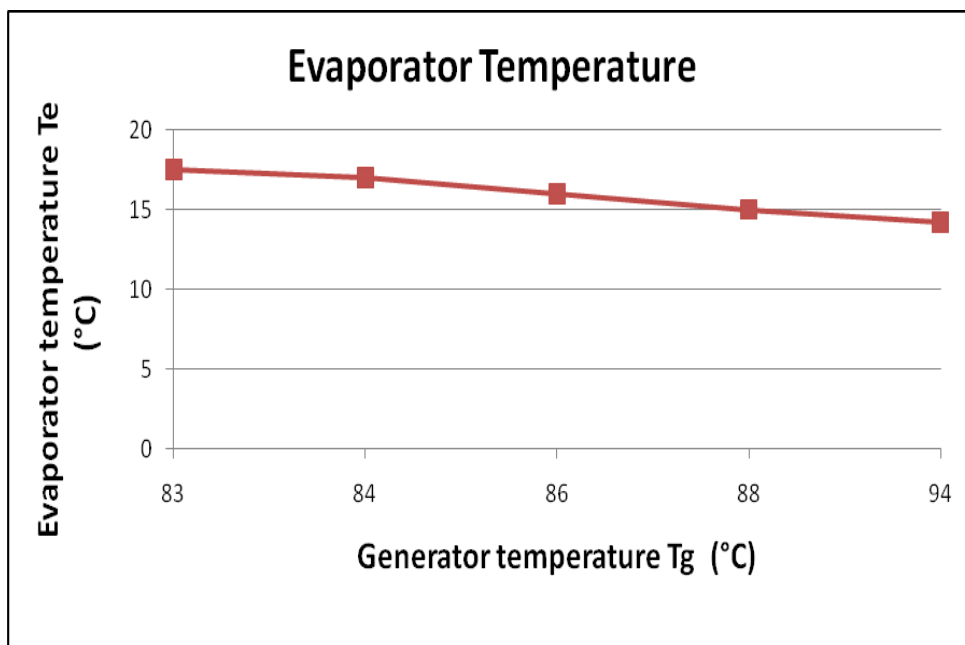


Figure 12. Effect of maximum generator temperature on the evaporator temperature.

CONCLUSIONS

- 1- The operation of this type of system is environmentally efficient, because it uses refrigerant that doesn't affect the Ozone layer, and uses a renewable energy that reduce the source depletion of the energy sources, also the system use clean energy that produce no waste gas that affect or increase the global warming, which demonstrate the sustainable development requirement for the future projects and researches.
- 2- The generator type and specification used in this work showed that the Maximum temperature that can be reached is 93 °C, and this can be achieved during July and August.
- 3- The system used with the design criteria and the condition that related to the experiments produced cooling capacity of 0.15 ton, and the C.O.P (0.35-0.48).
- 4- The employed operating pressure produced minimum evaporator temperature of (14.2°C -17°C).
- 5- The cooling ratio or C.O.P increases with the increase of the generator temperature.



REFERENCES

- Anyanwu, E.E., 2012, *Environmental Pollution: Restructuring The Refrigeration Industry as a Way out*, Environment protection engineering vol. 26, no. 4, pp. 17–27
- ASHRAE, 1997, *Handbook of Fundamentals*, ASHRAE, Atlanta, USA.
- Duffie, J.A., and Beckman, W.A., 1980, *Solar Engineering of Thermal Processes*, John Wiley & Sons, New York.
- Epstein M., and Segal A., 1999, *Comparative Performances of 'Tower-Top' and 'Tower-Reflector' Central Solar Receivers*, Solar Energy Vol. 65 No. 4 pp. 207-226 ISSN:0038- 092x.
- Mezher, W. M., 2014, *Solar Powered Air Conditioning Using Absorption Refrigeration Technique*, Ph.D. Thesis, Baghdad University.
- Papadopoulos, A.M., Oxizidis, S. and Kyriakis, N., 2003, *Perspectives of Solar Cooling in View of the Developments in the Air-Conditioning Sector*, Renewable Sustainable Energy Rev; 7:419–38.
- Santamouris M, and Argiriou A, 1994, *Renewable Energies and Energy Conservation Technologies for Buildings in Southern Europe*. Int. J Sol Energy; 15:69–79.

Proposed Modification to Increase Main Swept Back Wing Efficiency for Aircraft Aermacchi Siai S211

Naseer Abdul Razzaq Mousa

Assistant Lecturer

Engineering Affaire Department - University of Baghdad

E-mail:nasseer64@gmail.com

ABSTRACT

A winglet is devices attached at the wing tips, used to improve aircraft wing efficiency by reduction influence wing tips vortices and induct drag, increasing lift force at the wing tips and effective aspect ratio without adding greatly to the structural stress and weight in the wing structure. This paper is presented three-dimensional numerical analysis to proposed modification swept back wing by adding Raked winglets devices at the main wing tips belong the two seat trainer aircraft type Aermacchi Siai S211 by using Fluent ANSYS 13 software. CFD numerical analysis process was performed at the same flight boundary conditions indifferent wing angle of attacks with constant air flow velocity $V_{\infty}=50$ (m/sec), ambient pressure $P_o=101325$ (Pa), ambient temperature $T_o=288.14$ (K), and at air density $\rho_o=1.225$ (kg/m³) to both proposed wing model and the main aircraft wing model. The results are shown an improvement in aerodynamic parameters including increment lift coefficient to (0.22%-5.95%), reduction drag coefficient to (0.34% - 3.60%), increment wing load efficiency ratio to (2.62% - 7.30%), reduction induct drag coefficient C_{Di} to (7.65% - 13.11%) compared with the main aircraft wing model and achieved an improvement in aircraft flight maneuver abilities and stability controls especially during descent, approach, landing and takeoff with lower speed with shortage runway.

Key word: aerodynamics, theory of wing section, winglets, Aermacchi Siai s211 Aircraft.

التعديل المقترح لزيادة كفاءة الجناح المتراجع الى الخلف لطائرة Aermacchi Siai S211

نصير عبدالرزاق موسى

مدرس مساعد

قسم الشؤون الهندسية - جامعة بغداد

الخلاصة

الجناحات الطرفية عبارة عن اجهزة تركيب على اطراف الاجنحة تستخدم لتحسين كفاءة جناح الطائرة عن طريق تقليل تأثير الدوامات الهوائية الطرفية، وتأثير الكبح الحثي، زيادة قوة الرفع عند طرفي الجناح التي تؤدي الى زيادة تأثير نسبة باع الجناح الى المساحة الكلية بدون اضافة احمال واجهادات اضافية كبيرة لهيكل الجناح. يقدم هذا البحث التحليل العددي ثلاثي الابعاد لتعديلات مقترحة لجناح متراجع الى الخلف باضافة جناحات طرفية مسلوكة الى الخلف الى الجناح الاساسي لطائرة تدريب ثنائية المقعد طراز (Aermacchi Siai S211) باستخدام البرنامج التحليلي (ANSYS 13). تم تنفيذ عملية التحليل العددي لكلا الجناح المقترح والجناح الاساسي للطائرة في نفس ظروف الطيران المحددة لمختلف زوايا هجوم الجناح مع بثبوت سرعة جريان الهواء $V_{\infty}=50$ (m/sec)، الضغط الجوي $P_o=101323$ (Pa) ودرجة حرارة $T_o=288.14$ (K) وكثافة الهواء $\rho_o=1.225$ (kg/m³). اظهرت نتائج التحليل العددي تحسن في البارامترات الايروديناميكية لنموذج الجناح المقترح التي تتضمن زيادة معامل قوة الرفع معامل الرفع الى (0.22% - 5.95%)، وتقليل معامل قوة الكبح الى (0.34% - 3.72%)، وزيادة نسبة كفاءة الجناح الى (2.62% - 7.30%)، وتقليل معامل الكبح الحثي الى (7.65% - 13.11%) مقارنة مع الجناح الاساسي.

بالمقارنة مع الجناح الاساسي للطائرة وحقت تحسن في قابلية الطائرة للمناورة واستقرارية السيطرة خصوصا اثناء النزول، والتقرب، والهبوط والاقلاع في سرعات طيران اقل في مسافة مدرج اقصر.

1. INTRODUCTION

The wings are the most important part to produce lift force of the aircraft. Wings vary in design depending upon the aircraft type and its purpose, **Abbott, and Doenhoff, 1959**. Induced drag is caused by the wingtip vortex, an unavoidable collateral effect of lift generation in a finite wing. It has been proven that modifications in the wingtip or the use of wingtip devices can minimize the induced drag expressively, **Cosin and Catalano, 2010**. Wingtip devices are usually increase the effective aspect ratio of a wing, with less added wingspan and intended to improve the efficiency of fixed-wing aircraft, **Abbott, and Doenhoff, 1959**. The wingtip devices increase the lift generated at the wing tip, and reduce the lift-induced drag caused by wingtip vortices, improving lift-to-drag ratio L / D . This increases fuel efficiency in powered aircraft, and cross-country speed in gliders, in both cases increasing range, The winglet converts some of the otherwise wasted energy in the wing tip vortex to an apparent thrust. This small contribution can be very worthwhile, provided the benefit offsets the cost of installing and maintaining the winglets during the aircraft's lifetime. Another potential benefit of winglets is that they reduce the strength of wing tip vortices, which trail behind the plane. When other aircraft pass through these vortices, the turbulent air can cause loss of control, possibly resulting in an accident, **Inam, et al., 2010**.

2. RELATED WORKS

There are several works on "Aerodynamic characteristics of the winglet devices" were developed. **Cosin and Catalano, 2010**, performed aerodynamics analysis of the multi-winglets for low speed aircraft, baseline and six other different multiwinglets configurations were tested. The device led to 32% improvement in the Oswald efficiency factor, representing an increase of 7% in the maximum aerodynamic efficiency. Improvements of 12% in the maximum rate of climb and 7% in the maximum range were also obtained. **Azlin, et al., 2011**, a three-dimensional CFD analysis that was performed on a winglets rectangular wing of NACA65₃218 cross sectional airfoil. He was obtained that a comparison of aerodynamics characteristics of lift coefficient CL , drag coefficient CD and lift to drag ratio, L/D was made and it was found that the addition of the elliptical and semi circular winglet gave a larger lift curve slope and higher Lift-to-Drag Ratio in comparison to the baseline wing alone. **Smith and Komerath, 2001**, examined the potential of multi-winglets for the reduction of induced drag without increasing the span of aircraft wings. Wind tunnel models were constructed using a NACA 0012 airfoil section for the untwisted, rectangular wing and flat plates for the winglets. Testing of the configurations occurred over a range of Reynolds numbers from 161,000 to 300,000. The results show that certain multi-winglet configurations reduced the wing induced drag and improved L/D by 15-30% compared with the baseline 0012 wing. **Hossain, et al., 2012**, studied the aerodynamic characteristic for aircraft wing model with and without bird feather like winglet. The aerofoil used to construct the whole structure is NACA 65₃-218 Rectangular wing and this aerofoil has been used to compare the result with previous research using winglet. The experimental result shows 25-30 % reduction in drag coefficient and 10-20 % increase in lift coefficient by using bird feather like winglet at angle of attack of 8 degree.

3. WINGTIP VORTICES

Wingtip vortices are circular patterns of rotating air left behind a wing. Vortices form because of the difference in pressure between the upper and lower surfaces of a wing that is

operating at a positive lift, air flows from the lower surface out around the tip to the upper surface of the wing in a circular fashion caused to pressure on the upper and lower surface become equal at the wing tips **Fig. 1**. The spanwise flow on the finite wing is meet at the trailing edge, they give rise to a swirling motion that, within a short distance downstream, is concentrated into the two well-known tip vortices **Fig. 2**. This process can be idealized as a “horseshoe” vortex system **Fig. 3**. The wingtip vortices contain a large amount of translational and rotational kinetic energy which is produce a stream of air downward after the wing called downwash or induct velocity (w_i) which is directly responsible for the appearance of one of the components of resistance aerodynamic, induced drag (D_i), reduce the wing effective angle of attack and increase aircraft engine fuel conception ratio, **Thomas, 1999**.

4. WINGLETS

Wingtip devices are usually intended to improve the efficiency of the fixed-wing aircraft by partial recovery of the tip vortex energy, increase effective aspect ratio without increasing wing span, increase the lift generated at the wingtip by smoothing the airflow across the upper wing near the tip, reduce the lift-induced drag caused by wingtip vortices and increase aircraft power plant efficiency **Faye, et al., 2007**. There are many types of winglets which applicant in aircrafts such as transporting, cargo, VIP transporting aircrafts. Winglets can be classified depending of the winglet part attachment with main wingtips, so commonly they are three types wing with fence winglets, wing with blended winglets and wing with Raked winglets see **Figs. 4a, 4b, and 4c**.

5. AERODYNAMICS BACKGROUND

Usually flight operation consist of take-off, climb, cruise, turn, maneuver, descent, approach and landing, so the wing must produce sufficient lift force while the drag force must be minimum.

The lift force can be written as:

$$L = 1/2 \rho V_{\infty}^2 S C_L \quad (1)$$

The drag force can be written as:

$$D = 1/2 \rho V_{\infty}^2 S C_D \quad (2)$$

Where:

ρ - air flow density. (Kg/m^3)

V_{∞} - air flow velocity. (m/sec)

S - wing area. (m^2)

C_L - wing lift coefficient (dimensionless)

C_D - wing drag coefficient (dimensionless)

Induced drag is caused by the wingtip vortex in finite wing and can be written as, **Anderson, 2005**.

$$D_i = \frac{2L^2}{\rho \pi b^2 V_{\infty}^2 e} \quad (3)$$

Where:

L is the lift, ρ fluid density, b is wingspan, V velocity and e is efficiency factor, in general $e < 1$ and depends on the wing shape.

Induct drag coefficient is

$$C_{di} = \frac{C_L^2}{\pi e AR} \quad (4)$$

Where:

The induced drag coefficient C_{di} is equal to the square of the lift coefficient C_L divided by the quantity: π (3.14159) times, wing efficiency factor time's (e) the aspect ratio AR,

$$AR = \frac{b^2}{S} \quad (5)$$

For a wing, the total drag coefficient, C_D is equal to the parasite drag coefficient at zero lift C_{do} plus the induced drag coefficient C_{di} .

$$C_D = C_{do} + C_{di} \quad (6)$$

Where parasite drag is C_{do} is skin friction drag due frictional shear stress integrated over the wing surface and pressure drag due to flow separation.

Induct angle of attack can be written as

$$\alpha_i = \frac{C_L}{\pi AR} \quad (7)$$

Effective angle of attack of the wing is:

$$\alpha_{eff} = \alpha - \alpha_i \quad (8)$$

Downwash velocity at the wing tip is:

$$w_i = -\frac{\Gamma_0}{2b} \quad (9)$$

Where Γ_0 is the circulation at the wing

$$\Gamma_0 = \frac{2V_\infty S C_L}{b\pi} \quad (10)$$

7. CASE STUDY

Two seats trainer aircraft type Siai - Aermacchi S.211, **Figs. 5** and **6**, are analyzed in order to produce a new modification to improve the efficiency of the aircraft wing.

The main general technical data and characteristics of the aircraft are: **FAA, 2012**.

- Crew: two: student and instructor
- Length: 30 ft 6½ in, (9.31 m)
- Wingspan: 27 ft 8 in, (8.43 m)
- Height: 12 ft 5½ in, (3.8 m)

- Wing area: 135.63 ft², (12.6 m²)
- Empty weight: 4,070 lb, (1.850 kg)
- Maximum takeoff weight: 6,050 lb, (2750 kg)
- Power plant: 1 × Pratt & Whitney JT15D-4C turbofan engine, 2,500 lb, (11.12 kN)

Aircraft performance: (Cruise altitude (25000 ft), 7620 m)

- Never exceed speed: Mach 0.8, (740 km/h, 400knots, 460 mph)
- Maximum speed: 360 knots, (667 km/h)
- Stall speed: 74 knots, (138 km/h)
- Range: 900 nm, (1,668 km, 1,036 miles)
- Service ceiling: 40,000 ft, (12,200 m)
- Rate of climb: 4,200 ft/min, (21 m/s)
- Thrust/weight: 0.413:1
- Acceleration limits: +6.0g (+58.9 m/s²)/-3.0g (-29.0 m/s²)

Aircraft wing geometry model, **Fig. 7:**

- Aspect Ratio AR is 5.52
- Wing root chord length C_r is 2 m,
- Wing tip chord C_t is 1 m.
- Taper ratio λ is 0.5
- Leading edge swept angle Λ_{LE} is 19°
- Quarter chord swept angle Λ_{1/4} is 15°
- Not twisted.
- No dihedral angle.
- Wing span b is 8.34 m
- Wing root cross section is airfoil Naca 64₂-215
- Wing tip cross section is airfoil Naca 64₂-212

The cross section airfoil Naca 64₂-215 and Naca 64₂-212 was selected as follow: **Sadraey, 2013.**

$$C_{L Vmax aircraft} = \frac{2xWxg}{\rho 7620xVmax^2xS}$$

$$C_{L Vmax aircraft} = \frac{2x2750x9.81}{0.5502x185.27^2x12.6} = 0.2267$$

$$C_{L Vmax wing} = 0.2267/0.95 = 0.23867$$

$$C_{li airfoil} = 0.23867/0.9 = 0.26519$$

$$C_{l ideal airfoil} \approx 0.2 \times 10 = 2$$

$$C_{Lmax aircraft} = \frac{2xWxg}{\rho_0xVstall^2xS}$$

$$C_{Lmax\ aircraft} = \frac{2 \times 2750 \times 9.81}{1.225 \times 38.33^2 \times 12.6} = 2.37$$

$$C_{Lmax\ wing} = 2.37/0.95 = 2.49 \text{ with flaps and slats down}$$

$$C_{lmax\ airfoil} = 2.49/0.9 = 2.76 \text{ with flaps and slats down}$$

Proposed aircraft wing model is the aircraft main wing geometry with attached raked winglet bended up to 30°, **Fig. 8**, where raked winglet tip is a small wing attached at the main wing tips and consist of selected Naca 642-212, Naca 64-012 and Naca 64-010 as a winglet cross section airfoils, **Fig. 9**. General characteristics of the proposed modification aircraft wing with raked winglet **Figs. 10, 11** and **12** are:

- Main wing root chord Length C_r is 2 m.
- Main wing tip chord length C_t is 1 m.
- Winglet root chord length is 1 m.
- Winglet tip chord length is 0.3 m.
- Winglet area is 0.5 m².
- Winglet span is 0.67 m.
- Winglet bended up at the tip by 30°.
- Winglet swept angle leading edge is 51°.
- Winglet root cross section airfoil Naca 642-212
- Winglet intermediate cross section airfoil Naca 64-012
- Winglet tip cross section airfoil Naca 64-010
- Wing span b is 9.34 m
- Wing area is S is 13 m²
- Taper ratio $\lambda = 0.5$ without winglets
- Aspect ratio $AR = 6.71$
- Leading edge swept angle $\Lambda_{LE} = 19^\circ$
- Quarter chord swept angle $\Lambda_{1/4} = 15^\circ$

8. MATHEMATICAL MODEL

FLEUNT solves the Navier-Stokes equation which includes expressions for the conservation of mass, momentum, pressure, species and turbulence, because the flow conditions are incompressible flow, the results are written as a continuity equation Eqs. (11) and (12) and Navier-Stokes equations for a viscous flow Eqs. (13a, 13b and 13c). **Anderson, 2005.** and **Fluent, 2005.**

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho V) = 0 \quad (11)$$

Where, ρ is fluid density, t is time, and V is the flow velocity vector field. If density (ρ) is a constant, as in the case of incompressible flow, the mass continuity equation.

Simplifies to a volume continuity equation:-

$$\nabla \cdot (\rho V) = 0 \quad (12)$$

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho u V) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \rho f_x + (F_x)_{viscous} \quad (13a)$$

$$\frac{\partial(\rho v)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho v V) = -\frac{\partial p}{\partial y} + \rho f_y + (F_y)_{viscous} \quad (13b)$$

$$\frac{\partial(\rho w)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho w V) = -\frac{\partial p}{\partial z} + \rho f_z + (F_z)_{viscous} \quad (13c)$$

The Momentum Eq. (14a, 14b, and 14c) for an inviscid flow are called the Euler equations.

$$\nabla \cdot (\rho u V) = -\frac{\partial p}{\partial x} \quad (14a)$$

$$\nabla \cdot (\rho v V) = -\frac{\partial p}{\partial y} \quad (14b)$$

$$\nabla \cdot (\rho w V) = -\frac{\partial p}{\partial z} \quad (14c)$$

9. NUMERICAL ANALYSIS

The CFD numerical analysis is consisting of three stages as shown in **Fig. 13**. The pre-processing stage is include re-design Three-Dimensional model to the main wing without winglet and proposed wing with raked winglet, meshing models and flow control volume into the elements using GAMBIT 2.4.6. In addition, to ensure that the mesh created is sufficient to accurately model the flow behavior around the wing at air velocity with various angle of attacks at the straight flight, a grid independence study was conducted, **Fig. 14**. The second stage is the CFD numerical analysis process is solved to determine the grid check, definition boundary conditions, definition simulation flight parameters at various angle of attacks $\alpha = (0^\circ, 2^\circ, 4^\circ, 6^\circ, 8^\circ, 10^\circ, 12^\circ, 14^\circ, 16^\circ)$, flow air velocity $V_\infty = 50$ m / sec, ambient pressure 101325 pa, ambient temperature 288.14 K, dynamic viscosity 1.7894×10^{-5} kg/m-s, air density 1.225 kg/m³ and ratio of specific heats is 1.4 (α), graphics simulations **Fig. 15**, **Fig. 16**, **Fig. 17**, and **Fig. 18**. Finally is the post-processing stage where the aerodynamics characteristics of the proposed wing with winglet model were found.

10. RESULTS AND DISCUSSIONS.

CFD numerical analysis results are discussed and focused on the proposed wing model improvements compared with the main wing model as follow:

- Improvement in the aerodynamic performance as a result of reduction influence wing tip vortices on the main wing, where **Table 1** represents magnitudes of lift coefficient C_L at different angle of attacks α , and **Fig. 19** represents graphics change of the lift coefficient C_L with constant air velocity at different angle of attacks.
- Reduction total drag coefficients of the wing as a result of effective winglet tip by reduction induct drag magnitude, where **Table 2** represents magnitude drag coefficient C_D at different angle of attacks α , **Fig. 20** represents graphics change of the drag coefficient C_D .

- Improvement in the aerodynamic wing efficiency by increasing magnitude of the wing efficiency C_L/C_D ratio as a result of effect winglet tip, where **Table 3** represents Lift-to-Drag coefficient ratio C_L/C_D , **Fig. 21** represents lift- to- drag coefficient ratio C_L/C_D graphics.
- The aerodynamic wing efficiency improved by decreasing magnitude of the C_D/C_L ratio as a result of influence decrease the wing drag coefficient and increases the wing lift coefficient, where **Table 4** represents drag-to lift coefficient ratio C_D/C_L , **Fig. 22** represents drag-to lift coefficient ratio C_D/C_F graphics.
- The aerodynamic wing efficiency improved by decreasing induct drag coefficient (C_{Di}) as a results of reduction influence of the wing tip vortices, where **Table 5** represents induct drag coefficient, **Fig. 23** represents induct drag coefficient graphics.
- Improvement in the aerodynamic lift force parameter of the wing as a result of increasing lift force at the wing tips by reduction influence magnitude wing tip vortices, where **Table 6** represents aerodynamic lift force, **Fig. 24** represents aerodynamic lift force graphics.
- The aerodynamic characteristics wing efficiency improved by decreasing magnitude of the wing tip vortices, where **Table 7** represents aerodynamic drag force, **Fig. 25** represents aerodynamic drag force graphics.
- Improvement in aerodynamic wing efficiency by decreasing magnitude of the induct angle of attack (α_i) and increase effective angle of attack (α_{eff}), where **Table 8** represents Induct Angle of Attack (α_i) and effective angle of attack (α_{eff}).

11. CONCLUSION

Proposed modification on the main swept back wing is achieved an improvement in aircraft flight maneuver abilities and stability controls especially during descent, approach, landing and takeoff with lower speed with shortage runway by increasing the lift generated at the wingtip, effective angle of attack and lift-to-drag ratio as a result of smoothing the airflow across the upper wing near the tip and reduce the lift-induced drag caused by wingtip vortices, where **Table 9** represents the percentage gain of the aerodynamic parameters of the proposed wing as follow:

- Improved increment (0.22%-5.95%) to lift coefficient C_L and that lead to increasing lifting load on the wing especially during descent, approach, landing and takeoff with lower speed.
- Improved reduction (0.34% - 3.60%) in drag Coefficient C_D and that led to reduction engine power during cruise speed, reduction fuel consumption and reduce stall speed and takeoff – landing runway distance.
- Improved aircraft maneuver by increment wing load efficiency C_L/C_D to (2.62% - 7.30%).
- Improved reduction (7.65% - 13.11%) in induct drag coefficient as a result of influence winglet type by decreasing wing tip vortices, downwash velocity, especially during takeoff and landing operations.



REFERENCES

- Abbott, I. H., and von Doenhoff, A. E, 1959, *Theory of Wing Sections*, Dover, New York, 1959.
- Cosin, R. , Catalano, F.M. , Correa, L.G.N. , Entz, R.M.U. 2010, *Aerodynamic Analysis of Multi-Winglets for Low Speed Aircraft*, 27th International Congress of the Aeronautical Sciences.
- Mohammad Ilias Inam, Mohammad Mashud, Abdullah-Al-Nahian, S. M. S. Selim, 2010, *Induced Drag Reduction for Modern Aircraft without Increasing the Span of the Wing by Using Winglet*, International Journal of Mechanical & Mechatronics. IJMME-IJENS Vol: 10 No: 03,2010
- M. A Azlin, C.F Mat Taib, S. Kasolang and F.H Muhammad, 2011, *CFD Analysis of Winglets at Low Subsonic Flow*, Proceedings of the World Congress on Engineering 2011 Vol I WCE 2011, July 6 - 8, 2011, London, U.K.
- M. J. Smith•, N. Komerath, R. Ames, O. Wong, 2001, *Performance Analysis of a Wing with Multiple Winglets*, AIAA-2001-2407.
- Altab Hossain, Ataur Rahman, A.K.M. P. Iqbal, M. Ariffin, and M. Mazian, 2012, *Drag Analysis of an Aircraft Wing Model with and without Bird Feather like Winglet*, International Journal of Aerospace and Mechanical Engineering 6:1 2012.
- Thomas.F., 1999, *Fundamentals of Sailplane Design*, Translated by Judah Milgram, College Park Press, MD.
- Faye, R.; Laprete, R.; Winter, M. 2007, *Aero*, No. 17., *Boeing. Assessment of Wingtip Modifications to Increase the Fuel Efficiency of Air Force Aircraft*, National Academies Press, p.33
- D. Anderson, Jr. 2005, *Fundamentals of Aerodynamics*, Fourth Edition.
- FAA,2012, *Air - 320 Airworthiness Certification Branch Federal Aviation Administration*, Washington DC, September 28, 2012
- Mohammad Sadraey,2013, *Chapter 5 Wing Design*, Daniel Webster College, July 27, 2013
- Fluent, Inc. 2005, *Fluent 6.2, User's Guide*.

**NOMENCLATURE**

- L : wing lift force (KN)
 D : wing drag force (KN)
 D_i : wing induct drag (KN)
 C_L : wing lift coefficient (dimensionless)
 C_D : wing drag coefficient (dimensionless)
 C_{Di} : wing induct drag coefficient (dimensionless)
 C_{do} : base drag coefficient at zero lift (dimensionless)
 AR : wing aspect ratio(dimensionless)
 b : wing span (m)
 e : span efficiency factor ≤ 1
 S : wing area (m^2)
 A : wing angle of attack (Degree)
 α_i : wing induct angle of attack (Degree)
 α_{eff} : wing effective angle of attack (Degree)
 w : wing downwash velocity at the wing tip (m/sec)
 Γ_0 : wing circulation flow (rad/sec)
 V_∞ : air flow velocity (m/sec)
 C_r : wing cross section airfoil root chord length (m)
 C_t : wing cross section airfoil tip chord length (m)
 Λ : wing taper ratio (dimensionless)
 Λ_{LE} : wing leading edge swept back angle. (Degree)
 $\Lambda_{1/4}$: wing quarter chord swept back angle (Degree)

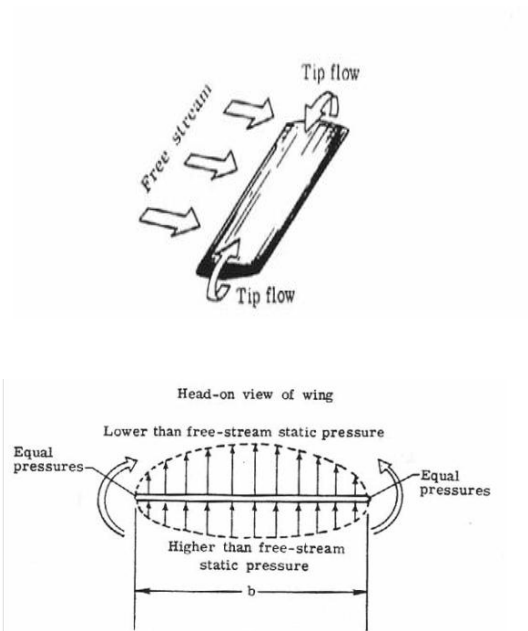


Figure 1. Static pressure distribution around the wing.

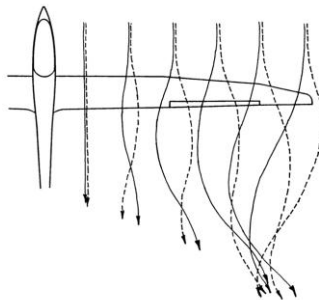


Figure 2. Spanwise flow on a finite wing - solid lines, upper surface; dashed lines, lower .

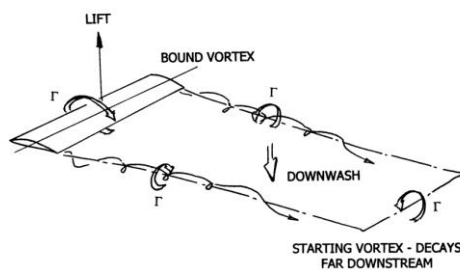


Figure 3. Idealized "horseshoe" vortex system.



Figure 4a. Wing with Fence Winglets.

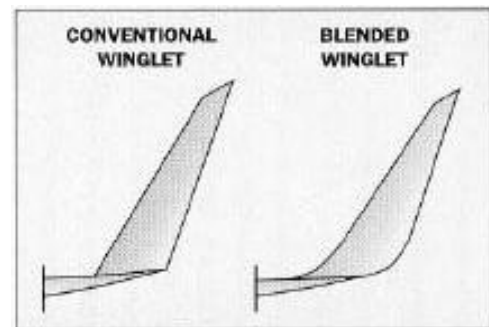


Figure 4b. Wing with blended winglets.



Figure 4c. Wing with raked winglets.

Figure 4. Winglets types.



Figure 5. Two seats trainer aircraft Siai-Aermacchi S211.

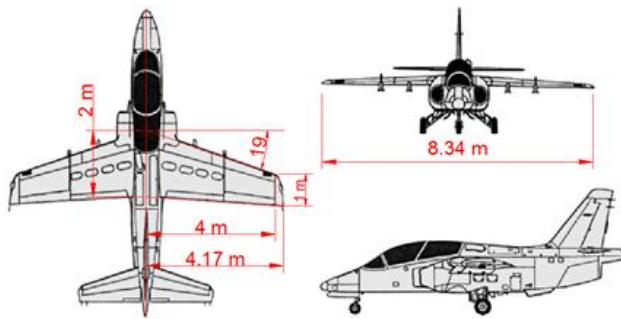


Figure 6. Aircraft dimensions.

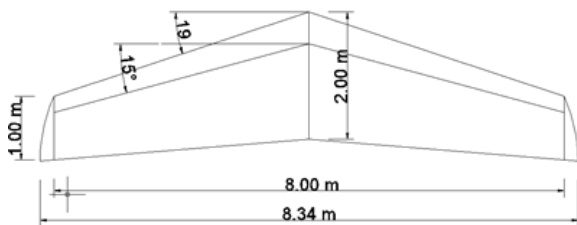


Figure 7. Aircraft wing geometry.

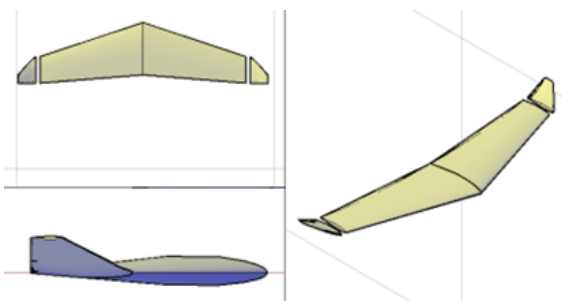
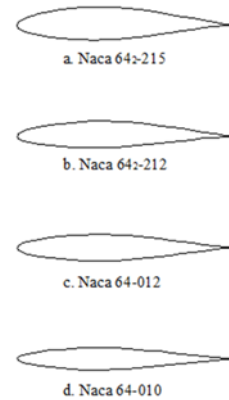


Figure 8. Proposed aircraft wing model .



- a. Main wing root airfoil type
- b. Main wing tip airfoil type
- c. Winglet root airfoil type
- d. Winglet tip airfoil type

Figure 9. Wing cross section airfoil types.

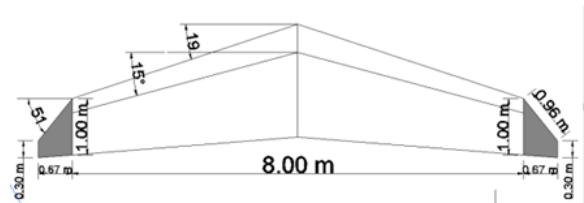


Figure 10. Proposed winglet tips dimensions

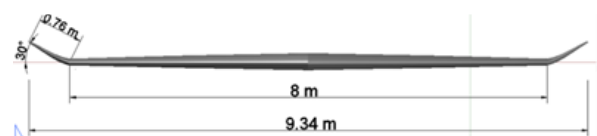


Figure 11. Front view proposed wing with raked winglet tips.

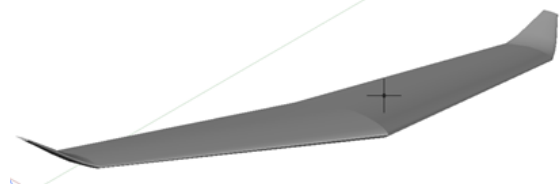


Figure 12. Modification wing model with raked winglets.

