نظم السيطرة على اعداد العمالة في المشاريع الانشائية للحصول على الانتاجية المثالية للعمالة مشروع جسر القاهرة-أور (دراسة حالة)

دنيا صاحب علك
ماجستير هندسة ادارة مشاريع
قسم هندسة الطرق والنقل-الجامعة المستنصرية

الخلاصة :

تستهلك الصناعة الانشائية كميات كبيرة جداً من المواد المختلفة والمتنوعة بالإضافة الى استخدام أعداد كبيرة من الأيدي العاملة والآليات والمعدات، ومن الضروري جداً وجود نظام عملي أو خطة عملية ناجحة للقيام بهذه المهمة لحصر مسار التنفيذ ضمن حدود خطط تنفيذ المشروع الزمنية والكلفوية.

فعلى الرغم من توفر كافة السبل والامكانيات لذلك فأنة من المتوقع جداً أن تحدث انحرافات عن البرنامج الزمني وميزانية المشروع، وأن هذه الأنحرافات قد تكون في صالح أهداف المشروع أو في غير صالحها، وفي جميع الاحوال يجب أتخاذ كافة الاجراءات التصحيحية الممكنة من اجل معالجة هذه الانحرافات وتعديل خطط تنفيذ المشروع.

في هذة البحث تم متابعة شروع جسر القاهرة- أور في بغداد بالأعتماد على المخططات المستقيمة وتقارير سير العمل اليومية. ومن خلال المقارنه المستمرة بين ما هو مخطط وما هو منفذ فعليا ظهرت قيمة العجز في نسب الانجاز. وعند اجراء الدراسات عن اسباب هذا العجز وجدة ان احد اهم اسبابه انخفاض انتاجية العمالة المستخدمة في التنفيذ والتي تشكل جزءاً كبيراً من الموارد الداخلة في تنفيذ المشروع. ولمعالجة هذا العجز فقد تم ايجاد معادلة لايجاد العدد الامثل للعمال الذي يعطي اعلى أنتاجية اعتمادا على ظروف المشروع مع أمكانية تطوير هذه المعادلة لتطبيقها على مشاريع اخرى, وتم توثيق النقصان في نسب العجز للمشروع.

Abstract

Industry construction large quantities of different materials. On the other hand use of large numbers of woerkers, machinery and equibment. To carry out this task it's very important to use a practical system or a successful operation plan, within the liens of the project cost and time. Although the availability ways to achieving the project, there is a possibility to occur a deviations from the project schedule and budget. This deviatins may be have an advantage or disadvantage to the aim of the project.

In this study we follow up the progress of the work depnding on the scheme striaght and depending on the dialy progress repports. Through the comarsion between the planned and what actually achieve it showed there is a deficit in the percentage of the completion. This study use to opproach this deficit and the reprecentage of the workers use are represent a part of the materials use in the project. However we find the equation and it's application to find the optimum numder, which gives the highest rates of the implementation as shown later in this study.

1-المقدمـــة

يتطلب تنفيذ المشاريع الأنشائية, وخاصة الكبيرة منها جهوداً منظمة ومنسقة لتسهم اسهاماً جاداً في انجاح التنفيذ وفق كافة المتطلبات cost & quality, time وعلى هذاالأساس فقد تناول المختصون هذا الموضوع باهتمام كبير واخذوا يبحثون عن الوسائل والاساليب التي من شأنها تنسيق العملية التنفيذية[1]. ان الأدارة الجيدة للمشاريع يجب ان تنشد دائما الاستغلال الأمثل للعمالة والمواد والمعدات ,وأن تحقيق أعلى انتاجية للعمالة يقع ضمن الاهتمام الرئيسي للمسؤولين عن أدارة المشاريع وذلك للسيطرة على الكلف الانشائية, حيث تؤلف الأيدي العاملة جزءا كبير من الكلف الأنشائية وعليه أصبح مقياس الأنتاجية في قطاع التشييد يشار له بأنتاجية العمالة, وتعد انتاجية العامل مقياس للفعالية الكلية لنظام التشغيل في استغلال الأيدي العاملة لتحويل جهود العاملين الى مخرجات مفيدة[2].

لقد اجريت ابحاث كثير في الادارة الانشائية لدراسة العوامل المؤثرة على انتاجية العمال ومن خلال تحليل هذه العوامل وجدت الدراسات ان هناك خمسة وأربعين عامل يؤثر في انتاجية العمال, وتشير هذة الدراسات الى ان اهم هذه العوامل التي تؤثر سلبا على انتاجية العمالة هي: اعداد العمال, قلة تجربة العمال, قلة مراقبي العمل, سوء تفاهم بين العمالة والأدارة والتعديل للمواصفات والرسوم اثناء التنفيذ[3].

ان من اهم الخصائص والمميزات للمشروع الأ نشائي هو ان كل مشروع يختلف عن غيره من المشاريع الأخرى لان كل واحد له ظروف ومتطلبات تختلف فيه عن غيره[4], لذا فأن التفكير في ايجاد معايير ثابتة لاداء اليد العاملة في قطاع التشييد هو في الحقيقة أمر غير ميسور. وفي هذا البحث تابعة الباحث نسب الانجاز لمشروع جسر القاهرة-أور وقارنها بنسب الانجاز المخططة وتبين هناك فرق بينهما, وعند ظهور هذا العجز في نسب الانجاز ودراست الباحث لاسباب هذا العجز الذي كانة من أهمها انتاجية العمال وكما هو موضح لاحقا في البحث, أجرى الباحث دراسة تفصيلية لهذا العامل,والسبل الكفيلة برفع الانتاجية للعمال اعتماداً على طبيعة هذا المشروع.

2-الأيدي العاملة

يمكن تقسيم موارد المشروع الإنشائي الى الموارد الرئيسة التالية[4]:

1. الايدي العاملة.
2. الآليات والمعدات.
3. المواد الإنشائية.

لقد أولى منفذي وأداري المشاريع الأنشائية أهتماماً كبيراً بموضوع السيطرة النوعية على موارد المشروع والتي من ضمنها الموارد البشرية لأن في الصناعة الأنشائية قد يسبب اي من العيوب أو حالات الفشل في المشاريع الأنشائية الى زيادة كبيرة في الكلف وحتى العيوب البسيطة منها, وفي اسواء الأحوال قد تسبب ضحايا في بعض حالات الفشل للمنشأ[5].

وان أحد أهم العناصر التي تشكل النسبة الأكبر من كلف المشروع هي كلفة الايدي العاملة (حيث تشكل كلفة العمالة ما نسبته (25-40%) من كلفة المشروع الأنشائي وهذا التباين في الكلفة تختلف من مشروع الى أخر ويعود سبب التباين كون العمالة تتأثر بعوامل كثيرة منها الأجواء وتوفر الأيدي المعاملة الماهرة وغيرها من العوامل الاخرى) لهذا تعطي الشركات الأنشائية أهتماما خاصاً بهذا العنصر حيث تعمل على ضمان جودة الأداء, لتحقيق اعلى ربح في هذه الصناعة من خلال السيطرة على انتاجية العمالة ,لأن نسب الأنجاز لأي مشروع خلال مراح التنفيذ تتأثر بصورة مباشرة بأنتاجية الأيدي العاملة, وأدارة المشاريع الأنشائية معرضة لتأثير هذا العامل أكثر من تأثيرها بالعوامل الاخرى[6].

ان مفهوم السيطرة على حركة الايدي العاملة موقعياً وتحديد أنتاجية هو تحديد حجم ونوعية الايدي العاملة المطلوبة من حيث المهارة والخبرة والسرعة في ألاداء والأنتاج الجيد وبالكلف المحددة مسبقاً ضمن كلفة المشروع الكلية والمؤدية الى نجاح العمل في المشروع ,اي السيطرة عليه كلفوياً وزمنياً وانتاجياً وهذا يعني انه للسيطرة على انتاجية العمال موقعياً يجب تحديد صنف الأيدي العاملة فيما أذا كان عمالة ماهرة أو نصف ماهرة أو غير ماهرة.

