

استعمال اسلوب البرمجة الديناميكية في تقدير حجم القوى العاملة للأعمال الميكانيكية أثناء تنفيذ مشروع توسيع تعاملات المياه الصناعية

Using the dynamic programming method in estimating the size of the workforce for mechanical works during the implementation of the project to expand industrial water transactions

أ.د. وقاص سعد

wakkas saad

Dr.wakkas1@coadec.uobaghdad.edu.iq

كلية الإدارة والاقتصاد/جامعة بغداد، بغداد، العراق

College of Administration and
Economics/University of Baghdad,
Baghdad, Iraq

نرجس صباح،

narjes sabah,

narjes.abduljabbar1205@coadec.uobaghdad.edu.iq

كلية الإدارة والاقتصاد/جامعة بغداد، بغداد، العراق

College of Administration and
Economics/University of Baghdad,
Baghdad, Iraq

المستخلص.

ركز البحث على القوى العاملة التي تعد من العناصر المهمة لنجاح أي مشروع، فأساس النجاح التخطيط والتنظيم وأهم ما يجب التخطيط له وتنظيمه هو حجم القوى العاملة لكل مرحلة من مراحل المشروع، وجرى تطبيق ذلك على مشروع توسيع تعاملات المياه الصناعية في مصفى بيجي كان سبب اختياره كعينة للبحث كونه مشروع ضخم يحوي الكثير من الأنشطة المتفرعة بطريقة معقدة تحتاج لإدخال أسلوب جديد يعمل على تسهيل تقدير حجم القوى العاملة المناسب لكل مرحلة بطريقة علمية صحيحة، وبسبب كثرة الأنشطة والأعمال التي تحتاج حجم مختلف من القوى العاملة عند كل مرحلة من مراحل المشروع والذي سيؤدي إلى زيادة عمليتي الاستئجار والاستغناء عن القوى العاملة لكل مرحلة ولتقليل تلك التكاليف إضافة إلى تقليل التكلفة الناتجة عن الاحتفاظ بقوى عاملة زائدة، تم استعمال أسلوب البرمجة الديناميكية في حل مشكلة تقدير حجم القوى العاملة المناسب للمشروع والذي يجب الاحتفاظ به عند كل مرحلة بهدف تقليل التكلفة وكان أهم ما تم التوصل إليه بعد اكمال البحث بأنه من الأفضل الاحتفاظ بالحد الأدنى من القوى العاملة عند كل مرحلة عدا بعض المراحل التي استوجب فيها الاحتفاظ بعامل زائد أو أكثر تجنباً لزيادة التكاليف.

الكلمات المفتاحية: البرمجة الديناميكية، تقدير حجم القوى العاملة، الأعمال الميكانيكية.

Abstract. The research focused on the workforce, which is one of the important elements for the success of any project, The basis for success is planning and organization, and the most important thing that must be planned and organized is the size of the workforce for each stage of the project, This was applied to the project to expand industrial water transactions in the Baiji refinery The reason for choosing it as a sample for research was that it is a huge project that contains many branching activities in a complex way that requires the introduction of a new method that facilitates the estimation of the appropriate manpower size for each stage in a correct scientific manner, And because of the large number of activities and works that require a different size of manpower at each stage of the project Which will lead to an increase in the process of hiring and laying off the workforce for each stage and to reduce these costs in addition to reducing the cost resulting from retaining an extra workforce, The method of dynamic programming was used to solve the problem of estimating the appropriate size of the workforce for the project, which must be kept at each stage in order to reduce the cost The most important finding after completing the research was that it is better to keep the minimum number of working forces at each stage, except for some stages in which it was necessary to keep one or more additional workforce in order to avoid increasing costs.

Keywords: Dynamic Programming, Estimating The Size Of The Workforce, Mechanical works.

1 المقدمة

تحقيق أفضل النتائج هي الغاية الرئيسية للإدارة وهذا يتحقق من خلال مجموعة من العوامل المؤثرة على نجاح انجاز المشروع ومنها القوى العاملة التي تعد أحد الموارد المؤثرة والمهمة في أي مشروع، حيث ان ادره المشروع لن تنجح الا اذا كان مدير المشروع وفريقه مكرسين تماما للانتهاء من المشروع بنجاح، لذلك تحظى القوى العاملة بأهمية بالغة كونها العنصر الأساس لضمان نجاح انجاز المشروع ضمن المدة المحددة دون تأخير، سعت هذه الورقة البحثية الى التركيز على أهمية تقدير حجم القوى العاملة لإحدى محاور المشروع بهدف ضمان الحصول على الحجم المناسب من القوى العاملة اللازم لكل مرحلة من مراحل تنفيذ الاعمال الميكانيكية بما لا يؤدي الى ارتفاع التكاليف الناتجة عن الاستئجار والاستغناء والاحتفاظ بعمال زائدين لضمان الحفاظ على القوى العاملة اللازمة لإتمام انجاز المشروع بنجاح ضمن المدة المحددة.

2 المنهجية

مشكلة البحث : لإنجاح عملية انجاز المشروع ضمن المدة المحددة وتحقيق الهدف المرجو من البدء بهذا المشروع وجب تركيز الاهتمام على القوى العاملة وخاصة في المشاريع الضخمة التي تستنزف الكثير من الوقت والموارد البشرية والمادية التي تؤدي الى احتياج المشروع لرأسمال ضخيم يغطي كل تلك التكاليف، وبما ان الاحتياج للقوى العاملة عند كل مرحلة في هذا المشروع متذبذب مما يؤدي الى زيادة حدوث عمليتي الاستئجار والاستغناء عن العاملين والتي يمكن أن تؤدي الى زيادة التكاليف، اضافة الى ضرورة وجود الحد المناسب من القوى العاملة لكل مرحلة لضمان سير العمل دون حدوث توقفات.

أهمية البحث : تكمن أهمية البحث في الأساس الأهمية العظمى التي تحظى بها القوى العاملة في كل خطوات ومراحل انجاز المشاريع بصورة عامة.

أهداف البحث : ايجاد والاحتفاظ بحجم مناسب من القوى العاملة لكل مرحلة بما لا يؤدي الى زيادة التكاليف الناتجة عن الاحتفاظ بقوى عاملة زائدة.