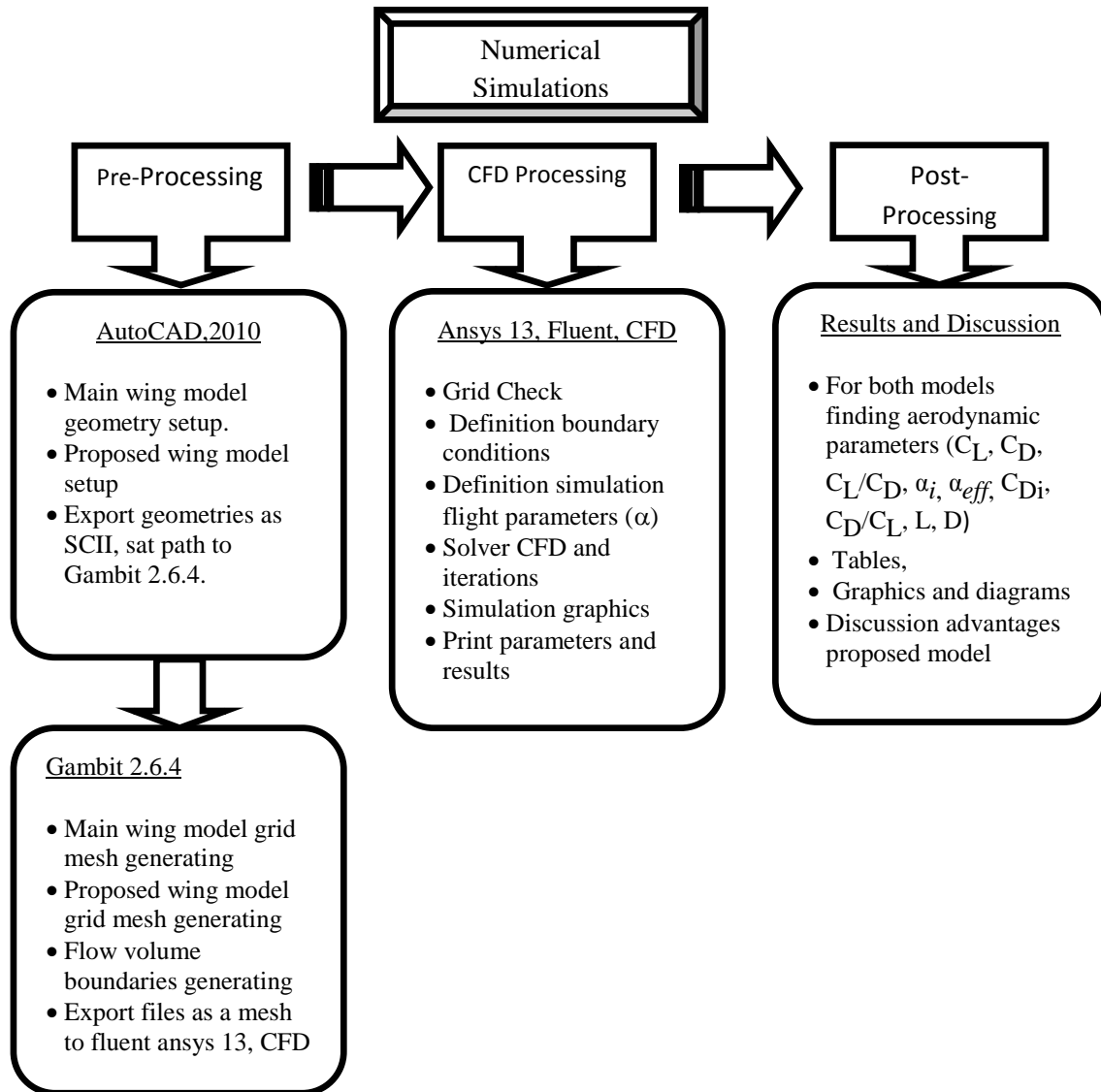


Figure 13. Numerical analysis simulation stages.

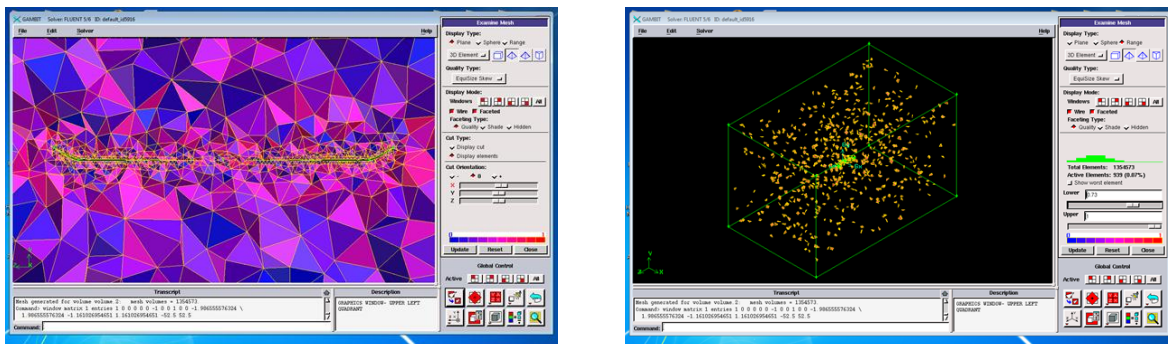


Figure 14. Grid mesh quality level of the proposed wing model.

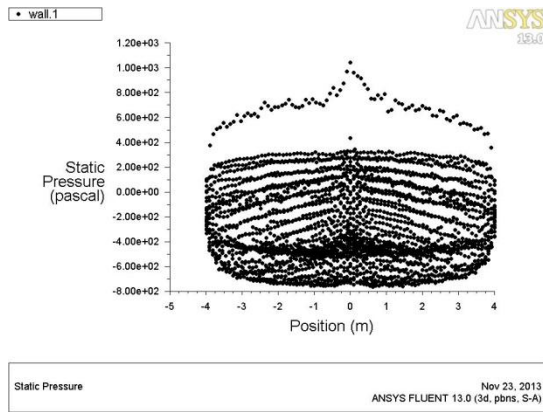


Figure 15. Static pressure distribution along span main wing model at $\alpha=0^\circ$.

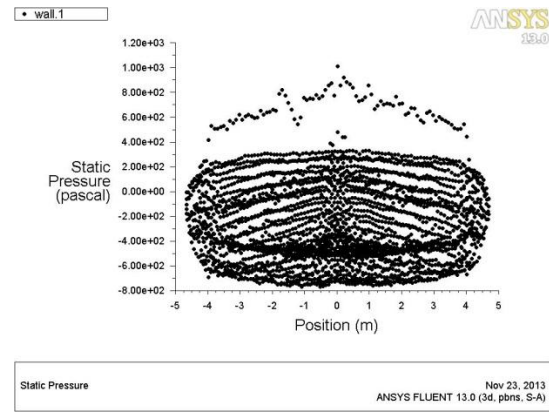


Figure 18. Static pressure distribution along span proposed wing model at $\alpha=0^\circ$

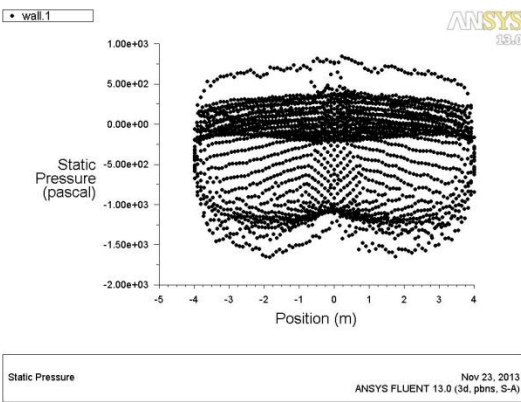


Figure 16. Static pressure distribution along span main wing model at $\alpha=6^\circ$.

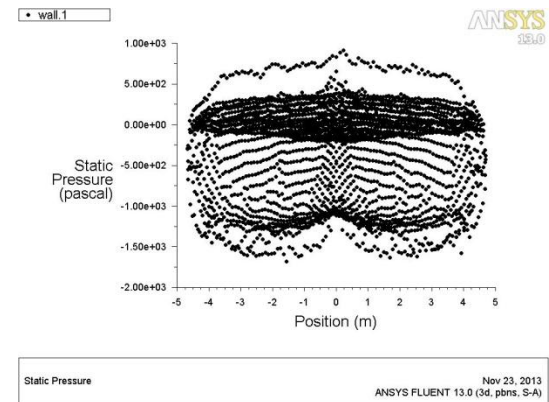


Figure 18. Static pressure distribution along span proposed wing model at $\alpha=6^\circ$.

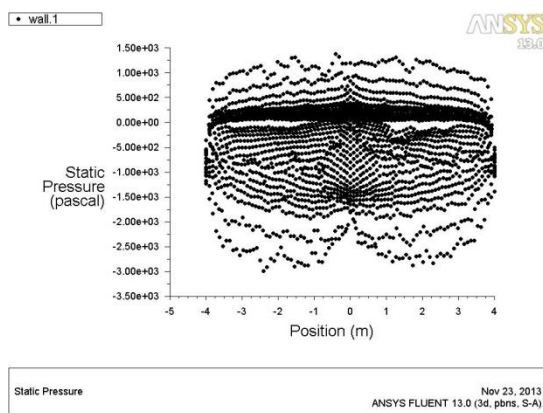


Figure 17. Static pressure distribution along span main wing model at $\alpha=12^\circ$.

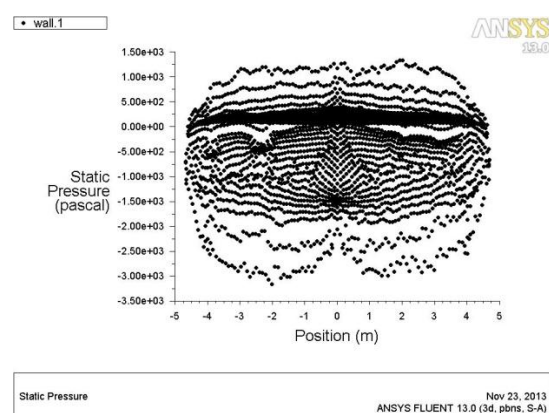
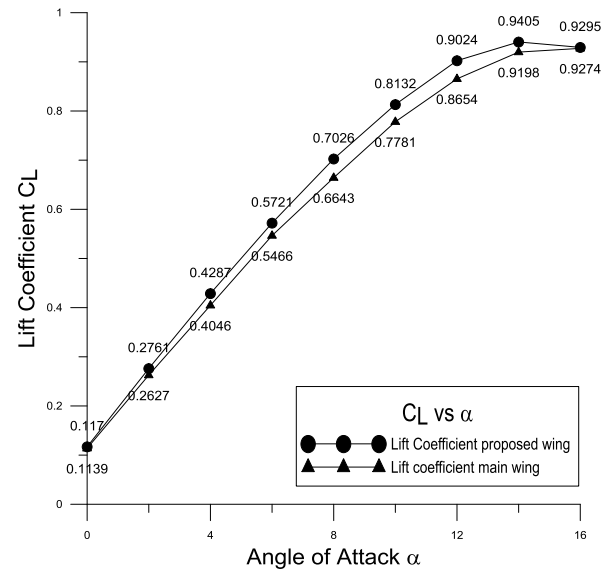


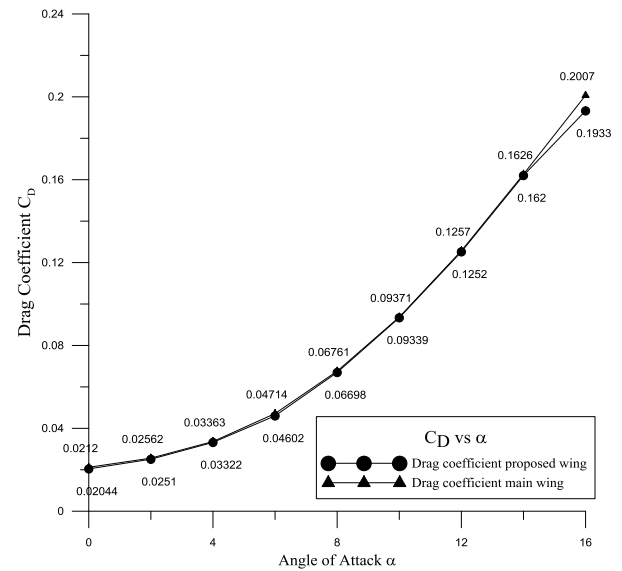
Figure 18. Static pressure distribution along span proposed wing model at $\alpha=12^\circ$.

**Table 1.** Lift coefficient C_L vs α .

Air Velocity V_∞ (m/s)	α	C_L Proposed Wing	C_L Main Wing
50	0	0.117023	0.113869
	2	0.276141	0.26273
	4	0.428717	0.404643
	6	0.572105	0.546597
	8	0.702571	0.664326
	10	0.813211	0.778107
	12	0.902425	0.865405
	14	0.940456	0.919837
	16	0.929477	0.927423

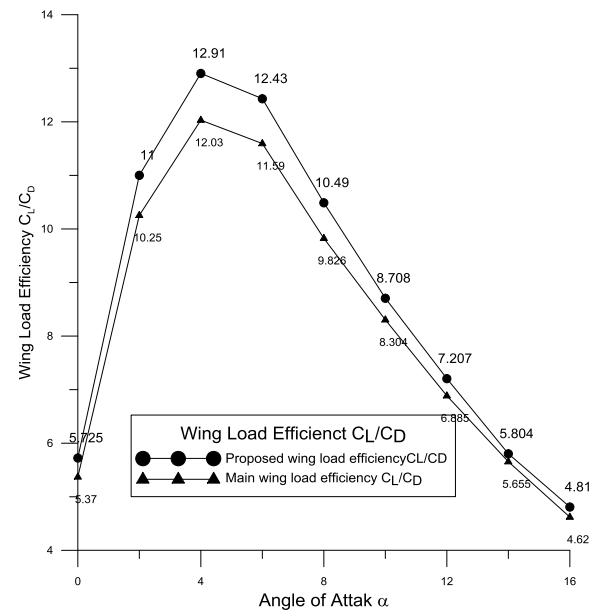
**Figure 19.** Lift coefficient C_L vs α .**Table 2.** Drag coefficient C_D vs α .

Air Velocity V_∞ (m/s)	α	C_D Proposed Wing	C_D Main Wing
50	0	0.020441	0.021204
	2	0.025097	0.025621
	4	0.033221	0.033632
	6	0.046017	0.047142
	8	0.066976	0.067612
	10	0.093391	0.093706
	12	0.125221	0.125686
	14	0.162042	0.162649
	16	0.193253	0.200721

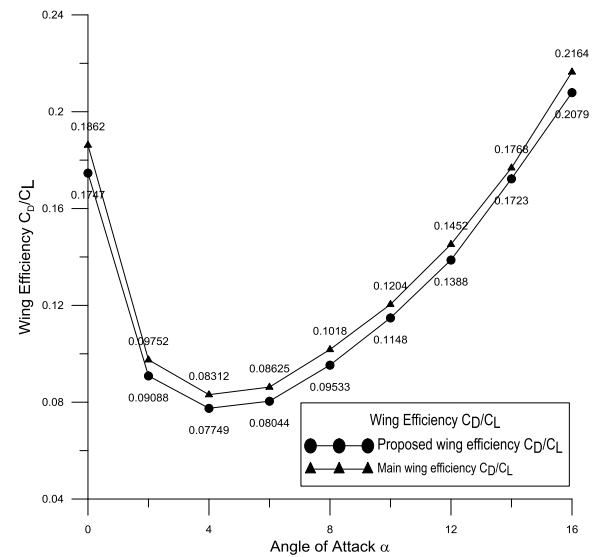
**Figure 20.** Drag coefficient C_D vs α .

**Table 3.** C_L/C_D ratio vs α .

Air Velocity V_∞ (m/s)	α	C_L/C_D Proposed Wing	C_L/C_D Main Wing
50	0	5.724969	5.370089
	2	11.00307	10.25464
	4	12.90501	12.03141
	6	12.43239	11.59456
	8	10.48986	9.82553
	10	8.707594	8.303718
	12	7.206637	6.885478
	14	5.803775	5.655348
	16	4.809647	4.620469

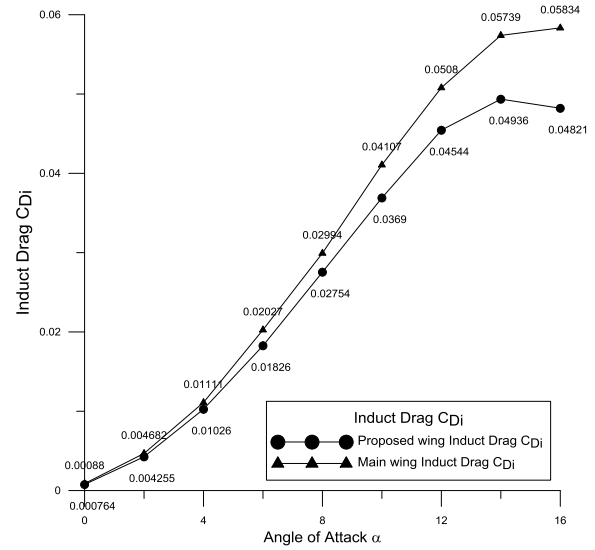
**Figure 21.** C_L/C_D ratio vs α .**Table 4.** C_D/C_L Ratio vs α .

Air Velocity V_∞ (m/s)	α	C_D/C_L Proposed Wing	C_D/C_L Main Wing
50	0	0.174673	0.186217
	2	0.090884	0.097517
	4	0.077489	0.083116
	6	0.080435	0.086247
	8	0.09533	0.101776
	10	0.114842	0.120428
	12	0.138761	0.145233
	14	0.172302	0.176824
	16	0.207915	0.216428

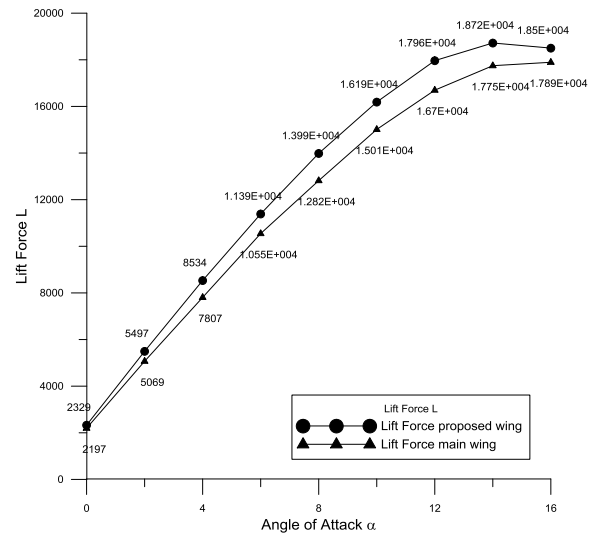
**Figure 22:** C_D/C_L Ratio vs α .

**Table 5.** Induct drag C_{Di} vs α .

Air Velocity V_{∞} (m/s)	α	C_{Di} Proposed Wing	C_{Di} Main Wing
50	0	0.000764	0.00088
	2	0.004255	0.004682
	4	0.010256	0.011107
	6	0.018264	0.020266
	8	0.027544	0.029936
	10	0.036903	0.041069
	12	0.045444	0.050801
	14	0.049355	0.057393
	16	0.048209	0.058343

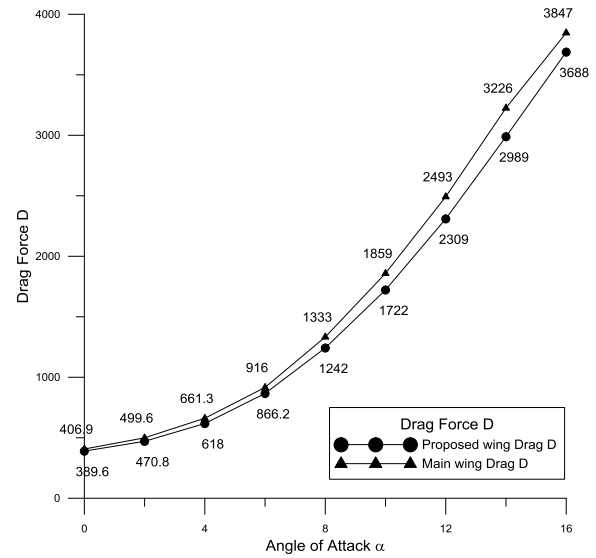
**Figure 23.** Induct drag C_{Di} vs α .**Table 6.** Lift force L vs α .

Air Velocity V_{∞} (m/s)	α	L Proposed Wing	L Main Wing
50	0	2329.489	2196.953
	2	5496.937	5069.052
	4	8534.152	7807.089
	6	11388.47	10545.9
	8	13985.55	12817.34
	10	16187.98	15012.61
	12	17963.9	16696.9
	14	18720.95	17747.11
	16	18502.4	17893.47

**Figure 24.** Lift force L vs α .

**Table 7:** Drag force D vs α .

Air Velocity V_∞ (m/s)	α	D Proposed Wing	D Main Wing
50	0	389.6239	406.9037
	2	470.7741	499.5772
	4	617.9864	661.3055
	6	866.2346	916.0318
	8	1242.371	1333.245
	10	1721.846	1859.065
	12	2309.471	2492.689
	14	2988.677	3225.651
	16	3688.204	3846.943

**Figure 25.** Drag force D vs α .**Table 8.** Induct angle of attack (α_i) and effective angle of attack (α_{eff}) vs α .

Air Velocity V_∞ (m/s)	α	α_i Proposed Wing	α_{eff} Proposed Wing	α_i Main Wing	α_{eff} Main Wing
50	0	0.005551	-0.00555	0.006565	-0.00657
	2	0.013098	1.986902	0.015148	1.984852
	4	0.020335	3.979665	0.023331	3.976669
	6	0.027136	5.972864	0.031515	5.968485
	8	0.033324	7.966676	0.038303	7.961697
	10	0.038572	9.961428	0.044864	9.955136
	12	0.042804	11.9572	0.049897	11.9501
	14	0.044608	13.95539	0.053035	13.94696
	16	0.044087	15.95591	0.053473	15.94653



Table 9. Improvement of proposed modification wing with raked winglets comparing to the baseline main wing model.

Air Velocity V_{∞} (m/s)	α	Gain $C_L\%$	Gain $C_D\%$	Gain $C_L/C_D\%$	Gain $C_{Di}\%$
50	0	2.77%	3.60%	6.61%	13.11%
	2	5.10%	2.04%	7.30%	9.12%
	4	5.95%	1.22%	7.26%	7.65%
	6	4.67%	2.39%	7.23%	9.88%
	8	5.76%	0.94%	6.76%	7.99%
	10	4.51%	0.34%	4.86%	10.14%
	12	4.28%	0.37%	4.66%	10.55%
	14	2.24%	0.37%	2.62%	14.01%
	16	0.22%	3.72%	4.09%	17.37%

Improving the Performance of Construction Project Information and Communication Management Using Web-Based Project Management Systems (WPMSs)

Prof. Dr. Angham Al Saffar
Professor in the Department of
Civil Engineering
University of Baghdad

Dr. Kadhim Raheem
Instructor in the Department
of Civil Engineering
University of Baghdad

Abbas Amer Ghaleb
Graduate Student
Department of Civil Engineering
University of Baghdad
Email: abbasghalib@hotmail.com

ABSTRACT

This paper presents a brief study undertaken for improving the performance of information and communication management of construction projects through investing in information and communication technologies (ICT). The work aims at first to investigate and diagnose the problems, challenges, weaknesses, and inefficiencies related to information and communication management in projects in the construction industry of Iraq. Studying the diagnosed matters and the different solutions of ICT to improve project management performance is following the investigation process. The research presents a technological system suggested to process a lot of the diagnosed problems, challenges, weakness, and inefficiencies of the construction projects and to improve the current performance of project management and execution. The suggested system principles and fundamentals, benefits, features, classification and types, and the different solutions are described to ease and improve the process of development, adoption, and implementation of the system. The results show that the proposed system can improve the performance of the current state of project management through improving the processes of information and communication management.

Key Words: information and communication management, information and communication technology (ICT), construction industry, web-based project management systems (WPMSs).

تحسين أداء إدارة المعلومات والاتصالات في المشاريع الإنشائية باستخدام أنظمة إدارة المشاريع التي تعتمد على تكنولوجيا الويب

عباس عامر غالب
طالب دراسات عليا، قسم الهندسة المدنية، جامعة بغداد

م. د. كاظم رحيم
قسم الهندسة المدنية-جامعة بغداد

أ. د. أنغام عز الدين الصفار
قسم الهندسة المدنية-جامعة بغداد

الخلاصة

يقدم هذا البحث دراسة موجزة تهدف إلى تحسين أداء إدارة المعلومات والاتصالات في المشاريع الإنشائية في العراق. يهدف العمل أولاً إلى تقصي وتشخيص المشاكل، التحديات، نقاط الضعف، العمليات غير الكفؤة وغير الفعالة المتعلقة بإدارة المعلومات والاتصالات في المشاريع الإنشائية في العراق. يتبع هذه العملية دراسة وتحليل لهذه الأمور المشخصة ودراسة الحلول المختلفة لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات لمعالجة هذه الأمور وتحسين أداء إدارة المشاريع. يقدم البحث نظاماً "مقترحاً" لمعالجة الكثير من المشاكل والتحديات ونقاط الضعف والعمليات غير الفعالة المذكورة أعلاه للنهوض بالمستوى الحالي لإدارة وتنفيذ المشاريع. تم في هذا البحث توضيح أساسيات النظام المقترح وفوائده وميزاته وأنواعه من أجل تسهيل عملية بناء وتبني وتنفيذ النظام وجعله أكثر

فعالية أثناء الاستخدام. تظهر النتائج أهمية النظام المقترح وفعاليته في تحسين عمليات إدارة المعلومات والاتصالات وتحسين أداء إدارة وتنفيذ المشاريع. الكلمات الرئيسية: إدارة المعلومات والاتصالات، قطاع التشييد، تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، أنظمة إدارة المشاريع التي تعتمد على تكنولوجيا الويب.

1. INTRODUCTION

The construction industry has unique characteristics, for instance the construction industry is fragmented due to the many phases and non-frequent activities and tasks involved in a construction project, and also the construction project involves many organizations and individuals from different sectors participate in project execution, and these participants are different in their working times, roles and jobs, tools, objectives, requirements, and goals in the project and their objectives may conflict in many cases. The construction projects are also characterized by large investments, size, complexity, and plenty of execution methods and techniques, and contracting types. These characteristics and others have increased the complexity of construction projects, and the amount of information that needs to be managed and processed during the construction of projects have increased a lot, and the project sites became intensive environments with information that needs to be managed more effectively and efficiently. The successful execution of construction projects depends heavily on information communication processes such as information availability, information exchange, collaboration, and coordination. The effective and efficient communication and information management gives more opportunities for project members to control, organize, and monitor projects execution and management, where the project members can better manage changes, transmittals, decisions-making processes, problems, risks, and other project items.

Very large amounts of expenses, efforts, and times are spent on executing construction projects over the world. In Iraq, the expenses and times spent on developing and improving the performance of projects management compared to the expenses and times spent on projects execution are relatively very low and are not compatible with the current projects that are characterized by complexity, expansion, dispersion, tighter schedules and standards, more requirements and expectations, and more challenges and problems. There are a lot of problems, challenges, weaknesses, inefficiencies, and inefficacies involved in the construction projects currently, therefore improving and developing the current performance are required intensively to promote the current level of project management and execution.

According to the aforementioned reasons, lots of benefits and savings can be obtained by improving the current performance of project management even when these changes be small. Information and Communication Technology (ICT) offers a lot of opportunities to develop the construction industry, which have proved its large and clear importance and effect during the last three decades in all industries especially the construction industry. The construction industry has benefited a lot from different ICT solutions, which motivated the organizations in the construction industry to invest in ICT largely. One of the most important topics that have been given high attention by the researchers and organizations in the construction industry is to develop and improve the performance of project and information management through adopting Web and Internet technologies, especially "Web-Based Project Management Systems (WPMSs)". These systems allow project members to manage

project processes, information, and communications online in real-time, and to access all project information anytime and anywhere with less time, effort, and expenses.

2. CONSTRUCTION INDUSTRY CHARACTERISTICS, PROBLEMS, AND CHALLENGES

In order to identify, investigate and diagnose construction industry characteristics, problems, and challenges, two processes were undertaken to support that. The first process was a review to the most recent literature and researches related to the topic in the construction sector. The second process was a survey (Questionnaire) undertaken in the Iraqi construction sector. A sample of 87 questionnaire forms were obtained from the survey process. The respondents were from construction organizations and from different specializations including Civil, Architect, Electrical, Mechanical and other Engineers. **Table 1** shows the functional positions and percentages of the respondents.

Table 1. The percentages and functional positions of the questionnaire respondents.

Functional Position	Percentage
Engineers	29
Senior Engineers Head	25
Head of a Section	16
Project Manager	13
Senior Engineer	8
Head of a Department	3.4
Consultant	3.4
Site Manager	1.2
Vice Engineers Head	1.2

The questionnaire involved closed-ended questions and open-ended questions. It was divided into six parts. The first part aims to collect general information about the respondents. The second, third, fourth, and fifth parts include closed-ended questions aiming to investigate the characteristics of construction industry, the management of information and communications, the current state, and the information and communication technologies currently used, respectively. The sixth part involves open-ended and optional questions. In this part, the respondents were asked to give their opinions about the most important problems in the construction industry and project management, and to give their suggestions to improve the performance of project management.

The data obtained from the questionnaire was analyzed using Statistical Package for the Social Science Program (SPSS, Version 20). The SPSS was selected because it provides useful and suitable tools for manipulating the work of analysis. The analysis of data was undertaken depending on determining frequencies and percentages of questionnaire variables (questions). Both weighted and unweighted analysis cases were considered in the process. The weighted case is based on considering the general information of the respondents involving engineering field, academic degree, functional position, years of experience in the construction sector, type of the organization, geographic distribution of the projects, and participation of the respondent in project management. For each item of these respondents' general information specific factors were taken in the analysis process called weighing factors. These factors were assumed based on several resources such as survey (with engineers have enough experience in the construction sector) and previously accomplished researches. Because the results obtained from the weighted analysis case give more reasonable



results, the weighted case was adopted when discussing the results of the questionnaire process. In addition, measures of center and dispersion were calculated to identify the tendency of results of the analysis. The results of the two processes can be illustrated as following:

- The construction sites are intensive environments with information generated, collected, stored, transferred, received, etc.
- A lot of information, data, documents, and files in project sites require less time as possible to be transferred, received, processed, etc. among project members.
- The project progress depends widely on communicating the required information at the right time among project members.
- The geographic dispersion of the locations of the projects and the project members make one of the challenges facing the communication of the required information at the right time.
- The construction projects involve many parties and individuals dependent on each other, which require that the methods and processes of communication and information exchange being more effective and efficient.
- The project sites are reactive environments, where changes, problems, and unexpected events and circumstances occur frequently, which require continuous and effective communication among project members during the construction of the projects.
- Continuous and effective communication among project members is very important consideration for monitoring project works, directing, coordinating, collaborating, and solving problems at appropriate times.
- Effective information management helps to increase and improve the productivity.
- Effective and efficient planning for information and communication management in the early stages of projects is required heavily.
- Effective communication among project members helps to manage effectively the goals and expectations of project members, reduce reworks and losses, and reduce the cases of information lack or wrong interpretation.
- A lot of problems and time losses occur in the projects because of inefficiency and ineffectiveness of communication and information management.
- Lots of time, effort, and expenses are spent on the processes of transferring, distributing, and updating information and data in the projects.
- There is urgent need to improve the current management techniques to suit the current projects.
- The results showed that the electronic applications such as email, Internet, Mobile Phone, and project management programs such as Microsoft Project are used largely and intensively in the projects, this due to their effectiveness in communicating and processing information in less time, effort, and expenses.
- There are a lot of obstacles and problems that intercept the processes of communication and information exchange among project members during the construction of the projects.
- Interference of tasks and functions of the project members during the construction of the projects.
- Retardation of communication of information and files during the construction of the projects.

- A lot of breakdowns and delays happen in the projects due to lack or loss of some information during the construction of the projects.
- A lot of errors and delays happen in the projects due to retardation of communication of information at the right time.
- Plenty of expenses, time, and effort are spent on movements between sites (project and project members' sites) in order for information.
- Plenty of time, effort, and expenses are spent on the processes of updating information, distributing new information, preparing reports and logs, and distributing them among project members.
- Weakness of processes of communication and information exchange among project members.

3. INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY (ICT) IN CONSTRUCTION

Information and Communication Technology (ICT) has competitive solutions to the problems and challenges of project and communications management. The great advances in information and communication technologies made large changes in the construction industry over the world. Experts identified the benefits of ICT for managing construction projects as follows: richer information to improve decisions-making processes, easier and quicker access to project information, improving communication among project members, better relationships between project members, better information flow, better project control, and better management of geographically dispersed project sites and project members' sites, **Yang, Ahuja, & Shankar, 2007; Love, Irani, and Edwards, 2004; Root & Thorpe, 2001; Egbu, Gaskell, and Howes, 2001**. One of the most important solutions that have been given high attention from organizations and researchers in the construction industry is to improve the performance of project management and execution through Internet and Web technologies. All industries and especially construction industry have benefited a lot from applying the applications of these technologies.

4. THE PROPOSED SYSTEM

The system proposed to improve and enhance the processes of project management and execution is the project management application software that depends on Web and Internet technologies to provide remote, continuous and instant communication and access to project information and to manage the projects of an organization centrally online in real-time among project members. This type of system called web-based project management systems (WPMS). The Web (World Wide Web) is a system of interlinked hypertext documents accessed via Internet, **World Wide Web, 2013**. WPMS depends on application software, Web, and Internet technologies. WPMS can be described as a repository, communication station, and project processes manager. All information related to organization's projects is stored centrally in the system and in its different forms such as schedules, documents and files, text, pictures, charts, tables, videos, etc. to be available for project members anytime and anywhere. Internet is used in the system as a medium by which project members (system users) can access the system and its stored information. While the application software is used to manage project processes and information. Software and web-related information are installed on specific servers in the system. For every project of an organization's projects, there is a specific space on the servers and website called project website. Through the project website, the project members can access the project-related information and manage the different project



processes. **Fig.1** shows a simple model of WPMS configuration. One website may involve too many pages that show project information. The pages of websites contain hyperlinks used for navigating between the pages of websites. The information and pages of websites can be viewed using an electronic browser called Web Browser such as Internet Explorer, Google Chrome, and Mozilla Firefox. Application software, Web, and Internet form a system can be working without time and place constraints.

The availability of information or the ability to reach it through Internet does not mean that anyone can access it, but only those who have the authority given to them by system administrator or project manager. The individuals that have the authority to access the system and its stored information and do the different processes in the system are called system users. The system administrator is an individual has maximum permission in the system and can add, disable, remove, etc. users and determine their levels and the information they can access and the processes they can do in the system. Every user in the system has its own ID that identify the user into the system through secret data can be considered as a key to login the system. The secret data is forming during signing up process and usually consists of username or ID and password.

