# تطبيق أساليب بحوث العمليات لتحديد أمثل موقع لمعمل خرسانة إسمنتية جاهزة تابع لمحافظة الديوانية

مدرس مساعد صدى عبد الخالق حسن
قسم الهندسة المدنية
كلية الهندسة / جامعة القادسية

مدرس مساعد علياء حمادي محسن
قسم الهندسة المدنية
كلية الهندسة / الجامعة المستنصرية

**الخلاصة :**

في سبيل تحقيق وضمان وسلامة التنمية العمرانية في جميع جوانبها ، ومنها جانب صناعة الخرسانة تم وضع الحد الأدنى من المعايير الفنية التي تحكم مصانع إنتاج وبيع الخرسانة الجاهزة من خلال قراءة النظريات التي وضعت لتصنيف عوامل التوطن الصناعي بالإضافة الى القوانين الحكومية لغرض مساعدة أجهزة المحافظة والجهات ذات العلاقة عند الترخيص بإقامتها بالإضافة إلى تحديد أمثل موقع لإنشائها لذا فإن الاهتمام بدراسة واقع حال الاختيار الأمثل لمواقع أنشاء إي معمل يعطي فرص أفضل للاستفادة من الموارد المتاحة ، وبالتالي منافسة الأسعار السائدة في السوق بتوفر فرصة للمقارنة بين البدائل المتاحة الهدف في هذا البحث ترجيح انسب موقع من بين أربع مواقع مرشحة لإنشاء معمل خرسانة أسمنتية نوع ثابت -في محافظة الديوانية وهذه المواقع الأربعة المرشحة هي:1-الشافعية 2- مجاور ميدان الرمي 3- تقاطع المهناوية 4- النورية

ويعتمد ذلك على عدة عوامل كمية(متعلقة بمدخلات العملية الانتاجية-متطلباتها-مخرجاتها) وعوامل نوعية, حددت من خلال عمل استبيان خاص لمعرفة واقع حال تطبيق العوامل المؤثرة على اختيار امثل موقع لإنشاء معمل خرسانة جاهزة والأهمية النسبية لكل عامل. وكيفية توظيف بحوث العمليات والبرمجة الخطية لحل مشاكل النقل.وقد خرج البحث بالاستنتاجات القاضية بثبوت صحة فريضة البحث القاضية بضرورة استخدام برمجيات الحاسوب الجاهزة لبحوث العمليات ومنها برنامج QSB Win الجاهز والذي يحتوي بدوره على جزء خاص بحل المشاكل باستخدام البرمجة الخطية المختلطة والصحيحة Linear and Integar programming للتمكن من الاستفادة من الموارد المتاحة وبالتالي الاستفادة المثلى من المواد الأولية وكلف نقلها وكلف تجهيز نقاط الطلب من الخرسانة الإسمنتية الجاهزة .

حيث عند تطبيق الأنموذج على المناطق الأربعة المقترحة لإنشاء المعامل فيها وجد رفض للموقع رقم (2) وقبول أنشاء في الثلاث مناطق الباقية حيث كان تسلسل المعامل وفقاً للأقل كلفة ثم الأعلى كالتالي : معمل رقم (3)., معمل رقم (1). معمل رقم (4)،يأتي سبب رفض المعمل رقم (2) للاختلاف بينه وبين بقية المواقع في بعد المسافة من مقالع الرمل في النجف وكربلاء بالإضافة الى بعده عن معمل سمنت كربلاء مقارنة مع بقية المواقع والنتيجة كلف تحميل اكثر للمواد الأولية ولان أسلوب البرمجة الخطية يختار الامثلية من الهدف مع القيود فيعمل على تصفير احد الأعمدة وهو الأعلى كلفة(معمل رقم 2) ومقارنة بقية الخيارات وفقا لقيودها وهي مسالة معقدة جدا يصعب حلها باليد لكثرة حدودها لذا نرجع الى البرنامج الحاسوبي لحلها .