3- الانتاجية

تعرف الانتاجية على انها نسبة الانتاجية الى الموارد المستخدمة المادية والبشرية[7].وعرفت ايضاً على انها مجموعة الجهد البشرية المنظم في الانتاج باستخدام أقل ما يمكن من المدخلات على أكبر قد ممكن من المخرجات[8].

وينبغي دائماً التمييز بين الأنتاجية كتعبير عن مزاولة أنشطة وعمليات مختلفة لتقديم منتوج معين وبين الانتاجية كمقياس أو مؤشر يوضح قدرة عناصر الانتاج المختلفة على تحقيق مستوى معين من المخرجات قياساً بالمدخلات التي تم استثمارها للغرض الانتاجي، وفي الصناعة الانشائيةفأن مدخلات النظام الانتاجي تتمثل بالعمال والمواد والمعدات ....الخ، ويمكن زيادة الانتاج بزيادة أي عنصر من عناصر الانتاج، ولكن هناك حد للزيادة عند تجاوزه تعطي هذه الزيادة في عناصر الانتاج مردود عكسي على الانتاجية[9].

4- تخطيط الجدول الزمني للمشاريع الأنشائية

ان اعداد الجداول الزمنية من الدراسات الأكثرها حساسية للمتغيرات في حقل الإدارة الإنشائية. فالتخطيط الزمني للمشاريع الإنشائية تتداخل فيه الموارد الأربعة 4Ms: Man-Machine-Material-Money: البشرية والآلية والمواد الأولية والمالية تداخلاً بيّناً له أثر كبير في نجاح العملية التخطيطية, كما أن لعامل الخبرة في تنفيذ المشاريع الإنشائية الأثر الأكبر في مقاربة الجدول الزمني النظري للواقع التنفيذي، مع ضرورة استيعاب المُخَطِّط لإمكانات الجهة المنفّذة والظروف المحيطة، سواءٌ كانت داخلية أم خارجية.

وقد درج المخططون على صياغة الجداول الزمنية للمشاريع الإنشائية في قوالب صمّاء تُجزِّئ المشروع إلى فعاليات تحدد بمُدد زمنية متلاحقة قد تتداخل، كما هو الحال في مخطط الأعمدة البيانية Bar Charts. فوصف الفعالية الكامل يتطلب تحديد الموارد الأربعة الداخلة في التنفيذ ومدة تنفيذها حسب إنتاجية الموارد البشرية والآلية المشاركة في التنفيذ ووفرة الموارد الأولية والمالية، هذا فضلاً عن ضرورة ذكر القياسات الأهم التي تتضمنها الفقرة والتي تُعدُّ قُطب الرحى في تحديد الانحراف عن السماحات الممكنة Tolerances في التنفيذ، وبالتالي السيطرة النوعية الكاملة عليه[10].

وتعتمد البرمجة الزمنية للايدي العاملة على زمن بداية ونهاية الفعالية المقرر تنفيذها في المشروع، وتعتمد على توفر الايدي العاملة ايضاً, ويتحدد زمن العمل بثمان ساعات يومياً وفق قوانين العمل المعمول بها، كما يعتبر اسبوع العمل ثمانية واربعين ساعة وتوزع ساعات العمل الاسبوعي على ستة ايام عمل فقط، ولايعتمد في بعض مراحل التنفيذ لضمان انهاء العمل في موعده المحدد ومنع تعطله وتعثره ويجب مراعات تسلسل العمل والمحافظة على استمرارية وعدم حدوث اختناقات في عملية التنفيذ[11].

ويمكن تقسيم طرق السيطرة الزمنية الى نوعين[10]:

1. طريقة الجدولة البسيطة وتشمل:
   - اسلوب المخططات المستقيمة Bar Chart.
   - اسلوب المشبك الزمني Time Grid .
2. طرق الجدولة المعقدة وتشمل:
   - المخطط السهمي(Activity on Arrow).
   - المخطط العقدي(Activity on Node).
3. اسلوب اعادة التقييم ومراجعة البرنامج(PERT).

5- تقارير سير العمل اليومية

خلال مراحل تنفيذ المشاريع الانشائية خاصة الضخمة منها التي ستخدم فيها ايدي عامل كثيرة, تتم مراقبة الانتاجية للايدي العاملة في المواقع لفترات زمنية منتظمة اثناء مراحلة التنفيذ من خلال اعتماد تقارير سير العمل اليومية, وذلك من قبل مراقب العمل أو المهندس المنفذ للمشروع وتثبيت الانتاج للايدي العاملة في استمارة الانجاز اليومي لوجود أختلاف في الانتاجية للعمال من يوم لاخر وذلك لتأثير ظروف العمل وطبيعة الموقع وغيرها من العوامل، ومن خلال هذه التقارير يمكن مراقبة نسب الانجازاليومي بالاعتماد على الانتاجية اليومية, والتي يستفاد لتحديد اي انحراف في جدول سير تقدم العمل عن ماهو مخطط, والشكل التالي شكل رقم (1) يبين نموذج لاستمارات التقرير اليومي لموارد لمشروع أنشائي.

التقرير اليومي لموارد المشروع
الجزء المنفذ:
التاريخ:

فقرة العمل		ملاحظات
عمال مهرة		
عمال		
قوالب (م^2)		
تسليح (طن)		
خرسانة(م^3)		

المهندس المشرف:

شكل رقم (1) نموذج استمارة للموارد المستخدمة في التنفيذ لمشروع أنشائي

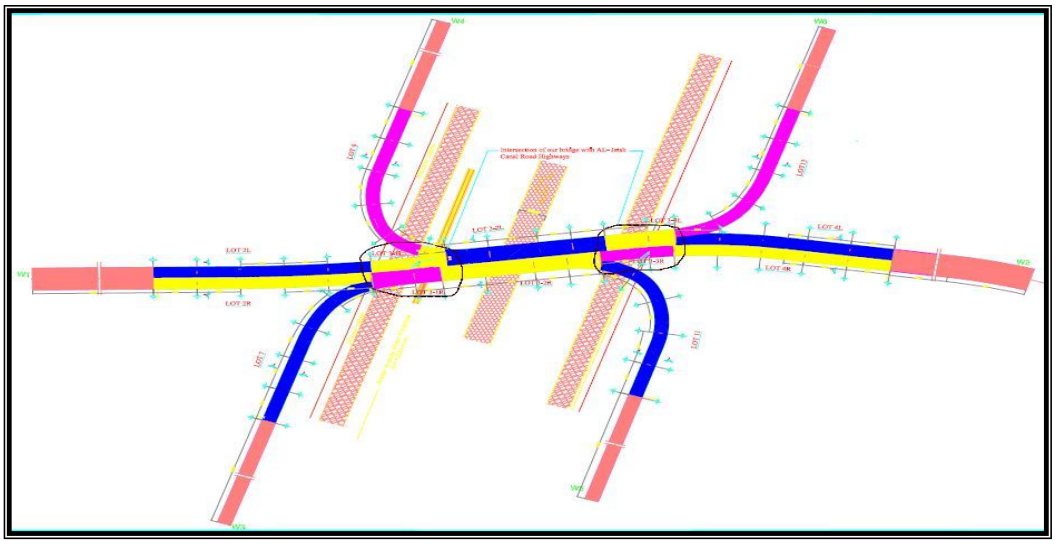
6- دراسة حالة

مشروع جسر القاهر- أور

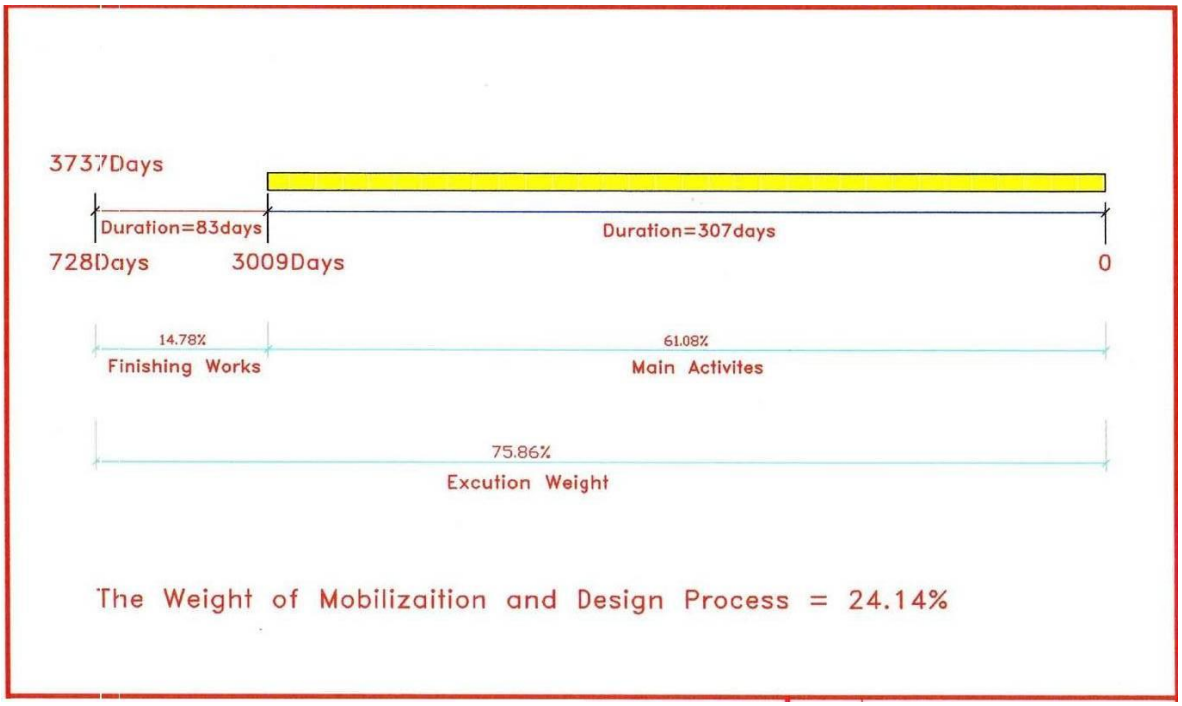
الوصف العام للجسر:

يتألف الجسر من الجسم الرئيس له الذي يربط نهاية شارع جامعة جعفر الصادق من جهة حي القاهرة بحي أور عبر قناة الجيش، إضافة إلى أربعة مقتربات فرعية بمحاور عمودية على المحور الرئيس للجسر، تربط اتجاهات السير جميعاً على الجسم الرئيس بشارع عمر بن الخطاب والإمام علي السريعيين، الموازيين لقناة الجيش. والجسر خالي من التقاطع بين اتجاهات السير جميعاً، ومصمم لاستيعاب المرور حتى سنة 2025م من دون الحاجة إلى أي تطوير إضافي. والشكل رقم (2) يوضح المخطط العام للجسر.

أن المدة الكلية للمشروع هي (390) يوماً (تتضمن هذه المدة مرحلة التنفيذ(307 يوم) ومرحلة التصميم(83 يوم)), شكل رقم(3).



شكل رقم (2) المخطط العام لمشروع جسر القاهر- أور



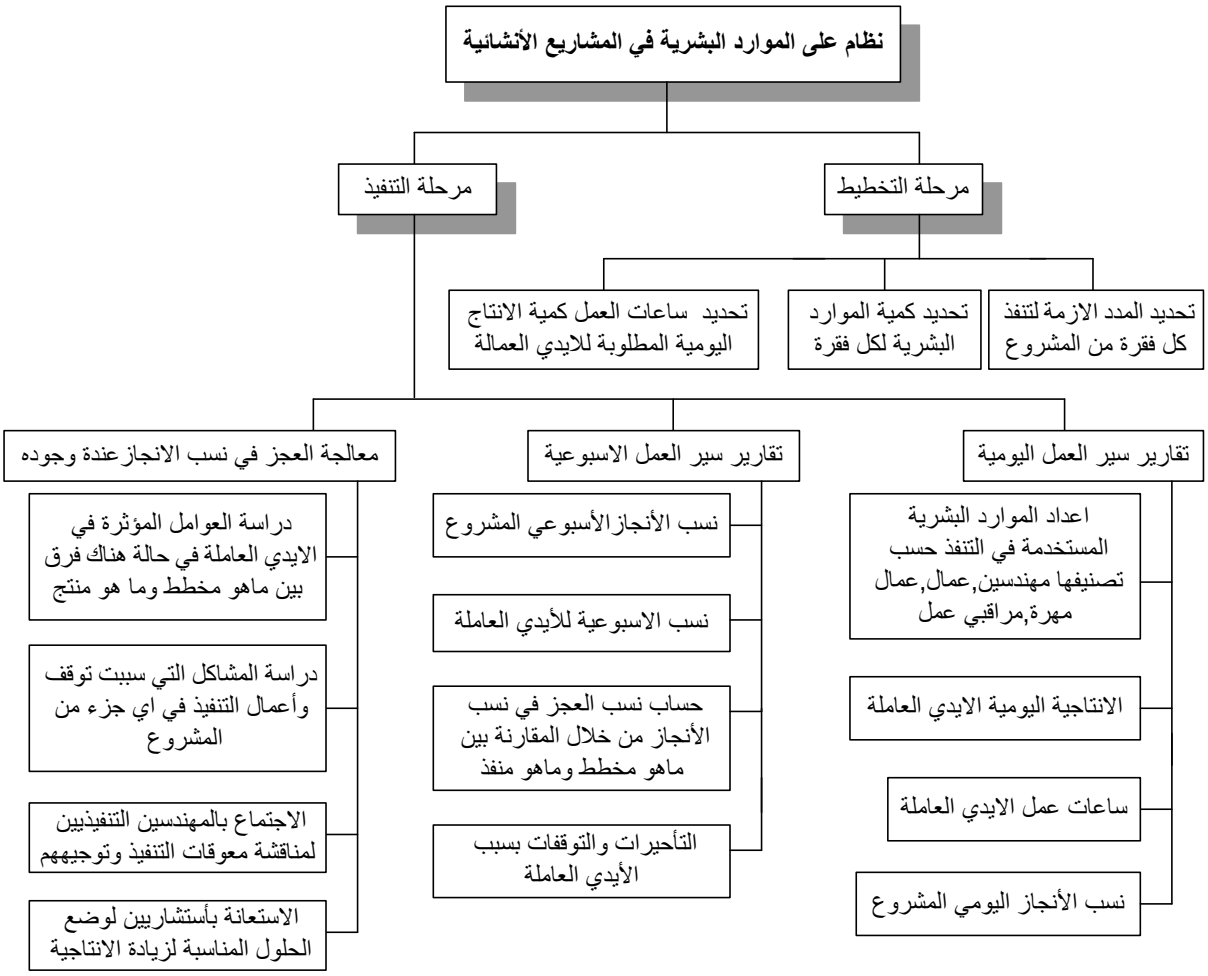
شكل رقم (3) المدد المحددة للتصمم وتنفيذ المشروع

1-6 برمجة تنفيذ المشروع

ان الطريقة التي استخدمة في السيطرة الزمنية لمشروع جسر القاهرة-أورهو اسلوب المخططات المستقيمة Bar. Chart, حيث تم وضع نظام دقيق لمتابعة جدول سير تقدم العمل للمشروع وبناء قاعدة معلومات متكاملة تدعم بالمعلومات من خلال التقارير اليوميةالتي تملأ من قبل المهندسين االتنفيذيون لاجزاء، وتضمن قاعدة اللمعلومات التالي:

1. نسب الأنجاز اليومية لكل جزء من أجزاء االمشروع ونسب الأنجاز للمشروع ككل.
2. الموارد البشرية والمعدات الداخلة في تنفيذ كل فقرة من فقرات المشروع.
3. التوقفات لتتي حصلت في اثناء التنفذ في كل جزء من اجزاء المشروع.

والمخطط التالي شكل رقم (4) يبين النظام المتابعة للسيطرة على المشروع بصورة عامة وعلى الموارد البشرية بصورة خاصة.