4.1 WPMSs Features

WPMSs can make the processes of managing projects easier, quicker, and more effective. All management processes from bidding to project completion can be carried out through the system. All projects of an organization are managed from one central and common location that stores all their related-information, and can be accessed anytime and anywhere. The following features are brief examples of many features WPMSs provide for organizations in the construction industry involving all project management processes.

4.1.1 Document management

WPMSs allow project members to store project files and documents for instant access and retrieval at anytime and anywhere. Project members can always find the documents they need immediately and they do not need to transit between sites to get certain documents and files. They can use their PC, iPhone, iPad, etc. to access project files and documents they need online.

4.1.2 Schedule management

WPMSs make the process of scheduling simpler, faster, and focused on the needs of project members. Using online scheduling ensures that the project members use the latest and most up-to-date schedule version, and all project members use the same schedule version at any time. The project members can update and edit the schedule online in real-time and with less time, effort, and cost.

4.1.3 Communications management

WPMSs make the processes of communications and information exchange between project members easy and effective. New project information such as changes to the schedule, revisions, new documents, submittals, approvals, requests, etc. becomes available immediately to project members and they receive automatically notifications and emails whenever any change is made on any item of the project in the system.



4.1.4 Collaboration

WPMSs make working together simpler and more effective. Project members can know what is going on all the time and to work together online in real-time. These systems provide a central and common place for project members to discuss and exchange information online. Discussion Forums and Discussion Boards are widely used in WPMSs and every member of the project team can create a page for discussing some topic or item related to the project with other project members.

4.1.5 Risks and issues management

WPMSs make the processes of managing project risks and issues easy and effective. They provide a systematic procedure for identifying, submitting, assessing, and resolving and closing the risks and issues. Any member of project team (with the appropriate permission) can submit risks or issues online easily and quickly. The project manager and team members can immediately access the details of the submitted risks or issues, and participate in making resolutions anytime and anywhere.

4.1.6 Change management

Project members can quickly and easily manage the project changes using WPMSs. They can manage the changes from request to approval online in real-time. Any member of the project team (with the appropriate permission) can enter the system and submit a request for change anytime and anywhere. The project members can immediately know the information of the submitted changes and make responses to the requests online. When a change is approved, all project members are automatically notified and quickly know the details of the change and its impact on the project timeline, budget, quality, and other project items.

4.1.7 Requests for information (RFIs) and submittals management.

WPMSs provide effective tools for project members to manage the processes of questioning and answering in easy ways. The project members can quickly create and reply to questions about any item related to the project. Electronic documents of any type can be attached to the requests.

4.1.8 Project reports

Project reports are very important part for project managers and members. WPMSs provide real-time status reports of various project items such as project activities and tasks reports, costs and expenses reports, payments reports, resources reports, risks and issues reports, project portfolio reports, etc. Project members can get project status reports quickly at any time and anywhere. Project reports can be viewed online, printed, or exported to the computer.

4.1.9 Meetings management

Meetings are important part of projects. Many decisions and actions related to a project are made during the meetings. WPMSs provide effective tools for managing meetings electronically. Meetings information such as topic, time, attendees, agenda, duration, and location can be quickly created and distributed among meetings members. When a meeting take places, the members can easily create the minutes of the meetings, actions, and share them with project members.



4.1.10 Integration

WPMSs support import and export of project documents and data between these systems and the most common desktop programs used in projects such as Microsoft Office and Microsoft Project, and Adobe Acrobat Reader

4.1.11 Others for instance: bidding management, project team data management, logs and timesheets management, approvals management, project portfolio management, estimating management, video-conferencing, etc.

4.2 WPMSs Types and Solutions

WPMSs can be classified according to the type of development or investment as following:

4.2.1 In-House Completely developed WPMSs

This type is based on developing and operating the system completely by the organization itself. This option enables the construction organizations to make systems that are best fitting and focused on their needs and requirements. They can fully customize the systems and their features to fit their business environments and operational procedures. It is obvious that this type requires lots of investment, outsourcing, and long developing cycle, **Chan and Leung, 2004**. Therefore, this option is suitable for the large organizations.

4.2.2 Ready web-based application software packages

This type of investment enables the organization to purchase ready software package and install it on its own servers. This option is chosen by organizations to overcome the process of developing system software and reduce the need for outsourcing and to reduce the life cycle of the system development. Having the software installed on organizations' servers means that the organizations have complete control over the system. However, this option also require high investment and outsourcing (but lower than the first type).

4.2.3 Software as a service (SaaS)

This option is based on renting a completely developed system from IT companies called Application Service Providers (ASPs) for periodic fees (monthly, quarterly, annual, etc.). ASPs are professional IT organizations that develop ready-to-use systems (hosted software). The construction organizations (customers) do not need anything to install on their side (computers or servers) except a web browser and making an account at ASP's to get started, which take a few minutes to be done. The construction organizations can immediately use the service (system) after making the account. This type of systems is characterized by low initial cost (only fees of using the service), reducing much the need for outsourcing and IT experts, and it is the most popular and common type among the three options and suitable for small to medium sized organizations.

4.3 Benefits of WPMSs

There are many benefits these systems can provide for instance the following benefits:

- All information that is related to a project is stored and being available for project members in one common place and can be accessed anytime and anywhere.



- Unifying the source of information for project members, where all project members have the same information at any time.
- The system provides project members with the most current information more quickly and easily.
- All communications, correspondences, and discussions related to a project are carried out through the system, which records comprehensive details for these processes.
- New information such as changes, updates, etc. are spread more quickly and in less time, effort, and costs among project members.
- Improving documentation of projects.
- Improving collaboration, organization, and coordination in projects.
- Improving the knowledge level of project members.
- Improving the quality of information display.
- Organizing the information in an easy manner to be found.

4.4 The Proposed System for Iraqi Construction Organizations

The final goal of the study is to develop the final configuration of the proposed system that best fits the construction companies in the construction sector and to solve or reduce as many as possible the problems, challenges, weaknesses, inefficiencies and inefficacies in the projects. The problem here is how to incorporate WPMS with the organizational structure of the construction organizations and the project site teams to develop an integrated system that can manage the construction project information and communication more effectively and efficiently without conflict of the system with the rules and laws followed in these organizations. The nature of this incorporation determines the manner of information flow in the system because the new system provides more methods and solutions for communicating and managing projects' information between the employees and project team members of the organizations without changing the general procedure followed in the construction organizations.

The organizational structure of most construction organizations consists of the following parts: Board of directors, Departments, and Sections that branch from the departments. The information and documents of the projects pass among these parts until they reach the project site teams throughout the Project Department, which is responsible for managing, controlling and monitoring the project processes, activities and execution, and acts as a connector between the organization parts and the project teams. Most of project information and communication problems happen in the circle that involves the Project Department and project sites because the actual use and implementation of the information happen in this circle. Therefore, and because of making changes in this circle is somewhat easier than making changes in the internal systems of the organizations that are subjected to stronger and a lot of rules and laws, the system will be developed to manage the processes that occur in the circle of Project Department and project sites. The benefits of the new system are not restricted to this circle only, but their effects are reflected on the other parts and the organization generally since the Project Department of any construction organization plays a key role in its projects construction and its success is reflected generally on the organization and its reputation.

However, some suggestions are proposed in the system to improve the performance of information communication among the internal parts of the organizations by connecting them through a local

area network (LAN) besides the traditional (current) system or procedure followed. The local area network can give a lot of support to the processes of information and documents communication among the different parts of the organizations and provide an instant medium for communication and information exchange among organization employees. In addition, a local server can be used to support and increase the performance of the local area network by connecting the local server to the local area network. The local server can be used for storing the information and documents of the projects centrally to provide the possibility of accessing and retrieving them anytime, **Fig. 2** illustrates the final configuration of the proposed system. There are several notes on the figure mentioned:

- 1) The phrase “Normal Communications” refers to the traditional methods of communication such as face-to-face, phone, email, etc.
- 2) The direct link between the local server and computer and communications department means that this department has control over the server in terms of administration and maintenance purposes.
- 3) The red line refers to limited or restricted and secured access.

The local area network can also be connected to Internet (if required) to provide the project members or the employees of an organization with the possibility of accessing their computers and the other machines that are connected to the local area network, and the information and documents that are stored on the local servers anywhere. As results of the great advances in information and communication technology, the local area network can be made to provide many features and benefits that can ease improve and enhance the different processes of information, and communication in the organizations, for example, the following features can be handled by using the local area network:

- a) Quick or immediate (on-demand) communication and information exchange among organization members.
- b) More effective ways for sharing and transferring information and documents.
- c) The possibility of making immediate audio and video communication among organization members.
- d) The possibility of sharing applications and machines among organization members.
- e) The local area network can be connected to Internet to provide remote access to the local area network and the documents and machines and doing the different operations such transferring files, running applications and connected machines, revising documents, accessing the personal computers, etc.
- f) Reducing the other communication methods such as face-to-face, Mobile Phone, email, etc., and the movements between the different parts of the organizations.
- g) The local area network can be supported by a local server to provide a central and common repository for the organization information and data.
- h) The local area network can be connected to other organizations to share information and other resources, and to make remote training, learning, conferencing, etc. The type of connection depends on the geographic distance between the connected organizations for instance the connection may be using Internet, WAN (Wide Area Network), LAN, etc.

4.5 WPMSs Adoption and Implementation

The process of adopting and implementing WPMS requires following correct and effective procedure in building and applying this system and to transfer from the current state to the new state that the system require. A systematic procedure for helping organizations to build, adopt, and implement system that best satisfies their needs, requirements, and goals is required intensively. Without following the correct and effective way in choosing and applying the system, it is not expected to success or continue using the system and achieve the expected benefits and goals.

5. CONCLUSIONS

The conclusions of the study can be illustrated as following:

- There are a lot of problems, challenges, weaknesses, inefficiencies, and inefficacies that are related to project information and communication management in the construction industry in Iraq, which have great impact on project management, execution and completion.
- The current performance of project management is not satisfactory, and not agreed with the current projects that have more challenges, requirements and expectations, and are larger in number, size and complexity.
- Plenty of challenges and problems that intercept the processes of communication and information exchange among project members.
- Plenty of delays, reworks, and downtimes that due to retardation of communicating or providing information at the right time for project members.
- The level of supporting, training, and developing the skills and knowledge of individuals on using electronic project management techniques and programs is low and does not meet the ambitious and requirements.
- Plenty of time, expenses, and effort are spent on information management and communications during the construction of projects.
- The engineering staffs are not qualified enough with project management.
- Unemployment of the new project management methods and techniques makes one of the most important reasons for low project management performance.
- Weakness and ineffectiveness of the processes of collaboration, organization, and coordination among project members.
- The geographic dispersion of construction project and project members' sites makes one of challenges facing construction projects and information and communication management.
- Weakness of documentation level in projects.
- Insufficiency of the authorities given to project members.
- Insufficiency of laws and legislations.
- The study showed that WPMSs could improve and develop the current performance of project management through improving and enhancing the processes of information and communication management. These systems introduce competitive solutions to the problems, challenges, weaknesses. Inefficiencies and inefficacies related to information and communication management and project management of the construction projects. The many and different solutions that these systems offer for construction organizations make one of the



advantages of these systems. However, understanding the technology is the key for applying these systems successfully and effectively. Following reasonable procedure from preparation and adoption to implementation is very important consideration to ensure choosing best solution based on needs and requirements and to satisfy the goals and expectations

REFERENCES

- Chan, S.-l., & Leung, N.-n., 2004, *Prototype Web-Based Construction Project Management System*, Construction Engineering and Management, PP. 1-23.
- Egbu, C., Gaskell, C., & Howes, J., 2001, *The Role of Organizational Culture and Motivation in the Effective Utilisation of Information Technology for Teamworking in Construction*, Proceedings of ARCOM Seventeenth Annual Conference, Vol. 1, PP. 91-100.
- Love, P., Irani, Z., & Edwards, D., 2004, *Industry-Centric Benchmarking of Information Technology Benefits, Costs and Risks for Small-to-Medium Sized Enterprises in Construction*, Vol. 13, PP. 507-524.
- Root, D., & Thorpe, T., 2001, *Refocusing Collaboration Technologies in the Construction Supply Chain: Looking Beyond the Organization*, Proceeding of ARCOM Seventeenth Annual Conference, Vol. 1, PP. 253-262.
- World Wide Web., 2013, June 8, Retrieved from WIKIPEDIA:
http://en.wikipedia.org/wiki/World_Wide_Web.
- Yang, J., Ahuja, V., & Shankar, R., 2007, *Managing Building Projects through Enhanced Communication-An ICT Based Strategy for Small and Medium Enterprises*, Indian Institute of Technology, Delhi, PP. 2344-2357.

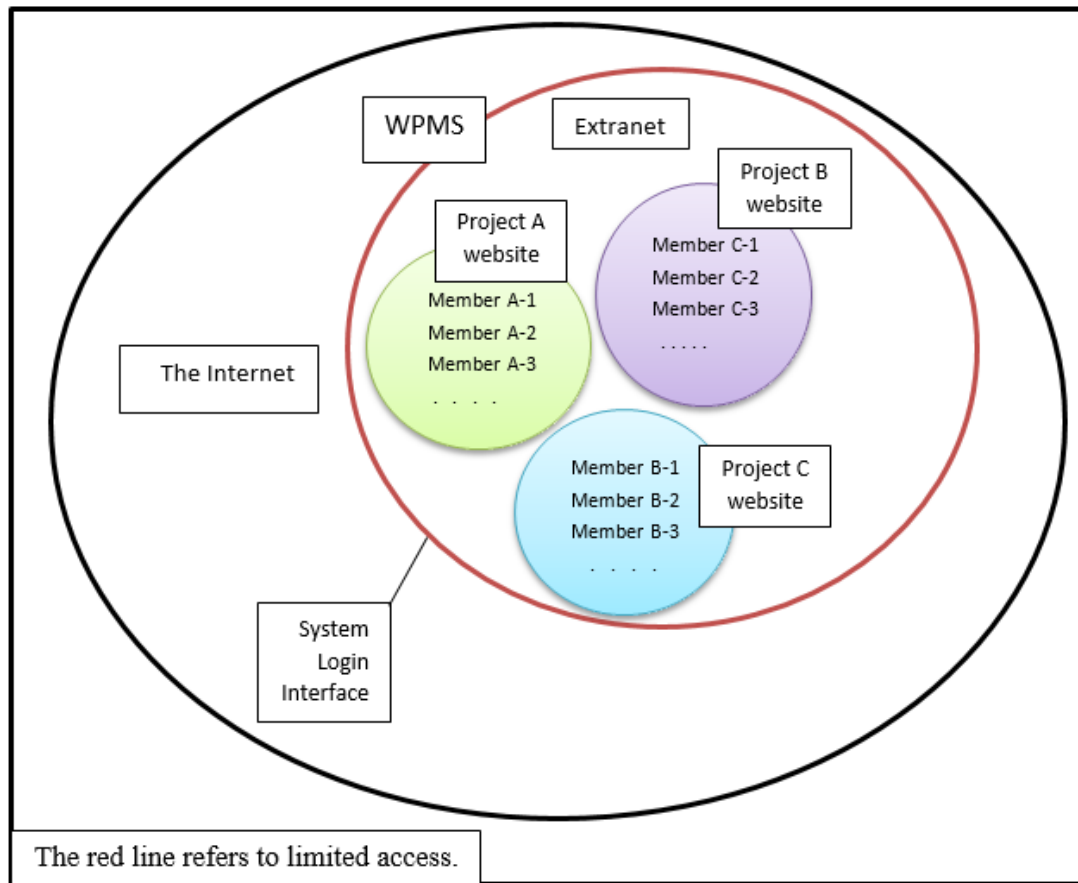


Figure 1. Simple model of web-based project management system.

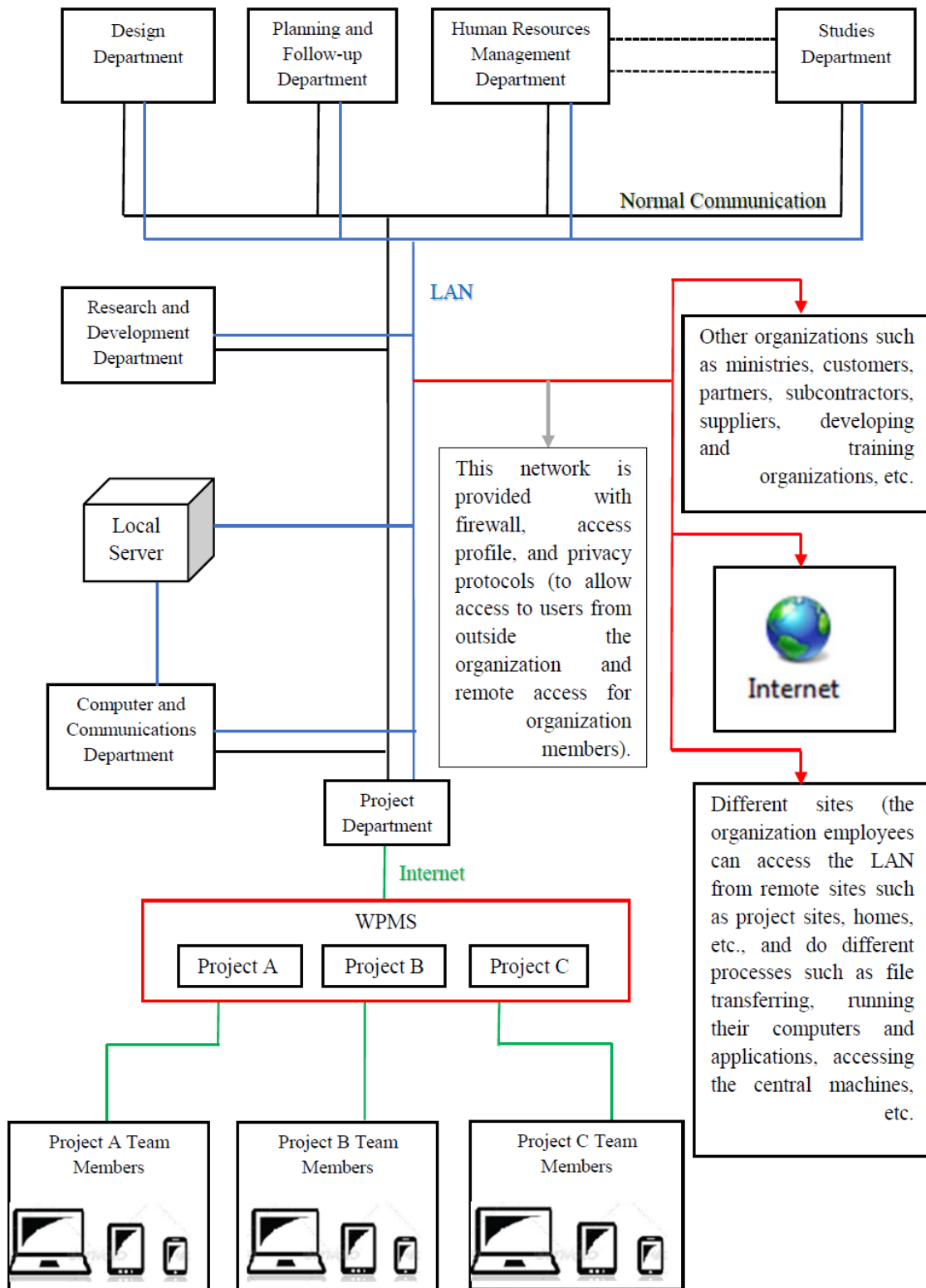


Figure 2. The final configuration of the proposed system.

Behavior of Spliced Steel Girders under Static Loading

Thamir K. Mahmoud

Professor

Engineering College-Baghdad University
email:thamir51@gmail.com

Musab Aied Qissab Al-Janabi

Lecturer

Engineering college- Alnahrain University
email:musabaq79@gmail.com

ABSTRACT

In this paper, the behavior of spliced steel girders under static loading is investigated. A group of seven steel I-girders were tested experimentally. Two concentrated loads were applied to each specimen at third points and the load was increased incrementally up to the yield of the specimen. Two types of splices were considered; the bearing type and the friction-grip type splices. For comparison, an analytical study was made for the tested girders in which the finite element analysis program (Abaqus) was used for analysis. It was found that the maximum test load for spliced girders with bearing type splices was in the range of (34%) to (67%) of the maximum test load for the reference girder. For girders spliced by using friction-grip type splices, the maximum test load was in the range of (90%) to (99%) of the maximum test load for the reference girder. The analytical results show a good agreement with the experimental results with a difference in maximum deflection at midspan was not more than (15%) at maximum load for all girders.

Key words: bolted splices, bearing type splices, friction-grip type splices, finite element modeling.

تصرف الروافد الفولاذية الموصولة تحت تأثير الحمل الساكن

مصعب عايد كصب

مدرس

كلية الهندسة-جامعة النهرين

ثامر خضير محمود

استاذ

كلية الهندسة-جامعة بغداد

الخلاصة

في هذا البحث تم دراسة سلوك الروافد الفولاذية ذات الوصلات تحت تأثير الأحمال الإستاتيكية. تم إجراء فحص مختبري لمجموعة مكونة من سبعة روافد (رافدة مرجعية و ستة روافد ذات وصلات). تم تسليط قوتين مركزتين في نقاط الثلث لكل نموذج على مراحل حتى الوصول الى حمل الخضوع. لأغراض المقارنة، تم إجراء دراسة تحليلية للنماذج التي تم فحصها باستخدام برنامج العناصر المحددة (Abaqus). من خلال النتائج المختبرية التي تم الحصول عليها وجد ان الحمل الأقصى للنماذج ذات الوصلات من نوع تحميل (Bearing Type Splices) يتراوح بين (34%) و (67%) من الحمل الأقصى للرافدة المرجعية. أما بالنسبة للروافد ذات الوصلات من نوع إحتكاك (Friction-grip Type Splices) فقد كان الحمل الأقصى يتراوح بين (90%) و (99%) من الحمل الأقصى للرافدة المرجعية. تم الحصول على توافق جيد بين النتائج التحليلية والمختبرية حيث كان الفرق في الإنحراف لا يتجاوز (15%) عند الحمل الأقصى.

1. INTRODUCTION

Rolled beams or plate girders are often spliced for several reasons, such as: (a) the required full length of beam or girder may be greater than the standard length, (b) to overcome length limitations of structural components as a result of fabrication, and transportation facilities, and (c) the design may require a change in the cross section of the beam. **Fig. 1** shows a typical bolted splice in a steel girder.

Splices in beams and girders are generally classified into two types: 1) Shop splices and 2) Field splices. Shop splices are made during the fabrication of the member in the shop. They are usually used when the length of a structural component forming a beam or a girder is limited by the fabrication or handling process available. Field splices are necessary when a steel girder becomes too long to be transported in one piece from the shop to the construction site. Two types of bolted splices are commonly in use for girders and they are as follows: (a) web-flange splices which is the more commonly used and (b) end-plate splices. Both types are shown in **Fig. 2**. The main difference between these two types of splices is the type of forces to which the bolts are subjected. The bolts in the web- flange splices are subjected to shear forces only, whereas the bolts in the end- plate splices are subjected to combined axial and shear forces.

At present, different design procedures are followed for web- flange splices. For example, **Fuisher, and Struik, 1974** assumed that the web splice transfer all the shear force and the flange splice must resist the force (M/d). The bolts in the web splice are assumed to be designed for the eccentric shear force (v) with an eccentricity (e) equal to the distance between the centroid of the fastener group on each side of the splice (see **Fig. 3**)

The **AISC, 2005** specifications require that bolted beam or girder splices should be designed to resist the most unfavorable combination of shear and moment at the location of splice. However, it does not provide insight into how the eccentric effect of the shear force should be accounted for in the design of a web splice or how the moment at the section should be proportioned between web splice and the flange splices

The **BS-5950, 1987** specifications recommend that the splices in beams should be designed to transmit all the forces and moments in the member at that point and have adequate stiffness. The **AASHTO, 2002** specifications require that the web splices be designed for the shear force, moment due to the eccentricity of the shear force, and the portion of the design moment resisted by the web. Flange splices according to **AASHTO, 2002** specifications should be designed for the moment portion not resisted by the web. Based on one of the previous design methods and depending on the required joint (splice) performance, friction- type as well as bearing type joint splices can be used

2. EXPERIMENTAL PROGRAM

Each test specimen was placed in a test rig and simply supported as shown in **Fig. 4**. The load was applied by a hydraulic jack with (115 kN) capacity and distributed equally by a rigid steel beam to the specimen third points. Seven test specimens (one intact girder and the others were spliced at different locations) were manufactured and used in the experimental investigation. Each test specimen has a total length of (2.453 m) and a clear span of (2.403m). The cross-section dimensions and the details of splice for the test girders are given in **Fig. 5**. The independent variables for the test specimens are: a) location of splice, b) connection type for the splice, and c) number of splices along the girder span. The splices were designed according to **AASHTO, 2002** specifications. M10 grade 8.8 high strength bolts were used for both types of splices for all spliced steel girders used in the experimental program. The bolt holes were drilled

with a diameter of (11mm). Washers were used under both the bolt head and nut. The bolts were installed in accordance to the specifications of **RCSC, 2004** Research Council on Structural Splices) for structural joints using high strength bolts.

In bearing type connection, the bolts were tightened to the snug-tight condition to bring the connection plies into firm contact. . Ordinary spanner was used to attain the snug-tight condition. The axial bolt strain caused by the snug-tight condition was measured and it was found to be in the range [467-500] (micro strain).

In friction type splices, the bolts were torqued (by using a digital torque meter) until the minimum required pretension force was reached. The minimum required pretension is equal to (70%) of the specified minimum tensile strength as specified by **RCSC, 2004**. For each bolt, the torque was applied by a digital torque-meter (**Snap-On** model, made in USA) and the resulting axial strain in the bolt was measured by using the **KFG-2N-120-C1-11L12MR** (made in Japan for **Omega Engineering**) type strain gage which was bonded to the non-threaded part of the bolt shank. The pre-wired strain gage was (2mm) gage length, (120 Ω) resistance, (2.1) gage factor and it was bonded to the bolt surface by using **SG401** instance adhesive which was specially used for the strain gage type. It was found that the required torque for flange bolts was (97 N.m) to reach the minimum required pretension force. For web bolts, the required torque was (86 N.m). For each specimen, the load was applied incrementally up to the maximum load which is equal to or greater than the yield load of the girder ($P_{max} \geq P_y$). The maximum load (P_{max}) was assumed to be reached when the girder deflection was increasing in a non-proportional way with load. Details of the test specimen are shown in **Fig. 6**.

3. TEST RESULTS AND DISCUSSION

The test results are given in **Table 1** and **Figs. 7 to 12** show the load-deflection curves for the girders. The splice locations are as stated below each figure. It can be seen from the results that the maximum load for the spliced girders (G1bs (mid), G2bs (third)) is less than (55% P_{max}) for the reference girder (RGs). This is attitude to the small clamping force between the connected plies for bearing type connection used in the girders, and also due to the existence of (1mm) gap between the bolt shank and the hole, and the location of the splice. Hence, a relatively smaller applied load is enough to cause sliding between the connected plies and consequently the load-deflection curve is to be diverge from that of the reference girder. **Fig. 7** shows that when (26.63%) of the maximum applied load for the reference girder was applied to the spliced girder (G1bs(mid)), the midspan deflection will be equal to the deflection of the reference girder at maximum load. This ratio was found to be (26.47%) for (G2bs (third)) (**Fig. 9**) and (49%) for (G1bs(third)) (**Fig. 8**).

For girders (G1fs (mid), G1fs (third) and G2fs (third)) the load-deflection curves for both midspan and third point are identical with those for reference girder to a large extent up to a load ratios equal to (69.38%, 68.44% and 71.76%) (of max applied load for reference girder (RGs)) for the three girders respectively. It is clear that the deflection of spliced steel girders using the friction-grip type splices is almost identical to that of the reference girder at a load ratio that produces the allowable bending stress state (i.e. $P_{allw.}=0.55P_y$) or ($\sigma_{all}=0.55\sigma_y$) as specified by **AASHTO, 2002** specifications. In other words, the load-deflections curves for girders spliced by using friction-grip type splices are identical to that of the reference girder up to a load greater than that required to produce the allowable bending stress in the reference girder.

4. ANALYTICAL APPROACH

A three-dimensional finite element model for a spliced steel girder was developed in order to analyze the girders under static loads. Because of complexity of the model simulation, the starting point for the model was a simple plate with a bolt bearing against a hole. The model was then developed to form a single lap joint. Finally, the real spliced steel girder including the I-girder, cover plates and bolts were assembled and modeled as shown in **Fig. 13** which is a model example. All the parts of the model were modeled using the 8-node continuum three dimensional brick element (C3D8R) with reduced order integration available in **Abaqus**. This element has the capability of representing large deformation, geometric and material non-linearities.

The surface -to-surface contact with small sliding was considered for all the contact interactions in the model which assumed relatively small sliding, but could undergo arbitrary rotation of the bodies. The master surfaces in the contact pairs represent the bolt shank, girder flange, girder web, and the surfaces of the cover plates contacting the bolt head and the nut, whereas the surfaces interacting the master surfaces were considered as slave surfaces. The tangential contact interaction between the bolt head-(flanges/web) cover plates, nut-(flanges/web) cover plates, and (flanges/web) cover plates-(girder flanges/girder web) was modeled by using penalty friction formulation with mean friction coefficient of (0.3), **Kulak, et al, 2001**.

5. NUMERICAL ANALYSIS RESULTS

The Load versus deflection curves obtained from the finite element analysis are presented and compared with the experimental load-deflection curves as shown in **Figs. (18 -24)**. In general, it can be noted from the plots that the finite element results are close to the experimental test results throughout the entire range of behavior. The summary of comparison between the numerical and experimental results is presented in **Table 2**. It can be seen that the (num./ exp.) deflection ratios at the maximum test load for the girders are in the ranges of (0.88-1.15) and (0.88-1.09) at midspan and third point respectively. This variation in results is mainly attributed to the nonlinear behavior of the splice which depends on several variables such as: contact conditions between the splice components; variation of pretension forces in the bolts and coefficient of friction between the splice components which cannot be modeled exactly by any numerical analysis technique.

6. CONCLUSIONS

1. For girders having bearing type splices at midspan, or at third point or at two third points, the maximum test loads were (43.53%), (67.06%), and (34.12%) of that for the reference girder respectively. Also, it was found that the maximum load for the same girders spliced by using friction- grip type splices was (98.82%), (99.76%), and (90.58%) of that for the reference girder. This indicates the importance of using friction-grip type splices.
2. It was found that when (26.63%) of the maximum test load for the reference girder was applied to the girder having bearing type splice at midspan, the resulting midspan deflection will be equal to the midspan deflection of the reference girder at maximum test load. This ratio was found to be (49%) and (26.47%) for girders having bearing type splice at third point or at two third points respectively.
3. For girders having friction-grip type splices at midspan, or at third point or at two third points, it was found that the load-deflection curves were almost identical with that for the reference girder up to a load equal to (69.38%), (68.44%), and (71.76%) of the maximum test load for the reference girder respectively.

4. The results obtained by using the finite element analysis method using **Abaqus**, were found to be in a very good agreement with the experimental results with a difference in maximum deflection at yield load not more than (15%) for all the tested girders.
5. From the FE analysis, it was found that the moment carried by the web splice plates for girders spliced by using bearing type splices was found to be (0.365) to (0.431) times the total moment at splice centerline up to the elastic load level. At maximum test load, this moment ratio was found to be (0.312) to (0.487).

For girders spliced by using friction-grip type splices, the ratio of the moment carried by the web splice plates was (0.09) to (0.21) times the total moment at elastic range. At maximum test load, this moment ratio was (0.20) to (0.22) of the total moment.

6. From the FE analysis, it was found that the shear force carried by the web splice plates at elastic range was (0.369) to (0.385) times the total shear at splice centerline for girders spliced by using bearing type splices. At maximum test load, this shear value was (0.101) to (0.123) times the total shear.

For girders spliced by using friction-grip type splices, the ratio of shear force carried by the web splice plates was (0.386) to (0.410) times the total shear at elastic range. At maximum test load, this shear force was (0.279) to (0.298) times the total shear.

7. REFERENCES

- Fisher, J.W., and Struik, J.H.A, 1974, "Guide to Design Criteria for Bolted and Riveted Joints", New York, John Wiley and Sons.
- American Institute of Steel Construction, Steel Construction Manual, Thirteenth Edition, AISC, Inc., 2005.
- British Standard institution: BS 5950: Part 5: 1987, "Structural Use of Steelwork in Buildings".
- The American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges, Seventeenth Edition, Washington, D.C., 2002.
- Research Council on Structural Connections, RCSC, 2004, *Specification for Structural Joints Using ASTM A325 or A490 Bolts*, AISC, Inc., Chicago, Illinois.
- Omega Engineering, Inc., USA, www.omega.com
- **Abaqus (6.9-1)** Analysis User's Manual, Dassault Systèmes Simulia Corp., Providence, RI, USA, 2009.
- **Abaqus (6.9-1)** Theory Manual, Dassault Systèmes Simulia Corp., Providence, RI, USA, 2009.
- Kulak, G.L., Fisher, J.W., and Struik, J.H.A., 2001, *Guide to Design Criteria for Bolted and Riveted Joints*, Second Edition, AISC, Chicago, USA.



Table 1. Static test results.

Specimen	Splice Condition	Max Load $P=P_{max}$ (kN)	Midspan Deflection Δ (mm)	Third Point Deflection Δ (mm)	Midspan Def. at Load ($P=22.46$ kN) ^(**)		Third Point Def. at a Load ($0.55 P_{max}$) of (RGs)	
RGs	No Splice	40.85	16.69	14.20	8.58	1.0 ^(*)	7.67	1.0 ^(*)
G1bs(mid)	One Splice at Midspan (Bearing Type Splices)	17.78	22.78	16.84	–	–	–	–
G1bs(third)	One Splice at Third Point (Bearing Type Splices)	27.39	23.60	23.26 ^(*)	19.52	2.275	23.20	3.025
G2bs(third)	Two Splice at Third Points (Bearing Type Splices)	13.94	28.55	27.57	–	–	–	–
G1fs(mid)	One Splice at Midspan (Friction Type Splices)	40.37	26.80	21.38	8.73	1.018	7.90	1.030
G1fs(third)	One Splice at Third Point (Friction Type Splices)	40.75	22.82	22.86	8.76	1.021	8.00	1.043
G2fs(third)	Two Splice at Third Points (Friction Type Splices)	37.00	25.75	26.07	8.28	0.965	7.45	0.971

(*) ratio of deflection value to that of reference girder(RGs)

(*) this value is at a load of ($P=22.59$ kN)(**) which represents ($0.55 P_{max}$) of the reference girder (RGs)

**Table 2.** Comparison between experimental and numerical analysis results.

Specimen	Max. Test Load P_{max} (kN)	Experimental		Numerical			
		Δ (mm)	Δ (mm)	Δ (mm)	(*) (mid)	Δ (mm)	(*) (third)
RGs	40.85	16.69	14.20	16.23	0.97	13.82	0.97
G1bs(mid)	17.78	22.78	16.84	24.91	1.09	17.89	1.06
G1bs(third)	22.59	19.63	23.27	20.53	1.05	22.98	0.98
G2bs(third)	13.94	28.55	27.57	24.98	0.88	24.30	0.88
G1fs(mid)	40.37	26.80	21.38	27.11	1.01	21.92	1.02
G1fs(third)	40.46	22.40	22.46	25.10	1.12	24.60	1.09
G2fs(third)	37.00	25.75	26.07	29.63	1.15	27.83	1.07

(*) (numerical / experimental) deflection ratio.