## Abstract

***In order to achieve and ensure the safety of urban development in all its aspects including the concrete industry, have been established minimum technical standards governing the production factories and the sale of concrete through reading theories that putting for classifying factors of industrial sitting as well as a government lows for the purpose of assisting the preservation of organs and the relevant authorities when licensing its creation as well as to determine the optimal location for the establishment, so pay attention to the reality of the situation and test the optimal sites to create any factory gives better opportunities to take advantage of available resources, and thus price competition prevailing in the market to the availability of an opportunity to compare among the alternatives available. our goal in this research the most appropriate location among four candidate sites for the establishment of concrete cement factory fixed in the province of Diwaniyah and the sites of the four candidates are:-***

1. ***Shaafa'is.***
2. ***nearby Midan Al_Rami.***
3. ***Intersection Almhnanwih.***
4. ***Al_Nooria.***

***This depends on several factors ,quantity factors (related to inputs of productivity operation-requirement - output)and typical factors identified through the work of a special questionnaire to find out the reality of the application of the factors affecting the optimal test site for the establishment of concrete factory which is ready. And return to various sources, research and journals relevant to operations research, linear programming and how to be used to solve transport problems in addition to access to sources for determining the mathematical formulas for determining the best location to establish the factories. Came out research findings the judge certified the validity of obligatory find Judge need to use computer software which are ready for operations research to be able to take advantage of available resources and then make optimal use of primary resources and cost transfer and cost processing points demand of concrete cement which is ready when he listed the application form on the four areas proposed to create a laboratory . A rejection where found in the site No. (2) and accept the establishment in the remaining three regions where the sequence of factories in accordance with the less expensive then the top as follows: factory No. (3), factory No. (4), factory No. (1) .the reason of rejection factory (2) comes from the difference between it and the other sites in the far distance from quarries of sand in Najaf and Karbalaa as well as far from Karbalaa cement factory comparison with the other sites. the result is a lot of costs in carrying to row material and because of linear programming choose the optimal from objective with constraint then make zero to one of the columns have maximum cost(factory No.2) and comparison other choice according to it s constraints . It very complex problem to solve it by hand because many characters there for we return to a computer programming to solve it..***

## 1. المقدمة

تشكل الخرسانة جزءا كبيرا من الاعمال في المشاريع البنائية وهناك انواع مختلفة من معامل انتاج الخرسانة ويمكن تقسيمها من حيث طبيعة العمل الى: الخلط ، النقل ،الوضع والتصلب وهناك العديد من خلاطات الخرسانة لكنها بشكل عام تقسم الى اربعة اصناف هي: خلاطات قلابة الحوض ،خلاطات غير قلابة الحوض ،(اسطوانة) ،خلاطات عكسية الحوض ،خلاطات مغرفة او خلاطات تربونية . وفي الوقت الذي يمكن الحصول فيه على مثل الخلاطات الاخيرة ( التربونية) بشكل خلاطات متنقلة يكون هذا النوع غير متنقل في اغلب الاحيان لذا يفضل استعمالها في مراكز كبيرة لخلط الخرسانة او في معامل صب الاجزاء الخرسانية الجاهزة[1] .

وحين نسعى جاهدين في إعداد هذا البحث فأن الأمل ليحدونا بأن يجد فيه المسئولين ما يساعدهم على تأدية رسالتهم الوطنية على أكمل وجه ، كما نأمل أن يجد فيه المواطن في نفس الوقت ما يساعده على المساهمة في خدمة قطاع التنمية العمرانية عن طريق إقامة مثل هذه النشاطات وفق أسس علمية مدروسة ، تساعده على ضمان الوجهَ الصحيحة لأحد أوجه الاستثمار التي يقدم عليها القطاع الخاص ويساهم به

ونتيجة لظهور الحاسوب ، أصبحت تطبيقاته العلمية جزءاً مهما في مجالات توفير المعلومات وطرحها بالصورة الأكثر سرعة ووضوح والاستفادة من أساليب بحوث العمليات لحل المشكلات والخيارات المتعلقة بإيجاد الموقع الأمثل لإنشاء المعامل التابعة لقطاع التشييد .