مجتمع وعينة البحث : مشروع توسيع تعاملات المياه الصناعية احدى المشاريع المنفذة لصالح شركة مصافي الشمال التابعة لوزارة النفط، لمصفى الصمود، في مصفى بيجي صلاح الدين تنفذها شركة سعد للمقاولات العامة، وقد كان من بين جملة المشاريع المتوقفة بسبب الظروف الأمنية التي شهدتها محافظة صلاح الدين بتاريخ 10/6/2014، بدأ اعادة العمل به مجددا بتاريخ 2018/7/9 وتم الانتهاء من مراحل انجازه بتاريخ 2021/8/3. هدف المشروع تجميع الدهون من احدى وحدات التصفية المجاورة (مصفى مجاور الوحدة) وفصلها عن الماء ودفع الدهون الى خزانات الوحدة، يتكون المشروع من أربعة تصنيفات أولية من الأعمال (مدنية، معمارية، ميكانيكية، كهربائية) وكل منها تظم مجموعة فرعية من الأعمال التابعة للتصنيف الأولي ركز هذا البحث على محور الأعمال الميكانيكية.

3 الجانب النظري

1.3 البرمجة الديناميكية

1.1.3 تاريخ البرمجة الديناميكية

عرضت البرمجة الديناميكية لأول مرة من قبل الكاتب Farnat خلال المدة ما بين 1601-1665 من خلال مبدأ البصرييات. ثم لأول مرة استخدم مصطلح ال (DP) Dynamic programming في مجال بحوث العمليات من قبل الباحث الفرنسي Pierre Masse في عام 1944 , ثم قام بعد ذلك الباحث الأمريكي Richard Bellman بشرحها وعرضها بشكل أكثر تفصيلاً ووضوح وذلك عام 1952 (Jarad, 2006: p. 3). وفي الستينيات كتبت العديد من الكتب واجريت العديد من البحوث لاستكشاف استخدام البرمجة الديناميكية كوسيلة لتحسين التحكم الأمثل لحل المشاكل (Luus,2000:P82). البرمجة الديناميكية هي أسلوب خاص للأمثلية مختلف عن الخوارزمية الخاصة المبسطة التي هي مجموعة من القواعد العددية على مشكلة البرمجة الخطية، حيث تمثل تقنية الوصول للحل الرياضي الأمثل (Bakhit et al., undated: p. 169)، صممت في الأساس لتطوير الكفاءة الحسابية لبعض مسائل الأمثلية (Hassan et al., 2013: p. 379)، كذلك وتستخدم البرمجة الديناميكية مفهوم "الحفظ" للتخلص من حساب القيم أكثر من مرة، والحفظ ببساطة هو عملية تخزين القيمة المحسوبة التي نعلم أنها ستستخدم لحساب القيم الأخرى لاحقاً في الحساب (Shareef,2013:p227)، كما وتكمن الغاية من أسلوب البرمجة الديناميكية في بناء سلسلة من العلاقات المتشابهة والمتراكبة القرارات والتي ستحدد سير عملية التشغيل لأي نظام (Bakhit et al., undated: p. 169).

2.1.3 تعريف البرمجة الديناميكية

هي أسلوب رياضي يهدف الى ايجاد الأمثلية لدالة معينة طبقا الى عدد من الشروط، ويتم ذلك عن طريق تجزئة المسألة الأصلية الى عدد من المسائل الفرعية ومن ثم ربطها بعلاقة رياضية، ولكل مسألة عدد من الحالات لمتغيرات القرار وعند الحصول على الحل الأمثل لمرحلة فرعية بواسطة العلاقات التكرارية تستخدم هذه الحلول الفرعية للتوصل للحل الأمثل النهائي للمسألة (Muhammad et al., 2012: p. 308)، كذلك فالبرمجة الديناميكية إحدى الطرق الرياضية في نمذجة المسائل التي تهتم بإيجاد الحل الأمثل للمسائل التي تتميز بتعدد المراحل بحيث يسهل تجزئتها الى مراحل متعددة ومتراكبة وذلك بتحويل كل منها الى عدد من المسائل الفرعية ومن ثم ايجاد الحل الأمثل لكل مسألة فرعية على حدة، ثم يتقدم الحل من مرحلة الى أخرى ليكون القرار الذي يمكن اتخاذه في أي مرحلة لاحقة هو القرار الأمثل بغض النظر عن نوعية القرار الذي تم اتخاذه في المرحلة الحالية، ونتيجة ذلك هو الحصول على الحل المثالي للمسألة الكلية (خلف وآخرون، 2018، ص106)، كذلك هي تقنية رياضية مفيدة لعمل تسلسل قرارات مترابطة توفر اجراء منهجيا لتحديد المزيج الأمثل من القرارات (Hillier and Other، 2015 :P438)

3.1.3 الفكرة الرئيسية من البرمجة الديناميكية

البرمجة الديناميكية أسلوب رياضي مصمم لتطوير الكفاءة الحسابية لبعض مسائل الأمثلية، فكرته الأساسية هي تجزئة المسألة الأصلية الى مسائل فرعية (sup problem) لتصبح أكثر سهولة وبساطة في التعامل والحل أي من الناحية الحسابية (Hassan et al., 2013: p. 379)، ثم تبدأ بإيجاد حل أمثل لجزء صغير من المشكلة الأصلية و ثم التقدم (Taha, 2017:P469)، وإيجاد حل أمثل للمشكلة الحالية من حل المشكلة السابقة، حتى تصل لحل المشكلة بالكامل (Hillier & other, 2010:P 439) أي ان نهج البرمجة الديناميكية يحل المشكلة على مراحل وكل مرحلة تحتوي على عدد من الحالات المحتملة (Ravindran, 2009:P237).

4.1.3 مزايا أسلوب البرمجة الديناميكية في ادارة المشاريع مقارنة بالطرق الاخرى :

(Senouci&Other, 1996,P8)

1. يقوم بتحليل المفاضلة بين التكلفة والوقت للمشاريع الخطية التسلسلية وغير التسلسلية .
2. يقوم بإنشاء ملفات تعريف التكلفة المباشرة للمشروع وتكلفة الوقت.
3. يوفر لمديري المشاريع أداة للتحكم في تكاليف ومدد المشروع .
4. يعالج الأنشطة مع تشكيلات طاقم متعدد ومعدلات الانتاج وأوقات التأخير .
5. يتعامل مع تكلفة النشاط الخطي وغير الخطي والمنفصل المهام .
6. يتفوق على أساليب PERT , CPM القياسية بدرجة عالية في مشاريع البناء المتكررة .