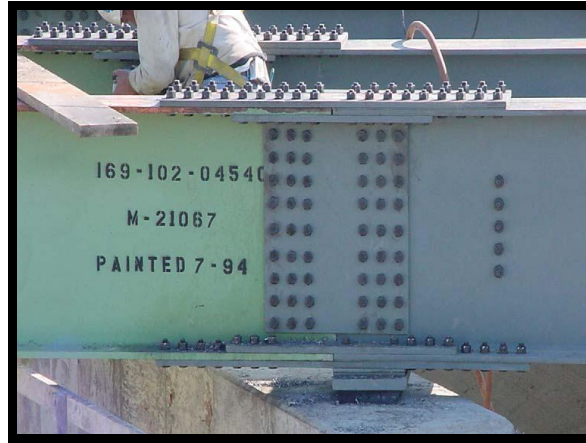


Figure 1. Typical bolted girder splice.

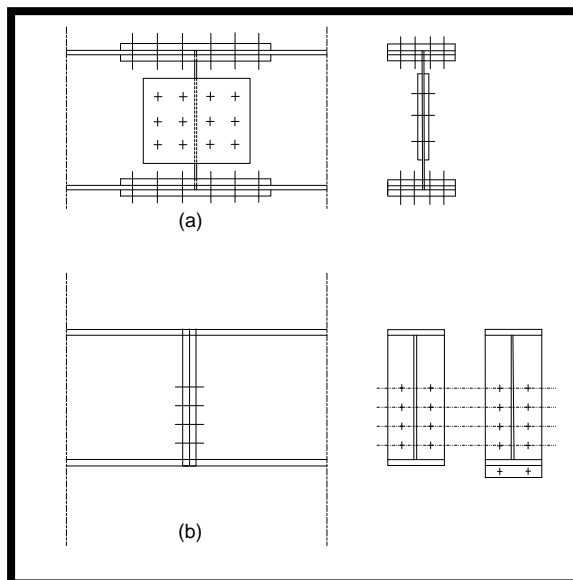


Figure 2. Girder splices
(a) web- flange splice , (b) end- plate splice .

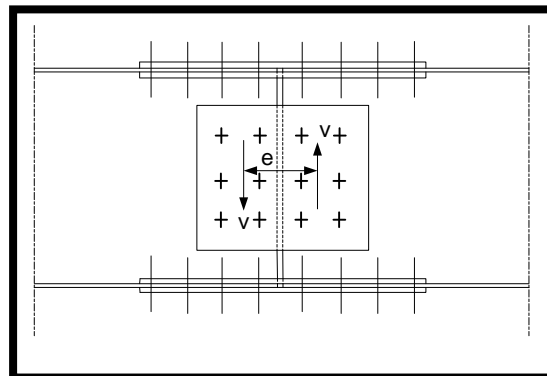


Figure 3. Design condition for bolt group
in web splice^[1].

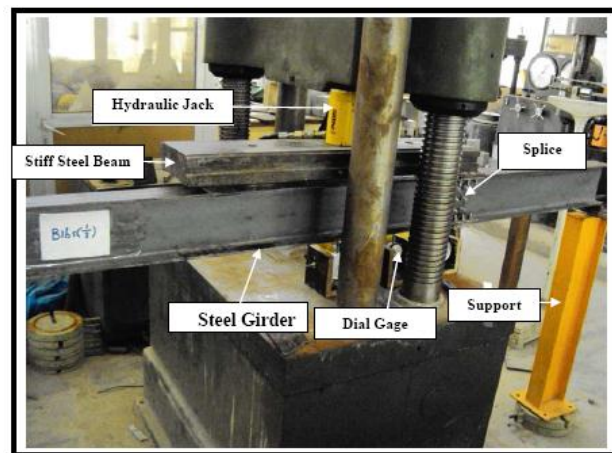


Figure 4. General view of static test setup.

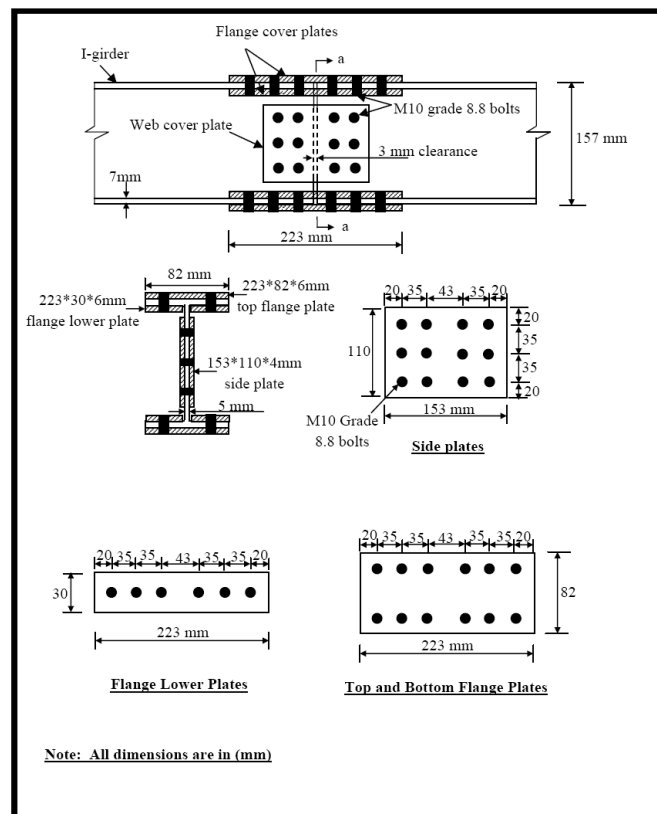


Figure 5. Details and dimensions of a bolted splice used in the experimental investigation.

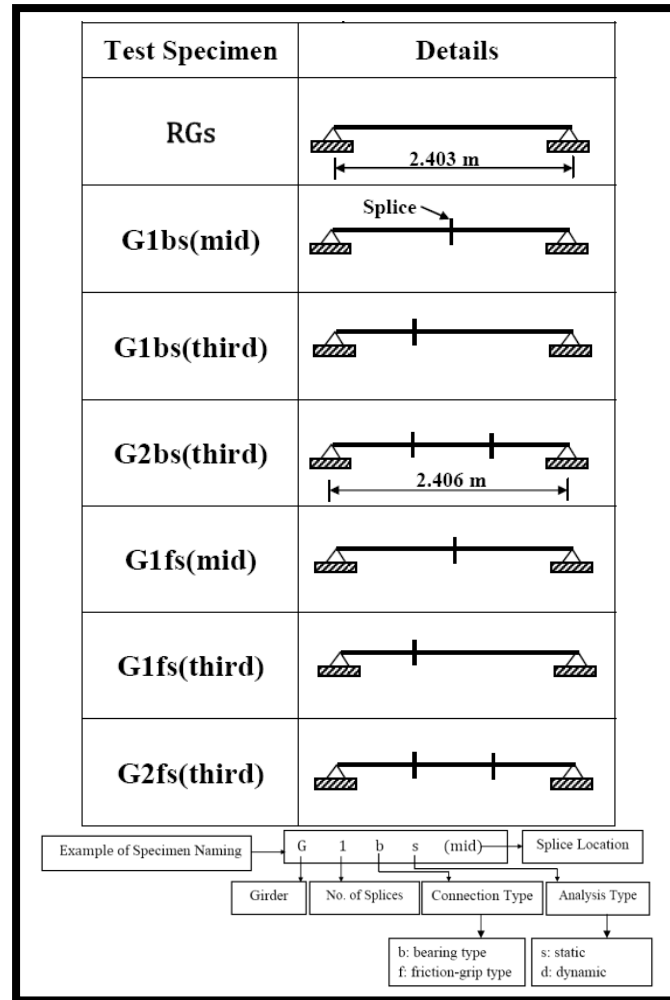


Figure 6. Details of the test specimens.

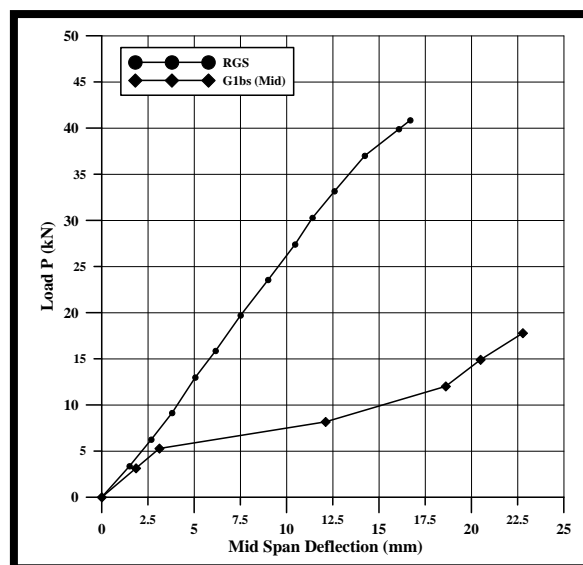


Figure 7. Load-deflection curves at midspan for RGs and G1bs(mid) .

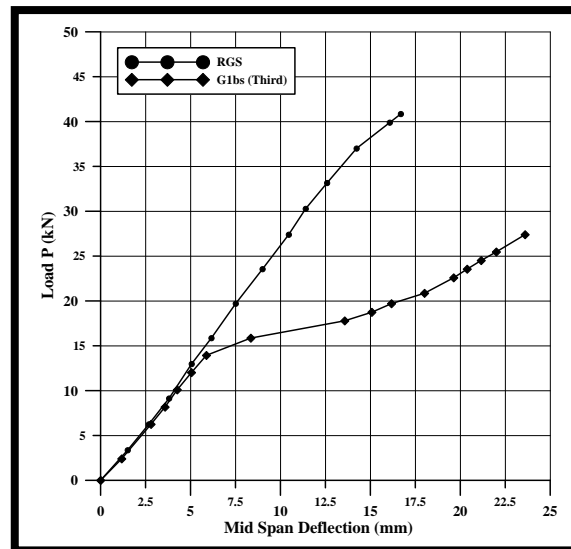


Figure 8. Load-deflection curves at midspan for RGS and G1bs(third).

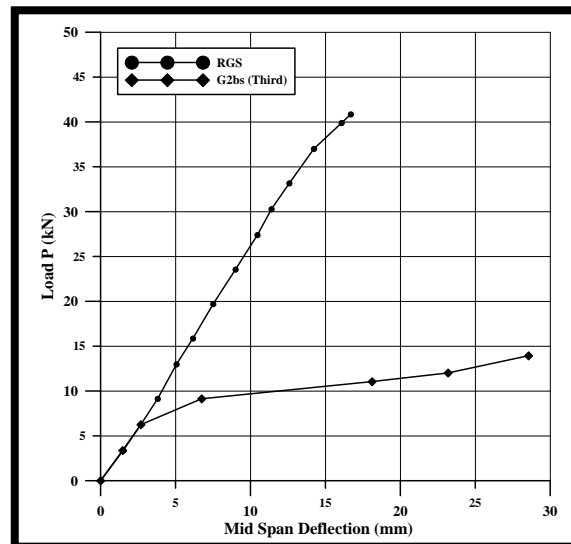


Figure 9. Load-deflection curves at midspan for RGS and G2bs(third) .

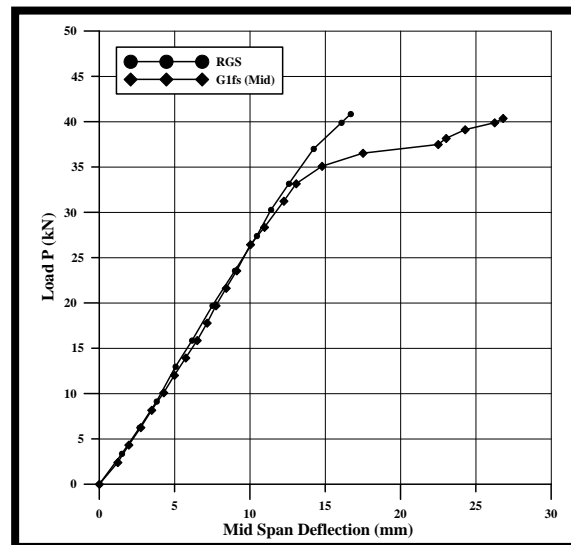


Figure 10. Load-deflection curves at midspan for RGS and G1fs(mid).

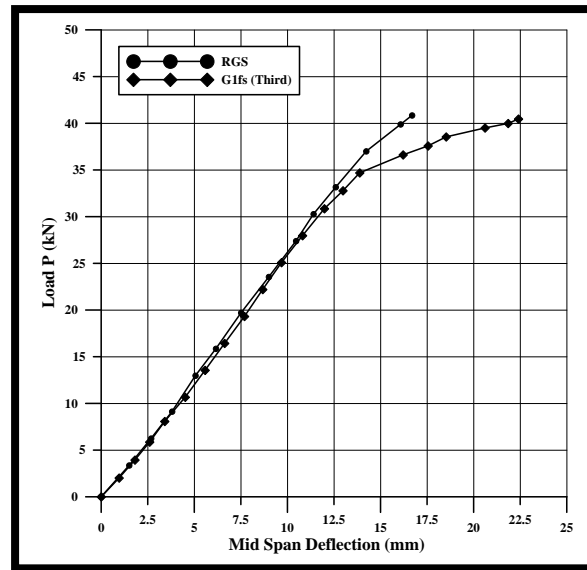


Figure 11. Load-deflection curves at midspan for RGs and G1fs(third).

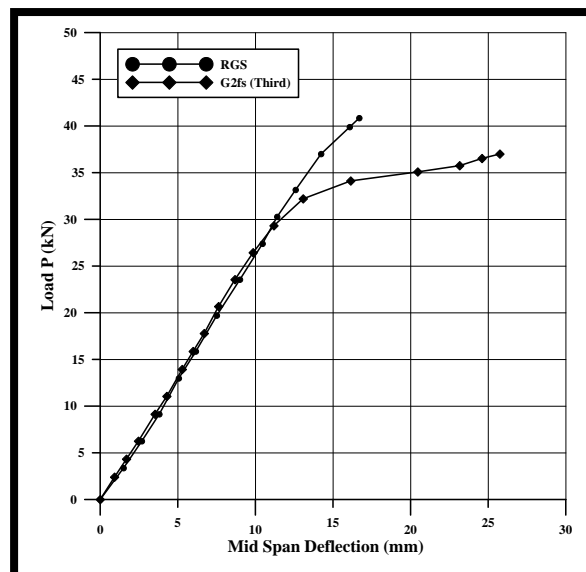


Figure 12. Load-deflection curves at midspan for RGs and G2fs(third) .

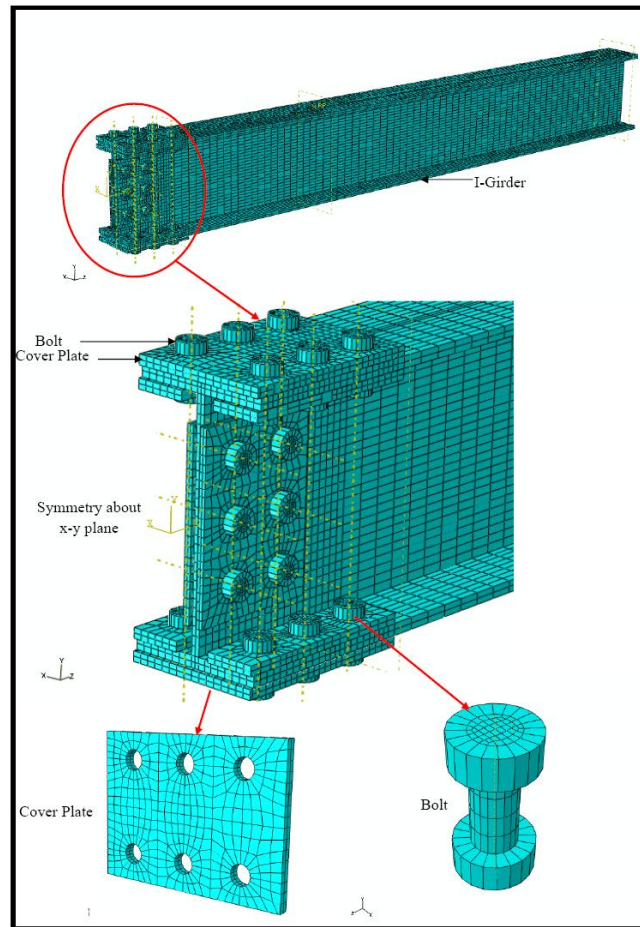


Figure 13. Finite element mesh of the model assembly for girder (G1bs(mid)).

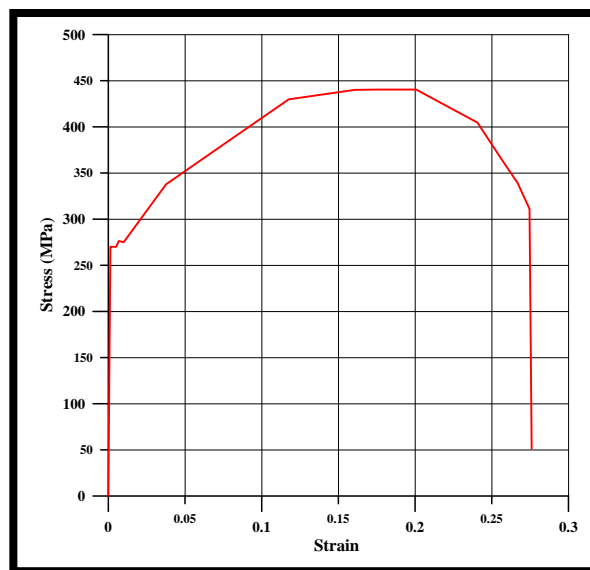


Figure 14. Stress-strain curve for I-girder.

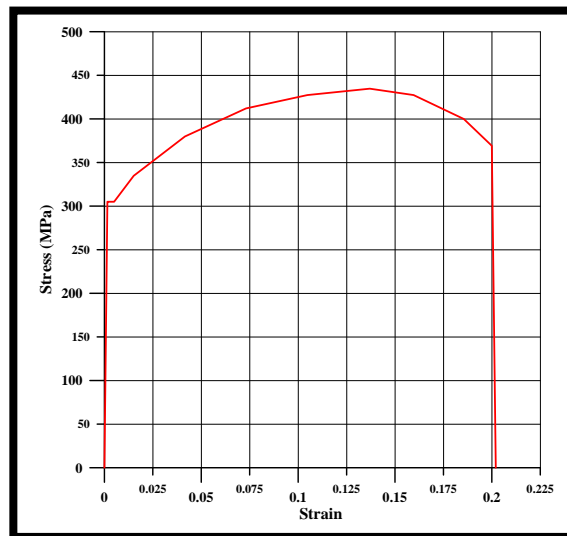


Figure 15. Stress-strain curve for cover plate(4mm).

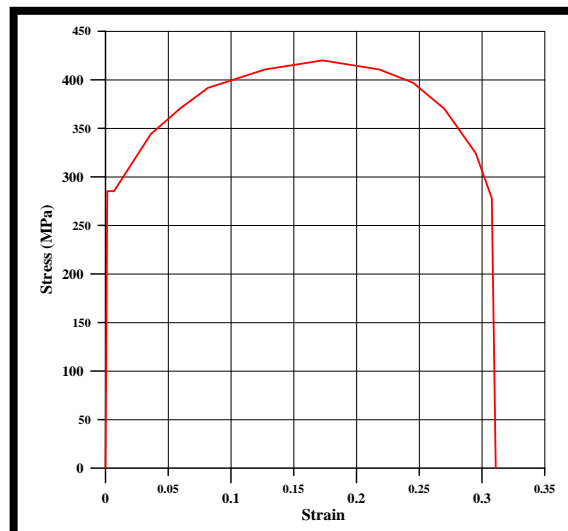


Figure 16. Stress-strain curve for cover plate(6mm).

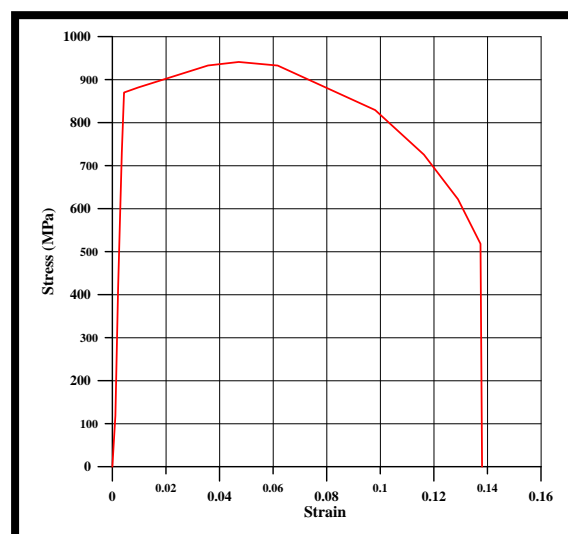


Figure 17. Stress-strain curve for bolts .

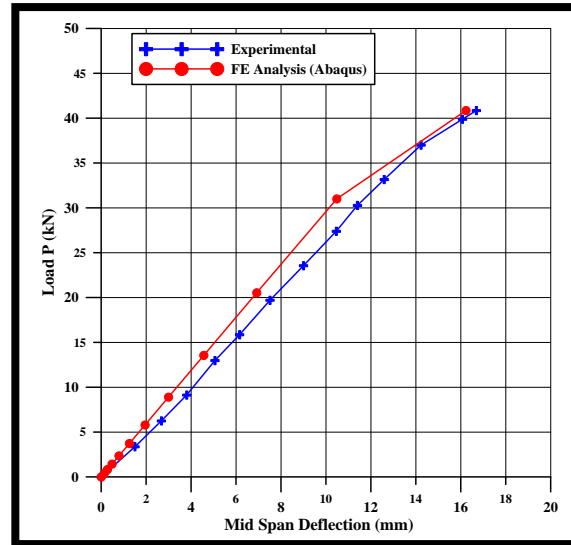


Figure 18. Load-deflection curves for reference girder RGs.

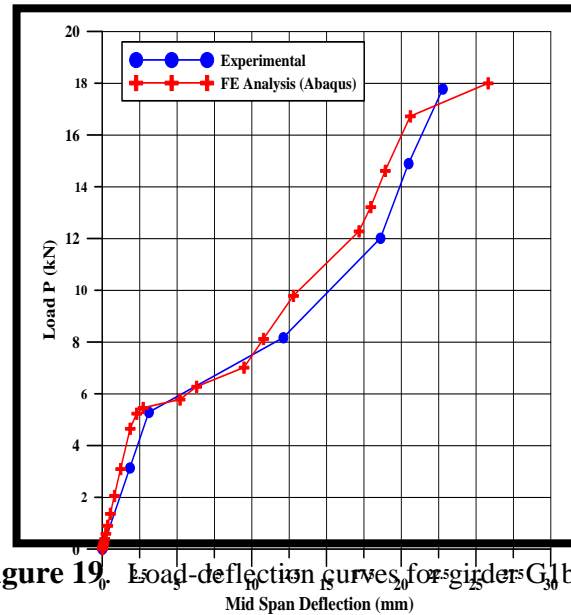


Figure 19. Load-deflection curves for girder G1bs(mid).

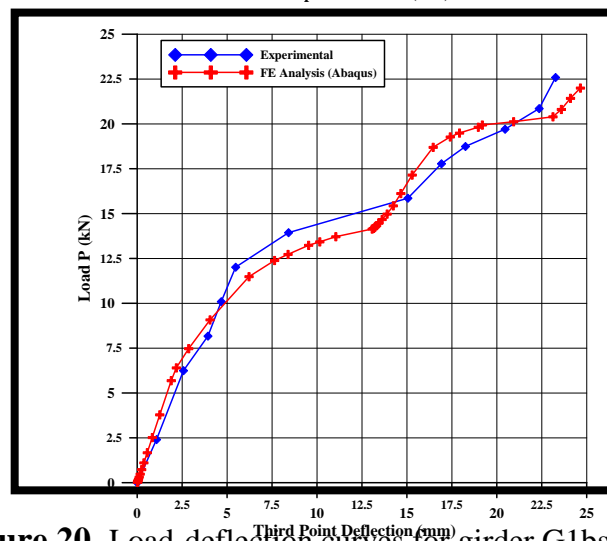


Figure 20. Load-deflection curves for girder G1bs(third).

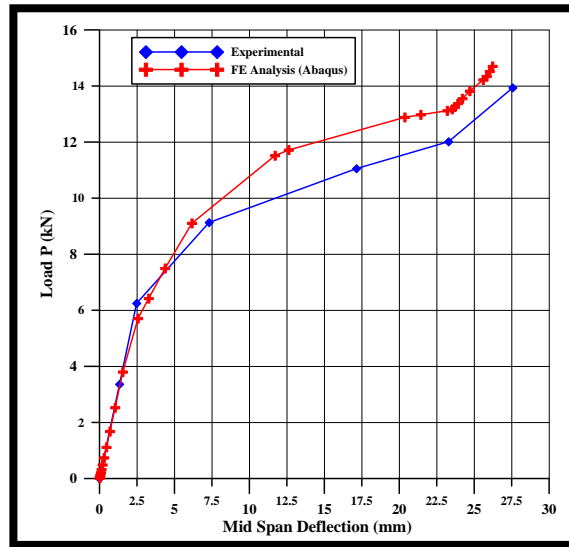


Figure 21. Load-deflection curves for girder G2bs(third).

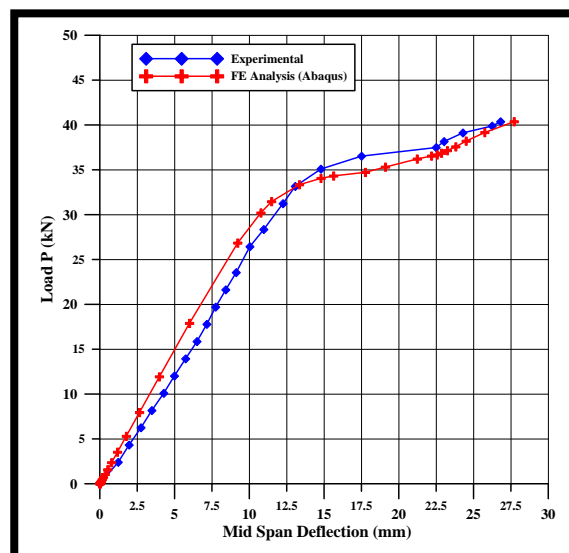


Figure 22. Load-deflection curves for girder G1fs(mid).

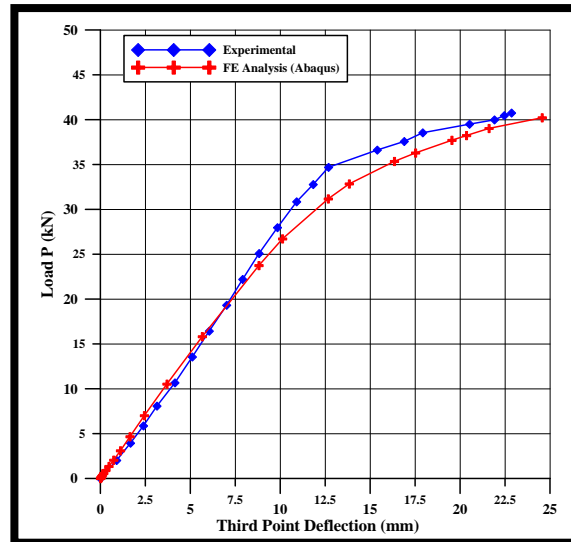


Figure 23a. Load-deflection curves for girder G1fs(third).

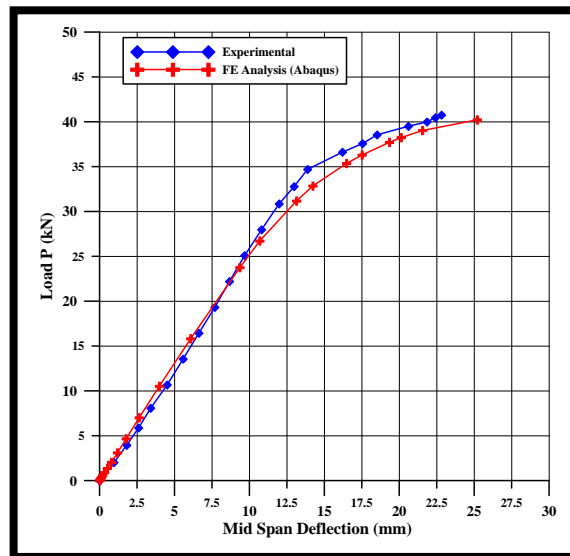


Figure 23b. Load-deflection curves for girder G1fs(third).

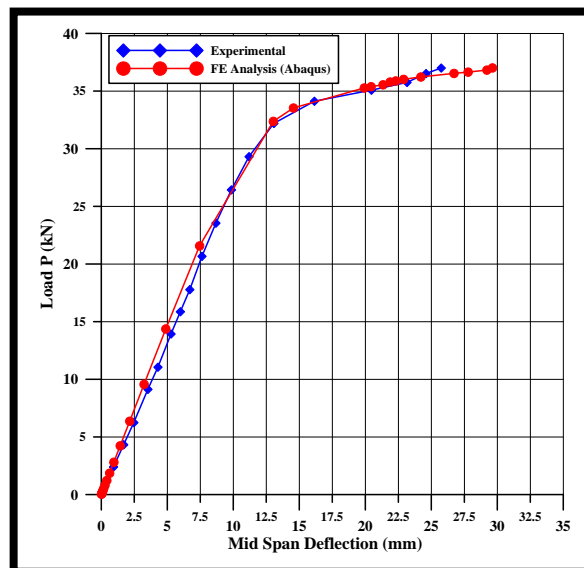


Figure 24. Load-deflection curves for girder G2fs(third).

Selection of Optimal Conditions of Inulin Extraction from Jerusalem Artichoke (*Helianthus Tuberosus* L.) Tubers by using Ultrasonic Water Bath

Wasan Omar Noori

Assistant Instructor

Agriculture College - Baghdad University

wassanmch234@yahoo.com

ABSTRACT

Ultrasonic extraction is an inexpensive, simple and efficient alternative to conventional extraction techniques, as compared with other novel extraction techniques such as microwave-assisted extraction & supercritical fluid extraction techniques, the ultrasound apparatus is cheaper and its operation is easier. Ultrasound assisted extraction has risen rapidly in the latest decade, and for most applications it has proven to be effective compared to traditional extraction techniques. In this paper, a method of ultrasonic-assisted extraction was used to extract Inulin from tubers of Jerusalem artichoke, which have been reported to have several medicinal properties and uses. Inulin is a storage carbohydrate found in many plants especially in chicory root, Jerusalem artichoke and dahlia tuber. In this study, the effect of time, temperature, pH and solid to liquid ratio on Inulin extraction from Jerusalem artichoke tubers by using ultrasonic water bath. The highest yield of Inulin were investigated from Jerusalem artichoke tuber was (99.47%) at temperature of 70°C, pH=7, 60 min and ratio of solid to solvent was (10gm/100ml). Then, The UV detector by colorimetric method with vanillin-sulfuric acid was used for the quantification of Inulin.

Key words: jerusalem artichoke, extraction conditions, inulin, ultrasonic bath.

اختيار افضل الظروف لاستخلاص الانولين من درنات نبات الالمازة باستخدام حمام مائي بالموجات فوق الصوتية

وسن عمر نوري

مدرس مساعد

كلية الزراعة - جامعة بغداد

الخلاصة

الاستخلاص باستخدام الموجات فوق الصوتية تقنية غير غالية وبسيطة وذات كفاءة عالية في تحول الاستخلاص مقارنة مع تقنيات الاستخلاص التقليدية الأخرى مثل تقنيات الاستخلاص بالموجات المساعدة و الاستخلاص بالمائع الحرج، يعتبر الاستخلاص بالموجات فوق الصوتية رخيص وسهل التشغيل وبدا استخدامها تدريجيا في اغلب التطبيقات واثبتت كفاءتها مقارنة مع تقنيات الاستخلاص المعروفة. في هذا البحث استخدمت طريقة الاستخلاص بالموجات فوق الصوتية لاستخلاص الانولين من درنات نبات الالمازة الذي يستخدم في العديد من الاستخدامات الطبية. الانولين خازن للكربوهيدرات موجود في العديد من النباتات وخاصة الخرشوف والالمازة ودرنات الداليا. حيث تم دراسة تأثير الوقت ودرجة الحرارة ودرجة الحموضة ونسبة الصلب الى السائل على استخلاص الانولين من درنات نبات الالمازة باستخدام الحمام المائي بالموجات فوق الصوتية. اعلى نسبة انولين تم الحصول عليها عند درجة حرارة 70

مئوية وفي وسط متعادل وبمدة 60 دقيقة وباستخدام 10 غرامات من قطع درنات الالمازة في 100 مل ماء مقطر ثم تم تحليل المستخلص بجهاز UV بالطريقة اللونية باستخدام الفئلين مع حامض الكبريتيك وذلك لمعرفة نسبة الانولين في المستخلص.

الكلمات الرئيسية: الالمازة , ظروف الاستخلاص , الانولين , حمام الموجات فوق الصوتية.