## 2. مبررات البحث و هدفه

إن الاهتمام بدراسة واقع حال الاختيار الأمثل لمواقع أنشاء إي معمل يعطي فرص أفضل للاستفادة من الموارد المتاحة ، وبالتالي منافسة الأسعار السائدة في السوق ,هدفنا في هذا البحث ترجيح انسب موقع من بين أربع مواقع مرشحة لإنشاء معمل خرسانة اسمنتية 《ثابت》 في محافظة الديوانية ويعتمد ذلك على عدة عوامل سنتطرق لها في البحث .

## 3. تصنيف العوامل المؤثرة في اختيار موقع المشروع الصناعي

ومن خلال تصفح النظريات التي وضعت لتصنيف عوامل التوطن الصناعي نجد أن الباحثين قد ركزوا على عوامل وأهملوا البعض الأخر ، وانطلاقاً من هذا كله فقد قام البحث بالاعتماد على ما ورد في المصادر من عوامل مؤثرة على اختيار الموقع الأمثل إضافة إلى خبرات المهندسين العاملين في مجال أدارة المعامل الإنشائية وعن طريق المقابلات الشخصية بحصر وتحديد أهم العوامل وترتيبها بالشكل المناسب عن طريق استمارة استبيان صممت لغرض تحديد الأهمية النسبية لكل عامل مقارنة بالعامل الأخر والتي وزعت على شريحة من المهندسين العاملين في مجال إنتاج الخرسانة الجاهزة ويبين الشكل رقم (1) في الملحق التصنيف الذي وضع اعتماداً على ما ورد في أعلاه .

## 4. استمارة الاستبيان

لقد تم تصميم استمارة استبيان على ضوء كل من الدراسة النظرية والميدانية إما فيما يتعلق بأسئلة الاستبيان فقد كان الهدف منها هو تحديد درجة أهمية كل عامل من العوامل الكمية المدرجة فيها والجدول رقم ( 1) في الملحق يوضح الترتيب التنازلي للأهمية النسبية لكل عامل من العوامل حيث تم اعتماد الأساليب الإحصائية في أيجاد الأهمية النسبية أو المعدل الموزون لكل عامل بالاعتماد على حجم العينة والتي بلغت 35 مهندس من ذوي الاختصاص في معامل الخرسانة الكونكريتية الجاهزة . والأساليب الرياضية المستخدمة لتحليل البيانات هي [2]

$$\text{المعدل الموزون} = \frac{\text{عدد المهندسين للوزن } 5*5+\cdots+\text{عدد المهندسين للوزن } 1*1}{\text{حجم العينة}(35)} \quad \text{.....(1)}$$

لقد كنت نتائج الاستبيان تركز على أهمية كل من بعد المعمل عن مناطق الطلب على المنتج لكون الخرسانة الطرية لها زمن تصلب بعده تبدى فقدان بقابلية التشغيل الخاصة بها, بالإضافة الى أماكن التجهيز بالمواد الاولية (الرمل,السمنت,الحصى) لذا تم اعتماد العوامل أعلاه في تحديد الدالة الخاصة بالهدف بالاضافة لاعتمادها في تحديد القيود الخاصة بالبرمجة الخطية.

## 5. البرمجة الخطية

البرمجة الخطية هي إحدى الأساليب الرياضية المهمة لبحوث العمليات التي ساعدت وتساعد على اتخاذ القرار المناسب وتعرف بأنها ذلك الأسلوب الرياضي الذي يهتم بالاستخدام الأمثل للموارد المتاحة لتلائم الأهداف المطلوبة[3] إن معظم البرامج الجاهزة التي تحل مسائل البرمجة الخطية تعتمد أساساً على (خوارزمية الطريقة المبسطة simplex Algorithm: ويوجد حالياً العديد من تلك البرمجيات الالكترونية *QSOM , OSL ,CPLEX . LINDO , MPSX , )* [4] (*TORA ,Win QSB*

مشكلة البرمجة الخطية الخاصة بتحديد موقع معمل The plant Location Problem يمكن أن تصاغ المشكلة في موقع المعامل التصنيعية Manufacturing Plants على مشكلة برمجة خطية صحيحة " Integer Friendly." [5].