5.1.3 العناصر الأساسية لنموذج البرمجة الديناميكية

1. المراحل Stage :تمثل جزءا من المسألة التي سيتم اتخاذ القرار بشأنها (Shukri, 2015: p. 72)، وهي احدى الأساسيات التي يتم عليها تقسيم المشكلة الرئيسية وبعد ذلك استخراج قيم المتغيرات العائدة للمرحلة (Al-Taie and others, no date: p. 322).
2. متغيرات القرار (البداية): متغيرات القرار في كل مرحلة والدوال الخاصة بها هي المتغيرات التي تمثل الربط بين المرحلة الحالية والمراحل السابقة أو اللاحقة وعن طريق تحديد عملية الربط يتم اتخاذ القرار الأمثل للمرحلة الحالية (بخيت وآخرون، بلا تاريخ، ص169).
3. حالة النظام (Stage of System): عند كل مرحلة تمثل حالة النظام عند المرحلة i المعلومات التي تربط المراحل ببعضها بطريقة تسمح باتخاذ أفضل القرارات الممكنة في مرحلة مستقبلية بشكل مستقل من القرارات التي اتخذت بالفعل في جميع المراحل السابقة (Taha, 2017,p472).

6.1.3 مبدأ الأمثلية

المفهوم الرئيسي لتقنية البرمجة الديناميكية يكمن في مبدأ الأمثلية والذي يمكن ذكره على النحو التالي:

السياسة المثلى لها خاصية مهما كانت الحالة الأولية والقرار الأولي، يجب أن تشكل القرارات المتبقية السياسة المثلى فيما يتعلق بالحالة الناتجة عن القرار الأول (Luus, 2000:P82).

يشير هذا المبدأ الى ان القرار الخاطئ الذي يتم اتخاذه في مرحلة ما لا يمنع من اتخاذ القرار الأمثل للمراحل القادمة يعد هذا المبدأ قاعدة ثابتة لتقنية البرمجة الديناميكية (Murthy, 2007:P565).

7.1.3 الصيغة الرياضية لاسلوب البرمجة الديناميكية:

يجب أن تكون المعادلات الخاصة المستخدمة وضعت لتناسب كل حالة . لذلك , فان درجة معينة من البراعة والبصيرة مطلوبة في الهيكل العام لمشاكل البرمجة الديناميكية لمعرفة متى وكيف يمكن حل مشكلة بإجراءات البرمجة الديناميكية (Hiller & Other 424 P:2010). سيتم هنا ذكر المعادلة الخاصة بحل مسألة تقدير حجم القوى العاملة (Taha,2017,p472-480):

$$f_i(x_{i-1}) = \min_{x_i \geq b_i} \{C_1(x_i, b_i) + C_2(x_i - x_{i-1}) + f_{i+1}(x_i)\} \quad (1)$$

حيث أن: $i = 1, 2, 3, \dots, n$

والتالي تعريف المصطلحات المستخدمة في المعادلة أعلاه:

$f_i(x_{i-1})$ = تكلفة الاستئجار والاحتفاظ بالقوى العاملة عند المرحلة i

x_i = العدد الفعلي للعمال المستخدمين في الفترة i

$C_1(x_i, b_i)$ = تكلفة الاحتفاظ بقوى عاملة زائدة عن الحد الأدنى

b_i = الحد الأدنى للقوى العاملة للمرحلة i

$C_2(x_i - x_{i-1})$ = تكلفة استئجار عمالة اضافية

2.3 القوى العاملة

1.2.3 التخطيط للقوى العاملة

الى جانب وظائف التنظيم والتوجيه والرقابة التي تقوم بها ادارة المشروع يعد التخطيط الوظيفية الرئيسية الاولى في العملية الادارية (Reda, 2010: p. 83) حيث يجب تحليل وتخطيط القوى العاملة والمعدات من خلال الشبكة الأساسية للمشروع باستخدام تقنية CPM. التكلفة الأساسية لتقنية طريقة المسار الحرج كافية لتلبية جميع احتياجات التخطيط والجدولة للمشروع. ولكن هنالك احتياجات اخرى لوظائف تتطلب معدات ثقيلة كالمعدات المستخدمة عند انشاء السدود والطرق السريعة مما تتطلب اجراء تحليل الموارد (Brien&other,2006:P290).

2.2.3 تعريف التخطيط للقوى العاملة

يعرف على انه وسيلة لضمان الحصول على الأفراد اللازمين لسير العملية الانتاجية والادارية والتسويقية من الكفاءات المحدودة وبأعداد معينة للفترة الزمنية القادمة (Reda, 2010: p. 83)، كذلك يعرف التخطيط للقوى العاملة بأنه عملية حصر الموارد البشرية وتقييمها وايضا العمل لتحقيق الموازنة ما بين عنصري العرض والطلب على القوى العاملة كما ونوعا على مستوى الاقتصاد الكلي أو القطاعي أو على مستوى مشروع معين (Al-Fatlawi, 2014, p. 214).

3.2.3 أهداف التخطيط للقوى العاملة

1. تحديد المعالم الواقعية لقوة العمل المتاحة من خلال معرفة وضع القوى العاملة القائم بصورة تفصيلية.
2. معرفة مصادر الحصول على القوى العاملة وتقييمها بهدف معرفة كيفية الاستفادة المثلى منها في تنفيذ خطة الحصول على القوى العاملة من حيث العدد والنوع.
3. من خلال جمع البيانات والمعلومات ستتمكن من معرفة المشاكل المتوقع حدوثها ووضع الحلول العلمية لها أو لمعظمها في الوقت الحاضر، مع التأكد من العمل على حل جميع المشاكل مستقبلا وضمان عدم تكرارها (Mumin, 2015: pp. 64-65).

اضافة الى ذلك أحد الأهداف الأخرى للتخطيط للقوى العاملة هو الاستقرار السياسي والاجتماعي للمجتمع والدولة حيث يمنع تخطيط القوى العاملة عرقلة الانتاج وكذلك يساعد في اختيار المشاريع التي يكثر فيها استخدام الايدي العاملة لتفادي النقص في القوى العاملة (Reda, 2010: p. 83).