1. INTRODUCTION

Inulin is a polysaccharide found in more than 30,000 species, which composed of a chain of fructose units with a terminal glucose unit, **Toneli, et al., 2008 and Costa, et al., 2013**. It is a natural carbohydrate source found mainly in roots and tubers of many plants, such as chicory artichoke (*Cynara scolymnus* L.), viper's grass (*Scorzonera hispanica* L.), and Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) , and has been reported to have an Inulin content of 14-19% (wet weight) , **Saengkanuk, et al., 2011, and Abou Arab, et al., 2011**. Inulin is increasingly used in processed foods for its unusually adaptable characteristics. It can be used to replace sugar, fat and flour. The Inulin has minimal increasing impact on blood sugar and is not insulemic. Therefore, it is suitable for diabetics and potentially helpful in managing blood sugar-related illnesses, **Panchev, et al., 2011**. Inulin is particularly suitable for fat replacement in low fat or fat free products, such as chocolate, confectionery, cheese and ice cream dressing, because it has a fat creamy form, gelling capacity and good body, texture and mouthfeel, **Nogueira, et al., 2007**. In addition, Inulin has health-promoting properties such as prebiotic activity, enhancement of calcium absorption, and weight control through the promotion of satiety, **Ripoll, et al., 2010**. Inulin is water soluble, which depends on the temperature. At 10°C its solubility is about 6% where as at 90°C it is about 35 % , **Winarti, et al., 2011, Leite, et al., 2004 and Gaafar, et al., 2010**. From various extraction methods used to separate the active principles from plants tissues, e.g. solvent extraction, steam extraction, supercritical fluid extraction, pressurized liquid extraction, ultrasound-assisted extraction, micro wave assisted extraction etc., Conventional extraction with hot solvent under stirring and ultrasound-assisted extraction are the most common techniques to obtain Inulin. Extraction yield and quality of Inulin are depending on the extraction technique, temperature and pH of extraction medium, operating time and solid/solvent ratio, **Dobre, et al., 2010**. There are many demands on new extraction techniques with shortened extraction time, reduced organic solvent consumption and efficient extraction of target components in plant matrixes. Recently, there have been numerous reports on the application of high intensity or power ultrasound in the extraction of various photochemical such as alkaloids, flavonoids, polysaccharides, proteins and essential oils from various parts of plant and plant seeds, **Firdaus, et al., 2010**. It has been successfully applied in the static mode for extraction of formaldehyde from cosmetics and shiitake mushroom, **Chen, et al., 2008**. Ultrasound assisted extraction depends on the destructive effects of ultrasonic waves. The possible advantages of ultrasound in extraction are intensification in mass transfer, cell disruption, enhanced penetration and capillary effects, **abdul razak, 2009 and Glibowski, and Bukowska, 2011**. Ultrasound can be considered as a useful alternative for solid sample pretreatment because the energy imparted facilitates and accelerates some steps, such as dissolution, fusion, and leaching, among others, **Jalbani, et al., 2006**. Ultrasound extraction has two main principles that constitute its advantage over other leaching techniques. These are cavitation phenomena and the mechanical mixing effect, both of which increase the extraction efficiency and reduce the extraction time, **Ince, et al., 2013**. Ultrasound-assisted leaching is an expeditious, inexpensive and efficient alternative to conventional extraction techniques and, in some cases, even to supercritical fluid and microwave-assisted extraction, **Li, and Zhou, 2008**. Ultrasonication is a potential alternative technology: this is the application of high-intensity, high-frequency sound waves and their interaction with material. The propagation and interaction of sound waves alters the physical and chemical properties of materials that are subjected to ultrasound. High-

intensity ultrasonication can accelerate heat and mass transport in a variety of food process operations and has been successfully used to improve drying, mixing, homogenization and extraction, **Li, et al., 2004**. Ultrasound-assisted extraction has been proven to significantly decreased extraction time and increased extraction yields in many vegetables materials, **Plaza, et al., 2008**. In this study, this technique is used for the extraction of Inulin from Jerusalem artichoke tubers and the important parameters such as temperature, pH and ratio solid to liquid are studied.

2.EXPERIMENTAL

2.1 Material

Sodium hydroxide (Reachim 98%), hydrochloric acid 35.4% (1.18) (AR), vanillin (4-hydroxyl-3 methoxybenzal dehyde) (BHD), concentrated sulfuric acid (98%), standerd Inulin (Sigma Aldrich), deionized water , Jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus*) were purchased from a commercial market in Baghdad, Iraq .

2.2 Equipment

Ultrasonic heater bath (Grant Laboratories Ltd F5200b , 240 volt, 15 Amp) as shown in **Fig.1**, thermometer, pH meter (CRISON, made in EU), hot plate magnetic stirrer (Model L-81), digital balance (KERN(ABS)), volumetric flask (150 ml), filter paper, UV- visible spectrophotometer (Model 80 D, made in UK).

2.3 Procedures

The samples of Jerusalem artichoke tubers were cleaned with tap water to remove sand and other undesirable materials. Cleaned tubers were peeled and cut into small pieces and used immediately. An extractor equipped with an ultrasonic water bath transducer working at 20 kHz frequency with amplitude, range and sample temperature being monitored up to 70°C. Ten grams of previously prepared tubers were used for extraction in 100 ml of deionized water heated to (30,50,70°C) by magnetic stirrer in a 150 ml conical flask then placed into the ultrasound assisted extractors at room temperature. The ultrasonic bath were filled with water and heated to the temperatures required then the conical flask containing the mixture was submerged in the ultrasonic water bath and samples were taken periodically each 10 min for 1 hour, then extract filtered through filter paper and in refrigerator stored for further analysis using UV/Vis spectrophotometer.

2.4 The standard curve

The standard curve was done by preparing stock solution using vanillin, in presence of concentrated sulfuric acid, forms with Inulin a deep red color. The colorimetric method with vanillin– sulfuric acid is used for the quantification of Inulin, **Dobre, et al., 2008**. This has been reported to be a simple, quick and accurate method. 1.52 gm. Vanillin was dissolved in 200 ml of sulfuric acid then 4 ml of this solution was added to 4 ml of extracted samples. Inulin standard stock of solution (1000 ppm) was prepared. (20, 50, 100,150, 200 ppm) different concentrators were prepared. The protocol requires that the colorimetric reaction is done for 15 min to obtain maximum color development; complex that yields a characteristic adsorption spectrum with a peek at 520 nm. The absorbance will be scan using UV/Vis spectrophotometer in the range of 200-700 nm. The absorbance at Vis 520 nm will be determined with a glass cell of 1 cm. Standard curve was drawn by measuring the absorbance of the samples containing Inulin standard is shown in **Fig.2** and the Chemical structure of inulin compounds is shown in **Fig. 3**.

3. RESULTS and DISCUSSIONS

3.1 Effect of temperature

The effect of ultrasonic duration at selected temperature on the recovery of Inulin from the tubers of Jerusalem artichoke is shown in **Fig. 4**. Results illustrated that the ultrasonic extraction was more efficient in obtaining Inulin by hot water extraction. The recovery rate was found to increase gradually during the first 40 minutes of experiences time then reached a constant value until 60 min. In contrast, the recovery rates of Inulin at 30°C was found to be (Inulin < 800 mg/ml) whereas at 50°C was 1220 mg/ml which corresponds to an extraction efficiency of (64.2%).the highest recovery rate of 1859.91 mg/ml corresponding to extraction efficiency (97.89%) of Inulin was obtained at 70°C after 40 min. then, increased to (99.47%) after 60 min. The mechanism of ultrasonic extraction involves two physical processes: the dissolution of the extracted Inulin near the particle surface (rinsing) and the diffusion of Inulin to the liquid extract (slow extraction), **Yang, et al., 2008**. Increasing the ultrasonic time could enhance these two activities, resulting in a high extraction recovery rate, which might account for the increase, observed in the recovery rate of Inulin as the treatment time was extended from 40 to 60 min. At high ultrasonic temperature, the liquid viscosity and density decreased resulting in a more rapid mass transfer. Furthermore, high ultrasonic temperature can lead to an increase in the number of cavitations within these tissues and surface contact areas .Thus, application of high ultrasonic temperature resulted in enhanced extraction efficiency.

$$\text{extraction efficiency \%} = \frac{\text{conc.of inulin in the sample}}{\text{conc.of inulin in the Jerusalem artichoke}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Conc.of inulin in the Jerusalem artichoke} \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{ml}} \right) = \text{Inulin content in the Jerusalem artichoke of 19\%} \times \text{wet weight} \quad (2)$$

3.2 Effect of Solid to Liquid Ratio

From **Fig. 5** it can be seen that the highest extraction rate of Inulin is 1889.93 mg/ml at a solid to liquid ratio 10 wt/vol %. While a lower value of ratio 20 wt/vol % is 1600 mg/ml. The lowest value of was obtained 1400mg/ml at 5 wt/vol %.

The reason for the low rates at the latter two concentrations may be that at 5 wt/vol % concentration, the solute is not sufficient (dilute solution) and that at 20 wt/vol %, the solution is not sufficient. And there is an optimum concentration in between of 10 wt/vol %.

3.3 Effect of pH

From **Fig. 6** it can be seen that the highest extraction rate was obtained at pH equal to 7. It was noted that for the acidic media of pH = 3 (adding few drops of hydrochloric acid) for the significant decrease in Inulin recovery rate from tubers while alkaline medium (adding few drops of sodium hydroxide solution) at pH value of 11, the extraction was more efficient as compared to the acidic extraction. It is clearly seen that lowest rate of Inulin recovery was exhibited in the acidic extraction media 390 mg/ml (20.5%) after 60 min; while in the alkaline extraction media the recovery rate was 1422.86 mg/ml (74.84%) after 60 min. The highest extraction rate at pH = 7 was 1889.93 mg/l after 60 min. These results are in agreement with previous studies, **Glibowski, and Bukowska, 2011**.



3.4 Effect of Extraction Time

From the three figures presented above it can be seen that the extraction rate when used the ultrasonic water bath increases fast up to 40 minutes, then at slower rate after 40 to 60 minutes. When compared the best results obtained in these studied of extraction of inulin with extraction of inulin without using the ultrasonic water bath at the same condition (pH=7 & 10 wt/vol % at 70°C). In **Fig. 7** we seen the best extraction rate giving Inulin concentration of 987.52 mg/ml (51.97%) was obtained without using the ultrasonic water bath at 60 minutes.

4. CONCLUSIONS

Ultrasound method improves extractions of microalgae significantly, with higher efficiency, reduced extraction times and increased yields, as well as low to moderate costs and negligible added toxicity.

The best extraction rate giving Inulin concentration of 1889.93 mg/ml was obtained when using:

- A temperature of 70 °C.
- A solid to liquid ratio of 10 gm/100 ml (10 wt/vol %).
- A pH = 7.
- Operation time of 60 minutes.

5. REFERENCES

- Abdul razak, M. S., 2009, *Ultrasonic Extraction of Antioxidant Compound from Red Pitaya*, A thesis submitted to Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering. Universiti Malaysia Pahang.
- Abou-Arab, A. A., Talaat, H.A. and Abu-Salem, F. M., 2011, *Physico-chemical Properties of Inulin Produced from Jerusalem Artichoke Tubers on Bench and Pilot Plant Scale*, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, Vol.5 , No. 5, PP. 1297-1309.
- Chen, L., Jin, H., Wang, L., Sun, L., Xu, H., Ding, L., Yu, A. and Zhang, H., 2008 , *Dynamic Ultrasound-Assisted Extraction Coupled On-Line With Solid Support Derivatization And High-Performance Liquid Chromatography For The Determination of Formaldehyde In Textiles*, Journal of Chromatography A, Vol.1192, PP. 89–94.
- Costa , S. B., Duarte, C., Bourbon, A. I., Pinheiro, A. C., Januário, M. I. N., Vicente, A. A., Costa, M. L. and Delgadillo, I., 2013, *Inulin Potential for Encapsulation and Controlled Delivery of Oregano Essential Oil*, Food Hydrocolloids, Vol. 33, PP. 199-206.
- Dobre, T., Stroescu, M., Stoica, A., Draghici, E. and Antohe, N. 2008, *Inulin Extraction and Encapsulation*, Chem. Bull. "POLITEHNICA" Univ., Vol. 53, No. 67, PP. 1-2.
- Dobre, T., Parvulescu, O. C., Stoica, A. and Stroescu, M., 2010, *Experimental Investigation and Modeling of Inulin and Glycyrrhizin Extraction*, REV. CHIM. Vol. 61 No. 1, PP. 82-86.
- Firdaus, M. T., Izam, A., Prasad, R. and Rosli, 2010, *Ultrasonic-Assisted Extraction of Triterpenoid Saponins from Mangrove Leaves*, the 13th Asia Pacific Confederation of Chemical Engineering Congress, October, 5-8, Taipei.



- Gaafar ,A. M., Serag El-Din, M. F., Boudy E. A. and El-Gazar ,H. H., 2010, *Extraction Conditions of inulin from Jerusalem Artichoke Tubers and its Effects on Blood Glucose and Lipid Profile in Diabetic Rats*, Journal of American Science, vol.6, No.5, PP. 36-43.
- Glibowski, P. and Bukowska, A., 2011, *The Effect of pH, Temperature and Heating Time on Inulin Chemical Stability*, Acta Sci. Pol., Technol, Aliment, Vol. 10, No.2, PP. 189-196.
- Ince, A. E., Şahin, S. and Şümnü, S. G., 2013, *Extraction of phenolic compounds from Melissa using Microwave and Ultrasound*, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, Vol.37, PP. 69-75.
- Jalbani, N., Kazi, T. G., Arain, B. M., Jamali, M.K., Afridi, H. I. and Sarfraz, R.A., 2006, *Application of Factorial Design in Optimization of Ultrasonic-Assisted Extraction of Aluminum in Juices and Soft Drinks*, Talanta, Vol. 70, PP. 307–314.
- Leite, J. T. C., Martinelli, P., Murr, F. E. X. and Park, K. J., 2004, *Study of the Inulin Concentration by Physical Methods*, Proceedings of the 14th International Drying Symposium (IDS 2004), Brazil, Vol. B, PP. 868-875.
- Li, H., Pordesimo, L. and Weiss, J., 2004, *High Intensity Ultrasound-Assisted Extraction of Oil from Soybeans*, Food Research International, Vol. 37, PP. 731–738.
- Li, Z. and Zhou, L., 2008, *Rapid And Low Cost Determination of Cadmium in Whole Blood by Hydride Generation Atomic Fluorescence Spectrometry after Ultrasound-Assisted Sample Preparation*, J. Braz. Chem. Soc., Vol. 19, No. 7, PP. 1347-1354.
- Nogueira, R. I., Park, K. J., Deyrmendjian, E., Bruns, R. E. and Bortoloti, J. A., 2007, *Apparent Viscosity of Formulations of Inulin Chicory Extract (Cichorium Intybus L) with Modified and Hydrolyzed Starches*, Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, Vol. 9, No.1, PP. 7-15.
- Panchev, I., Delchev, N., Kovacheva, D. and Slavov, A., 2011, *Physicochemical Characteristics of Inulins Obtained from Jerusalem Artichoke (Helianthus tuberosus L.)*, Eur. Food Res Technol, Vol. 233, PP. 889–896.
- Plaza, M., Avalo, B., Cifuentes, A. and Ibáñez, E., 2008, *Pressurized Liquid Extraction and Ultrasound-Assisted Extraction of Functional Ingredients from Chlorella Vulgaris*, Chemical Characterization Using HPLC-DAD And GC-MS.
- Ripoll, C., Flourie, B., Megnien, S., Hermand, O., and Janssens, M., 2010, *Gastrointestinal Tolerance to an Inulin-rich Soluble Roasted Chicory Extract after Consumption in Healthy Subjects*, Nutrition, Vol. 26, PP. 799–803.

- Saengkanuk, A., Nuchadomrong, S., Jogloy, S. , Patanothai, A. and Srijaranai, S. , 2011, *A simplified Spectrophotometric Method for the Determination of Inulin in Jerusalem Artichoke (Helianthus tuberosus L.) tubers*, Eur Food Res Technol, Vol. 233, PP.609–616.
- Toneli, J. T. C. L., Park, K. J., Ramalho, J. R. P., Murr, F. E. X. and Fabbro, I. M. D., 2008, *Rheological Characterization of Chicory Root (Cichorium Intybus L.) Inulin Solution*, Brazilian Journal of Chemical Engineering, Vol. 25, No. 03, PP. 461 – 471.
- Winarti, S., Harmayani, E. and Nurismanto, R., 2011, *Extraction of Inulin from Various Yam Tubers (Dioscorea spp.)*, the 12th Asean Food Conference, PP. 669-773.
- Yang, B., Jiang, Y., Zhao, M., Shi, J. and Wang, L. 2008, *Effects of Ultrasonic Extraction on the Physical and Chemical Properties of Polysaccharides from Longan Fruit Pericarp*, Polymer Degradation and Stability, Vol. 93, PP. 268-272.



Figure 1. Schematic diagram of ultrasonic water bath.

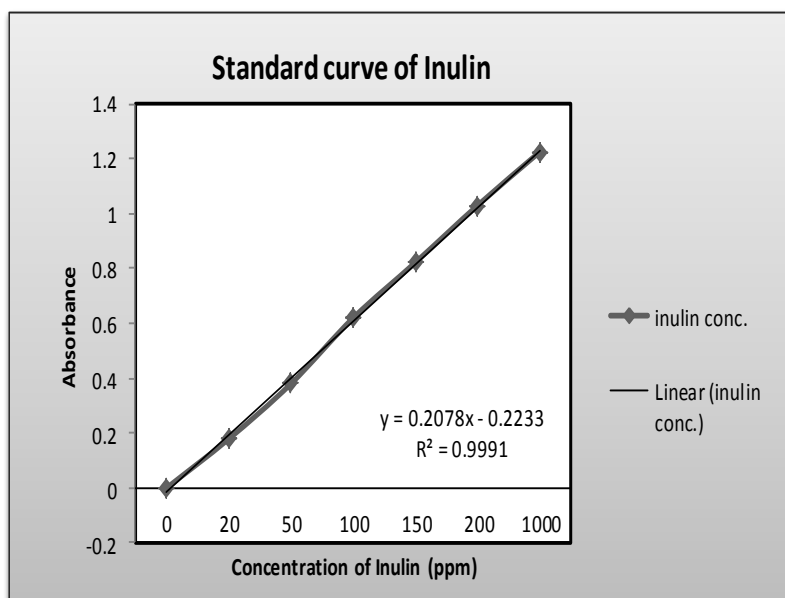


Figure 2. Standard curve of Inulin .

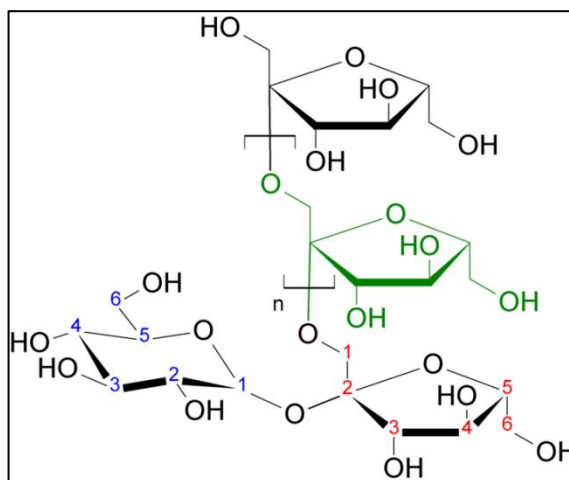


Figure 3. Chemical structure of Inulin compounds.

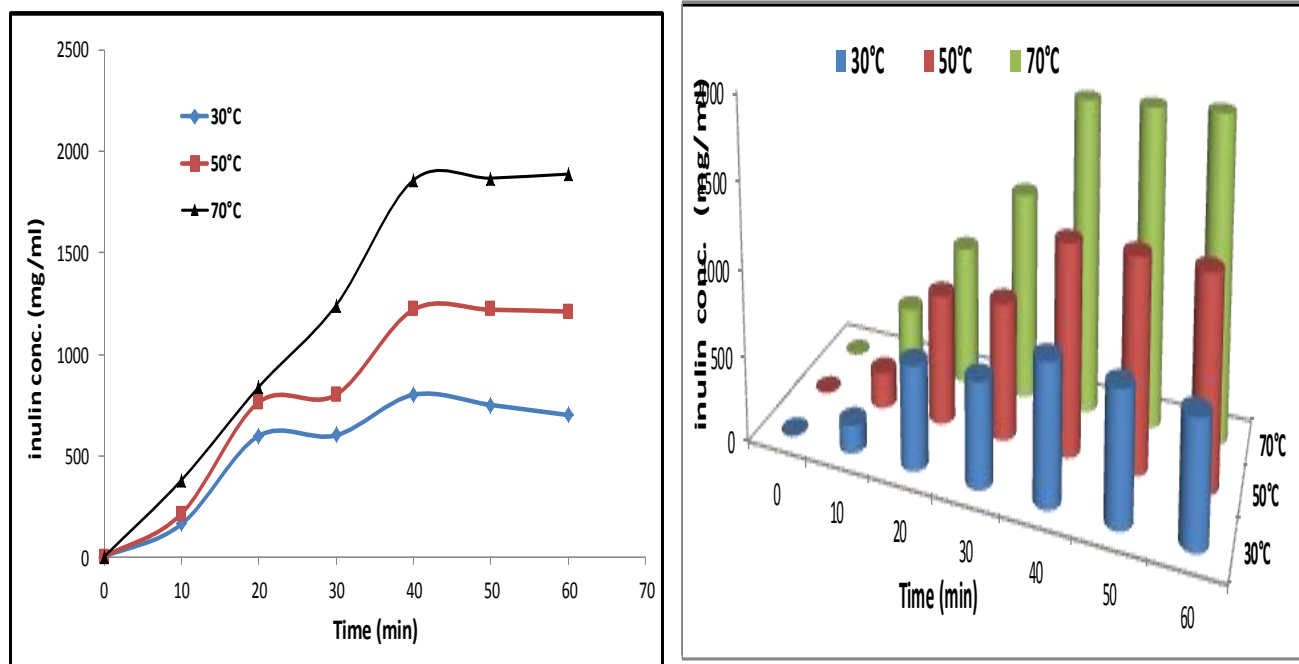


Figure 4. Effect of different temperature on Inulin concentration.

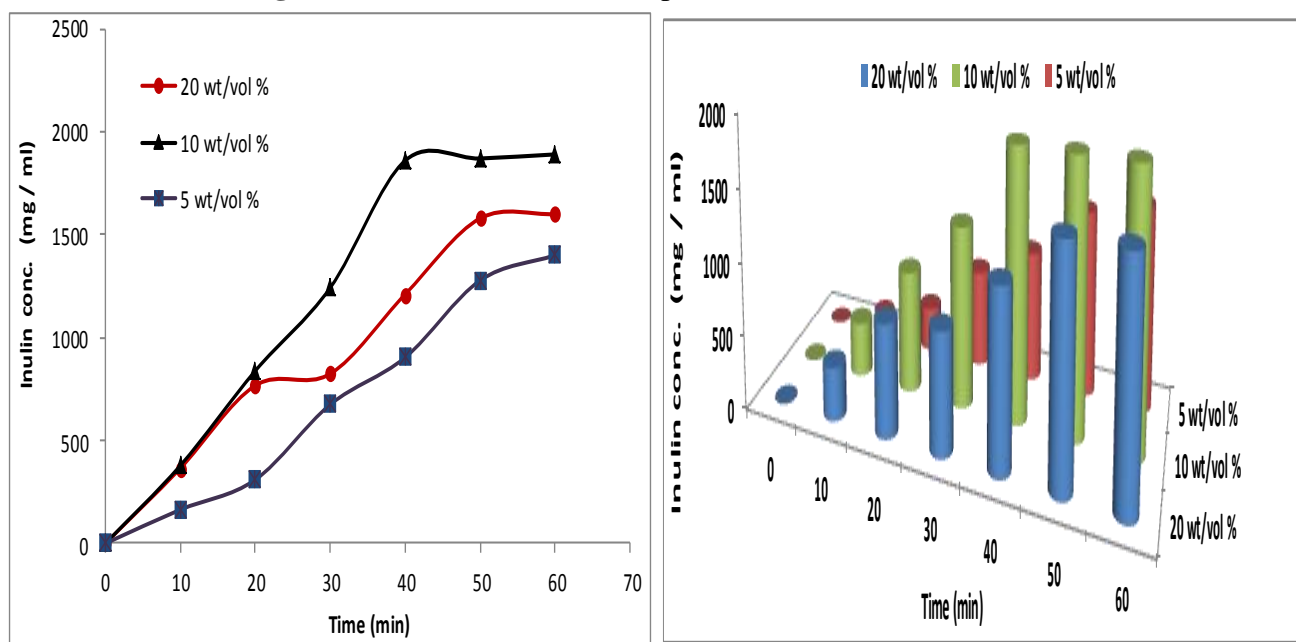


Figure 5. Effect of solid to liquid ratio on Inulin concentration (at pH=7 and at 70°C).

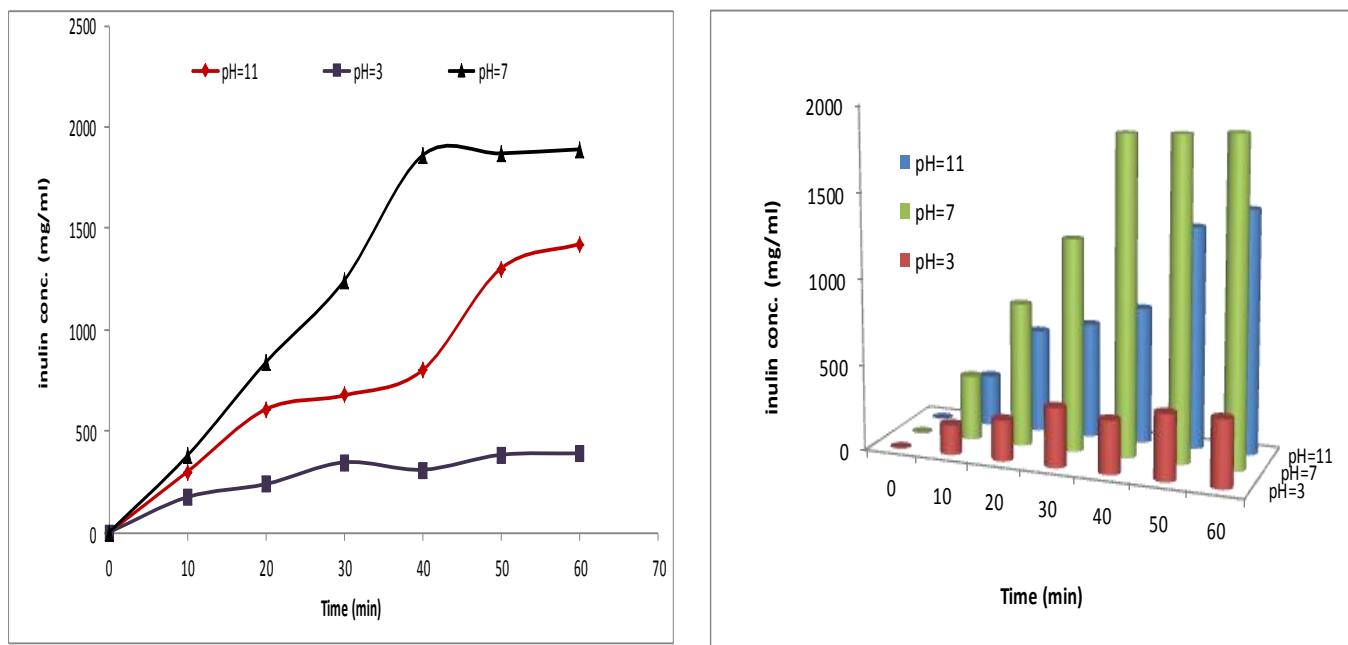


Figure 6. Effect of different pH on Inulin concentration (at 10 wt/vl % and at 70°C).

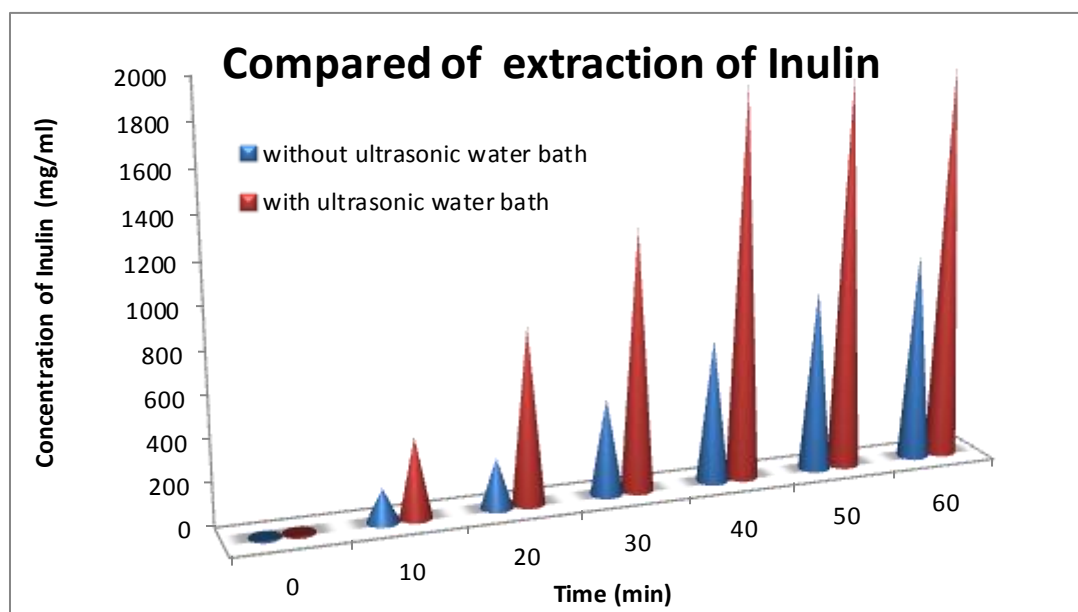


Figure 7. Compared of extraction of Inulin (at pH=7 & 10 wt/vol % and at 70°C).

Defects Analysis of Tee-Section Welding Using Friction Stir Welding Process of Aluminum

Prof. Dr. Qasim M. Doos

University of Baghdad ,

E-mail: kasim_daws@yahoo.com

Kamaal Sahib Makki

Dean of College of Engineering

E-mail: Abukamellah@yahoo.com

ABSTRACT

Friction stir welding (FSW) of Tee-joints is obtained by inserting a specially designed rotating pin into the clamped blanks, through top plate (skin) to bottom plate (stringer), and then moving it along the joint, limiting the contact between the tool shoulder and the skin. The present work aims to investigate the defects occur for Tee-joint of an Aluminum alloy (Al 5456) with dimensions (180mm x 70mm) for the skin plate, (180mm x 30mm) for stringer plate and thickness of (4mm).

The effects of welding parameters such as rotational speed, linear speed, plunging depth, tool tilting, and die radii of welding fixture on the welding quality of Aluminum Alloy will be studied. Weld defects had been summarized and studied, and then the best conditions that led to good welds had been estimated.

Key words: FSW, T-Section, Aluminum 5456, defects analysis, 4mm thickness.

تحليل العيوب لمفصل لحام نوع (T) بأستخدام عملية اللحام بالاحتكاك والمزج على الألمنيوم

كمال صاحب مكي

جامعة بغداد / كلية الهندسة / قسم ميكانيك

أ.د. قاسم محمد دوس

جامعة بغداد / كلية الهندسة / قسم ميكانيك

الخلاصة

يتم الحصول على مفصل من النوع (T) بطريقة اللحام بالاحتكاك والمزج بغرس أداة دوارة بتصميم معين في الصفيحة العليا الأفقية المكونة للمقطع (skin) وصولاً إلى الصفيحة السفلى العمودية (stringer) بعمق معين ثم إعطاءها (الأداة) سرعة تغذية مناسبة مع التماس التام لكثف الأداة الدوارة مع سطح الصفيحة العليا على طول خط اللحام وذلك بعد تثبيت الصفيحتين المكونتين للمفصل إلى بعضهما بواسطة فكوك حديدية.

يهدف هذا البحث إلى التحري عن العيوب التي ممكن أن تظهر في هذا النوع من اللحام لهذا المفصل باستخدام صفائح مصنعة من سبيكة الألمنيوم-المغنيسيوم (Al5456) بأبعاد (70x180) للصفيحة العليا و (30x180) للصفيحة السفلى وبسمك (4 ملم) لكليهما حيث تم دراسة تأثير متغيرات العملية مثل (سرعة دوران الأداة , سرعة اللحام , عمق تغلغل الأداة , نصف قطر حافة المثبت , و زاوية إمالة محور الأداة) على جودة اللحام. كما تمت دراسة و تحليل العيوب ومن ثم تعيين الظروف التي تقود للحصول على لحام ذو جودة عالية .

1. INTRODUCTION

Friction Stir Welding (FSW) is a well-established joining process for welding aluminum and other low melting temperature metals. The application of this process to steels and stainless steels has primarily been limited by the availability of suitable tool materials. Friction stir welding was recently identified by leading aircraft manufacturers as "key technology" to replace riveting for fuselage and wing manufacturing, **Thurlby,2009**.

FSW of T-joints is obtained by inserting a specially designed rotating pin into the clamped blanks, and then moving it along the joint. The pin is inserted at a rather small nutting angle, limiting the contact between the tool shoulder and the blank. As the pin is inserted into the upward sheet (skin), the blank material undergoes a local backward and forward extrusion process in order to penetrate the vertical blank (stringer) and to reach the tool shoulder contact, **Fratini,et.al.,2005**.

Aluminum 5xxx series is the Al-Mg group, it is high strength alloys, (AL5456) is an alloy of aluminum and magnesium with good strength; it is good for structural use because it is of good weldability. It is commonly used in the manufacture of high strength welded structures, pressure vessels, marine applications, and in storage tanks, **Thurlby,2009**.

Actually investigating the scientific literature of the last years, very few contributions are found to be focused on FSW operations of T-joints. Some of the authors carried out fundamental investigations regarding the mechanical performances of the FSW T-joints undergoing bending mechanics in comparison to traditionally welded T-parts and the study of corrosion resistance of FSW T-joints.

Colligan,2009, Investigated two new techniques for visualizing material flow patterns in friction stir welds are presented. Based on measured results in welds of 6061 and 7075 aluminum, material movement within friction stir welds is by either simple extrusion or chaotic mixing. **Cederqvist, et. Al.,2002**, carried out an extensive investigation on FSW lap joints. Two materials, Alclad 2024-T3 and Al 7075-T6, sheet materials were commonly joined and used in the aerospace industry. Welding variables used included welding speed, rotational speed and, of particular importance, and tool dimensions.

Larsson, et. Al.,2000, studied report on microstructural observations and provide information about the mechanical properties of joints welded using FSW. In a cross-section of a welded joint, the central part had a shape of a "nugget" (often asymmetrical), in contrast to the well-defined beads of a MIG weld compared FSW welds with MIG welds and noted that the presence of the "annual rings" (or onion ring structure) in the FSW weld area which typically consists of concentric ovals. **Adamowski, et. al., 2007**, investigated the properties and microstructural changes in friction stir welds in the aluminum alloy 6082-T6 as a function of varying process parameters. **Al-Ani, 2007**, investigated the effect of welding parameters on mechanical properties of welded joints using different mechanical tests. **AL-Joudi, 2009**, investigated an attempt to understand the effect of tool pin profile and rotation diameter on microstructure and mechanical properties of aluminum alloy (2218-T72). **Thurlby,2009**, evaluated the effects of high rotation speed friction stir welding (HRS-FSW) on the microstructure, mechanical, and corrosion properties of aluminum welds.

2. EXPERIMENTAL WORK

2.1 Welded Plates

The plates of Al-alloy 5456A, **Table1**. were prepared with the dimensions (180mm x 70mm x 4mm) for the skin and (180mm x 30mm x 4mm) for stringer.