تعتبر مشكلة تحديد موقع معمل ما جزء من مشاكل النقل والتي يكون فيها موقع الطلب معلوم ولكن موقع التجهيز الأصلي والذي يغذي ذلك الطلب غير محدد بعد بالإضافة إلى ذلك فان كلف الإنشاء " Opening Cost " تفرض عندما يتم فتح المعمل في نقطة معينة .

يتم صياغة المشكلة كالأتي :

$$\text{Min. } Z = \sum_{i=1}^{n} F_i\, Y_i + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} (C_{ij} + e_i\, d_j)\, X_{ij} \qquad \cdots (2)$$

***Subject to:***

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij} = 1 \qquad \cdots (3)$$

$$j = 1, 2, \ldots\ldots, m \qquad i = 1,2, \ldots\ldots, n$$

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij} \leq n\, Y_i \qquad \cdots (4)$$

$$X_{ij} = 0,1 \quad ; \quad Y_i = 0,1$$

$$i \in I \quad ; \quad j \in J$$

إن الهدف هنا هو تقليل كلفة الإنشاء وكلف التصنيع في المعمل وكلف النقل للنموذج اما بالنسبة للقيود فالقيد الأول مضمونة إن كل منطقة طلب " Demand Node " يجب ان نأخذ كل احتياجاتها من عقدة التجهيز " Source Node " . أما القيد الثاني يؤمن عدم وجود نقل للمنتجات لأي عقدة "j" يحدث من المعمل "i" ما لم يتم فتح ذلك المعمل. [5]

لحل مشكلة النقل بالصورة الاعتيادية، لابد أن تتوفر الشروط التالية في المشكلة وهي[6]:

1. وضوح الهدف وهو تقليل كلفة النقل إلى أقل حد ممكن.
2. إمكانية محدودة يعبر عنها بقيود المشكلة والتي يمكن تمثيلها بمتباينات تمثل الإمكانيات المتاحة لكل مصدر تجهيز واحتاج كل منطقة طلب.
3. العلاقة خطية بين متطلبات المشكلة .
4. وجود حلول متعددة للمشكلة ولكل حل عائد معين .
5. جميع المتغيرات لها قيمة موجبة " ≤ صفر ".
6. مجموع الكميات المعروضة يساوي مجموع الكميات المطلوبة .

## 6. بناء الأنموذج الرياضي

سيتم استعمال قسم من العوامل المنتخبة من استمارة الاستبيان وأوزانها المعيارية الكبيرة المحسوبة سابقاً من أجل صياغة الأنموذج الرياضي والذي يعتمد على أساسيات أسلوب البرمجة الخطية المختلطة في صياغته عن طريق ضرب تلك الأوزان المعيارية بالمعاملات الفنية ( وهي قيم ثابتة تحسب لاحقاً للكلف ) لكل عامل من العوامل والتي تعتبر متغيرات لمشكلة تحديد الموقع الأمثل .

### 1.6 رموز المتغيرات والرموز

يبين الجدول رقم (1) رموز المتغيرات المستعملة في صياغة دالة الهدف والقيود وهي عبارة عن كمية المواد المنقولة من المواقع المختلفة إلى المعمل إضافة إلى كمية الخرسانة الجاهزة المنتجة والمنقولة من المعمل إلى مواقع الطلب المختلفة وهنالك أيضا متغيرات ثنائية تمثل مواقع التجهيز بالمواد الأولية ومواقع المعامل المختارة .