4.2.3 مهارة وخبرة القوى العاملة

تعد المهارة والخبرة مسألتان مهمتان في اختيار الأفراد لوجود الكثير من الوظائف التي يستوجب اداءها وجود مهارات وخبرات معينة في العامل الذي يرشح لشغلها. تعبر المهارة عن تمتع العامل بالقدرة على اتقان مهنة معينة يتميز بها مع اتقان فنونها انعكاسا لشغفه وتعلقه بها واحترافه لها وتقرب المهارة جدا من مصطلح البراعة المتعلقة بالقدرة، في حين تمثل الخبرة كل ما اكتسبه الفرد من معلومات ومعارف خلال مدة حياته العملية تمكنه من اداء العمل بسهولة ويسر (Al-Dabbagh, 2008: p. 72)، كما وتعتبر مهارة القوى العاملة من العوامل الرئيسية المساعدة في تعزيز القدرة الانتاجية، حيث تستثمر العديد من المنظمات قواها العاملة لبناء منظمات قائمة على المعرفة ويمكنها أن تحقق عائدا، فبدون القوى العاملة الماهرة التي بإمكانها تحسين الانتاجية بصورة مستمرة من غير الممكن تحقيق تحسين الانتاجية بصورة كاملة، وبذلك يتطلب من مديري المشاريع والمدراء والمقاولين التركيز أكثر على المهارات المتعلقة بتنظيم البيانات وتنسيق أنشطة الأفراد (Abdel Majeed, 2018: pp. 18-19). عادة، يجب أن تبدأ في تجميع فريق المشروع أثناء تطوير هيكل تنظيم العمل (WBS) للمشروع لأن هذا هو الوقت الذي تصبح فيه المهارات المطلوبة لتنفيذ المشروع واضحة (Knudson and other, 1991: p21).

5.2.3 الأسباب الشائعة للتغيرات في بيئة المشروع

1. تغير في السياسة التنظيمية مما يؤثر على أولوية المشروع .
2. اعادة التنظيم في الشركة والتي تخلق تعديلات في التوظيف على المشروع .
3. التغيرات في تكوين فريق المشروع بناء على مراحل دورة حياة المشروع .
4. تقليل ميزانية المشروع بسبب تقليص النفقات .
5. ظهور جهة منافسة جديدة سيتطلب انجاز أسرع للمشروع .
6. المواقف السياسية (دراسات بيئية، أنظمة حكومية وقرارات التمويل الرئيسية) تؤثر بشكل خطير على بداية دورة الحياة العامة للمشروع (verma, 1997: P43).

6.2.3 تكافؤ فرص العمل :

تكافؤ فرص العمل (EEO) : مجموعة القوانين والسياسات التي يتطلب حقوق جميع الأفراد لتكافؤ الفرص في مكان العمل ، بغض النظر عن العرق ، اللون والجنس والدين والأصل القومي ، العمر أو الإعاقة (Mondy and Martocchio, 2016: p65) . للحماية القانونية ضد التمييز الغير العادل في أوروبا ، كان هناك تحرك نحو منصة مشتركة لحقوق الإنسان فيما يتعلق المساواة والإنصاف. كان أحد التطورات الرئيسية هو محاولة تنسيق الحماية ضد التمييز في العمل. داخل كل بلد كانت هناك تغييرات إما تعديلات على القوانين القائمة أو إدخال قوانين جديدة في الامتثال مع توجيهات الاتحاد الأوروبي (Beardwell and Thompson, 2017: P182) . لقد خضع مفهوم EEO إلى الكثير من التعديلات و صقل منذ صدور قانون المساواة في الأجور لعام 1963 ، وقانون الحقوق المدنية لعام 1964 ، و قانون التمييز على أساس السن في التوظيف لعام 1967. التشريعات الفيدرالية وقرارات المحكمة العليا ، والأوامر التنفيذية لها تطلب من المؤسسات العامة والخاصة الاستفادة من قدرات القوى العاملة التي كانت إلى حد كبير قلة الاستخدام قبل منتصف الستينيات (Mondy and Martocchio, 2016: p66). المبدأ الأساسي وراء التوجيهات هو حق المساواة العلاج بغض النظر عن الجنس أو الأصل العرقي أو الدين أو المعتقد أو الإعاقة أو العمر أو التوجه الجنسي. بمعنى آخر ، إذا اعتبر شخص ما أنه قد عومل بشكل غير عادل بسبب من جنسهم وعمرهم ودينهم وما إلى ذلك ، فلهم الحق القانوني في تحدي صاحب العمل و طلب التعويض (Beardwell and Thompson, 2017: P182) .

4 الجانب التطبيقي

تقدير حجم القوى العاملة لمحور الأعمال الميكانيكية باستعمال اسلوب البرمجة الديناميكية

1.4 نبذة مختصرة

واقع سوق العمل الخاص بإدارة وتنفيذ المشاريع يختلف كثيرا عن الدراسة النظرية وهذه مشكلة من المشاكل التي واجهت الباحثة اثناء قيامها بعملية جمع البيانات اللازمة لتطبيق الجانب العملي من البحث وتمثل الاختلاف أو لا وجود ثلاث تصنيفات لاجور العاملين (خلفه بأجر 75000 د.ع/يوم ، عامل ماهر بأجر 35000 د.ع/يوم ، عامل عادي بأجر 25000 د.ع/يوم) وذلك شيء متوقع لاختلاف خبراتهم ومهاراتهم وكذلك نوع العمل الذي سيقومون به ، ولحل هذه المشكلة قامت الباحثة بوضع مجموعة من القوانين لاحتساب معدل تكلفة استئجار العمال تهدف بذلك تسهيل حسابات تقدير حجم القوى العاملة باستخدام اسلوب البرمجة الديناميكية وكالاتي :

1. تكلفة العمل لكل نشاط = (أجرة الخلفة × العدد) + (أجرة العامل الماهر × العدد) + (أجرة العامل الغير ماهر × العدد)
2. معدل أجر العامل (كلفة استئجار العامل) = مج (تكلفة العمل لكل نشاط) / العدد الكلي للعمال
3. كلفة استئجار العامل = كلفة الاحتفاظ بالعمال

كذلك سيتم تقسيم الأعمال حسب نوعها وأسبقيّة تنفيذها ومن ثم تقسيم كل نوع الى مجموعة مراحل وتوضيح ذلك بشبكة تحوي رمز النشاط أعلى السهم والحد الأدنى اللازم من القوى العاملة أسفل السهم الغرض من هذا أيضا هو التجزئة لتسهيل حل المشكلة المتمثلة تقدير حجم القوى العاملة وهذا هو جوهر اسلوب البرمجة الديناميكية ، ومن ثم دمج الأنشطة المتتابعة والتي تحتاج الى نفس حجم

القوى العاملة في مرحلة واحدة أي ان كل مرحلة ستحتوي على نشاط واحد أو مجموعة أنشطة. كانت تكلفة الاستغناء عن العمال في المشروع صفر أو غير موجودة بناء على ما تم في واقع تنفيذ المشروع. سيتم حذف ثلاث اصفار من اجور العاملين لتسهيل اجراء العمليات الحسابية.