2.2 Welding Fixture

Because the milling machine didn't organize directly to the (FSW), fixture system should be added to be suitable for the job. Welding fixture consist of two parts, these were manufactured from cast iron, with base dimensions (135mm x 200mm x 30mm) and side wall dimensions (92mm x 200mm x 30mm) as shown in **Fig.1** and prepared to be suitable with the table of the Milling Machine. Both parts could be fixed. on the machine table by using three bolts type (M16).

2.3 Welding Tool

A low alloy steel welding tool was manufactured to perform the welding of the Tee-joint aluminum plates. Welding tool was consists of two geometries, the former called shoulder and the

second called probe or pin. Tool was manufactured with shoulder of (22mm) diameter; it is the source of heat input to the welding zone **Fig.2**.

Pin is the second part of the tool. Two types of tool pin had been tried in this work; first type was progressive pin, **Fig.3**. with dimensions of (5mm) diameter for first (4mm) length starting from shoulder face and (3mm) diameter for last (1mm) of length. Progressive did not use because of insufficient ability of stirring; this causes defects in welded joints such as Groove – Like defect. Conical pin tool, **Fig.4** was used with base diameter of (5mm), final diameter of (3mm) and pin length of (5mm).

A group of welding parameters [(640, 960, and 1200) RPM rotational speed and (60, 90, and 110) mm/min welding speed] was used with different profiles of welding fixture and tool and tool tilt angle to study the effect of each parameter on properties and quality of welded joints.

3. TESTS

3.1 Non-Destructive Inspection

3.1.1 Visual inspection:

Perhaps the most straight forward and simplest inspection technique, it is an excellent means for inspecting surface features including excess flash, galling, shoulder voids and even weld misalignment. These defects are visible to the naked eye and are attributed to out of family welding parameters such as excessive travel speed (mm/min), excessive rotational speed (RPM) , inadequate plunge force loads, and improper joint tracking. characteristics are, likewise directly linked to the weld process itself. Primary factors affecting lack of penetration (LOP) during welding include heat input or material flow and, most importantly, the depth of the FSW pin tool.

3.1.2 Liquid penetrates inspection:

Liquid penetrates inspection is a technique, which can be used to detect defects in a wide range of components, provided that the defect breaks the surface of the material. The principle of the technique is that a liquid is drawn by capillary attraction into the defect and, after subsequent development, any surface -breaking defects may be rendered visible to the human eye, (**Yousuf ,2007**). Penetrate inspection of the FSW welds have been conducted on the root-side of as welded condition of the stir welds.

4.Results and Discussion:

4.1 Non-Destructive Inspection Results

4.1.1 Visual examination results:

After conducting (FSW) process and several welded joints were obtained with different welding parameters, several non-destructive inspection or examination techniques were used to computation the soundness of welded joints and to complete the destructive tests for the defect free welded joints. The first technique used was visual examination using a magnifying lens, visual examination of welded joints was applied in three stages:

1. Visual examination of joint preparation.
2. Visual examination during welding.
3. Visual examination of the finished weld.

Different effected features due to repeated welding experiment cause these defects.

1. Fixture die radii: large die radii cause a large gap between skin and stringer plates appear as a hole along welding line; the cause of this gap is the metal flow into die radii without additional metal. When the die radii was been reduced the hole cross section area was reduce. After many trials of redaction this gap, the best results die radii was obtained (2mm) that led to welded joint without effected gap but a fine horizontal crack was reside, **Fig.5**.

2. Tool tilt angle: Tilting angle of the tool by (2 degs.) improved welded joint in two sides:

- Good surface finish obtained due to improving metal flow, then no excess flash of metal on skin surface, because of high leading edge and low trailing edge, **Fig.6**.
- Improving the wavy metal flow between skin and stringer plates that led to remove the horizontal crack due to improving forging action by forced the metal inside the joint, **Fig.7**.

3. Welding operating parameters (rotation and travel speed). The range of travel speed was limited by trying many speeds. When low rotation speed (below 640 R.P.M.) or high travel speed (above 110 mm/min) was used, the plastic flow of the material would be incomplete because of inadequate input heat and insufficient metal stirring. In this case many types of defects were accrue such as kissing bond defect, tunnel-type defect, and groove-like defect, **Acerra ,et al.,2009**.

When high rotation speed or low travel speed was used, surface defects were appearing due to high input heat **Fig.8**.

4.1.2 Liquid penetrates inspection (LPI) results:

Liquid penetrate inspection technique has been used to detect any surface defects on weld root that cannot be detected by visual inspection.

The results of this inspection firstly reveal the defects, which were detected by visual inspection, and secondly other surface defects, which were not revealed by visual inspection. **Figs.9 – 11**.

5. ANALYSIS OF FRICTION STIR WELDING DEFECTS

According to (NDT) results, weld defects can be summarized and analyzed as follows:

5.1 Excess Flash

Shoulder voids and even weld misalignment. These defects are visible to the naked eye and are attributed to out of family welding parameters such as excessive travel speed (mm/min.), excessive rotational speed (RPM) , inadequate plunge force loads, and improper joint tracking, **Fig. 12**.

5.2 Incomplete Welding

At the beginning of welding line , this defect can be attributed to low heat input in the weld start and this can be overcome by preheating (using welding tool) in weld beginning (dwell time) **Fig.13**.

5.3 Tunnel-Type Defect

Defect that occurs when the plastic flow of the material is incomplete, **Fig.14** because of inadequate input heat when the tool rotates at low speed and the welding speed becomes high, **KaijiKyokai ,2010**.

5.4 Kissing Bond

Defect that occurs when stirring by the probe tip becomes extremely small. This defect is difficult to detect by standard non-destructive inspection of incomplete welds in which the bonding force was extremely small, **KaijiKyokai , 2010, Fig.15**. According to the weld defect summary mentioned above, defect free joints can be made by selecting adequate conditions, and the most important were (rotational speed, welding speed and plunging depth).

5. CONCLUSIONS

According to the results of the present study of Tee-joint FSW process on Al-Alloy (Al 5456) several conclusions can be written as follow:

1. There are many types of defects were accrued such as Excess flash, incomplete welding, tunnel-type defect, and kissing bond. Incomplete welding defect was the mostly appears.
2. Excess flash defect accurse due to excess plunge depth, this defect can be eliminated when choosing a suitable plunging depth (0.3 mm).
3. Incomplete welding defect accurse when low heat input use. This defect can be overcome by preheating using welding tool in beginning of welding process (about 30 sec).
4. Tunnel –Type defect appears due to low heat input. This defect can be overcome by using low traveling speed or high rotational speed of tool.
5. Kissing bond defect accurse when stirring becomes extremely small due to high traveling speed (more than 110 mm/min).
6. Defect free joints can be made by selecting adequate conditions such as fixture design, tool profile and tilt angle, and using of proper operation parameters.

7. REFERENCES

- Thurlby, N., 2009, *Advances in High Rotatoinal Speed – Friction Stir Welding for Naval Pplications*, Wichita State University.
- Fratini, L., Buffa, G., Filice, L. & Gagliardi, F., 2005. *Friction stir welding of AA6082-T6 T-joints: process engineering and performance measurement*, Universita` della Calabria, Italy .
- Acerra, F. ,Buffa , Fratini, L. and Troiano, G., 2009. *On the FSW of AA2024-T4 and AA7075-T6 T-Joints: an industrial case study*, Springer-Verlag London Limited.
- COLLIGAN, K., 2009.*Material Flow Behavior during Friction Stir Welding of Aluminum*, American Welding Society.
- Cederqvist, L. and Reynolds, A. P., 2002, *Factors Affecting the Properties of Friction Stir Welded Aluminum Lap Joints*, springerlink.
- Larsson, H. and Karlsson, L. ,2000, *Friction Stir welding of AA 5083 and AA 6082 Aluminium*, ESAB AB, Göteborg and Lars-Erik Svensson.
- Adamowski, J. and Szkodo, M., , 2007, *Friction Stir Welds (FSW) of Aluminum Alloy AW6082-T6*, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering.
- Yousuf, M. O., 2007, *Investigation of Mechanical and Icrostructural Characteristics of Friction Stir Welded Joint*, PhD The University of Baghdad.
- AL-Joudi, Samer Jasim, 2009, *The Influence of Tool Geometry of Friction Stir Weld on Mechanical Properties and Microstructure of 2218-T72 Aluminum Alloy*, University of Baghdad .
- KaijiKyokai, Nippon,2010, *Guidelines on Friction Stir Welding*.
- The American Society for Metals [ASTM], 2003, *Metals handbook*.

- Kaufman, J. Gilbert & Rooy, Elwin L., 2004. *Aluminum Alloy Castings: Properties, Processes, and Applications*, Metals handbook.

Table 1.Chemical composition of welded plates.

Element	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	Al
Quantity %	0.251	0.382	0.046	0.584	0.461	0.120	0.005	0.088	0.014	Balance

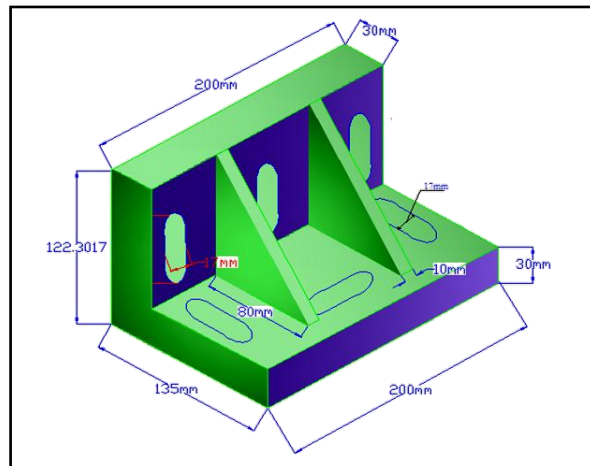


Figure1. Sketch of process fixture (one part).

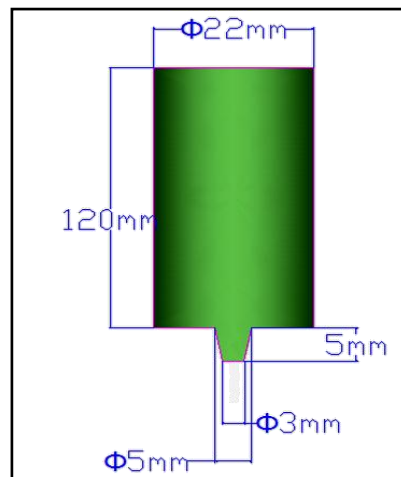


Figure2. Sketch of welding tool.



Figure3. Progressive welding tool.

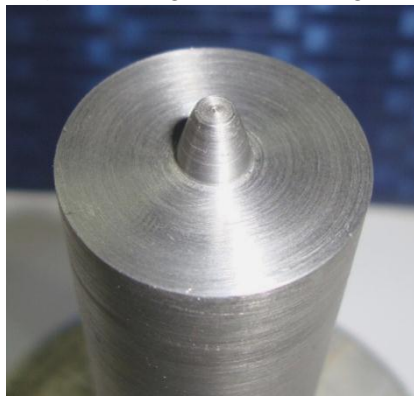
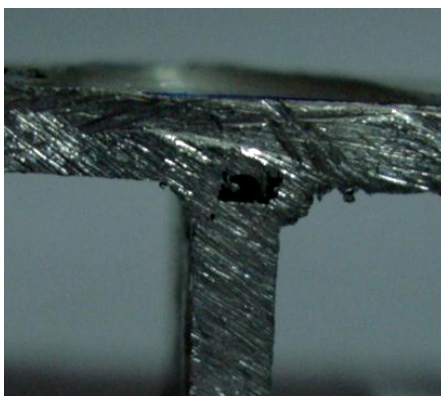
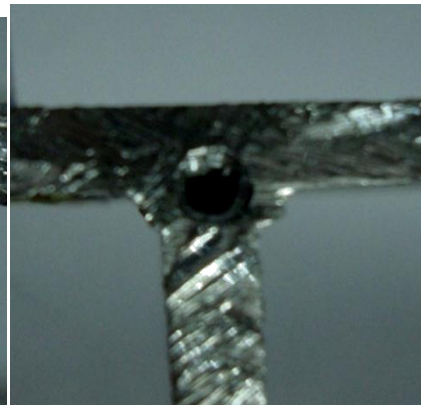


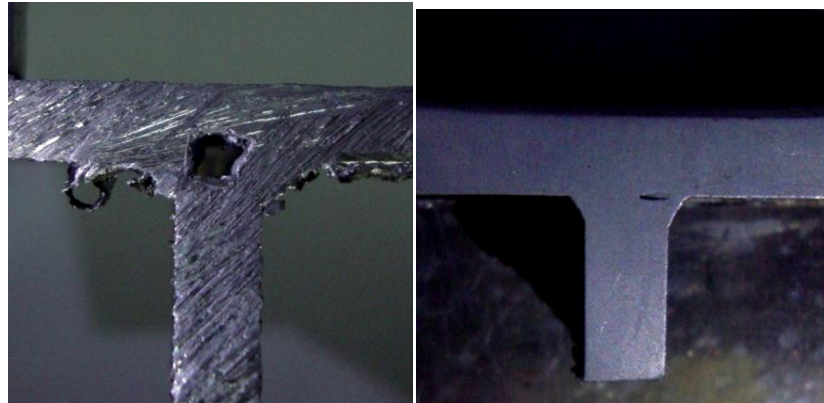
Figure 4.Conical welding tool.



(a) $r = 4\text{mm}$



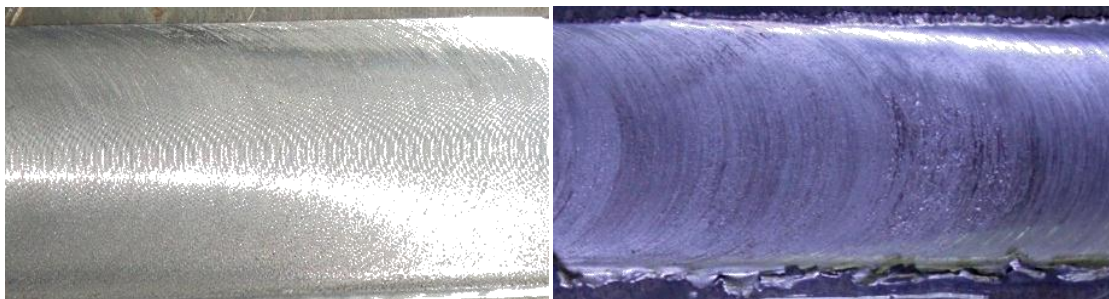
(b) $r = 4\text{mm}$



(c) $r = 3\text{mm}$

(d) $r = 2\text{mm}$

Figure5. Stages of gap reduction due to reducing die radii.



(a) Zero-tilt angle

(b) (2 degs.) tilt angle

Figure6. Different surfaces due to tilt angle of tool.

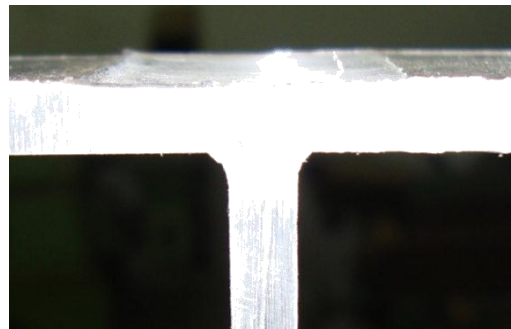


Figure7.(2 degs.) tilt angle (no defects).

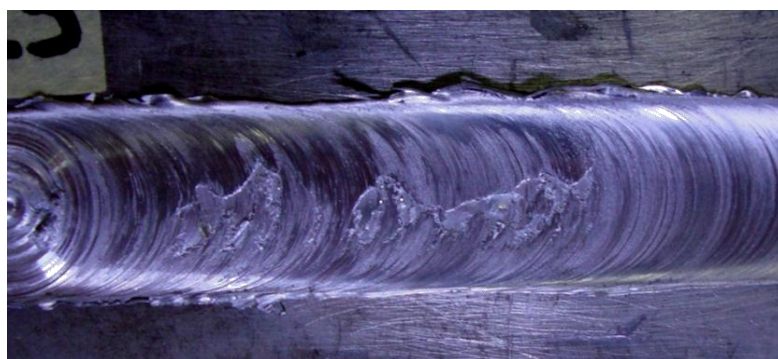


Figure8. Surface defects due to high input heat.

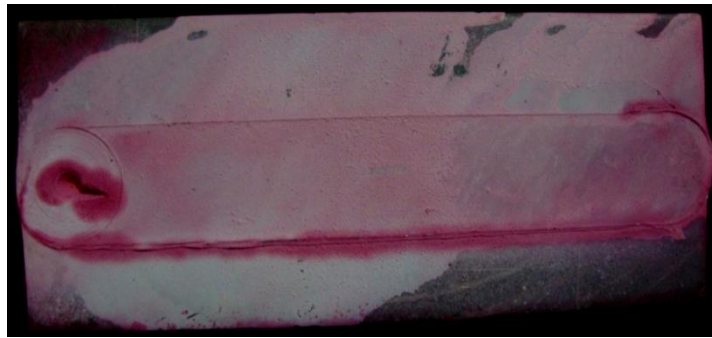


Figure9. LPI image of (TFS11: 960 RPM ,140mm/min) skin side.

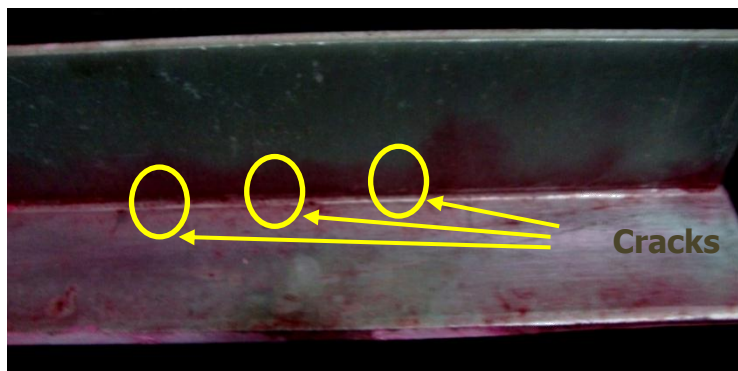


Figure10. LPI image of (TFS 11) stringer side (crack due to high travel speed).

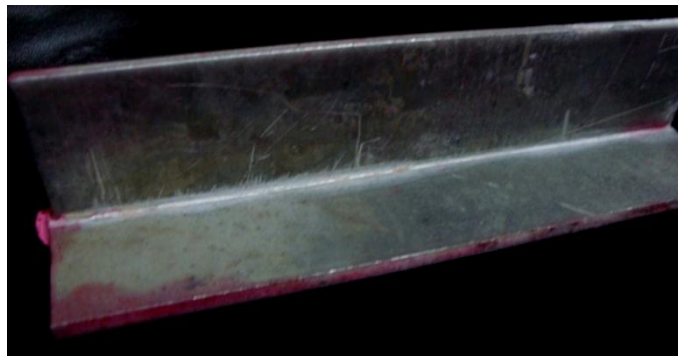
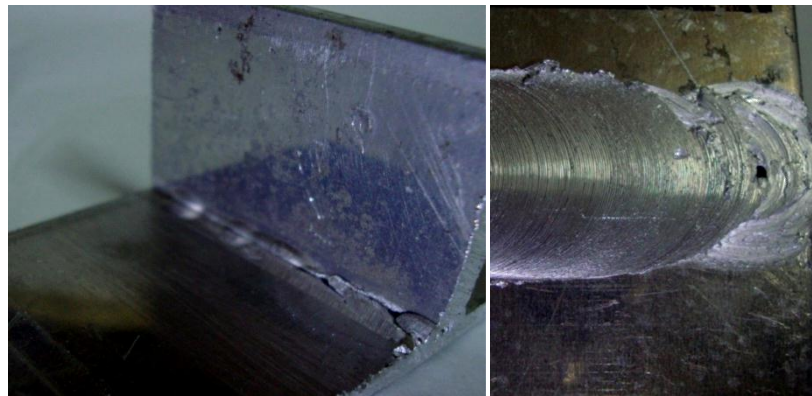


Figure11. LPI image of (TFS 4) stringer side (no defects).

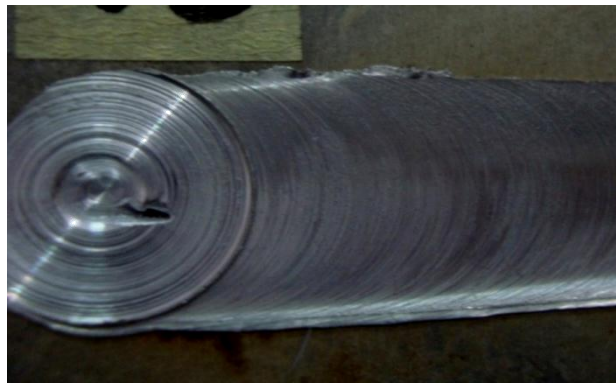


Figure12. Excess flash.



(a) (S.V.)

(b) (T.V.)

Figure13. Incomplete welding at starting point.**Figure14.** Tunnel-type defect.**Figure15.** Kissing bond defect due to high welding speed (140 mm/min).

قائمة المحتويات

القسم العربي:

الصفحة

18 - 1

العنوان

المخاطر المسببة للمطالبات والإجراءات التي يمكن إتباعها من أجل تجنبها أو تخفيضها إلى أقل ما يمكن

الأستاذ مساعد سوسن رشيد محمد
علاء محسن

المخاطر المسببة للمطالبات والإجراءات التي يمكن إتباعها من أجل تجنبها أو تخفيضها إلى أقل ما يمكن

علاء محسن
جامعة بغداد / كلية الهندسة / قسم المدني

الاستاذ مساعد سوسن رشيد محمد
جامعة بغداد / كلية الهندسة / قسم المدني

الخلاصة

بالحديث عن الصناعة الإنشائية فإنها تمتاز بكثرة المخاطر حيث تشترك اغلب المشاريع الإنشائية في خاصية كونها محفوفة بالأخطار وعدم التأكد وذلك يعود لتعقيد هذه الصناعة وطول مدة المشاريع ، وكثرة الأطراف التي لها علاقة بها. فالمخاطر في المشاريع أمر واقع لا يمكن إهماله أو تجاهله أو إلغاؤه، ولكن يجب إدارتها بالشكل الصحيح وذلك بنقلها أو توزيعها أو تحويلها ، وفي كل الأحوال يتطلب الأمر تفادي تأثيرها (إن أمكن) أو تقليل الخسائر الناتجة منها إلى أدنى حد ممكن .

وبلاحظ إن القسم الأكبر من المطالبات بين الأطراف المتعاقدة ناجمة عن تلك المخاطر حيث تكون تلك المطالبات إما بالتمديد أو التعويض أو التمديد والتعويض معا" مما تسبب زيادة في كلفة ومدة المشروع الإنشائي وبالتالي تعرض مدير المشروع ومهندس الكلفة مشكلة بناء المشروع ضمن الميزانية والمدة المقررة. وتدرك الأطراف المعنية بتلك المطالبات أن تسويتها من خلال متابعتها وحلها يستغرق وقتاً طويلاً وجهداً كبيراً" والذي قد يمتد لسنوات عديدة بعد انتهاء المقالة ، فضلاً عن أن أحداً لا يستطيع التنبؤ بالنتائج النهائية لهذه التسوية رغم أنها تمثلت في كثير من الحالات في خسائر إضافية للطرف الذي قدم تلك المطالبات معتقداً أنها ستعوضه عن بعض الخسائر التي تكبدها سابقاً ، ولذلك دعت الحاجة إلى عمل دراسة للمخاطر التي تؤدي إلى حصول هذه المطالبات وإجراء تحليل لها وذلك لتحديد المخاطر المسببة لمطالبات التعويض وكذلك المسببة لمطالبات التمديد وتأثيرها على المشاريع الإنشائية وكيفية إدارتها والإجراءات الممكن اتخاذها لتجنب أو تقليل تلك المخاطر (بالإضافة إلى استخدام الوسائل والتقنيات الحديثة للتنبؤ بتأثير تلك المخاطر على كلفة المشروع مما تساعد في السيطرة والتقليل لتأثير تلك المطالبات في المشاريع الإنشائية). وأظهرت النتائج إن المخاطر المسببة لمطالبات التعويض وكذلك المسببة لمطالبات التمديد الأكثر بروزاً" كانت أخطاء في التخمين ، الفترات المستحدثة بالإضافة إلى التغييرات في التصميم ، كما تم التوصل إلى عدد من الإجراءات التي من شأنها إن تؤدي إلى تجنب أو تخفيض تلك المخاطر إلى أقل ما يمكن .

الكلمات الرئيسية : المخاطر ، إدارة المخاطر ، مطالبات التعويض ، مطالبات التمديد ، الكلفة ، المدة .

Assist. Prof. Dr. Sawsan Rasheed Mohammad
University of Baghdad
Civil Engineering Department
Sawsan_2@yahoo.com

Alaa Mohsin Mahdi
University of Baghdad
Building and Construction/
alaaengineer15@yahoo.com

ABSTRACT

Talking about the construction industry, they frequently characterized by risk, where most of the construction projects involved in the property being fraught with risks and uncertainty, and this is due to the complexity of the industry and the length of the project, and the large number of parties that have a relationship with them. The risks in the projects is a reality that can not be neglected or ignored or canceled, but must be managed properly and so transferred, distributed or transferred, and in any case be required to avoid the impact (if possible) or reduce the losses caused them to a minimum.

It is noted that the bulk of the claims between the contracting parties arising from those risks where those claims either extension or compensation or extension and compensation together, causing an increase in the cost and duration of the project construction and thus exposed the project manager and architect of the cost problem of building the project within budget and the prescribed period. Recognizes Parties on those claims to be settled through follow-up and resolution takes time and effort "significant" and which may extend for many years after the end of the contract, as well as no one can predict the final outcome of this settlement, although it was in many cases in additional losses to the party who made those Claims believing they ستعوضه for some of the losses incurred by the former, and therefore called for the need to conduct a study of the risks that lead to get these claims and to analyze them in order to identify risks causing compensation claims, as well as causing claims extension and its impact on construction projects and how departments and actions that can be taken to avoid or minimize those risk (in addition to the use of methods and modern techniques to predict the

impact of those risks on the cost of the project, which help control and minimize the impact of those claims in construction projects). Results showed that risks causing compensation claims, as well as causing claims of the most prominent "were errors in guessing, paras created in addition to changes in designs, has also been reached on a number of actions that would lead to avoid or reduce these risks to as little as possible.

1- مبررات البحث (Research Justification)

هنالك العديد من المبررات التي حثت الباحث على الاهتمام بموضوع إدارة المخاطر المسببة لمطالبات التعويض وكذلك التمديد في المشاريع الإنشائية ، فالمخاطر المسببة للمطالبات هي ظاهرة متأصلة في المشاريع الإنشائية وتحدٍ مستمر ومتزايد مع مرور الزمن وفي جميع مراحل تنفيذ المشروع الإنشائي ، كما تعتبر من الأسباب الرئيسية المتكررة في أغلب المشاريع والتي تؤثر بشكل واضح على كلفتها ومددها وبالتالي التأثير على الخطط المالية والزمنية المحددة لها.

2- أهداف البحث (Research Objectives)

- أ- تحديد المخاطر المسببة لمطالبات التعويض وكذلك المسببة لمطالبات التمديد السائدة في المشاريع الإنشائية .
- ب- تحديد الإجراءات الفعالة الممكن إتباعها لتجنب أو التقليل من تأثير تلك المخاطر على المشاريع الإنشائية .
- ت- استخدام إحدى تقنيات إدارة المخاطر وهي تقنية الاحتمالية - التأثير في التحليل النوعي لتلك المخاطر والتعرف على أولويتها وأهميتها في المشاريع الإنشائية حيث يساعد في الفهم الجيد لتلك المخاطر والذي بدوره يسهل الأخذ بالمخاطر الكبيرة بمعقولية أكثر مما يزيد الفائدة المكتسبة من الأخذ بالمخاطر كما يمكن جميع الأطراف المتعلقة بالمشروع من معرفة التعامل مع تلك المخاطر .

3-المطالبات (Claim)

تعريف المطالبة (Claim)

- هنالك العديد من التعاريف للمطالبة والتي وردت في مصادر عديدة وهي كما يأتي :
- أ- يعرف قاموس (OXFORD) المطالبة بأنها المطالبة بحق أو الادعاء بحق لشيء ما (EL-Eazabi, 1980)
 - ب- كذلك تعرف المطالبة على أنها ادعاء يقدمه احد طرفي العقد ضد الآخر للمطالبة بحق ما (المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني, 2009) , (محمد , 1996)
- ومن خلال ما سبق يستطيع الباحث ان يعرف المطالبة بأنها المطالبة لأحد أطراف العقد من الطرف الآخر بالتعويض عن الخسائر المالية أو الزمنية أو كلاهما معا والتي تنشأ عن أسباب قد تكون تعاقدية أو غير تعاقدية ولكن ضمن القانون العام أو على سبيل الإحسان (الهيئة) .

الأساس لمطالبات المقاول بموجب شروط المقابلة لأعمال الهندسة المدنية

- هنالك العديد من المواد في شروط المقابلة لأعمال الهندسة المدنية تعتبر الأساس الذي ترتكز عليه مطالبات المقاول وتلك المطالبات يمكن تصنيفها إلى صنفين وكما يأتي :
- أ- مطالبات المقاول المتعلقة بقرارات صاحب العمل أو من يمثله .
 - ب- مطالبات المقاول المتعلقة بأمور تعاقدية وقانونية خارجة عن سيطرة صاحب العمل أو المقاول أو من يمثلهما .
- والجدول (1-1) يوضح الأساس لهذين الصنفين من المطالبات بموجب شروط المقابلة لأعمال الهندسة المدنية (حيوي , 2010).

الأساس لمطالبات المقاول بموجب القانون المدني العراقي

يحوي القانون المدني العراقي على العديد من المواد تعتبر الأساس للعديد من مطالبات المقاول والتي على ضوءها يمكن بيان أحقية المقاول في أدعائه وتتمثل في المواد التالية (حيوي , 2010) :

المادة (146) الفقرة (2) , المادة (867) الفقرة (2) , المادة (873) الفقرة (1) , المادة (873) الفقرة (2) , المادة (874) الفقرة (1) , المادة (876) , المادة (877) , المادة (878) , المادتان (879) الفقرة (1, 2) , المادة (880) الفقرة (1) , المادة (885) الفقرة (1) , المادة (886) الفقرة (2) , المادة (887) الفقرة (4) , المادة (889) الفقرة (1) .

- الأساس لمطالبات صاحب العمل بموجب شروط المقابلة لأعمال الهندسة المدنية وبموجب القانون المدني العراقي

هنالك العديد من المواد في شروط المقابلة لأعمال الهندسة المدنية والقانون المدني العراقي تعتبر الأساس الذي ترتكز عليه مطالبات صاحب العمل والتي من خلالها يقوم صاحب العمل باستقطاع المبالغ من استحقاقات المقاول والتي تشمل المبالغ المصروفة من قبله عن القيام بما يجب على المقاول القيام به وعلى نفقته وكما مبين ذلك في الجدول (2-1) (حيوي , 2010), (حيوي , 2010) :

- تصنيف المطالبات (Classification of Claims)

تصنيف المطالبات من الناحية القانونية والتعاقدية إلى أربعة أنواع (David , 2005) , (Abdissa , 2003) :

- أ- المطالبات التعاقدية (Contractual claims)
 - ب- مطالبات القانون العام (Common law claims)
 - ت- مطالبات الاستحقاق الكمي (Quantum meruit claims)
 - ث- مطالبات على سبيل الية (مطالبات الإحسان) (Ex gratia claims)
- كما تصنف المطالبات حسب المطالب لها (claimant) وغالباً ما يكون المطالب صاحب العمل , المقاول وكما يأتي (David , 2002) , (M. Klemm , 1999) :
- أ- مطالبات صاحب العمل
 - ب- مطالبات المقاول

كما تصنف المطالبات على أساس الضرر الذي لحق بصاحب المطالبة إلى (محمد, 1996), (Jingbo, 2009) .

أ- مطالبات التعويض

ب- مطالبات التمديد

ت- مطالبات التعويض والتمديد

أما الباحث وجد إن تصنيف المطالبات على أساس مطالبات التعويض , مطالبات التمديد ومطالبات التعويض والتمديد هو الأكثر صلاحية

العوامل المسببة للمطالبات (The Factors Caused for Claims)

هنالك العديد من العوامل المسببة لنشوء مطالبات التعويض وكذلك التمديد في المشاريع الإنشائية والتي عادة ما تكون ناشئة من أطراف التعاقد (صاحب العمل , المهندس الاستشاري أو المقاول) أو قد تنشأ من أمور خارج إرادة هذه الأطراف وفيما يلي توضيح لهذه العوامل من خلال ما هو موجود في المصادر والبحوث وكما موضح في الجدولين (3-1) (محمد, 1996), (الجيلوي, 1999), (4-1) (السامرائي, 1999). وبناءً على ما تم ذكره سابقاً وما تم الاطلاع عليه من مصادر أخرى يقترح الباحث تصنيف العوامل المسببة للمطالبات إلى مجموعتين هي العوامل المسببة لمطالبات التعويض والعوامل المسببة لمطالبات التمديد وكما مبينة في الجدولين (5-1), (6-1) .

4- إدارة المخاطر في المشاريع الإنشائية

تعريف الخطر

هنالك العديد من التعاريف للخطر والتي وردت في مصادر عديدة وهي كما يأتي :

- الاحتمالية لحصول حدث غير مرغوب فيه يمكن إن يقع في المشروع (Gustafson, 2002), (Kendrick, 2003)
 - إي شيء قد يحدث ويمكن أن ينشأ عنه أي تأثير ضار على الكلفة , جدولة الوقت, الجودة , نطاق المشروع (James, 2001)
 - الحدث أو الظرف غير المتوقع الذي عند حصوله يؤدي إلى تأثير سلبي أو إيجابي على أهداف المشروع (Office of Project Management Process Improvement, 2003), (Michael, 2004)
 - الحدث غير المؤكد الحدوث أو مجموع الملايسات والتي عند وقوعها ستؤثر على إتمام أهداف المشروع (Duncan, 2009)
- ومن خلال ما سبق يستطيع الباحث تعريف الخطر بأنه احتمالية حدوث أية حادثة مستقبلية والتي يمكن أن تؤثر على الخطط الموضوعة للمشروع ومنها المالية والزمنية وبالتالي الانحراف عما هو مخطط له.