2-6 جدول سير تقدم العمل في مشروع القاهرة-أور

ان المشروع يتكون من اجزاء (LOTS) يتم العمل في كل جزء بصورة شبه منفصلة ولتسهيل متابعة جدول سير تقدم العمل للمشروع من خلال التقارير اليوم وكما هو موضح في الجدول التالي جدول رقم (1), وتم وضع وزن لكل جزء (LOTS) من أجزاء المشروع التي تمثل نسبة المدة اللازمه لتنفيذ ذلك الجزء الى المدة اللازمة لتنفيذ المشروع ككل, وكما هو موضح في جدول رقم (2), والشكل رقم (5) يوضح نموذج من التقرير سير العمل اليومي الذي يملىء من قبل المهندس التنفيذيون لكل جزاء من اجزاء المشروع.

وعند متابعةالباحث لنسب الانجاز اليومية للمشروع من خلال قسم السيطرة النوعية للمشروع ومقارنتها بنسب الانجاز المخطط لها وجدت هناك عجز في نسب الانجاز وكما هو واضح في الجدول رقم(3)، الذي تضمن مقارنة بين نسب الانجاز المخططة ونسب الانجازالفعلية مع الاخذ بنظر الاعتبار التوقفات التي حصلت في المشروع من بداية المباشرة فيه لغاية اعداد هذه الدراسة، وهذه التوقفات قسمت الى نوعين من التوقفات كالتالي:

1- توقفات السيطرة النوعية التي تتضمن التوقفات التي لايمكن الحصول على مدد تعويضية عنها.
2- توقفات الامانة وهي التوقفات التي يمكن الحصول بدلاً منها على مدد تعويضية.

تم دراسة الاسباب التي ادت الى حدوث هذا العجز بالاستفادة من قاعدة المعلومات المتوفرة لدى قسم السيطرة النوعية و الزيارة الميدانية للمشروع واللقاء بالمهندسيين التنفيذيين لأجزاء المشروع, وقد وجدت ان هناك اسباب عديدة, منها اهمال تداخل بعض افقرات المشروع, وجود تعارضات في بعض الاجزاء المشروع عرقلة العمل, عدم استقرار الاوضاع الأمنية, عدم مواكبة انتاجية العمال لما هو مخطط له والذي كان موضوع هذا البحث الذي تناول السبل الكفيلة برفع انتاجية للعمالة, لمعالجة العجز في وقت مبكرة لتجنب تراكمه مستقبلاً بما يؤثر سلبا في مواكبة المخطط الزمني الموضوع للمشروع, وسيتم التطرق بالفقرة التالية لكل المشاكل والتوقفات التي حصلت في المشروع.

جدول رقم (1) اجزاء التي قسم لها المشروع

التسلسل	الجزء (LOT)	الرمز	وصف العمل
1	LOT1	1	الرمبة الرئيسية W1 جهة حي القاهرة
2	LOT2R	2L	مجسُّر المقترب الرئيس W1
3	LOT2L	2R	مجسُّر المقترب الرئيس W1
4	LOT3R	3L	المجسُّر الوسطي (فوق قناة الجيش)
5	LOT3L	3R	المجسر الوسطي (فوق قناة الجيش)
6	LOT4R	4L	مجُّسر المقترب الرئيس W2
7	LOT4L	4R	مجسُّر المقترب الرئيس W2
8	LOT5	5	الرمبة الرئيسية W2 جهة حي أور
9	LOT6	6	الرمبة R1 للخروج من شارع عمر بن الخطاب/ جهة حي القاهرة
10	LOT7	7	مجسُّر المقترب R1
11	LOT8	8	الرمبة R2 للالتحاق بشارع عمدر بن الخطاب/ جهة حي القاهرة
12	LOT9	9	مجسُّر المقترب R2
13	LOT10	10	الرمبة R3 للالتحاق بشارع علي بن أبي طالب/ جهة حي أور
14	LOT11	11	مجسُّر المقترب R3
15	LOT12	12	الرمبة R4 للخروج من شارع علي بن أبي طالب/ جهة حي أور
16	LOT13	13	مجُّسر المقترب R4

جدول رقم(2) وزن كل جزء من اجزاء المشروع

الاجزاء	عدد ايام العمل	الوزن الزمني
LOT1	157	%5.2177
LOT2L	167	%5.55
LOT2R	167	%5.55
LOT3L	364	%12.097
LOT3R	388	%12.895
LOT4L	167	%5.55
LOT4R	167	%5.55
LOT5	119	%3.9548
LOT6	182	%6.0485
LOT7	162	%5.3838
LOT8	167	%5.55
LOT9	162	%5.3838
LOT10	196	%6.5138
LOT11	157	%5.2177
LOT12	125	%4.1542
LOT13	162	%5.3838
المجموع	يوم3009	%100

الجهة المنفذة :
اسم العمل : تنفيذ جسر القاهرة – أور عبر قناة الجيش

رقم التقرير :
التاريخ:

تقرير سير العمل اليومي

ت	وصف الفقرة	عدد العمال	الآليات النوع	الآليات العدد	نسبة الانجاز %	العمل المتوقع ليوم غد
1.						
	المجموع					

المهندس

شكل رقم (5) نموذج لتقرير سير العمل اليومي

جدول رقم(3) مقارنة بين نسب الانجاز التخطيطية ونسب الانجاز الفعلية

الوصف	النسبة التخطيطية	نسبة العجز
1-نسبة الإنجاز المخططة المطلقة	*%84.7*	*%10.49*
2-نسبة الإنجاز المخططة مع توقفات الامانة	*%83.78*	*%9.57*
3-نسبة الإنجاز المخططة مع توقفات السيطرة النوعية	*%82.61*	*%8.4*

- **نسبة الانجاز الفعلية =74.21%**
- **نسبة العجز= نسبة التخطيطية – نسبة الانجاز الفعلية**

3-6 تحليل تأثر الموارد البشرية على الانتاج

ان ظهور العجز في نسب الانجاز للمشروع تطلب معالجة سريعة ودقيقة , وتضمنت الخطوات التالية:
أولاً: أجراء دراسة لتحديد المشاكل وتوقفات العمل.
ثانياً: جمع البيانات عن مسببات التأخير.
ثالثاً: تحليل البيانات التي تم جمعها.
رابعا: تحديد على ضوء النتائج طرق لتجاوز مسببات التأخير.
خامساً: تطبيق المقترحات ومتابعة نتائجها.
وقد تضمنت نتائج الدراسة والتحليل البيانات

1-3-6 التوقفات والمشاكل التي حصلت في المشروع

حصلت توقفات وتاخيرات في المشروع يمكن تحديدها بالنقاط التالية:

1. انخفاض الانتاجية للموارد البشرية.
2. أرتفاع منسوب المياه الجوفية في موقع العمل مسبب تاخر وتوقف العمل في بعض أجزاء المشروع.
3. حصل تأخير أثناءالتنفيذ بسبب وجود التعارضات (خطوط المياه الصافي والخام، ومجاري تصريف المياه وشبكات الكهرباء والتلفون).

4. حصلت توقفات في بعض أجزاء المشروع بسبب نقص المواد.
5. حصل تاخير في التنفيذ لاصلاح الاضرار ببسب سوء التنفيذ للمقاول الثانوي.
6. حصلت توقفات بسبب آليات الحفر الركائز، حيث تأخر وصل هذه آليات، وعملها في أجزاء من المشروع وتوقف العمل في أجزاء أخرى التي يتطلب عمل هذه آليات فيها بنفس الوقت بسبب محدودية عددها الذي حال دون تغطيتها للعمل في أجزاء المشروع.
7. حصول تأخيرات في التنفيذ للاجزاء التي تولى تنفيذها مهندسين ذوي خبرة قليلة قدرتهم أتخاذ القرارات السريع والفعالة عند مواجهة العقبات أثناء التنفيذ.
8. حصلت توقفات في المشروع ككل بسبب سوء الاحوال الجوية والمناسبات الدينية وانقطاع الطرق.
9. تعرض الكوادر العامل في المشروع للتهديد من قبل أصحاب المشاتل.