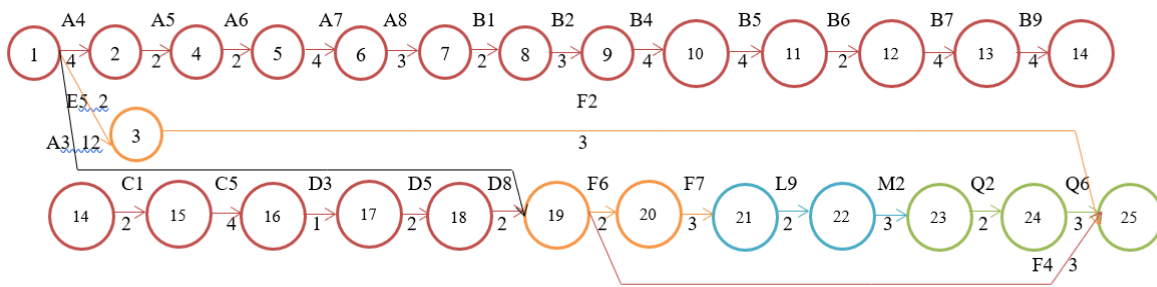
باستخدام المعادلة المتتالية الخاصة بتقدير حجم القوى العاملة وفقا لاسلوب البرمجة الديناميكية كآلاتي :

$$f_i(x_{i-1}) = \min_{x_i \geq b_i} \{C_1(x_i - b_i) + C_2(x_i - x_{i-1}) + f_{i+1}(x_i)\}, i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

$$f_{n+1}(x_n) = 0$$

2.4 شبكة الأعمال الميكانيكية:

تم رسم شبكة الأعمال الميكانيكية وهي مقتبسة من الشبكة الرئيسية للمشروع وخاصة فيما يخص تتابع الأنشطة وتسمياتها مع وضع رمز النشاط أعلى السهم والحد الأدنى الاثر من القوى العاملة لكل نشاط أسفل السهم في شبكة الأعمال الميكانيكية ، والشكل التالي (1) يوضح شبكة ملحق الأعمال الميكانيكية :



شكل (1) شبكة الأعمال الميكانيكية

3-4 البيانات الخاصة بتقدير حجم القوى العاملة للأعمال الميكانيكية:

أدناه البيانات كاملة مع المعالجات الخاصة بتوحيد تكلفة استئجار العاملين بكافة تصنيفاتهم،

جدول 1: حجم القوى العاملة وكلفتها الأعمال الميكانيكية / اكمال انشاء الخزانات

تكلفة العمل لكل نشاط	عدد القوى العاملة×تكلفة الاستئجار			رمز النشاط	اسم النشاط
	غير ماهر	ماهر	خلفة		
أعمال نصب خزانات (Slop Oil Tank)					
200	25×2	0	75×2	A4	نقل ومداولة المواد الخاصة بالسقوف + رفع وتطبيق سقف الخزان
150	0	0	75×2	A5	معالجة كافة ملاحظات اللحام

أعمال الفتحات الخاصة بالفوهات في الجدران وسقوف الخزانات وتشمل					
150	0	0	75×2	A6	قطع الصفائح الحديدية حسب والمناسيب والاتجاهات الخاصة بها
210	25×1	35×1	75×2	A7	نقل ومداولة الفلنجات والأنابيب الخاصة بالفوهات أعمال اللحام (Reinforcement plate) حول محيط الفوهة وتطبيق ولحام الأنابيب والفلنجات
أعمال نقل وتجميع أجزاء السلالم الحديدية الخاصة بالخزانات وتشمل					
185	0	35×1	75×2	A8	تفصال ولحام وتطبيق أجزاء البايات والمحجرات ورفع وتثبيت وتطبيق ولحم السلم الحديدي
أعمال نقل وتثبيت أحواض حديدية في قاعدة الخزانات وتشمل					
150	0	0	75×2	B1	قطع صفيحة أرضية الخزان
85	25×2	35×1	0	B2	حفر الأرضية تحت حوض الخزان
220	0	35×2	75×2	B4	تطبيق ولحام حوض الخزان مع الصفيحة الحديدية في أرضية الخزان
أعمال نقل وتثبيت ملفات التسخين داخل الخزان وتشمل					
260	0	35×1	75×3	B5	تفصال وتجميع أجزاء الملف
110	0	35×1	75×1	B6	الفحص الهندسي خارج الخزان
220	0	35×2	75×2	B7	تفصال ولحم مثبتات الملف في الاتجاه والمنسوب المطلوب على جدران الخزان
220	0	35×2	75×2	B9	أعمال تركيب ولحام الملف في المكان المخصص له
أعمال نصب منظومة الاطفاء وتشمل					
50	25×2	0	0	C1	نقل ومداولة المواد
210	25×1	35×1	75×2	C5	أعمال تفصيل وتثبيت ولحام أنابيب منظومة الاطفاء
35	0	35×1	0	D3	نصب (Foam chamber)
أعمال الفحص الهندسي للخزانات وتشمل					
70	0	35×2	0	D5	عزل الفوهات في جدران الخزانات وملفات التسخين
70	0	35×2	0	D8	تهيئة الخزانات للفحص الهيدروستاتيكي
الأعمال الميكانيكية / تجهيز ونصب شبكة الأنابيب -1					
630	25×3	35×3	75×6	A3	أعمال وتقطيع وتفصيل ولحام خط الأنابيب
الأعمال الميكانيكية/ نصب CPI					
70	0	35×2	0	E5	تثبيت معدة CPI على الصبة
105	0	35×3	0	F2	ربط معدة CPI بأنابيب شبكة المشروع عن طريق شد الفلنجات مع بعضها بواسطة سدادات

تجهيز ونصب منظومة اطفاء الحريق					
70	0	35×2	0	F6	تثبيت المنظومة (الخزان) على الصبة الخاصة بها بواسطة الانكر بولت
105	0	35×3	0	F7	ربط المنظومة بشبكة الأنابيب عن طريق الفلينجات والسندادات
70	0	35×2	0	F6	تثبيت المنظومة (الخزان) على الصبة الخاصة بها بواسطة الانكر بولت
تجهيز ونصب المضخات					
70	0	×2	0	Q2	تثبيت منظومة المضخات على الصبة الخاصة بها بواسطة الانكر بولت
105	0	35×3	0	Q6	ربط المنظومة بشبكة الأنابيب عن طريق الفلينجات والسندادات
تجهيز ونصب الـ Ejector					
105	0	35×3	0	F4	تجهيز ونصب Ejector
تجهيز ونصب منظومة الـ (Skimmer)					
70	0	35×2	0	L9	وضع منظومة القاشطة (Skimmer) في حوض الدهون الكونكريتي الخاص بها
105	0	3×35	0	M2	ربط المنظومة بالشبكة خارج الحوض عن طريق هوزات (صوندات كبيرة) Hoses
4030	المجموع				