تعريف إدارة المخاطر

هنالك العديد من التعاريف لإدارة المخاطر والتي وردت في مصادر عديدة وهي كما يأتي :

- هي العمليات التي تحتوي على أسلوب للتحكم بالمخاطر سواء كانت هذه المخاطر في مجال العمل , الجدولة , الكلفة , العقد , الجودة وتتضمن إدارة المخاطر الأتي : تحديد المقاييس الوقائية لتجنب المخاطر أو تخفيف حدة تأثيرها , إنشاء خطط طوارئ للتعامل مع المخاطر عند حدوثها , البدء في عمل أقصى ما يمكن لتخفيف عدم التأكد (Uncertainty) من خلال جمع المعلومات الجيد , وضوح الرؤية لدى صانعي القرار (جمعة, 2008)
- هي عملية نظامية ومنهجية متعلقة بأعداد خطة لتحديد مخاطر المشروع وتحليلها والاستجابة لها ومراقبتها وهي بذلك تساعد مدير المشروع على زيادة احتمالية الأحداث الايجابية والعمل على تقليل الأحداث التي تؤثر بشكل سلبي على المشروع إلى أدنى حد (Office of Project Management Process Improvement, 2003)
- ومن خلال ما سبق يعرف الباحث إدارة المخاطر بأنها نظام متكامل وشامل لهيئة البيئة المناسبة والأدوات اللازمة لتوقع ودراسة المخاطر المحتملة وتحديد وتحليلها وقياسها وتحديد مقدار أثارها المحتملة على المشروع , ووضع الخطط المناسبة لما يلزم ولما يمكن القيام به لتجنب المخاطر أو تقليلها والسيطرة عليها وضبطها للتخفيف من أثارها المعاكسة لأهداف المشروع إن لم يمكن القضاء على مصدرها .

المناطق الكامنة للمخاطر في المشاريع الإنشائية

- قبل الحديث عن مراحل إدارة المخاطر لابد أولاً من التعرف على المناطق الكامنة للخطر أي التعرف على عناصر المشروع التي تكون لها النصيب الأكبر من التأثير بالمخاطر التي تتعرض لها المشاريع الإنشائية وهي كما يأتي (Roger, 1993).
- أ- الكلفة : يكمن تأثير المخاطر على الكلفة في الفشل في إكمال المشروع ضمن الميزانية المحددة /الكلفة المتنبئة أو المخمنة أو كلفة العطاء .
 - ب- الوقت : يكمن تأثير المخاطر على الوقت في الفشل في إكمال المشروع ضمن المدة المحددة والمصادق عليها .
 - ت- الجودة : يكمن تأثير المخاطر على جودة ونوعية العمل في الفشل في تنفيذ المشروع ضمن المواصفات القياسية المطلوبة للمشروع .
- تؤدي المخاطر المناوئة لأهداف المشروع إلى خسائر مادية مما يوجب على إدارات المشاريع والمقاولين تحديد مصادر المخاطر التي تسبب التأثيرات المعاكسة للكلفة والوقت والجودة وتطوير إستراتيجية إدارة المخاطر التي توفر التنظيم المناسب للتعامل مع تلك المخاطر.

مراحل إدارة المخاطر في المشاريع الإنشائية

تتضمن مراحل إدارة المخاطر في المشروع الإنشائي ما يلي (Office of Project Management Process Improvement, 2003), (المعهد الأمريكي للمقاييس القومية, 2004), (Michael, 2004), (Michael Springer, 2004), (Paul, 2006), (عاطف, 2008) .

- تخطيط إدارة المخاطر (Risk Management Planning for)

وهي العملية التي يتم فيها تقرير منهجية إدارة المخاطر وتخطيطها وتنفيذها في مشروع ما حيث يتم تقرير كيفية التعامل والتخطيط لأنشطة إدارة المخاطر للمشروع , والمخرجات الرئيسة لهذه العملية تتمثل في وضع خطة لإدارة المخاطر والتي هي عبارة عن وثائق تتضمن إجراءات

معالجة المخاطر خلال دورة حياة المشروع وتتلخص تلك الإجراءات بتحديد المخاطر , و تحليلها نوعيا " وكميا" , وتخطيط الاستجابة لتلك المخاطر وضبط ومراقبة (المخاطر) .

- تحديد الخطر (Risk Identification)

هي مرحلة يتم فيها تحديد المخاطر التي تؤثر على المشروع مع تسجيل خصائصها حيث تشمل تحديد المخاطر التي تؤثر بصورة عكسية على انجاز الأهداف المرجوة للمشروع ومن ثم تصنيفها في قوائم وتحت كل صنف مجموعة من المخاطر المحتملة التي يتم تحديدها . حيث إن وضع خطة للمخاطر فعالة قد يكون المفتاح الكفيل لمساعدة داعمي المشروع (Stakeholders) في تحديد المخاطر (Jason, 2006) . وتستخدم في عملية تحديد المخاطر العديد من التقنيات بهدف جعلها عملية دقيقة ووافية بالغرض ومن أهم هذه التقنيات هي (Michael, 2004) : تقنية العصف الذهني , تقنية دلفي , تقنية المجموعة المسماة , تقنية عقد المقابلات مع الخبراء , تقنية مخططات السبب والأثر . ويرى الباحث إن الدمج بين التقنيات المذكورة أعلاه سوف تعطي فهم وصورة واضحة للمخاطر التي تتعرض لها المشاريع الإنشائية ومنها المسببة للمطالبات وبالتالي تحديدها مما يزيد من جودة النتائج من هذه العملية

- التحليل النوعي للخطر (Qualitative Risk) Analysis

تتم في هذه المرحلة وضع أولويات للمخاطر وذلك من خلال تقييم ومزج احتمالات حدوثها وتأثيرها وذلك لغرض إجراء تحليل إضافي لها أو اتخاذ إجراءات بشأنها , فعملية تحديد المخاطر تنتج قائمة طويلة من المخاطر ومصنفة بطرق مختلفة وعلى أية حال ليس من المعقول أن تشخص المخاطر بنفس الدرجة من الأهمية وليس كل المخاطر تستحق نفس المستوى من الاهتمام لذلك أصبح من الضروري أن نحدد الأولوية لتلك المخاطر التي تم تحديدها حيث في العادة يتم تحديد الخطر الأسوأ والفرصة الأفضل وهذا هو الغرض من عملية التحليل النوعي (Paul, 2006) . من الطرق المستخدمة في عملية التحليل النوعي هي طريقة مصفوفة (الاحتمالية – التأثير) حيث يتم دمج الاحتمالية والتأثير للخطر في مصفوفة تسمى مصفوفة (الاحتمالية والتأثير) أو مصفوفة معامل الخطر أو التقييم النوعي للخطر التي هي عبارة عن حاصل ضرب (الاحتمالية × التأثير) لكل هدف من أهداف المشروع (Office of Project Management Process Improvement, 2003) , (Albert, 2006) , (Krige, 2008)

ومن الطرق النوعية الأخرى نجد أسلوباً آخر يقوم بتحديد ترتيب للأخطار بناء على تخصيص علامات أو نقاط من قبل مجموعة من المقيمين لكل خطر من الأخطار , حيث يخصص لكل مقيم 100 علامة يوزعها حسب الأهمية التي يقدراها هو لكل خطر من الأخطار ثم يتم بعد ذلك ترتيب الأخطار وفق أهميتها النسبية . كما إن هناك طرق أخرى كثيرة تعتمد في التحليل النوعي تتباين في درجة تعقيدها ودقتها . ويرى الباحث إن استخدام طريقة مصفوفة (الاحتمالية – التأثير) أو التقييم النوعي يعطي صورة واضحة لتأثير كل خطر لأنها تعتمد على دمج التقييم لعامل الاحتمالية والتأثير , وقد استخدمت من قبل الباحث في عملية التحليل النوعي للمخاطر.

التحليل الكمي للخطر (Risk Quantitative Analysis)

تشتمل هذه المرحلة على التحليل الرقمي أو الكمي لأثر المخاطر المعروفة المؤثرة على أهداف المشروع الإجمالية فعملية التحليل الكمي محاولة للوصول إلى تقدير كمي محسوب لتأثير الخطر على أساس احتمال حدوث والعواقب الناجمة عن الخطر . هنالك العديد من التقنيات التي تستخدم لهذا الغرض ومن ضمن هذه التقنيات المحاكاة (Simulation) باستخدام تحليل مونت كارلو (Monte-Carlo) , بيرت (Pert) , عقد المقابلات (Interviewing) , تحليل شجرة القرار (Decision Tree) , تقنيات التخمين الإحصائي وتحليل القيمة المتوقعة (Expected Value) , ويجب الحذر في عملية التحليل الكمي لأن استخدام تقنيات جيدة للتحليل الكمي مع بيانات خاطئة هو أسوأ من عدم استخدام هذه التقنيات , كما إن عملية التحليل الكمي قد تكون كلفتها في بعض الأحيان هي أكثر من كلفة تأثير المخاطر نفسها (Michael, 2004)

استراتيجيات الاستجابة للخطر (Risk Response Strategies)

وتتضمن هذه المرحلة تطوير خيارات وإجراءات لتعزيز الفرص وتقليل التهديدات ضد أهداف المشروع , فبعد أن تتم عملية تحديد المخاطر وتقييمها فإن جميع التقنيات المستخدمة لمعالجة تلك المخاطر والتعامل معها تقع ضمن واحدة أو أكثر من أربع مجموعات رئيسية (Roger, 1993) , (James, 2001) , (Dennis, 2004) , (Eric, 2005) , (Duncan, 2009) .

1. القبول بالخطر (Risk Acceptance)
2. التخفيف من حدة الخطر (Risk Mitigation)
3. إستراتيجية نقل الخطر (Risk Transference)
4. إستراتيجية تجنب الخطر (Risk Avoidance Strategy)
5. خطة الطوارئ (Contingency Plan)
- 6.

مراقبة وضبط المخاطر

هي عملية يتم فيها تعقب ل(تأثير المخاطر التي تم تحديدها , والمخاطر المتبقية بعد معالجتها , والمخاطر الجديدة التي تظهر خلال تنفيذ المشروع) ومراقبة خطط الاستجابة المخططة وتقييم فعاليتها ووضع خطط جديدة في حالة كونها غير فعالة (Paul, 2006) . إن عملية مراقبة وضبط المخاطر هي عملية مستمرة خلال فترة حياة المشروع حيث إن قائمة المخاطر للمشروع تتغير بتقدم المشروع فمخاطر غير متوقعة يمكن أن تحصل أو مخاطر متوقعة يمكن أن لا تحصل , وفي حالة كون تأثير المخاطر أكثر من المتوقع أو ظهور لمخاطر غير متوقعة فإن الاستجابة المخططة قد لا تكون ملائمة مما يتطلب من إدارة المخاطر ومدير المشروع توفير خطط استجابة إضافية للسيطرة على المخاطر . أن الإدارة الفعالة المخصصة لتقارير المخاطر (في سجل المخاطر) وبصورة دورية من قبل مدير المشروع وفريق المخاطر يقود إلى كفاءة الخطة (Office of Project Management Process Improvement, 2003)

5- (الاستبيان الميداني)

تتضمن المرحلة الأولى من الدراسة العملية إجراء استبيان مفتوح لمجموعة من ذوي الخبرة من الكوادر الهندسية ومدراء المشاريع وأساتذة الجامعات وذوي الاختصاص في هذا المجال في حين كانت المرحلة الثانية مرحلة إجراء الاستبيان المغلق حيث تضمنت إعداد وتهيئة أسئلة الاستبيان المستنبطة من الدراسة النظرية والمقابلات الشخصية والاستبيان المفتوح .

(Closed Questionnaire) الاستبيان المغلق

بعد الانتهاء من مرحلة الاستبيان المفتوح وجمع المعلومات تم إعداد وتصميم استمارة الاستبيان في ضوء المعلومات التي تم جمعها وكذلك المعلومات التي تم استنتاجها من الدراسة النظرية للبحث وقد حرص الباحث على إعداد الاستمارة بشكل واضح من أجل ضمان سهولة الإجابة عليها وقد قام الباحث بتقسيم استمارة الاستبيان إلى خمسة محاور وهي :

- المحور الأول (البيانات والمعلومات العامة)

إن الغرض من هذا المحور هو الحصول على البيانات والمعلومات العامة عن أفراد عينة البحث والتي تتضمن الدائرة أو الشركة التي يعمل بها والصفة الشخصية أو الجهة التي يمثلها وقطاع العمل والدرجة الوظيفية وعدد سنوات الخدمة في مجال تنفيذ المشاريع والتحصيل العلمي والاختصاص الهندسي بالإضافة إلى نوع المشاريع والمباني التي نفذها .

- المحور الثاني (محور إدارة المخاطر)

إن الهدف من هذا المحور هو معرفة مدى تطبيق منهجية إدارة المخاطر المسببة للمطالبات في المشاريع ومدى حاجة هذه المشاريع إلى وجود نظم وخطط وخبراء لإدارة مثل هذه المخاطر والتعرف على الطرق المتبعة في تقدير وتقييم تلك المخاطر وقد استخدم الباحث في هذا المحور عدد من المقاييس والمعايير الرقمية المقابلة لها لغرض تسهيل عملية الحسابات وتحليل البيانات وكما موضحة في الجدول (7-1) .

المحور الثالث (محور تحديد وتحليل المخاطر المسببة للمطالبات)

إن الهدف الأساسي لهذا المحور هو تحديد المخاطر التي تسبب مطالبات تعويض ومطالبات تمديد في المشاريع الإنشائية مما يعطي صورة واضحة عن أهم المخاطر التي تتعرض لها المشاريع الإنشائية كما يهدف هذا المحور إلى التعرف على احتمالية وقوع هذه المخاطر وتأثيرها على الكلفة والمدة وبالتالي تقييم التأثير النوعي لكل خطر من تلك المخاطر المسببة للمطالبات في المشاريع الإنشائية بالاعتماد على هذين العاملين والفائدة من ذلك تكمن في إن الخطر قد يكون احتمالية وقوعه عالية لكن تأثيره منخفض أو قد يحصل العكس لذلك يتم تقييم تأثير كل خطر بالاعتماد على هذين العاملين .

- المحور الرابع (إجراءات استجابة المخاطر)

يهدف هذا المحور إلى معرفة أهم الإجراءات التي يمكن إتباعها من أجل تجنب أو تقليل أو نقل هذه المخاطر إلى طرف آخر من أجل تجنبها أو تخفيفها إلى أقل ما يمكن .

- انتخاب عينة البحث

لقد تم التأكد في عملية انتخاب أفراد عينة الاستبيان على إن يكونوا من المهندسين المتميزين والأكفاء وذوي الخبرة الجيدة العاملين في المؤسسات الحكومية والمكاتب الاستشارية الهندسية وعلى المهندسين العاملين في شركات الإنشاء، وعلى أساتذة الجامعات الذين يمتلكون خبرة طويلة في هذا المجال.

حيث قام الباحث بتوزيع (44) استمارة استبيان وبشكل مباشر لكي يتمكن من توصيل أهداف الاستبيان وتوضيح ما هو غامض منه إلى أفراد العينة المنتخبة. تم استرداد (39) استمارة فقط، وعند تحليل المعايير تم استبعاد ثلاثة منها بسبب عدم اكتمال إجاباتها، وعليه أصبح عدد استمارات الاستبيان النهائي التي اعتمدت عند تحليل نتائج الاستبيان (36) استمارة . وكما مبينة في الجدول رقم (8-1) الذي يبين عينة البحث المعتمدة ونتيجة لما ذكر سابقاً " وحسب النظريات الإحصائية فإن عينة البحث تخضع إلى التوزيع الطبيعي استناداً إلى نظرية النهاية المركزية .

- الأساليب الرياضية والإحصائية المستخدمة في جدولة وتحليل البيانات واستخلاص النتائج

يختص الإحصاء بالطرق العلمية لجمع وتنظيم وتلخيص وعرض وتحليل البيانات وكذلك الوصول إلى نتائج مقبولة وقرارات سليمة على ضوء هذا التحليل. ولغرض تحليل البيانات ومقارنتها قام الباحث بعرض البيانات في رسوم وإشكال لتسهيل دراستها وتحليلها وتوضيحها بشكل سهل وفعل عند مقارنتها مع بعضها لأنها ستعكس أكبر قدر من المعلومات بمجرد النظر إليها وتدعى هذه العملية بالطرق الصورية (Pictorial method) ، كما استخدم الباحث عدداً من المقاييس الإحصائية لغرض تلخيص البيانات وتحليلها ووصفها بشكل جيد من أهمها :

أ- مقاييس النزعة المركزية (Measurement of Central Tendency)

اعتمد الباحث هذا المقياس كونه القيمة النموذجية في تمثيل مجموعة بيانات، حيث استخدم الباحث أكثر المتوسطات شيوعاً وهو الوسط الحسابي (Mean: X) والذي يعرف بأنه القيمة التي لو أعطيت لكل مفردة في المجموعة (مجموعة من القيم) لكان مجموع قيم المفردات الجديدة مساوي لمجموع قيم المتغيرات الأصلية . ويعرف أيضاً بأنه مجموع قيم المشاهدات مقسوماً على عددها وحسب كالاتي (الفصل 2007).

$$\text{Mean}(\bar{X}) = \sum_{i=1}^h x_i \cdot f_i / n \quad \text{معادلة (1-1)}$$

حيث :

(X) : الوسط الحسابي

- (x_i) : مركز الصنف
(f_i) : عدد التكرارات لكل صنف
(n) : حجم العينة أو مجموع التكرارات للأصناف
(i) : تسلسل الأصناف
(h) : عدد الأصناف

ب- مقاييس التشتت (Measures of spread)

لا تعتبر مقاييس التمرکز كافية لوصف مجموعة من البيانات وصفاً كاملاً فقد تتساوى بعض العينات في الوسط الحسابي بالرغم من اختلاف توزيع بياناتها حول مركزها (درجة تجانس البيانات) فالوسط الحسابي يمثل مركز البيانات لكنه لا يبين مدى التفاف أو بعثرة البيانات حول هذا الوسط ، ولهذا لا بد من وجود مقياس آخر مع المقاييس المركزية لقياس درجة التجانس أو التشتت في داخل هذه البيانات . لذلك كان الغرض من اعتماد هذا النوع من المقاييس هو تحديد طبيعة توزيع معانيات الاستبيان لعكس مدى اختلافها وانتشارها عن وسطها وإذا كان مقياس التشتت كبيراً دلّ ذلك على عدم التجانس بين قيم المعانيات، وسيكون مقياس التشتت صغيراً عندما تكون الاختلافات بين قيم المعانيات قليلة. وقد أعتمد الباحث الانحراف المعياري (Standard Deviation) كمقياس للتشتت حيث يعكس قيم انحرافات المعانيات عن وسطها الحسابي (X) ويحسب كالآتي (ابوصالح، 1983) :

$$(S) = \sqrt{\sum_{i=1}^h (x_i - \bar{X})^2 \cdot f_i / (n - 1)} \dots \dots (2-1) \text{ معادلة}$$

حيث :

(s) : الانحراف المعياري

إجراءات جدولة وتحليل البيانات واستخلاص النتائج

تمت عملية تحليل النتائج التي تم الحصول عليها من الاستبيان وفق تسلسل محاوره وكما يأتي :

أ- المحوران الأول والثاني سوف يتم حساب نسب التكرارات على ضوء المعلومات والإجابات لإفراد عينة البحث ومن ثم عرضها في أشكال وكالاتي :

$$P\% = (f_i / n) * 100 \dots \dots (3-1) \text{ معادلة (ابوصالح، 1983)}$$

حيث :

(p%) : نسبة التكرار للصنف %

ب- إما المحور الثالث والمتعلق بتقييم الاحتمالية لحصول المخاطر المسببة لمطالبات التعويض وكذلك التمديد وتقييم شدة التأثير لتلك المخاطر على كلفة ومدة المشروع فسوف يتم جدولة النتائج وتحليلها كالآتي :

- تم حساب معدل تقييم احتمالية حصول كل خطر من المخاطر المسببة لمطالبات التعويض وكذلك التمديد بتطبيق المعادلة (1-1) على وفق إجابات أفراد عينة البحث ومن ثم بتطبيق المعادلة (2-1) تم حساب الانحراف المعياري .
- تم حساب معدل تقييم شدة تأثير كل خطر من المخاطر المسببة لمطالبات التعويض على الكلفة وكذلك المسببة لمطالبات التمديد على المدة بتطبيق المعادلة (1-1) على وفق إجابات أفراد عينة البحث ومن ثم بتطبيق المعادلة (2-1) تم حساب الانحراف المعياري
- تم حساب الأهمية النسبية لكل خطر من المخاطر المسببة لمطالبات التعويض وكذلك التمديد وفقاً للاحتمالية حصولها وكالاتي :

معدل تقييم الاحتمالية
لحصول الخطر

$$\text{الأهمية النسبية للخطر \%} = \frac{\%100 \times \text{مجموع معدلات احتمالية}}{\text{الحصول لكل خطر}} \dots \dots (4-1)$$

وفقاً للاحتمالية حصولها
مجموع معدلات احتمالية
الحصول لكل خطر

- تم حساب الأهمية النسبية لكل خطر من المخاطر المسببة لمطالبات التعويض وفقاً لتأثيرها على كلفة المشروع وكذلك المسببة لمطالبات التمديد وفقاً لتأثيرها على المدة وكالاتي :

معدل تقييم تأثير الخطر

$$\text{الأهمية النسبية للخطر \%} = \frac{\%100 \times \text{مجموع معدلات تقييم}}{\text{التأثير لكل خطر}} \dots \dots (5-1)$$

وفقاً لتأثيرها على
مجموع معدلات تقييم
الكلفة /مدة المشروع
التأثير لكل خطر

- تم حساب التقييم النوعي لكل خطر من المخاطر المسببة لمطالبات التعويض وكذلك التمديد وفق مصفوفة الاحتمالية – التأثير و المبينة في الشكل (1) أو وفق المعادلة التالية (Office of Project Management Process Improvement , 2003) , (Krige , 2008) :

$$\text{التقييم النوعي للخطر} = \text{معدل تقييم احتمالية حصول الخطر} \times \text{معدل تقييم شدة تأثير الخطر على الكلفة/المدة} \dots \dots (6-1)$$

- تم حساب الأهمية النسبية للمخاطر المسببة لمطالبات التعويض وفقاً للتقييم النوعي وكما يأتي :
- معدل التقييم النوعي
لحصول الخطر

$$\text{الأهمية النسبية للخطر \%} = \frac{\text{مجموع معدلات التقييم النوعي لكل خطر}}{\text{مجموع معدلات التقييم النوعي}} \times 100\% \text{-----(7-1)}$$

ت- بالنسبة للمحور الرابع والمتعلق بالإجراءات الممكن اتخاذها من أجل تجنب أو التقليل من المخاطر المسببة لمطالبات التعويض تم جدولة النتائج وتحليلها كالآتي :

● تم حساب معدل تقييم فعالية كل إجراء من إجراءات تجنب أو تقليل كل خطر من المخاطر المسببة لمطالبات التعويض والتمديد بتطبيق المعادلة (1-1) وذلك على وفق إجابات أفراد عينة البحث.

$$\text{الأهمية النسبية \%} = \frac{\text{معدل تقييم فعالية الإجراء لكل خطر}}{\text{مجموع معدلات تقييم الإجراء لكل خطر}} \times 100\% \text{-----(8-1)}$$

- تحليل نتائج الاستبيان الميداني ومناقشتها

تم جمع استمارات الاستبيان وفرزها ومن ثم جدولة المعلومات والبيانات الواردة من الاستبيان وتحليلها حسب تسلسل محاور الاستبيان وقد تم استخدام البرنامج الإحصائي (SPSS) الإصدار التاسع عشر في عملية التحليل وباعتماد على المعادلات المذكورة سابقاً.

- المحور الأول : محور البيانات والمعلومات العامة

- أ- اسم الدائرة أو الشركة
- ب- الصفة الشخصية أو الجهة التي يمثلها أفراد العينة
- ت- الدرجة الوظيفية
- ث- عدد سنوات الخدمة : (86.11%) من أفراد العينة يمتلكون خبرة تزيد عن (10) سنوات وان (63.89%) يمتلكون خبرة لا تقل عن (15) سنة .
- ج- التحصيل العلمي : كانت النسبة الأكبر من أفراد العينة هم من الحاصلين على شهادة البكالوريوس وتوزعت النسبة المتبقية بين ممن هم حاصلين على شهادة الماجستير وشهادة الدكتوراه .
- ح- الاختصاص الهندسي : إن الأغلبية من أفراد العينة كانت باختصاص الهندسة المدنية في حين توزعت النسبة المتبقية بين اختصاص الهندسة الميكانيكية والكهربائية
- خ- نوع المشاريع المنفذة من قبل أفراد العينة : اغلب أفراد العينة كانت قد عملت في تنفيذ مشاريع المباني وجاءت بنسبة (94%) .

- المحور الثاني : محور إدارة المخاطر

- أ- لمعرفة مدى وجود نظام إداري أو خطة للتعامل مع المخاطر المسببة للمطالبات فقد أشارت اغلب إجابات أفراد عينة البحث إلى قلة أو عدم وجود نظام إداري أو خطة للتعامل مع تلك المخاطر وقد جاءت بنسبة (77%)
- ب- لاحظ الباحث إن اغلب الإجابات تؤيد وجود خبراء لإدارة المخاطر المسببة للمطالبات في المشاريع الإنشائية وكما يظهر ذلك واضحاً من خلال نسبة التكرارات للإجابات حيث إن نسبة (78%) تؤيد ذلك .
- ت- لمعرفة الطرق المتبعة في التنبؤ بالمخاطر المسببة للمطالبات فقد أوضحت إجابات أفراد عينة البحث إن استخدام المعلومات التاريخية لمشاريع سابقة هو الطريقة المتبعة في ذلك بصورة رئيسة . كانت هناك قلة في استخدام الخبراء المختصين و الدراسات العلمية السابقة في التنبؤ بتلك المخاطر

- المحور الثالث : تحديد وتحليل المخاطر المسببة لمطالبات التعويض والمسببة لمطالبات التمديد

- أ- تضمن المحور الثالث في سؤاله الأول والثاني تقييم الاحتمالية لحصول المخاطر المسببة لمطالبات التعويض وكذلك التمديد وتقييم شدة التأثير لتلك المخاطر على كلفة ومدة المشروع وكما موضح في الشكليين (2)، (3) وذلك من خلال استخدام خمسة مقاييس (منخفض جداً ، منخفض ، متوسط ، عالي ، عالي جداً) ويوضح الجدول (1-9) الأوزان المعيارية لها .
- ومن خلال ما تم الحصول عليه من نتائج لتقييم الاحتمالية والتأثير للمخاطر المسببة لمطالبات التعويض سيتم حساب التقييم النوعي لكل من تلك المخاطر وذلك من خلال المعادلة (4-6) تم تقييمها وذلك بالاعتماد على مصفوفة (الاحتمالية – التأثير) للخطر التي تعطي تقييم نوعي لكل خطر بالاعتماد على عاملي الاحتمالية والتأثير ويوضح الشكليين (4) ، (5) التقييم النوعي لكل خطر من المخاطر المسببة لمطالبات التعويض والأهمية النسبية لتلك المخاطر على أساس التقييم النوعي لها .
- ب- نلاحظ من خلال السؤاليين الثالث والرابع من هذا المحور إن الهدف من تقييم احتمالية الحصول و شدة التأثير لكل خطر من المخاطر المسببة لمطالبات التمديد وبالتالي تقييم تأثيرها على مدة المشروع "تقييماً" نوعياً" وكذلك إيجاد الأهمية النسبية لكل خطر على أساس التقييم النوعي لتلك المخاطر وكما موضحة في الأشكال (6) ، (7) ، (8) ، (9) وقد تم استخدام نفس الأسلوب المستخدم في مطالبات التعويض في تقييم الاحتمالية وشدة التأثير حيث أعطيت نفس المقاييس ومعاييرها المبينة بالجدول (1-9) .
- ويرى الباحث إن الأهمية النسبية للمخاطر المسببة لمطالبات التعويض وكذلك التمديد على أساس التقييم النوعي لها يعطي صورة أوضح عن أولوية وأهمية تلك المخاطر وذلك لاعتمادها على عاملي الاحتمالية والتأثير معاً" ففي بعض الأحيان قد تكون احتمالية الحصول للخطر عالية

لكن تأثيره منخفض أو قد يكون العكس فنلاحظ إن الأهمية النسبية للخطر على أساس الاحتمالية أو التأثير قد لا تعطي صورة دقيقة عن الأولوية الواجب إعطائها لذلك الخطر .

- المحور الرابع : محور الإجراءات

يهدف هذا المحور إلى معرفة أفضل الإجراءات التي يمكن اتخاذها من أجل تجنب المخاطر المسببة لمطالبات التعويض والتمديد أو التقليل منها إلى أدنى مستوى يكون فيه تأثير تلك المخاطر أقل ما يمكن على كلفة أو مدة المشروع , حيث طلب الباحث تقييم تلك الإجراءات بموجب مقياس (فَعَال جداً" , فَعَال , فَعَال بعض الشيء , غير فَعَال) وقد أوضح الجدول (1-10) معيار تلك المقاييس. وقد اعتبر الباحث الإجراء الذي يكون معدل تقييمه أقل من (2.5) إجراء قليل الفعالية وقام باستبعاده وذلك (لان الوسط الحسابي لمعيار التقييم يساوي إلى (2.5)). والجدول (1-11) يوضح الأهمية النسبية للإجراءات الفعالة لتقليل أو تجنب المخاطر المسببة لمطالبات التعويض والتمديد في المشاريع الإنشائية والتي يمكن إتباعها في المشاريع الإنشائية .

6-الاستنتاجات والتوصيات

- الاستنتاجات

- من خلال العمل بالبحث تم التوصل إلى العديد من الاستنتاجات يمكن تلخيصها بالنقاط التالية :
1. على الرغم من أهمية موضوع المطالبات في المشاريع الإنشائية وتأثيرها الواضح على تلك المشاريع من ناحية زيادة كلفتها ومدتها إلا إن البحوث والدراسات المتعلقة بهذا الموضوع تمتاز بقلتها في العراق بالإضافة إلى افتقارها إلى المسح الميداني والبيانات التاريخية.
 2. يلاحظ من خلال الدراسات السابقة إن للمطالبات تأثيراً كبيراً في مشاريع المباني والري .
 3. إن تحليل وإدارة المخاطر في المشروع تعتبر عملية مستمرة ويمكن أن تبدأ في أي مرحلة من دورة المشروع ويمكن أن تدوم وتستمر إلى أن تصبح تكاليف استخدامها أكثر من فائدها المحتملة والتي يمكن كسبها. وتقدم المشروع تقلل المخاطر وبهذا فإن فعالية استخدام تحليل وإدارة المخاطر تميل إلى التقلص لذلك فإنه من المستحسن استخدامها في الأطوار المبكرة من دورة حياة المشروع.
 4. إن الطرق التقليدية المستخدمة في التنبؤ بتأثير تلك المطالبات تمتاز بعدم الدقة العالية بالإضافة إلى عدم التأكد وتأثيرها بالعوامل الشخصية .
 5. قلة وجود نظام أو سياق محدد وموحد لحفظ وتنظيم البيانات والمعلومات الخاصة بالمطالبات وما ينتج عنها في معظم الدوائر والشركات التي تمت زيارتها .
 6. إن عملية التقييم النوعي باستخدام تقنية الاحتمالية- التأثير تعطي تصوراً واضحاً عن تأثير الأخطار وذلك لاعتمادها على عاملي الاحتمالية والتأثير لتلك الأخطار بالإضافة إلى بيان الإخطار المهمة وأولويتها مما يساعد في عملية المعالجة واتخاذ القرار .
 7. كذلك أظهرت نتائج التحليل أيضاً عدد من الإجراءات المناسبة التي يمكن من خلالها تجنب أو تقليل تأثير المخاطر المسببة لمطالبات التعويض .
 8. نلاحظ إن أكثر المخاطر أهمية تتعلق بمرحلة التصميم وإعداد المستندات لذلك نجد إن هذه المرحلة مهمة في عملية معالجة تلك المخاطر
 9. وجود حاجة إلى استخدام تقنيات أو برامج حاسوبية تساعد في عملية التنبؤ بتأثير المخاطر المسببة للمطالبات بسرعة ودقة عاليتين

التوصيات (Recommendations)

1. نوصي بضرورة الاهتمام بعملية التوثيق في المشاريع الإنشائية وخصوصاً المتعلقة بالمطالبات والاستفادة من الطاقات الكبيرة لجهاز الحاسوب في هذه العملية , وذلك من خلال الاهتمام بوجود جدول للأعمال اليومية.
2. نوصي بضرورة توخي الدقة في تخمين كميات جدول الكميات وكذلك في إعداد مستندات المقالة وذلك من خلال إحالة العمل إلى المكاتب الاستشارية المتخصصة والدقيقة وذات الخبرة الطويلة .
3. الدراسة المتأنية من طرف صاحب العمل والاستشاري المصمم لكل مرحلة من مراحل التصميم لاستيفاء معظم رغبات ومتطلبات صاحب العمل .
4. إعداد إدارة مالية جيدة للمشروع لمراقبة احتياجات المشروع من السيولة المالية على طول مدة المشروع ويشمل حجم وتوقيت هذه الاحتياجات والتنبؤ المستقبلي لها.
5. الإسراع في إصدار القرارات والموافقات من قبل صاحب العمل وذلك من خلال إعطاء صلاحيات أكبر لدوائر المهندس المقيم في إصدار تلك القرارات والموافقات .
6. ضرورة عمل دورات خاصة من قبل دوائر الدولة تتلقى فيها الكوادر العاملة في المشاريع الإنشائية من المهندسين والفنيين وغيرهم ممن له علاقة بالعملية الإنشائية للتثقيف حول عملية إدارة المخاطر في المشاريع الإنشائية .
7. نوصي بضرورة وجود خبراء لإدارة المخاطر في المشاريع الإنشائية .
8. الاهتمام بزيادة المعرفة العلمية في مجال إدارة المخاطر المؤثرة في المشاريع الإنشائية بشكل عام وإدارة المخاطر المؤثرة في خطط المشروع بشكل خاص وخاصة المخاطر المؤثرة في كلفة ومدة إنجاز المشروع الإنشائي كونهما المحددين للذين سيؤديان إلى تحقيق أفضل نوعية.

المصادر العربية

- أبو صالح , محمد صبحي, عدنان محمد عوض "مقدمة في الإحصاء". دار جوان وإيلي وأبنائه , 1983 .
- الجبلاوي , انتصار كاظم رشيد "نظام للسيطرة على التغييرات والمطالبات في المقاولات الإنشائية للمشاريع الحكومية في العراق" رسالة مقدمة إلى قسم الهندسة المدنية في كلية الهندسة في جامعة بغداد كجزء من متطلبات نيل درجة الدكتوراه في الهندسة المدنية , 1999.