كذلك فقد تم استعمال بعض الرموز السفلية هي:

1. (M) ويمثل نوع وسيلة النقل المستخدمة لنقل المواد الأولية إلى المعمل مثلاً ( شاحنات، قطار، عربات... ) .
2. ( q ) سياسة وسائل النقل المستعملة ( تأجير , امتلاك ، ... ) حيث $N_q \ , q = 1,2,3$
3. ( i ) يمثل موقع المقترح لمعمل الخرسانة الجاهزة حيث $N_i \ , i = 1,2,3$
4. ( J ) يمثل موقع الطلب على المنتج حيث $N_j \ , j = 1,2,3$
5. (g,) يمثل موقع المقالع المجهزة للركام ( حصى ، رمل ) والمتوفرة حالياً $N_g \ , g = 1,2,3$
6. (S) يمثل موقع المقالع المجهزة للإسمنت حيث $N_s \ , s = 1,2,3$

حيث(N ) تمثل العدد الكلي المتوفر لكل معنى من معاني الرموز

### 2.6. صياغة دالة الهدف

الهدف الرئيسي من تحديد أمثل موقع لأقامة معمل صناعة الخرسانة الجاهزة لتقليل كلف المواد الأولية (الرمل , الحصى ، الأسمنت ) من مناطق تجهيزها إلى موقع المعمل كذلك تقليل كلف نقل الخرسانة الجاهزة من موقع المعمل إلى مواقع الطلب المختلفة بالإضافة إلى وجوب تحقيق الموقع المختار الحد الأدنى للمتطلبات البيئية حسب التشريعات الحكومية .وتبين المعادلة التالية دالة الهدف المنشودة التي تتكون من الأجزاء التالية والمتمثلة بكلف استخراج ونقل وفحص المواد الأولية والمبينة دلالاتها في الجدول رقم(1)

***جدول رقم (1) يوضح دلالات الأجزاء الرئيسية لدالة الهدف ( الثوابت )***

| ت | الدلالة | الرمز |
|---|---|---|
| ١ | تكاليف النقل المحتملة بين موقع مقلع الرمل (g)وموقع المعمل (i) | $GT_{gi}$ |
| ٢ | تكاليف استخراج وسعر الرمل في المقلع(g) والمنقول إلى المعمل (i) مع كلف الفحص والتعديل بشكل هندسي | $GP_{gi}$ |
| ٣ | تكاليف النقل المحتملة بين موقع تجهيز الاسمنت (s)وموقع المعمل (i) | $ZT_{si}$ |
| ٤ | تكلفة انتاج الاسمنت في المعمل (s) والمنقولة إلى المعمل (i) | $ZP_{si}$ |
| ٥ | تكاليف النقل بين موقع مقلع الحصى (r) وموقع المعمل (i) | $FT_{ri}$ |
| ٦ | كلفة استخراج وسعر الحصى في المقلع (r) والمنقول إلى المعمل (i) مع كلف الفحص والتعديل بشكل هندسي | $FP_{ri}$ |
| ٧ | تكاليف نقل الخرسانة الجاهزة من المعمل (i) إلى موقع الطلب (j) | $AT_{ij}$ |
| ٨ | تكاليف تحميل الخرسانة الجاهزة في المعمل (i) والمنقولة إلى الموقع (j) | $AH_{ij}$ |
| ٩ | تكاليف إنشاء المعمل في الموقع (i) | $AC_i$ |

***objective function Minimize:-***

$$\sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{g=1}^{Ng}\{(GT_{g,i,m,q})+(GP_{g,i,m,q})\}\times Z_{g,i,m,q}\times\gamma_g+$$
$$\sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{s=1}^{Ns}\{(ZT_{s,i,m,q})+(ZP_{s,i,m,q})\}\times W_{s,i,m,q}\times\gamma_s+$$
$$\sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{r=1}^{Nr}\{(FT_{r,i,m,q})+(FP_{r,i,m,q})\}\times Y_{r,i,m,q}\times\gamma_r+$$
$$\sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{j=1}^{Nj}\sum_{i=1}^{Ni}\{(AT_{i,j,m,q})+(AH_{i,j,m,q})\}\times X_{i,j,m,q}\times\gamma_j+$$
$$\sum_{i=1}^{Ni}\{AC_i\}\times L_i\times\gamma_L \qquad \ldots\ldots(5)$$

والملحق يبين كيفية حساب العوامل الفنية لمعادلة الهدف والمتمثلة بكلف استخراج ونقل وفحص المواد الأولية بالاضافة الى كلفة انشاء المعمل (الارض والآليات)