معدل أجر العامل للأعمال الميكانيكية = $19.56 = 206 / 4030$ ألف دينار باليوم للعامل

$$C_1 = C_2 = 19.56$$

الحد الأدنى من القوى العاملة اللازمة لكل مرحلة :

$$P_1=4, P_2=2, P_3=4, P_4=3, P_5=2, P_6=3, P_7=4, P_8=2, P_9=4, P_{10}=2, P_{11}=4, P_{12}=1, P_{13A}=2, P_{13B}=12, P_{14}=3, P_{15}=2, P_{16}=3, P_{17}=2, P_{18}=3$$

4-4 تقدير حجم القوى العاملة للأعمال الميكانيكية:

بتطبيق المعادلة (1) الخاصة بتقدير حجم القوى العاملة،

$$f_i(x_{i-1}) = \min_{x_i \geq b_i} \{C_1(x_i - b_i) + C_2(x_i - x_{i-1}) + f_{i+1}(x_i)\}, i = 1, 2, \dots, 18$$

$$f_{n+1}(x_n) = 0$$

مرحلة 18 /

النشاط F2, F4, Q6

$19.56 (x_{18} - 3) + 19.56 (x_{18} - x_{17})$		Optimum solution	
x_{17}	$x_{18}=3$	$F_{18}(x_{17})$	x_{18}
2	19.56	19.56	2

مرحلة 17 /

النشاط Q2

$19.56 (x_{17}-2) + 19.56 (x_{17}-x_{16}) + F_{18}(x_{17})$		Optimum solution	
X_{16}	$x_{17}=2$	$F_{17}(x_{16})$	X_{17}
3	0	0	2

مرحلة 16 /

النشاط M2

$19.56 (x_{16}-3) + 19.56 (x_{16}-x_{15}) + F_{17}(x_{16})$		Optimum solution	
X_{15}	$x_{16}=3$	$F_{16}(x_{15})$	X_{16}
2	19.56	19.56	3

مرحلة 15 /

النشاط L9

$19.56 (x_{15}-2) + 19.56 (x_{15}-x_{14}) + F_{16}(x_{15})$		Optimum solution	
X_{14}	$x_{15}=2$	$F_{15}(x_{14})$	X_{15}
3	0	0	2

مرحلة 14 /

النشاط F7

$19.56 (x_{14}-3) + 19.56 (x_{14}-x_{13}) + F_{15}(x_{14})$		Optimum solution	
X_{13}	$x_{14}=3$	$F_{14}(x_{13})$	X_{14}
2	19.56	19.56	3

مرحلة A13 /

النشاط F6,D8,D5

$19.56 (x_{13}-2) + 19.56 (x_{13}-x_{12}) + F_{14}(x_{13})$		Optimum solution	
X_{12}	$x_{13}=2$	$F_{13}(x_{12})$	X_{13}
1	139.12	139.12	2
2	19.56	19.56	2

مرحلة B13 /

النشاط A3

$19.56 (x_{13}-12) + 19.56 (x_{13}-x_0) + F_{14}(x_{13})$		Optimum solution	
X_0	$x_{13}=12$	$F_{13}(x_0)$	X_{13}
0	254.28	254.28	12

مرحلة 12 /

النشاط D3

$19.56 (x_{12}-1) + 19.56 (x_{12}-x_{11}) + F_{13}(x_{12})$		Optimum solution	
X_{11}	$x_{12}=1$	$F_{12}(x_{11})$	X_{12}
4	80.44	0	2

مرحلة 11 /

النشاط C5

$19.56 (x_{11}-4) + 19.56 (x_{11}-x_{10}) + F_{12}(x_{11})$			Optimum solution	
X_{10}	$x_{11}=4$		$F_{11}(x_{10})$	X_{11}
2	39.12		39.12	6
3	19.56		19.56	6
4	0		0	6

مرحلة 10 /

النشاط C1

$19.56 (x_{10}-2) + 19.56 (x_{10}-x_9) + F_{11}(x_{10})$				Optimum solution	
X_9	$x_{10}=2$	$x_{10}=3$	$x_{10}=4$	$F_{10}(x_9)$	X_{10}
4	0	19.56	39.12	0	2

مرحلة 9 /

النشاط B7,B9

$19.56 (x_9-4) + 19.56 (x_9-x_8) + F_{10}(x_9)$			Optimum solution	
X_8	$x_9=4$		$F_9(x_8)$	X_9
2	39.12		39.12	4
3	19.56		19.56	4
4	0		0	4

مرحلة 8 /

النشاط B6

$19.56 (x_8-4) + 19.56 (x_8-x_7) + F_9(x_8)$				Optimum solution	
X_7	$x_8=2$	$x_8=3$	$x_8=4$	$F_8(x_7)$	X_8
4	-	-	0	0	4

مرحلة 7 /

النشاط B4,B5

$19.56(x_7-4) + 19.56 (x_7-x_6) + F_8(x_7)$			Optimum solution	
X_6	$x_7=4$		$F_7(x_6)$	X_7
3	19.56		19.56	4
4	0		0	4

مرحلة 6 /

النشاط B2

$19.56 (x_6-3) + 19.56 (x_6-x_5) + F_7(x_6)$			Optimum solution	
X_5	$x_6=3$	$x_6=4$	$F_6(x_5)$	X_6
2	39.12	58.68	39.12	3
3	19.56	39.12	19.56	3

مرحلة 5 /

النشاط B1

$19.56 (x_5-2) + 19.56 (x_5-x_4) + F_6(x_5)$			Optimum solution	
X_4	$x_5=2$	$x_5=3$	$F_5(x_4)$	X_5
3	19.56	39.12	19.56	2

مرحلة 4 /

النشاط A8

$19.56(x_4 - 3) + 19.56(x_4 - x_3) + F_5(x_4)$			Optimum solution	
X_3	$x_4=3$		$F_4(x_3)$	X_4
4	0		0	3

مرحلة 3 /

النشاط A7

$19.56(x_3 - 6) + 19.56(x_3 - x_2) + F_4(x_3)$			Optimum solution	
X_2	$x_3=4$		$F_3(x_2)$	X_3
2	39.12		39.12	4
3	19.56		19.56	4
4	0		0	4