- السامرائي , زيد قاسم محمد "المطالبات وتأثيرها على كلف ومدد المشاريع الإنشائية" رسالة مقدمة إلى قسم هندسة البناء والإنشاءات في الجامعة التكنولوجية كجزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم هندسة البناء والإنشاءات, 1999 .
- القصاص , مهدي محمد "مبادئ الإحصاء والقياس الاجتماعي". جامعة المنصورة , كلية الآداب, 2007 .
- المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني , الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج "عقود التشييد" المملكة العربية السعودية , 2009 .
- المعهد الأمريكي للمقاييس القومية , معهد إدارة المشروعات "دليل الدليل المعرفي لإدارة المشروعات " . مكتبة الكونجرس , الإصدار الثالث , 2004 .
- جمعة , حسين محمد "إدارة تنفيذ المشروعات الإنشائية". مكتب الدراسات والاستشارات الهندسية , القاهرة , 2008 .
- حياوي , نبيل عبد الرحمن "شروط المقاوله لأعمال الهندسة المدنية بقسميها الأول والثاني" المكتبة القانونية , بغداد , 2010 .
- حياوي , نبيل عبد الرحمن "القانون المدني العراقي رقم (40) لسنة 1951 وتعديلاته" المكتبة القانونية , بغداد , 2010 .
- عاطف عبد المنعم , محمد محمود الكاشف , سيد كاسب "تقييم وإدارة المخاطر". مركز تطوير الدراسات والبحوث , كلية الهندسة , جامعة القاهرة , مؤسسة فوردي , 2008 .
- محمد , اكسانة جهاد "المطالبات في المقاولات الإنشائية في العراق". رسالة مقدمة إلى قسم الهندسة المدنية في كلية الهندسة في جامعة بغداد كجزء من متطلبات نيل درجة الدكتوراه في الهندسة المدنية , 1996 .

المصادر الأجنبية

- Abdissa Dessa "Claims in Ethiopian Construction Industry". a Thesis Presented to School of Graduate Studies Addis Ababa University of Technology in Partial Fulfillment of The Requirement of The Degree of Master of Science in Civil Engineering , 2003 .
- Albert Lester "Project Management , Planning & control". Elsevier Science and Technology Book , Fifth Edition , 2006 .
- David Chappell , Vincent Powell,Smith , John Sims "Building Contract Claims". Library of Congress , Fourth Edition , 2005.
- David M.Kleman , Kleman , Lawernce , Baskind "Construction Claims and Damages , 2002 .
- Dennis Lock "Project Management in Construction" Printed in Great Britain by MPG Books Ltd , Bodmin , Cornwall , 2004.
- Duncan Cartlidge Fries "Quantity Surveyor's Project Book". First Edition , Elsevier's Science and Technology , Department in Oxford , UK , 2009.
- EL-Eazabi , Hornby , Parnwell "English-Arabic Reader,S Dictionary , Oxford". 1980
- Eric Verzuh "The Fast Forward MBA in Project Management". John Wiley & Sons , Inc. ,Hoboken , Newjersey , Second Edition , 2005 .
- Gustafson David A. "Theory and Problems of Software Engineering" McGraw- Hill Companies , Inc-, Manufactured in The United States of America , 2002 .
- James P. Lewis "Project Planning , Scheduling , and Control a Hands-On Guide to Bringing Projects in On Time and On Budget". Third Edition , McGraw-Hill Companies ,Inc- U.S.E , 2001.
- Jason Westland "The Project Managemant Life Cycle". London , United Kingdom , 2006 .
- Jingbo Jiang , Yilin Yin "The study of contractor's time claim and cost claim". Journal of IEEE , 2009.
- Kendrick Tom "Identifying and Managing Project Risk : Essential Tools for Failure-Proofing Your Project". AMACOM , U.S.A , 2003 .
- Krige Visser , Pierre Joubert "Risk Assessment Modeling for the South African Construction Industry" . PICMET , Cape Town , South Africa , 2008
- Michael Springer "IT (Information Technology) Project Management".. Course Technology , United States of America , Third Edition , 2004 .
- Michael W. Newell , Marin N. Grashna "The Project Management Question and Answer Book". American Management Association , 2004.
- Office of Project Management Process Improvement "Project Risk Management Handbook". First Edition , 2003 .
- Paul C. Dinsmore , Jeannette Cabanis – Brewin "The AMA Handbook of Project Management". Second Edition , United States of America , 2006 .
- Roger Flanagan , George Norman "Risk Management and Construction". Blackwell Science ITD , Oxford , 1993

➤ **جدول (1-1)** يوضح الأساس لمطالبات المقاول المتعلقة بقرارات صاحب العمل أو من يمثله والمتعلقة بأمور تعاقدية وقانونية خارجة عن سيطرة صاحب العمل أو المقاول أو من يمثلهما بموجب شروط المقاول لأعمال الهندسة المدنية (حياوي، 2010)

ت	نوع مطالبات المقاول	الأساس بموجب شروط المقاول لأعمال الهندسة المدنية
1	مطالبات المقاول المتعلقة بقرارات صاحب العمل أو من يمثله	المادة (4) ، المادة (6) الفقرة (1) ، المادة (7) الفقرات (1، 3، 6) ، المادة (10) الفقرة (2) ، المادة (12) الفقرة (1 / أ - ب) ، المادة (16) الفقرة (1) ، المادة (17) ، المادة (18) ، المادة (20) الفقرة (1) ، المادة (22) الفقرات (1، 2، 3، 4) ، المادة (24) ، المادة (25) الفقرة (5) ، المادة (26) الفقرة (2) ، المادة (28) ، المادة (31) الفقرة (3) ، المادة (32) ، المادة (37) الفقرة (4) ، المادة (39) الفقرتان (1 ، 2) ، المادة (41) الفقرتان (1 ، 2) ، المادة (43) الفقرة (1) ، المادة (45) الفقرتان (1 / أ - ب - ج ، 2) ، المادة (48) الفقرة (2) ، المادة (49) الفقرة (1) ، المادة (50) الفقرة (2) ، المادة (51) ، المادة (53) الفقرتان (1 ، 2) ، المادة (54) الفقرة (1) ، المادة (62) الفقرة (1 / هـ - و - ز - ط - ي) ، المادة (64) الفقرة (1) ، المادة (65) الفقرتان (2 ، 3) ، المادة (69) .
2	مطالبات المقاول المتعلقة بأمور تعاقدية وقانونية خارجة عن سيطرة صاحب العمل أو المقاول أو من يمثلهما	المادة (12) ، المادة (16) ، المادة (20) الفقرة (2) ، المادة (22) ، المادة (26) ، المادة (45) الفقرة (1 / ج) ، المادة (67)

جدول (2-1) الأساس لمطالبات صاحب العمل بموجب شروط المقاول لأعمال الهندسة المدنية والقانون المدني العراقي (حياوي، 2010)

ت	الأساس لمطالبات صاحب العمل	المادة
1	مطالبات صاحب العمل بموجب شروط المقاول لأعمال الهندسة المدنية	المادة (8) ، المادة (13) ، المادة (16) الفقرة (8 / أ - ب - ج - د) ، المادة (17) ، المادة (19) ، المادة (20) الفقرة (1) ، المادة (21) الفقرة (1) ، المادة (22) ، المادة (24) ، المادة (25) الفقرة (4) ، المادة (26) الفقرة (2) ، المادة (29) الفقرة (1) ، المادة (30) ، المادة (37) ، المادة (39) ، المادة (40) الفقرة (3) ، المادة (48) الفقرة (1) ، المادة (50) الفقرة (3) ، المادة (60) الفقرة (3) ، المادة (65) الفقرة (3) ، المادة (66) .
2	مطالبات صاحب العمل بموجب القانون المدني العراقي	المادة (866) ، المادة (867) الفقرة (1) ، المادة (868) ، المادة (869) الفقرة (1) ، المادة (870) ، المادة (871) ، المادة (875) الفقرة (2) ، المادة (883) الفقرة (1) ، المادة (887) الفقرة (3)

جدول (3-1) العوامل المسببة لمطالبات المقاول (محمد، 1996). (الجبلاوي، 1999)

ت	العوامل الرئيسية المسببة لمطالبات التعويض	العوامل المسببة لمطالبات التعويض	نوع المطالبة حسب الضرر
أ	وجود عدم وضوح و/ أو أخطاء و/ أو اختلافات في وثائق العقد	اختلاف المقاول وصاحب العمل حول تفسير وثائق العقد	تمديد وتعويض
ب	حدوث الظروف الاستثنائية أو المخاطر الخاصة	تأخر أعمال المقاول بسبب الظروف المناخية الصعبة	تمديد
		حدوث ظروف استثنائية (عدا الظروف المناخية) أو عوائق اصطناعية وقيام المقاول بمواجهتها	تمديد وتعويض
		حدوث المخاطر المستثناة وقيام المقاول بمواجهتها وتنفيذ التصليحات اللازمة	تمديد وتعويض
		زيادة أسعار الوقود وأسعار المواد الإنشائية والضرائب والرسوم	تعويض
ت	تأخر صاحب العمل في الإيفاء بالتزاماته أو عدم الإيفاء بها	تأخر أعمال المقاول بسبب تأخر صاحب العمل في توفير المواد التي تقع مسؤولية توفيرها عليه بموجب العقد	تمديد
		تأخر أعمال المقاول بسبب تأخر صاحب	تمديد



	العمل في تنفيذ التزاماته التعاقدية بتنفيذ الأعمال التي تقع مسؤولية تنفيذها عليه		
تمديد	تأخر أعمال المقاول بسبب تأخر صاحب العمل في إصدار القرارات والموافقات		
تمديد	تأخر أعمال المقاول بسبب تأخر صاحب العمل في تسليم الموقع		
تمديد	تأخر أعمال المقاول بسبب تعطل الآليات التي يوفرها صاحب العمل ولقيامه بسحب الآليات المخصصة للمشروع وإشغالها في موقع آخر لأسباب خاصة به		
تمديد	تأخر أعمال المقاول بسبب تأخر المهندس في إجراء الفحوصات اللازمة والمصادقة على الخرائط والنماذج التي يقدمها المقاول		
تمديد	تأخر أعمال المقاول بسبب تأخر المهندس في تجهيزه بالمخططات والخرائط والمعلومات اللازمة وتفصيل العمل المطلوبة لاستمرار تنفيذ العمل		
تمديد	تأخر أعمال المقاول بسبب تعارضها مع أعمال المقاولين الآخرين الذين يستخدمهم صاحب العمل		
تعويض	تأخر صرف السلف للمقاول لمدة تتجاوز (30) يوم		
تمديد وتعويض	حدوث توقف وقتي في العمل لأسباب أو إجراءات تعود لصاحب العمل أو لأي جهة مخولة قانوناً أو استمرار توقف العمل لمدة تتجاوز (90) يوماً دون إيجاد صيغة حل	ث	إيقاف الأعمال من قبل المهندس أو صاحب العمل بسبب لا دخل للمقاول فيه
تعويض	قيام المقاول بتنفيذ أعمال إضافية لا تتجاوز كمياتها النسبة المحددة في جدول الكميات	ج	إجراء تغييرات شكلية و / أو نوعية و / أو كمية للأعمال
تعويض	إنقاص كمية الأعمال بحيث تتجاوز النسبة المحددة في جدول الكميات		
تعويض	قيام صاحب العمل بإلغاء فقرات من جدول الكميات		
تمديد وتعويض	قيام المقاول بتنفيذ أعمال إضافية تتجاوز كمياتها النسبة المحددة في جدول الكميات		
تمديد وتعويض	إضافة فقرات جديدة إلى جدول الكميات لا تتضمنها المقاولة		
تمديد وتعويض	قيام المقاول بإجراء فحوصات إضافية بطلب من المهندس تؤيد صحة العمل أو تنفيذه لفحوصات لا يتضمنها العقد ولا تقع مسؤولية إجرائها عليه		
تمديد وتعويض	إجراء تغيير في مواصفات ونوعية المواد المستعملة في العمل والمثبتة في وثائق العقد		
تمديد وتعويض	تنفيذ طلبات صاحب العمل في إجراء التحويرات في الأعمال من حيث المناسب والاستقامات والموضع والأبعاد لأي جزء منها		
تمديد وتعويض	تعارض الخرائط مع جدول الكميات المسعر أو مع المواصفات		

ح	فسخ العقد وإنهائه	قيام صاحب العمل بفسخ العقد لأسباب خاصة	تعويض
خ	الاختلاف حول تسوية حساب المقاول (مدد ومبالغ)	عدم رضا المقاول عن المدد أو المبالغ الممنوحة له	تمديد وتعويض
		اختلاف المقاول وصاحب العمل حول تسوية حساب المقاول بعد سحب العمل	تعويض
		اختلاف المقاول أو صاحب العمل حول الاستقطاعات	تعويض
د	أسباب متفرقة أخرى	قيام صاحب العمل بحبس خطاب الضمان أو التأمينات أو لعدم قيامه بإعادة مبلغ التأمين عن الأضرار إلى المقاول دون مبرر	تعويض
		تنفيذ طلب صاحب العمل في الإسراع بتنفيذ الأعمال لتقليص مدة المقاول	تعويض
		إلحاق الضرر والأذى بالأشخاص والأموال نتيجة لعمل أو إهمال من صاحب العمل أو مستخدميه	تعويض
		قيام المقاول بتقديم تسهيلات وخدمات إلى صاحب العمل أو وكلائه أو مستخدميه أو إلى مقاولين آخرين يعملون لصالح صاحب العمل وبطلب منه	تمديد وتعويض

جدول (4-1) العوامل المسببة لمطالبات المقاول حسب نوع الضرر (السامرائي، 1999)

ت	نوع المطالبة حسب الضرر	العوامل الرئيسية المسببة لمطالبات التعويض	العوامل المسببة لمطالبات التعويض
أ	مطالبات التعويض	أ- أسباب تعود إلى مستندات المقاول	1. وجود نقص في مستندات المقاول 2. وجود خطأ في مستندات المقاول 3. وجود تعارض بين مستندات المقاول 4. الاختلاف حول تفسير مستندات المقاول 5. وجود نقص في مستندات المقاول 6. تنفيذ أعمال إضافية ضمن أو خارج النسبة المحددة 7. تنفيذ أعمال إضافية غير مشمولة بالمقاول 8. تغير في المواصفات أو التصاميم 9. تأخير الحصول على الموافقات والمصادقات اللازمة لتنفيذ المقاول 10. تأخير تجهيز المواد والأجهزة والمعدات التي تعهد صاحب العمل بتجهيزها 11. تأخير دفع مستحقات المقاول 12. اختلاف طبيعة الموقع 13. القرارات والتعليمات الحكومية 14. التغيرات الاقتصادية (ارتفاع أسعار المواد، ازدياد معدلات التضخم) 15. الإيقاف الوتقي للأعمال 16. التعارض مع أعمال أخرى 17. الاختلافات حول تسوية حساب المقول في حالة سحب العمل أو إنهاء المقاول 18. التعرض إلى مطالبات تعويض تعود للطرف الآخر 19. تسريع العمل
ب	مطالبات تمديد	ب- أسباب تعود إلى التغييرات وأوامر التغيير ت- التأخيرات من صاحب العمل ث- الظروف الغير متوقعة ج- أسباب أخرى	1. وجود زيادة في الأعمال كما "أو نوعاً" 2. الإيقاف الوتقي للأعمال 3. التعارض مع أعمال أخرى 4. تأخير الحصول على الموافقات والمصادقات اللازمة لتنفيذ المقاول 5. تأخير تجهيز المواد والأجهزة والمعدات التي تعهد صاحب العمل بتجهيزها 6. تأخير تسليم الموقع وموافقات الدخول 7. التأخير بسبب تنفيذ أوامر أو تعليمات مهندس صاحب العمل

ت	مطالبات وتعويض وتمديد	ب- أسباب خارجة عن إرادة صاحب العمل و المقاول	8. وجود ظروف مناخية صعبة
			9. ظروف استثنائية (عدا المناخية) أو عوائق اصطناعية وقيام المقاول بمواجهتها
			10. التأخيرات بسبب المقاول الثانوي المسمى
			11. التأخير بسبب القرارات والتعليمات المركزية للدولة
			1. أسباب تعود إلى مستندات المقولة
			2. الإيقاف الوقتي للأعمال
			3. التعارض مع أعمال أخرى
			4. تأخير الحصول على الموافقات والمصادقات اللازمة لتنفيذ المقولة
			5. تأخير تجهيز المواد والأجهزة والمعدات التي تعهد صاحب العمل بتجهيزها
			6. ظروف استثنائية (عدا المناخية) أو عوائق اصطناعية وقيام المقاول بمواجهتها
			7. التغييرات الكمية والنوعية

جدول (5-1) العوامل المسببة لمطالبات التعويض في المشاريع الإنشائية (الباحث)

ت	العوامل الرئيسية المسببة لمطالبات التعويض	العوامل المسببة لمطالبات التعويض
أ	مطالبات بسبب مستندات المقولة	1. نقص بالمخططات والمواصفات
		2. وجود تعارض بين مستندات المقولة
		3. الاختلاف حول تفسير مستندات المقولة
ب	مطالبات بسبب الظروف الاستثنائية والمخاطر المستثناة	4. حدوث ظروف استثنائية أو عوائق اصطناعية
		5. حدوث المخاطر المستثناة
ث	مطالبات بسبب التوقيفات	6. حدوث توقف وقتي لأسباب تعود إلى صاحب العمل أو لأي جهة مخولة قانوناً
ج	مطالبات بسبب عدم التزام صاحب العمل في الإيفاء بالتزاماته المالية أو لأسباب مالية خارجة عن سيطرة طرفي التعاقد	7. تأخر صرف مستحقات المقاول
		8. زيادة أسعار الوقود وأسعار المواد الإنشائية والضرائب والرسوم
		9. قيام صاحب العمل بحبس خطاب الضمان أو التأمينات
خ	مطالبات بسبب التغييرات	10. أخطاء التخمين لكميات جدول الكميات مما يسبب أعمال إضافية ضمن و أكثر من 20%
		11. التغييرات في التصميم
		12. التغيير في مواصفات ونوعية المواد المستعملة والمثبتة في وثائق العقد
		13. الفقرات المستحدثة الجديدة الضرورية
		14. الفقرات المستحدثة بسبب رغبة صاحب العمل في إجراء التحويرات في الأعمال
		15. تنفيذ أوامر المهندس في إجراء فحوصات إضافية لا يتضمنها العقد ولا تقع مسؤولية إجرائها على المقاول
		16. فسخ العقد وإنهاؤه من قبل صاحب العمل لأسباب خاصة
د	مطالبات بسبب فسخ العقد	17. اختلافات حول تسوية حساب المقولة بعد سحب العمل
		18. الاختلاف حول المدد والمبالغ الممنوحة
		19. الاختلاف حول الاستقطاعات
ذ	مطالبات بسبب الاختلافات بين صاحب العمل والمقاول	20. تسريع العمل

جدول (6-1) العوامل المسببة لمطالبات التمديد في المشاريع الإنشائية (الباحث)

ت	العوامل الرئيسية المسببة لمطالبات التمديد	العوامل المسببة لمطالبات التمديد
أ	مطالبات بسبب مستندات المقولة	1. نقص بالمخططات والمواصفات
		2. وجود تعارض بين مستندات المقولة
		3. الاختلاف حول تفسير مستندات المقولة
ب	مطالبات بسبب الظروف الاستثنائية والمخاطر المستثناة	4. حدوث ظروف استثنائية أو عوائق اصطناعية
		5. حدوث المخاطر المستثناة
		6. تأخر بسبب ظروف مناخية صعبة
		7. تأخر الفحوصات المختبرية
ت	مطالبات بسبب تأخر صاحب العمل في	8. تأخر صاحب العمل في توفير المواد التي تقع مسؤولية توفيرها عليه بموجب العقد

9. تأخر صاحب العمل في إصدار القرارات والموافقات بضمنها تأخر مهندس صاحب العمل في إجراء الفحوصات اللازمة والمصادقة على الخرائط والنماذج التي يقدمها المقاول	الإيفاء بالتزاماته التعاقدية	
10. تأخر صاحب العمل في تسليم الموقع		
11. تأخر صاحب العمل في توفير الآليات والمعدات بسبب تعطل الآليات التي تقع مسؤولية توفيرها عليه بموجب العقد بسبب تعطل الآليات أو نقلها إلى مشروع آخر		
12. تأخر صاحب العمل في تجهيزه المخططات والخرائط والمعلومات اللازمة وتفاصيل العمل المطلوبة لاستمراره		
13. التعارض مع أعمال مقاولين آخرين يستخدمهم صاحب العمل		
14. حدوث توقف وقتي لأسباب تعود إلى صاحب العمل أو لأي جهة مخولة قانوناً	مطالبات بسبب التوقفات	ث
15. تأخر صرف مستحقات المقاول	مطالبات بسبب عدم التزام صاحب العمل في الإيفاء بالتزاماته المالية أو لأسباب مالية خارجة عن سيطرة طرفي التعاقد	ج
16. قيام صاحب العمل بحبس خطاب الضمان أو التأمينات		
17. مشاكل عشوائية	مطالبات بسبب الظروف الاجتماعية	ح
18. أخطاء التخمين لكميات جدول الكميات مما يسبب أعمال إضافية ضمن و أكثر من 20%	مطالبات بسبب التغيرات	خ
19. التغيرات في التصميم		
20. التغير في مواصفات ونوعية المواد المستعملة والمثبتة في وثائق العقد		
21. الفقرات المستحدثة الجديدة الضرورية		
22. الفقرات المستحدثة بسبب رغبة صاحب العمل في إجراء التحويرات في الأعمال		
23. تنفيذ أوامر المهندس في إجراء فحوصات إضافية لا يتضمنها العقد ولا تقع مسؤولية إجرائها على المقاول		
24. الاختلاف حول المدد والمبالغ الممنوحة	مطالبات بسبب الاختلافات بين صاحب العمل والمقاول	ذ

جدول (7-1) المقاييس والمعايير الرقمية المقابلة لها المستخدمة في أسئلة المحور الثاني

المقياس اللفظي	كلا	أحياناً	غالباً	دائماً
المقياس الرقمي	1	2	3	4

جدول (8-1) توزيع عينة البحث المعتمدة في تحليل الاستبيان

ت	اسم الوزارة	عدد الاستثمارات الموزعة	عدد الاستثمارات المستلمة
1	وزارة التعليم العالي والبحث العلمي	9	8
2	وزارة الأعمار والإسكان	11	9
4	وزارة الصحة	8	6
5	الوقف الشيعي	8	7
6	وزارة التربية	8	6
	المجموع	44	36

جدول (9-1) المعايير والمقاييس لتقييم الاحتمالية والتأثير للمخاطر المسببة للمطالبات في المشاريع الإنشائية (المعهد الأمريكي للمقاييس القومية, 2004), (Albert, 2006)

ت	المقياس	مقياس المقياس للاحتتمالية	مقياس المقياس للتأثير
1	منخفض جدا	0.1	0.05
2	منخفض	0.3	0.1
3	متوسط	0.5	0.2
4	عالي	0.7	0.4
5	عالي جدا	0.9	0.8

جدول (10-1) يوضح مقاييس ومعايير إجراءات تجنب أو تقليل المخاطر المسببة للمطالبات في المشاريع الإنشائية

ت	المقياس للإجراء	المقياس لمقياس الإجراء
1	غير فعال	1
2	فعال بعض الشيء	2
3	فعال	3
4	فعال جدا	4

جدول (11-1) الأهمية النسبية لإجراءات التجنب والتقليل لكل خطر من المخاطر المسببة لمطالبات في المشاريع الإنشائية

ت	المخاطر المسببة للمطالبات	نوع الإجراء	الأهمية النسبية %
1	نقص بالمخططات والمواصفات	1. التعاقد مع مكاتب استشارية متخصصة ودقيقة وذات خبرة طويلة وذلك من خلال القيام بدراسة مفصلة لأهلية تلك المكاتب لتحديد ملائمتهم وقدراتهم على تقديم الأداء المناسب 2. تشكيل لجان متخصصة لمراجعة وتدقيق مستندات المقولة 3. إن تكون الجهة المصممة هي نفسها المشرفة على تنفيذ المشروع وذلك بالاستعانة بعقود التصميم - البناء 4. وجود الإدارة الجيدة للعقد	27.40 25.06 24.20 23.34
2	وجود تعارض بين مستندات المقولة	1. التعاقد مع مكاتب استشارية متخصصة ودقيقة وذات خبرة طويلة وذلك من خلال القيام بدراسة مفصلة لأهلية تلك المكاتب لتحديد ملائمتهم وقدراتهم على تقديم الأداء المناسب 2. تشكيل لجان متخصصة لمراجعة وتدقيق مستندات المقولة 3. دراسة مستندات المقولة وتدقيقها من قبل صاحب العمل والمقاول 4. وجود الإدارة الجيدة للعقد	25.92 26.58 23.75 23.75
3	الاختلاف حول تفسير مستندات المقولة	1. التعاقد مع مكاتب استشارية متخصصة ودقيقة وذات خبرة طويلة وذلك من خلال القيام بدراسة مفصلة لأهلية تلك المكاتب لتحديد ملائمتهم وقدراتهم على تقديم الأداء المناسب 2. تشكيل لجان متخصصة لمراجعة وتدقيق مستندات المقولة 3. دراسة مستندات المقولة وتدقيقها من قبل صاحب العمل والمقاول 4. وجود الإدارة الجيدة للعقد	24.90 25.98 23.80 25.32
4	حدوث ظروف استثنائية أو عوائق اصطناعية	1. تضمين العقد إجراءات استباقية هدفها ترحيل بعض المخاطر المسببة للمطالبات إلى المقاول 2. الطلب من المقاولين التأمين على إصابات العمل والمخاطر المستثناة والظروف الغير متوقعة مقابل تعديل المقاولين لعروضهم 3. القيام باختبارات إضافية للتربة في مواضع مختارة من موقع المشروع من أجل تشكيل تصور أشمل وأعمق لحالة التربة قبل الترسية 4. قيام صاحب العمل بإعطاء المقاول المعلومات الكافية والدقيقة عن أحوال الموقع وإلزامه بتحري الموقع للتعرف على جميع ظروف الموقع ليتمكن من إضافتها إلى عطاؤه وبذلك يسقط حقه في المطالبة إلا في حالة كون الظروف التي تقع مستقبلا لا يمكن لمقاول ذي خبرة توقعها	23.27 25.65 26.08 25.00



46.22	1. تضمين العقد إجراءات استباقية هدفها ترحيل بعض المخاطر المسببة للمطالبات إلى المقاول	5	حدوث المخاطر المستثناة
53.84	2. الطلب من المقاولين التأمين على إصابات العمل والمخاطر المستثناة والظروف الغير متوقعة مقابل تعديل المقاولين لعروضهم		
100	تضمن العقد للأحوال الجوية القاسية لبعض المناطق الواقع فيها المشروع لكي يضع المقاول في الحسبان ذلك عند تقديم عطاؤه	6	تأخر بسبب ظروف مناخية صعبة
100	وضع برنامج زمني لإجراء الفحوصات والتعاقد مع مختبرات مؤهلة وذات سمعة جيدة وسرعة في العمل وتبني آلية المختبرات الحقلية للمشاريع الكبيرة	7	تأخر الفحوصات المختبرية
100	وضع خطة للطوارئ	8	مشاكل عشوائية
100	وضع خطة جيدة لإدارة الموارد لتحديد الاحتياجات لنوع المواد والمعدات المطلوبة من قبل صاحب العمل والتوقيت الواجب توافرها في الموقع والكمية المطلوبة	9	تأخر صاحب العمل في توفير المواد التي تقع مسؤولية توفيرها عليه بموجب العقد
100	الإسراع في إصدار القرارات والموافقات من قبل صاحب العمل	10	تأخر صاحب العمل في إصدار القرارات والموافقات بضمنها تأخر مهندس صاحب العمل في إجراء الفحوصات اللازمة والمصادقة على الخرائط والنماذج التي يقدمها المقاول
100	التخطيط المسبق لتسليم الموقع الى المقاول	11	تأخر صاحب العمل في تسليم الموقع
100	وضع خطة جيدة لإدارة الموارد لتحديد الاحتياجات لنوع المواد والمعدات المطلوبة من قبل صاحب العمل والتوقيت الواجب توافرها في الموقع والكمية المطلوبة	12	تأخر صاحب العمل في توفير الآليات والمعدات بسبب تعطل الآليات التي تقع مسؤولية توفيرها عليه بموجب العقد بسبب تعطل الآليات أو نقلها إلى مشروع آخر
100	يجب إن تكون الوثائق المتعلقة بالخرائط التصميمية والمواصفات وجداول الكميات وافية وواضحة ومدروسة بشكل كامل وان لا تتم المباشرة بالعمل إلا بعد التأكد من إن جميع المخططات والمواصفات وجداول الكميات قد سلمت للمقاول	13	تأخر صاحب العمل في تجهيزه المخططات والخرائط والمعلومات اللازمة وتفصيل العمل المطلوبة لاستمراره
100	التنسيق بين أعمال المقاولين الذين يستخدمهم صاحب العمل ومنع تعارض الأعمال من خلال تنظيم البرامج الزمنية	14	التعارض مع أعمال مقاولين آخرين يستخدمهم صاحب العمل
100	وضع خطة للطوارئ	15	حدوث توقف وقتي لأسباب تعود إلى صاحب العمل أو لأي جهة مخولة قانوناً
100	إعداد إدارة مالية جيدة للمشروع لمراقبة احتياجات المشروع من السيولة المالية على طول مدة المشروع ويشمل حجم وتوقيت هذه الاحتياجات والتنبؤ المستقبلي لها	16	تأخر صرف مستحقات المقاول
100	توفير مبالغ احتياط كافية لكل مشروع لتغطية النفقات الناتجة من تغير الأسعار وارتفاعها	17	زيادة أسعار الوقود وأسعار المواد الإنشائية والضرائب والرسوم
100	الإسراع في استلام الأعمال المنجزة وإطلاق خطاب الضمان والتأمينات في حالة عدم وجود مبرر يمنع حصول ذلك	18	قيام صاحب العمل بحبس خطاب الضمان أو التأمينات
34.69	1. يجب إن تكون الوثائق المتعلقة بالخرائط التصميمية والمواصفات وجداول الكميات وافية وواضحة ومدروسة بشكل كامل وان لا تتم المباشرة بالعمل إلا بعد التأكد من إن جميع المخططات والمواصفات وجداول الكميات قد سلمت للمقاول	19	أخطاء التخمين لكميات جدول الكميات مما يسبب أعمال إضافية ضمن وأكثر من 20%
34.96	2. التعاقد مع مكاتب استشارية متخصصة ودقيقة وذات خبرة طويلة وذلك من خلال القيام بدراسة مفصلة لاهلية تلك المكاتب لتحديد ملائمتهم وقدراتهم على تقديم الأداء المناسب		
30.35	3. تشكيل لجان متخصصة لمراجعة وتدقيق جداول الكميات		
15.03	1. إجراء محاكاة للمشروع للتأكد من سلامة وملائمة التصميم للمشروع وكشف المشكلات التي يعانيها التصميم ليصار إلى تعديلها قبل ترسية العقد	20	التغيرات في التصميم



14.92	2. الدراسة المتأنية من طرف صاحب العمل والاستشاري المصمم لكل مرحلة من مراحل التصميم لاستيفاء معظم رغبات ومتطلبات صاحب العمل		
14.68	3. التعاقد مع مكاتب استشارية متخصصة ودقيقة وذات خبرة طويلة وذلك من خلال القيام بدراسة مفصلة لأهلية تلك المكاتب لتحديد ملائمتهم وقدراتهم على تقديم الأداء المناسب		
14.32	4. إن تكون الجهة المصممة هي نفسها المشرفة على تنفيذ المشروع وذلك بالاستعانة بعقود التصميم - البناء		
14.44	5. إجراء مراجعة استشارية لاستعراض مراحل تطور التصميم		
14.80	6. عقد اجتماعات دورية والتواصل بشفافية مع فريق التصميم		
11.81	7. الاتفاق بين المقاول وصاحب العمل على مبلغ معين مقابل تحمل كافة المطالبات التي تنتج بسبب مخاطر التغيرات في التصميم		
47.57	1. الابتعاد عن استخدام مواد ومعدات لم يتم استخدامها من قبل بالإضافة إلى التأكد من مطابقتها للمواصفات القياسية ووجودها في الأسواق	21	التغير في مواصفات ونوعية المواد المستعملة والمثبتة في وثائق العقد
52.50	2. الابتعاد عن اخذ المواصفات من مشاريع سابقة وأخذها من المواصفات القياسية المرجعية (الأصل) مع ضرورة متابعة ما يحصل من تحديثات لهذه المواصفات		
51.58	3. عدم السماح لصاحب العمل بإجراء تغييرات أو أن تكون تلك التغييرات محدودة وعند الضرورة		
48.35	4. وضع خطة للطوارئ		
30.041	1. تطبيق عقد يتضمن سعر إجمالي ثابت	22	الفقرات المستحدثة الجديدة الضرورية
36.130	2. عدم السماح لصاحب العمل بإجراء تغييرات أو أن تكون تلك التغييرات محدودة وعند الضرورة		
33.829	3. وضع خطة للطوارئ		
38.62	1. الدراسة المتأنية من طرف صاحب العمل والاستشاري المصمم لكل مرحلة من مراحل التصميم لاستيفاء معظم رغبات ومتطلبات صاحب العمل	23	الفقرات المستحدثة بسبب رغبة صاحب العمل في إجراء التحويلات في الأعمال
30.50	2. عدم السماح لصاحب العمل بإجراء تغييرات أو أن تكون تلك التغييرات محدودة وعند الضرورة		
30.83	3. وضع خطة للطوارئ		
100	تضمن العقد فقرة خاصة بالفحوصات الإضافية	24	تنفيذ أوامر المهندس في إجراء فحوصات إضافية لا يتضمنها العقد ولا تقع مسؤولية إجرائها على المقاول
100	وضع خطة للطوارئ	25	فسخ العقد وإنهاؤه من قبل صاحب العمل لأسباب خاصة
100	تشكيل لجان مشتركة بين صاحب العمل والمقاول للاتفاق على الاختلافات بسبب المقايسة والاستقطاعات والمدد والمبالغ الممنوحة وتسوية الحساب بعد سحب العمل	26	الاختلافات حول تسوية حساب المقاول بعد سحب العمل
100	تشكيل لجان مشتركة بين صاحب العمل والمقاول للاتفاق على الاختلافات بسبب المقايسة والاستقطاعات والمدد والمبالغ الممنوحة وتسوية الحساب بعد سحب العمل	27	الاختلاف حول المدد والمبالغ الممنوحة
100	تشكيل لجان مشتركة بين صاحب العمل والمقاول للاتفاق على الاختلافات بسبب المقايسة والاستقطاعات والمدد والمبالغ الممنوحة وتسوية الحساب بعد سحب العمل	28	الاختلاف حول الاستقطاعات
53.76	1. الالتزام بالبرامج الزمنية المتفق عليها بين صاحب العمل والمقاول	29	تسريع العمل
46.24	2. تضمين العقد الحق للمالك في إصدار تعليمات بتسريع العمل		



مقياس الخطر لمخاطرة معينة					
الاحتمال	P * I = درجة الخطر (معامل الخطر)				
0.9	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72
0.7	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56
0.5	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40
0.3	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24
0.1	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08
	0.05	0.10	0.20	0.40	0.80
	الأثر على أحد الأهداف (مثل الكلفة، زمن الإنجاز)				

شكل (1) مصفوفة معامل الخطر (Project Management Institute , 2000) , (المعهد الأمريكي للمقاييس القومية, 2004)