وقد تم اتخاذ أجراءات أدارية وفنية لمعالجة هذه المشاكل والتوقفات داخل مواقع العمل، وسيتم التطرق هنا الى العامل الاول وهو انخفاض انتاجية الموارد البشرية بالتفصيل بالفقرات التالية.

2-3-6 مرحلة جمع البيانات

تضمنت هذه المرحلة الخطوات التالية:

1. ان الموارد البشرية في المشروع مقسمة الى مهندسين، عمال، عمال مهرة، مراقبي عمل (تم أجراء الكشف على الموارد الموجودة في اجزاء المشروع فقط والعمال المنفذين للقوالب فقط).
2. جمع البيانات عن أعداد الموارد البشرية (من مهندسين,وعمال،وعمال مهرة ومراقبي عمل) التي استخدمت يومياً في مرحلة التنفيذ للمشروع، والانتاجية اليومية لهم والتي جمعت بواسطة تقارير سير العمل اليومية.

والجدول رقم (4) يتضمن البيانات التي تم جمعها في هذه المرحلة.

3-3-6 تحليل البيانات

تضمنت هذه المرحلة تحليل البيانات التي تم جمعها في المرحلة السابقة، وايجاد مقدار ارتباط(CORREL) الموارد البشرية بالانتاجية باستخدم برنامج مايكروسوف أكسل حيث تم أدخال أعداد الموارد البشرية (مهندسين، عمال، عمال مهرة، مراقبي عمل) وألانتاجية اليومية لهم وايجاد مقدار الارتباط وكما هومبين في نهاية الجدول رقم (4) الذي يظهر فيه التالي:

1. أكثر الموارد أرتباطاً بالانتاجية هو العمال حيث بلغ 76.82% يلي مراقبي العمل والذي بالغ 73.02% ثم العمال المهرة الذي بلغ 63.57%.
2. أن زيادة عدد المهندسين لاتؤثر كثيراً في الانتاجية لان مقدار الارتباط 41.28% وهو أقل من 50% أي لايوجد أرتباط بين الانتاجية وزيادة عدد المهندسين.

عند ملاحظة الشكل رقم(6) تبين أن الموارد البشرية لها علاقة طردية مع الانتاجية.

4-3-6 ايجاد العدد الامثل الذي يعطي أعلى أنتاجية

ان احدى المشاكل التي واجهة المشروع التي سبب في حصول انحراف في نسب الانجاز عن ما هو مخطط هي أنخفاض انتاجية الموارد البشرية كما ذكر سابقاً، ولتجاوز هذه المشكل فقد أقترح الباحث معادلات لايجاد العدد الامثل للموارد البشرية التي تعطي أعلى أنتاجية، وهذه المعادلات هي:

العمال $=0.00000006+0.000003087*X+0.000156132*X^2-0.000001114*X^3$

. العمال المهرة $= 0.016568317+0.025802587*X-0.000651313*X^2+0.000005702*X^3$

مراقبي العمل $=0.00047848+0.009893623*X+0.004632921*X^2-0.000219195*X^3$

حيث ان

X=عدد العمالة

وقد أعتمدت الخطوات التالية لايجاد اشتقاق هذه المعادلة كالتالي:

1. ايجاد معادلة افتراضية باستخدام (curefithing)، والتي تنص بناء أو أفتراض معادلة بعدها يتم رسم البيانات باحداثيات y،x شكل رقم (6).
2. عند رسم البيانات تبين أنة المنحني شكل S وهذا معناه أن المعادلة من الدرجة الثالثة، لذلك تطلب الامر أن تكون لدينا أربع معادلات لاستخراج الثوابت(a0, a1, a2, a3, a4)كما في المعادلة التالية

$$y=a0+a1x+a2x^2+a3x^3$$

$$\sum y=a0+a1\sum x+a2\sum x^2+a3\sum x^3 \ldots\ldots\ldots(1)$$

$$\sum x\, y=a0\sum x+a1\sum x^2+a2\sum x^3+a3\sum x^4 \ldots\ldots\ldots(2)$$

$$\sum x^2\, y=a0\sum x^2+a1\sum x^3+a2\sum x^4+a3\sum x^5 \ldots\ldots\ldots(3)$$

$$\sum x^3\, y=a0\sum x^3+a1\sum x^4+a2\sum x^5+a3\sum x^6 \ldots\ldots\ldots(4)$$

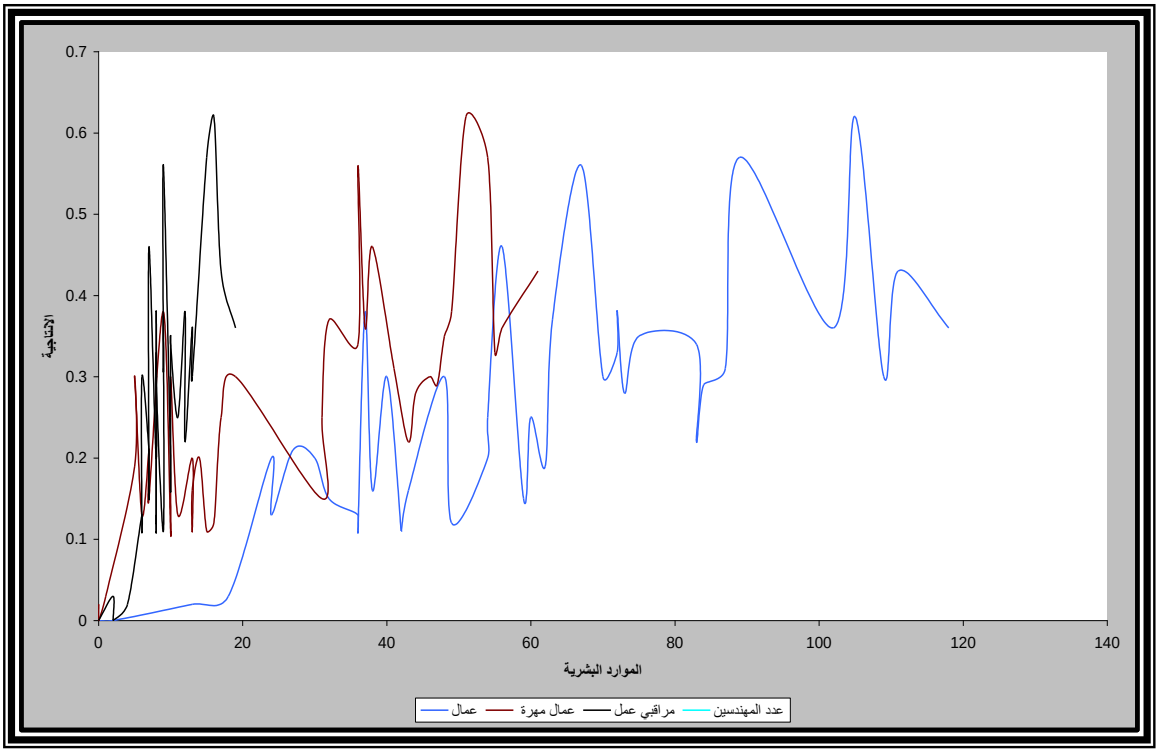
1. باستخدام البيانات التي تمجمعها في المرحلةالسابقة التي تم استحصالها من تقارير سير العمل اليومية، وادخالها في المعادلات اعلاه ومن ثم حل المعادلات باستخدام طريقة المصفوفات تم استخراج(a0, a1, a2, a3, a4)
2. تم تدقيق المعادلات باستخدام برنامج الأكسل، ويمكن ايضا استخدم برنامج(spss) وبرنامج(mathlab) للتدقيق.