مرحلة 2 /

النشاط A5,A6,E5

$19.56(x_2 - 2) + 19.56(x_2 - x_1) + F_3(x_2)$				Optimum solution	
X_1	$x_2=2$	$x_2=3$	$x_2=4$	$F_2(x_1)$	X_2
4	0	19.56	39.12	0	2

مرحلة 1 /

النشاط A4

$19.56(x_1 - 4) + 19.56(x_1 - x_0) + F_2(x_1)$			Optimum solution	
X_0	$x_1=4$		$F_1(x_0)$	X_1
0	78.24		78.24	4

5-4 مناقشة نتائج تقدير حجم القوى العاملة للأعمال الميكانيكية:

ان نتائج تقدير حجم القوى العاملة للأعمال الميكانيكية لكل مرحلة حققت أدنى تكلفة باتخاذ قرارات الاحتفاظ بالحد الأدنى للقوى العاملة أو الاحتفاظ بعامل واحد أو أكثر زائد عن الحد الأدنى للمرحلة , وهنا سيتم الاحتفاظ بالحد الأدنى من القوى العاملة عدا المرحلتين 8 و 11 سيتم بهما أيضا الاحتفاظ بعاملين زائدين والمرحلتين 12 و 18 التي سيتم بهما الاحتفاظ بعامل زائد، وكما مبين ادناه حجم القوى العاملة الذي سيتم الاحتفاظ به عند كل مرحلة :

$$X_0=0 \Rightarrow X_1=4 \Rightarrow X_2=2 \Rightarrow X_3=4 \Rightarrow X_4=3 \Rightarrow X_5=2 \Rightarrow X_6=3 \Rightarrow X_7=4 \Rightarrow X_8=4 \Rightarrow X_9=4 \Rightarrow X_{10}=2 \Rightarrow X_{11}=6 \Rightarrow X_{12}=2 \Rightarrow X_{13A}=2 \Rightarrow X_{13B}=12 \Rightarrow X_{14}=3 \Rightarrow X_{15}=2 \Rightarrow X_{16}=3 \Rightarrow X_{17}=2 \Rightarrow X_{18}=2$$

جدول (2) خلاصة نتائج تقدير حجم القوى لعماله للأعمال الميكانيكية

المرحلة	الحد الأدنى للقوى العاملة	القوى العاملة الفعلية	القرار	التكلفة تكلفة الاستئجار × عدد العمال
1	4	4	استئجار 4 عامل	$78.24 = 19.56 \times 4$
2	2	2	الاستغناء عن 2 عامل	0
3	4	4	استئجار 2 عامل	$39.12 = 19.56 \times 2$
4	3	3	الاستغناء عن عامل	0
5	2	2	الاستغناء عن عامل	0
6	3	3	استئجار عامل	$19.56 = 19.56 \times 1$
7	4	4	استئجار عامل	$19.56 = 19.56 \times 1$
8	2	4	لا تغيير	0
9	4	4	لا تغيير	0
10	2	2	الاستغناء عن 2 عامل	0
11	4	6	استئجار 4 عامل	$78.24 = 19.56 \times 4$

0	الاستغناء عن 4 عامل	2	1	12
0	لا تغيير	2	2	A13
$195.6 = 19.56 \times 10$	استئجار 10 عامل	12	12	B13
$19.56 = 19.56 \times 1$	استئجار عامل	3	3	14
0	الاستغناء عن عامل	2	2	15
$19.56 = 19.56 \times 1$	استئجار عامل	3	3	16
0	الاستغناء عن عامل	2	2	17
0	لا تغيير	2	3	18
التكلفة الكلية $f_1(0) = 469.44$ ألف دينار				

5 الاستنتاجات

1. يعد هذا المشروع من المشاريع المهمة للحفاظ على البيئة لذا يستوجب ضرورة دعم وتركيز اهتمام وزارة البيئة العراقية بمثل هكذا نوع من المشاريع لما لها من تأثير فعال في تقليل تلوث المياه والحفاظ على البيئة من التلوث اضافة الى الاستفادة من المياه الصناعية التي تمت معاملتها لتنقيتها من الدهون وكافة الملوثات العالقة الاخرى.
2. نتيجة البطالة ووجود الكثير من القوى العاملة ذات الكفاءة والمهارة العالية انعدمت تكلفة الاستغناء عن العامل خلال مراحل انجاز المشروع مما أدى الى تقليل تكاليف المرتبطة بالاحتفاظ بعامل زائد.
3. وفقا للنتائج التي ظهرت بعد استخدام اسلوب البرمجة الديناميكية في تقدير حجم القوى العاملة تبين بأنه سيتم الاحتفاظ بالحد الأدنى من القوى العاملة في أغلب مراحل انجاز الأعمال الميكانيكية للمشروع.
4. الاهتمام أكثر بالتخطيط المسبق لكافة نواحي المشروع والظروف المحيطة بها ضروري جدا لما له من أهمية بالغة في انجاح المشروع وخاصة في مثل هذه المشاريع الضخمة والتي تستنزف وقت وموارد ضخمة .
5. ادخال الاساليب العلمية الحديثة ومنها اسلوب البرمجة الديناميكية سهل معرفة الحد المناسب من القوى العاملة اللازمة لتنفيذ كل مرحلة من المراحل التي يتم تقسمها وفق اسلوب البرمجة الديناميكية القائم على اساس تقسيم المشكلة الى مشاكل فرعية (مراحل) لتسهيل الحصول على الحل المناسب وهذا يجري أيضا مع الكثير من التطبيقات الاخرى التي استخدمت فيها البرمجة الديناميكية لحل المشاكل المتعلقة بها .

6 التوصيات

1. تركيز الاهتمام بالتخطيط المسبق لكافة نواحي المشروع والظروف المحيطة بها ما لها من أهمية بالغة في انجاح المشروع وخاصة في مثل هذه المشاريع الضخمة والتي تستنزف وموارد ضخمة .
2. العمل على اعتماد الشركة المنفذة على ادخال الاساليب العلمية الحديثة ومنها اسلوب البرمجة الديناميكية التي تسهل من اجراءات معرفة الحد المناسب من القوى العاملة اللازمة لتنفيذ كل مرحلة من المراحل التي يتم تقسمها وفق اسلوب البرمجة الديناميكية القائم على اساس تقسيم المشكلة الى مشاكل فرعية (مراحل) لتسهيل الحصول على الحل المناسب وهذا يجري أيضا مع جدولة المشروع والكثير من التطبيقات الاخرى التي استخدمت فيها البرمجة الديناميكية لحل المشاكل المتعلقة بها.
3. نظرا للطبيعة الديناميكية للاستأجار والاستغناء عن العاملين في مراحل انجاز المشروع يفضل أن تستعين الشركة المنفذة بأسلوب البرمجة الديناميكية لتقدير حجم القوى العاملة والذي سيعمل على تقليل التكاليف في كل مرحلة من مراحل انجاز المشروع لكونه سيسخرج الحد المناسب من القوى العاملة اللازم لكل مرحلة.
4. محاولة ادخال اسلوب البرمجة الديناميكية ضمن تقنيات البرامج الحاسوبية لتسهيل العمل عليه اختصارا للوقت وللحصول على نتائج أكثر دقة في الدراسات اللاحقة.

الشكر والتقدير

أتوجه بجزيل الشكر وعظيم الامتنان الى كل من ساهم في انجاز بحثي وأولهم مشرفي الدكتور الفاضل وقاص سعد خلف وادارة قسم الادارة الصناعية اضافة الى شركة سعد للمقاولات العاملة التي سهلت علي الكثير لاجل الحصول على البيانات الخاصة بالمشروع، كما واتوجه بالشكر والامتنان لعائلتي وأصدقائي الذين كانوا يدعون لي في جميع مراحل حياتي الدراسية عامة وانجاز بحثي هذا خاصة.

- 1- Abdel-Jabbar Khader Bakhit, Abbas Hussein Batikh and Khaled Walid Atta, 2009 "Determining the optimal decision in the production process using the dynamic programming method", Issue 15, Volume 55,
- 2- Abdul Hamid Ali Abdul Hamid Mumin, 2015, "The Reality of Manpower Planning in Human Resources Management", Master Thesis, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang, Indonesia.
- 3- Abdel-Jabbar Khader Bakhit, Abbas Hussein Batikh and Khaled Walid Atta, 2009, "Determining the optimal decision in the production process using the dynamic programming method," Issue 15, Volume 55,.
- 4- Ahmed B. Senoui And Neil N. Eldin, 1996, "Dynamic Programming Approach To Scheduling Of Nonserial Linear Project",
- 5- Al Jarad , Khalaf Matar, 2006, "Dynamic Programming and its Use in Distributing Investments among Economic Sectors in Syria," Damascus University Journal of Economic and Legal Sciences, Issue 1, Volume ,
- 6- Ban Alaa Abdel Majeed, 2018, "Using the multi-objective allocation method for several stages in planning the internal arrangement of the factory - with a scientific application," master's thesis, Baghdad, Iraq..
- 7- Beardwell And Amanda Thompson, 2017, "HUMAN RESOURCE MANAGEMENT", Eighth Edition, United Kingdom : Pearson Education Limited.
- 8- Dawiya Salman Hassan, Adnan Shamkhi Jaber and Nazir Abay Ibrahim Al-Shammari, 2013, "Operations Research", first edition, Iraq, Baghdad, Al-Waziriyah: Al-Jazeera Books for Printing and Publishing,
- 9- Essam Abdel-Wahhab Al-Dabbagh, 2008, "People Management", Amman, Jordan, Dar Zahran for Publishing and Distribution.
- 10- Frederick S. Hillier And Gerald J. Lieberman, 2015, "Introduction To Operations Research", Tenth Edition, United States Of America: McGraw-Hill Education.
- 11- Frederick S. Hillier and Gerald J. Lieberman, 2010, "Introduction To Operations Research", Ninth Edition, Americas, New York : Mcgraw-Hill, A Business Unit Of The Mcgraw-Hill Companies , Inc.
- 12- Haider Muhammad Aboud Al-Fatlawi, 2014, "The importance of manpower planning to reduce the employment of United Nations graduates in Iraq, with special reference to the University of Kufa," Journal of the Kufa Studies Center, Issue 34, Volume One.
- 13- Hamdy A. Taha, 2017, "Operations Research An Introduction", Tenth Edition, London: Pearson Education Limited.
- 14- Hamdy A. Taha, 2017, "Operations Research An Introduction", Tenth Edition, London: Pearson Education Limited..
- 15- Hashem Hamdi Reda, 2010, "Development and Building of Human Resources Systems", first edition, Amman, Jordan: Al-Raya House for Publishing and Distribution..
- 16- Inas. R.Shareef, 2013, "Dna Sequences Similarity Using Dynamic Programming", Journal Of Kerbalauniversity, Vol. 11, No.1,
- 17- James J. O'Brien And Fredric L. Plotnick, 2006, "CPM In Construction Management", Sixth Edition, United States Of America: McGraw-Hill Companies, Inc.
- 18- Joan Knudson And Ira Bitz, 1991, "Project Management How To Plan And Manage Successful Projects", Amacom Books
- 19- Khaled Dhari Abbas Al-Taei, Muhammad Kazem Hawash, "The Use of Random Dynamic Programming in Production Planning, Applied Research in the Middle Refineries Company," Journal of Economic and Administrative Sciences, Issue 19, Volume 71,
- 20- Muhammad Jassim Muhammad and Rana Abbas Naji, 2012, "The use of fuzzy dynamic programming in controlling the storage of some stores of the Wara al-Tijara," Journal of Administration and Economics, Year 35, Issue 91..
- 21- P. Rama Murthy, 2007, "Operations Research", Second Edition, New Delhi: New Age International (P) Ltd.
- 22- Qazi Awal Mohamed Choukri, 2015, The effectiveness of using dynamic programming in the inventory management decision-making process, a project to build a company dam, seros, PhD thesis, Abi Bakr Belkaid University, Tlemcen, Algeria,
- 23- Ravi Ravindran, 2009, "Operations Research Methodologies", London, New York: Taylor And Francis Group
- 24- Rein Luus, 2000, "Iterative Dynamic Programing", London, New York: Chapman And Hall/CRC.
- 25- Vijay K. Verma, 1997, "The Human Aspects Of Project Management Managing The Project Team", Volume Three, United States of America: Project Management Institute.
- 26- Waqas Saad Khalaf and Hussein Daoud Halim, 2018, "Finding the greatest fuzzy flow of visitors to Imam Al-Kadhim (pbuh) using the fuzzy dynamic programming method," Journal of Economic and Administrative Sciences, Issue 103, Volume 24
- 27- Wayne Mondy And Joseph J. Martocchio, 2016, "Human Resource Management", Fourteenth