جدول رقم (4) :الموارد البشرية المستخدمة في تنفيذ اجزاء المشروع ونسب الانجاز

التاريخ	عمال	عمال مهرة	مراقبي عمل	عدد المهندسين	الانتاج اليومي	معدل الانتاج اليومي
01/10/2005	24	13	8	11	0.2	0.165
02/10/2005	27	7	7		0.21	
03/10/2005	30	7	7		0.2	
04/10/2005	37	9	8		0.38	
05/10/2005	32	7	7		0.15	
06/10/2005	24	6	6		0.13	
07/10/2005	0	0	0		0	
08/10/2005	25	3	6		0.21	
09/10/2005	28	3	6		0.16	
10/10/2005	31	12	9		0.16	
11/10/2005	37	8	9		0.16	
12/10/2005	40	7	8		0.14	
13/10/2005	0	0	0		0	
14/10/2005	0	0	0		0	
15/10/2005	0	0	0		0	
16/10/2005	0	0	0		0	
17/10/2005	39	8	6		0.17	
18/10/2005	41	7	7		0.14	
19/10/2005	46	15	7		0.2	
20/10/2005	42	16	7		0.11	
21/10/2005	9	0	0		0	
22/10/2005	51	10	8		0.3	
23/10/2005	42	15	6		0.11	
24/10/2005	49	16	8		0.12	
25/10/2005	36	11	8		0.13	
26/10/2005	36	13	8		0.11	
27/10/2005	40	19	8		0.3	
28/10/2005	18	1	2		0.03	

	0.11		9	10	42	29/10/2005
	0.2		10	14	54	30/10/2005
	0.19		10	5	62	31/10/2005
0.32	0.3	12	8	5	70	01/11/2005
	0.16		10	10	43	02/11/2005
	0		2	0	2	03/11/2005
	0		2	0	0	04/11/2005
	0.02		4	0	13	05/11/2005
	0.16		7	13	38	06/11/2005
	0.25		10	17	54	07/11/2005
	0.3		6	10	48	08/11/2005
	0.23		6	0	12	09/11/2005
	0.37		6	16	53	10/11/2005
	0.1		6	11	26	11/11/2005
	0.72		9	5	55	12/11/2005
	0.39		7	18	65	13/11/2005
	0.32		8	20	69	14/11/2005
	0.46		7	14	53	15/11/2005
	0.51		10	19	66	16/11/2005
	0.4		10	19	59	17/11/2005
	0.19		7	8	37	18/11/2005
	0.38		10	17	63	19/11/2005
	0.29		10	17	73	20/11/2005
	0.91		14	19	86	21/11/2005
	0.6		11	26	71	22/11/2005
	0.49		9	21	70	23/11/2005
	0.26		9	21	74	24/11/2005
	0.28		9	16	59	25/11/2005
	0.37		9	32	63	26/11/2005
	0.31		9	41	87	27/11/2005
	0.28		10	44	73	28/11/2005
	0.33		8	55	72	29/11/2005
	0.38		12	49	72	30/11/2005
0.383	0.29	12	8	47	84	01/12/2005
	0.15		7	31	59	02/12/2005
	0.35		10	48	75	03/12/2005
	0.39		10	45	85	04/12/2005
	0.42		12	32	70	05/12/2005
	0.51		15	45	87	06/12/2005
	0.52		11	52	100	07/12/2005
	0.53		12	53	97	08/12/2005
	0.26		12	36	67	09/12/2005
	0.29		18	50	94	10/12/2005
	0.31		12	54	81	11/12/2005
	0.34		12	48	85	12/12/2005
	0.25		12	45	66	13/12/2005
	0		0	0	0	14/12/2005
	0		0	0	0	15/12/2005

	0		0	0	0	16/12/2005
	0.51		13	30	68	17/12/2005
	0.63		13	47	86	18/12/2005
	0.61		13	42	86	19/12/2005
	0.49		13	46	110	20/12/2005
	0.37		11	45	101	21/12/2005
	0.37		11	37	96	22/12/2005
	0.25		11	31	60	23/12/2005
	0.34		10	36	83	24/12/2005
	0.57		15	54	89	25/12/2005
	0.36		13	37	102	26/12/2005
	0.62		16	51	105	27/12/2005
	0.43		17	61	111	28/12/2005
	0.36		19	56	118	29/12/2005
	0.22		12	43	83	30/12/2005
	0.3		13	46	109	31/12/2005
0.3	0.32	14	15	34	99	01/01/2006
	0.5		12	47	108	02/01/2006
	0.47		14	60	108	03/01/2006
	0.39		17	46	102	04/01/2006
	0.4		14	54	106	05/01/2006
	0.05		9	36	48	06/01/2006
	0.38		14	46	81	07/01/2006
	0.32		13	40	76	08/01/2006
	0.18		7	24	54	09/01/2006
	0		0	0	0	10/01/2006
	0		0	0	0	11/01/2006
	0		0	0	0	12/01/2006
	0		0	0	0	13/01/2006
	0.23		14	32	61	14/01/2006
	0.23		13	40	75	15/01/2006
	0.34		12	35	80	16/01/2006
	0.55		13	71	95	17/01/2006
	0.53		12	31	66	18/01/2006
	0.38		10	23	64	19/01/2006
	0.03		1	23	17	20/01/2006
	0.4		11	38	49	21/01/2006
	0.26		10	31	57	22/01/2006
	0.29		11	36	75	23/01/2006
	0.3		9	52	70	24/01/2006
	0.07		1	10	34	25/01/2006
	0.17		6	28	36	26/01/2006
			0	0	0	27/01/2006
			0	0	0	28/01/2006
	0.56		8	43	62	29/01/2006
	0.56		9	36	67	30/01/2006
	0.46		7	38	56	31/01/2006
		41.28%	73.02%	63.57%	76.82%	مقدار الارتباط



الشكل رقم(6): العلاقة بين الموارد البشرية ومعدّلات الإنتاجية اليومية

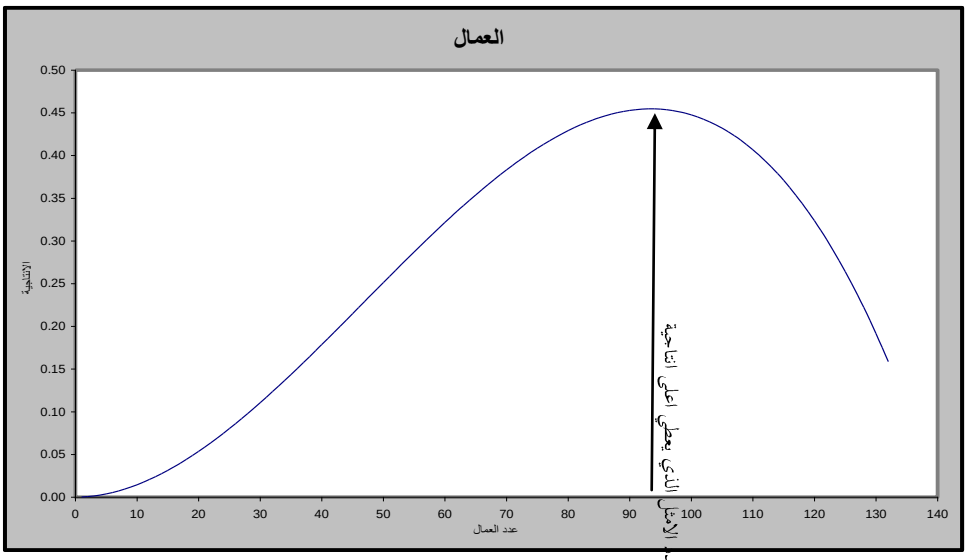
5-3-6 تطبيق المعادلات لايجاد اعدد الامثل للعمالة

ان المعادلات التي تم ايجادها سابقا تم تطبيقها لايجاد العدد الامثل للعمالة الذي يعطي اعلى انتاجية؛ ومن خلال تطبقها يمكن أعطاء التوصيات التالية:

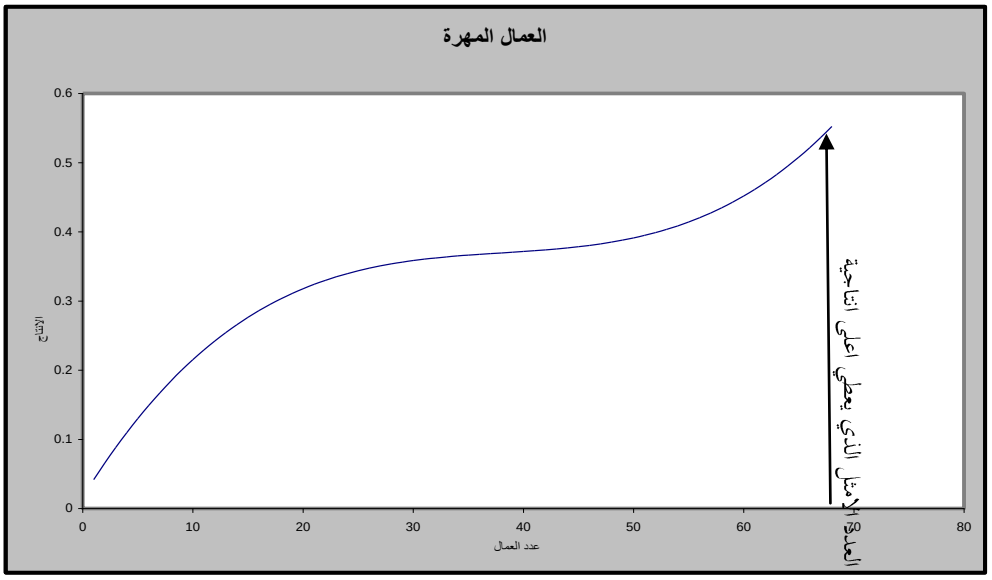
1. العدد الامثل من العمال الذي يعطي انتاجية أعلى هو(93عامل) تم ايجاده من الجدول رقم (5)، لاحظ شكل رقم (7) الذي يبين أنه عند زيادة العمال على (93) فانه يؤثر سلباً على الانتاجية.
2. العدد الامثل من العمال المهرة الذي يعطي انتاجية أعلى هو(68عامل ماهر) تم ايجاده من الجدول رقم (5)، لاحظ شكل رقم (8) الذي يبين أنه عند زيادة العمال المهرة على (68) فانه يؤثر سلباً على الانتاجية.
3. العدد الامثل من مراقبي العمل الذي يعطي انتاجية أعلى هو(15مراقبي عمل) تم ايجاده من الجدول رقم (5)، لاحظ شكل رقم (9) الذي يبين أنه عند زيادة مراقبي العمل على 15 فانه يؤثر سلباً على الانتاجية.

جدول رقم(5):بيانات للموارد البشرية التي استخدمة في التنفيذ لغاية اعداد هذه الدراسة

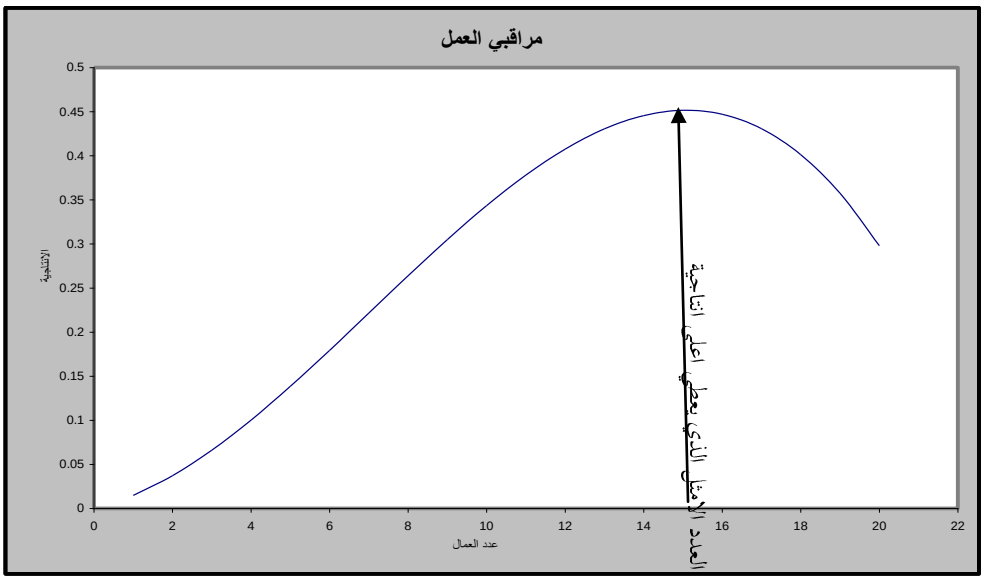
x	مراقبـــــي العمل	العمال المهرة	العمال
1	0.014786	0.041725	0.0001581650
2	0.037044	0.065614	0.0006218500
3	0.065937	0.088268	0.0013844310
4	0.100151	0.109723	0.0024392240
5	0.13837	0.130011	0.0037795450
6	0.179279	0.149168	0.0053987100
7	0.221563	0.167228	0.0072900350
8	0.263907	0.184224	0.0094468360
9	0.304995	0.200192	0.0118624290
10	0.343512	0.215165	0.0145301300
11	0.378143	0.229177	0.0174432550
12	0.407574	0.242263	0.0205951200
13	0.430488	0.254457	0.0239790410
14	0.445571	0.265793	0.0275883340
15	0.451507	0.276306	0.0314163150
16	0.446982	0.286029	0.0354563000
17	0.430679	0.294997	0.0397016050
18	0.401285	0.303244	0.0441455460
19	0.357483	0.310803	0.0487814390
63		0.482838	0.3413300910
64		0.494901	0.3476858840
65		0.507851	0.3539261650
66		0.521722	0.3600442500
67		0.536548	0.3660334550
68		0.552364	0.3718870960
69			0.3775984890
87			0.4484593950
88			0.4501981160
89			0.4516609090
90			0.4528410900
91			0.4537319750
92			0.4543268800
93			0.4546191210
94			0.4546020140
95			0.4542688750
96			0.4536130200
97			0.4526277650
98			0.4513064260
99			0.4496423190
132			0.1586871600



شكل رقم (7): العلاقة بين زيادة العمال والانتاجية حسب المعادلة



شكل رقم (8): العلاقة بين زيادة العمال المهرة والانتاجية حسب المعادلة

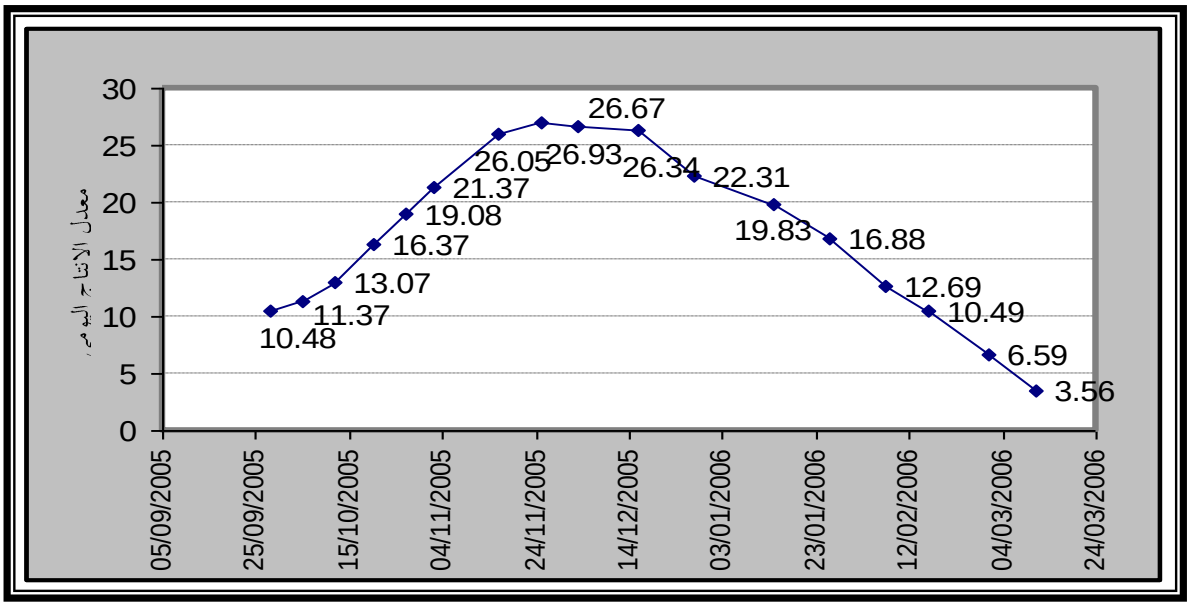


شكل رقم (9): العلاقة بين زيادة مراقبي عمل والانتاجية حسب المعادلة

6-3-6 تاثير استخدام العدد الامثل للموارد البشرية في نسب العجز للمشروع

عند حساب نسبة العجز للفترة من 2005/9/28 لغاية اعداد هذه الدراسة والتي تم تمثيله بمخطط بياني تتميز لدينا ثلاث مناطق والمبين في الشكل رقم (10) وكما يأتي:

- المنطقة الأولى وتمثل وتيرة تصاعدية في تطور نسبة العجز التي تنتهي بنسبة عجز مقدارها 26.93%.
- المنطقة الثانية التي يتسطح فيها المنحني بما يشير إلى السيطرة على العجز وثبوت نسبته مابين(26.34-26.05)%.
- المنطقة الثالثة والتي تشهد انخفاضاً في نسبة العجز إلى نسبة 3.56% بما يمثل استدراكاً لما يقرب من 23.37% وهي إشارة صحية لتقدّم معدّلات الإنتاجية اليومية.



شكل رقم(10):مخطط بياني يبين تطوّر نسب العجز

7- تقويم نظام المقترح للسيطرة على انتاجية الايدي العاملة

لغرض تقويم النظام المقترح للسيطرة على انتاجية العمالة من خلال ايجاد العدد الامثل للعمالة باعتماد المعادلات التي تم ايجادها في هذه الدراسة وبشكل شمولي ولغرض الحصول على اكبر عدد ممكن من الملاحظات حول اعتماد هذة النظام خلال تنفذ المشاريع فد تم بعد استعراض ومناقشة النظام والمعادلات وتوضيح اي غموض في النظام او اي التباسات قد تعرقل الية عمل النظام والمعادلات لعينة من الاستشاريين والمهندسين من ذوي الخبرة في ادارة المشاريع ،وتم توزيع عشرة قوائم استبيان حول الية النظام والمعادلات لغرض ملئها من قبل الخبراء والمختصين.

8- تحليل نتائج الاستبيان التقويمي

بعد جمع قوائم الاستبيان التقويمي وتحليل نتائجه تبينت الملاحظات التالية:

1. ان نسبة 20% من افراد الذين شملهم الاستبيان اشاروا الى ان النظام والمعادلات تحقق الغرض الذي وضع لاجله بشكل جيد جداً مع ضرورة تطوير والتحديث ,في حين اشاروا نسبة 50% الى انه يحقق النظام واهدافه بشكل جيد و30% بشكل متوسط.
2. اظهرة نسبة 70% من عينة الاستبيان ان النظام يعطي ادارة المشاريع سيطرة تامة على انتاجية الايدي العاملة في مشاريعهم ويضمن تجاوز التاخيرات التي تحدث بسببها.
3. اتفق 60% من المستبينين ان المعادلات يمكن اعتمادها في مشاريع اخر بعد تطويره.

9- الاستنتاجات

ان اهم الاستنتاجات المستنبطة من خلال البحث هي:

1. ليس هناك تطبيق دقيق للسيطرة على الايدي العاملة وأنتاجيتهم معتمدة في المشاريع الانشائية.
2. يوفر النظام المقترح نظام متكامل للسيطرة على انتاج الايدي العاملة ومتابعة مستمرة لها ويظهر اي تلكؤ في الانتاج بوقت مبكرة من مراحل التنفيذ.
3. اهم عامل لانجاح تطبيق السيطرة على تنفيذ المشاريع الانشائية هو أعتماد التوثيق الدقيق لتقارير سير العمل اليومية، حيث أظهرت الدراسة بأنها أكثر الوسائل فعالية لقياس الانتاجية.
4. يتضمن النظام اعتماد معادلات تعطي العدد التقريبي للايدي العاملة الواجب استخدامها في التنفيذ الذي يعطي أعلى أنتاجية، حيث أن اي زيادة او النقصان في اعداد العمالة يسبب نقصان في الانتاج وبالتالي عجز في نسب الانجاز.
5. أن أستخدام العدد الامثل للعمال خلال مرحلة التنفيذ يعطي فرصة أكبر لمراقبي العمل في أداء وظائفهم وبالتالي يسهل متابعة والسيطرة على حركة الايدي العامل في الموقع.
6. خلال الاستبيان التقويمي للنظام المقترح اوضح المستبينون ان النظام يعطي سيطرة تامة على انتاجية العمالة.

10- التوصيـــات

1. وضع قسم خاص في الشركات الانشائية لمتابعة والسيطرة على الموارد البشرية لانها تعتبر من أهم الموراد التي تؤثر بشكل فعال في تحقيق أفضل أنتاجية وبكلفة قياسية وبوقت مثالي في تنفيذ المشاريع.
2. لوحظة من خلال هذه الدراسة أن أكثر الموارد البشرية أرتباطاً بالانتاجية هو العمال، لهذا يجدر بنا البحث في كافة العوامل المؤثرة التي تؤدي الى رفع أنتاجية العمال.
3. أستخدام أسلوب المكافئات التشجيعية للعمال وتوفير الخدمات الانسانية والصحية لهم في الموقع لتحقيق الانتاج الجيد والسرعة في التنفيذ.
4. أشراك مراقبي العمل مع المهندسين في تحرير التقارير اليومية للانتاجية لما لهم من أحتكاك مباشر مع جميع مكونات الموارد البشرية التي يؤثر بصورة مباشرة في الانتاجية.

11- المصـــــــادر

1. Hendrickson, Chris," project mamagement for construction", prentice-Hall, Inc., New jaersey, 1989, P(137).

2. التميمي, محمد علي احمد ,"تأثير الظروف الجوية على أداء العاملين في تنفيذ الأعمال الانشائية" ، رسالة ماجستير مقدمة الى قسم الهندسة المدنية ,الجامعة المستنصرية, بغداد, 2002.

3. Adnan Enshassi[1] ,Sherif Mohamed[2],Peter Eduard Mayer[3] ,"Factors Affecting Labour Productivity in building Project The Gazastrip", journal of civil engineering and management, Vol XIII, No 4, 245-254,2008.

4. الربيعي ,نضال عدنان جاسم الربيعي بناء نظام لانتخاب نوع التعاقد واسلوب التنفذ للمشاريع الانشائية باعتماد تقنية النظام الخبير" رسالة ماجستير مقدمة الى قسم الهندسة المدنية , الجامعة المستنصرية, 2001.

5. التميمي ,دنيا صاحب," بناء نظام خبير للسيطرة النوعية على فقرات الرئيسية لاعمال المباني" ، رسالة ماجستير مقدمة الى قسم الهندسة المدنية ,الجامعة المستنصرية, بغداد, 2005.

6. Aynur Kazaz[1] ,EkremManisali[2] ,Serdar Ulubeyli[3],"Effect of Basic Motivational Factors on Construction workforce Productivity in Turkey", journal of civil engineering and management,2008, http:/www.jcem.vgtu.it.

7. النعيمي, جلال محمد," المدخل الى دراسة العمل", دار الحكمة للطباعة والنشر, الموصل,1990.

8. Bomya , T.A. & Sharma ,S.c.," Industrial organization Engineerng economics", Khnna Pub, Delhi, 1983.

9. Mundel M.E.," productivity Measurment and Improvement" Hand book of Industial Engineering, Ganeriiel Salvendy, Editor, JohnbWiltey & Sons, 1982.

10. Mohammad Omar," Primavera For Project Management",Arab Engineers for Engineering Studies & Consultants, April 2005.

11. The Business Roundtable ,"AConstruction Industry Cost Effectiveness Project Report", Report A-1,September,1992,Reprinted 1995.