### 3.6. صياغة القيود

يعتبر عامل توفر المواد الأولية القيد الرئيسي لمشكلة تحديد الموقع الأمثل لمعمل صنع الخرسانة الجاهزة من ناحية توفرها ، كذلك هنالك قيد الزمن الكلي لعملية نقل المنتج من موقع المعمل إلى موقع الطلب حيث يضمن وصول الخرسانة إلى موقع الطلب بقابلية تشغيل جيدة لذلك فأن قيود المشكلة تتمثل بالأجزاء التالية :-

1. كمية المواد الأولية المنقولة للمعمل يجب أن لا تتجاوز الطاقات القصوى للمقلع أو المعمل
2. يجب أن تكون الكمية المنقولة إلى موقع المعمل أكبر أو تساوي الكميات المستعملة في المعمل وحسب معادلة الخلط.
3. عدم تجاوز الطلب على الخرسانة الجاهزة عن الطاقة الإنتاجية للمعمل خلال الفترة المحددة .

يجب ألا يتجاوز زمن نقل المنتج إلى موقع الطلب عن الوقت القياسي لكي تصل الخرسانة الجاهزة إلى موقع العمل بقابلية تشغيل جيدة بغض النضر عن وجود إضافات تحسن من قابلية التشغيل.

4. محدودية مواقع معامل الخرسانة الجاهزة .
5. محدودية مواقع التجهيز بالمواد الأولية .

والمعادلات الرياضية التالية تبين الصيغ لتلك القيود وحسب المتغيرات والثوابت المذكورة أعلاه ومن المعادلات 3,4

1- قيود التجهيز بالمواد الأولية من مواقع التجهيز إلى موقع المعمل .

$$\sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{g=1}^{Ng} Z_{g,i,m,q} \times \gamma_g \leq \sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{g=1}^{Ng} QZ_{g,i,m,q} \quad \ldots..(6)$$

$$\sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{r=1}^{Nr} Y_{r,i,m,q} \times \gamma_r \leq \sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{r=1}^{Nr} QY_{r,i,m,q} \quad \ldots\ldots(7)$$

$$\sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{s=1}^{Ns} W_{g,i,m,q} \times \gamma_s \leq \sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{s=1}^{Ns} QW_{s,i,m,q} \quad \ldots.(8)$$

2-قيود الكميات المستخدمة من المواد الأولية حسب معادلة الخلط .

$$\sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{g=1}^{Ng} QZM_{g,i,m,q} \leq \sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{g=1}^{Ng} Z_{g,i,m,q} \times \gamma_g \quad \ldots.(9)$$

$$\sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{r=1}^{Nr} QYM_{r,i,m,q} \leq \sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{r=1}^{Nr} Y_{r,i,m,q} \times \gamma_r \quad \ldots.(10)$$

$$\sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{s=1}^{Ns} QWM_{s,i,m,q} \leq \sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{s=1}^{Ns} W_{s,i,m,q} \times \gamma_s \quad \ldots(11)$$

3-قيود مساواة الطلب على المنتج مع الطاقة الإنتاجية .

$$\sum_{i=1}^{Ni} QP_i = \sum_{j=1}^{Nj} QPM_j \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (12)$$

4-قيد عدم تجاوز زمن نقل النموذج إلى موقع الطلب عن الوقت القياسي المحدد.

$$ST_{ij} \leq (TT) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(13)$$

5-قيد مساواة الطلب مع ما هو مجهز للمعامل .

$$\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{j=1}^{Nj} QXM_j = \gamma \sum_{j=1}^{Nj}\sum_{i=1}^{Ni} X_{i,j} \quad \ldots\ldots\ldots (14)$$

6-محدودية مواقع معامل الخرسانة الجاهزة.

$$\sum_{i=1}^{NI} L_i \leq N_i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15)$$

7-محدودية مواقع التجهيز بالمواد الأولية(رمل-حصى-سمنت)

$$\sum_{g=1}^{Ng} G_g = (NG) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (16)$$

$$\sum_{r=1}^{Nr} F_r = (NR) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (17)$$

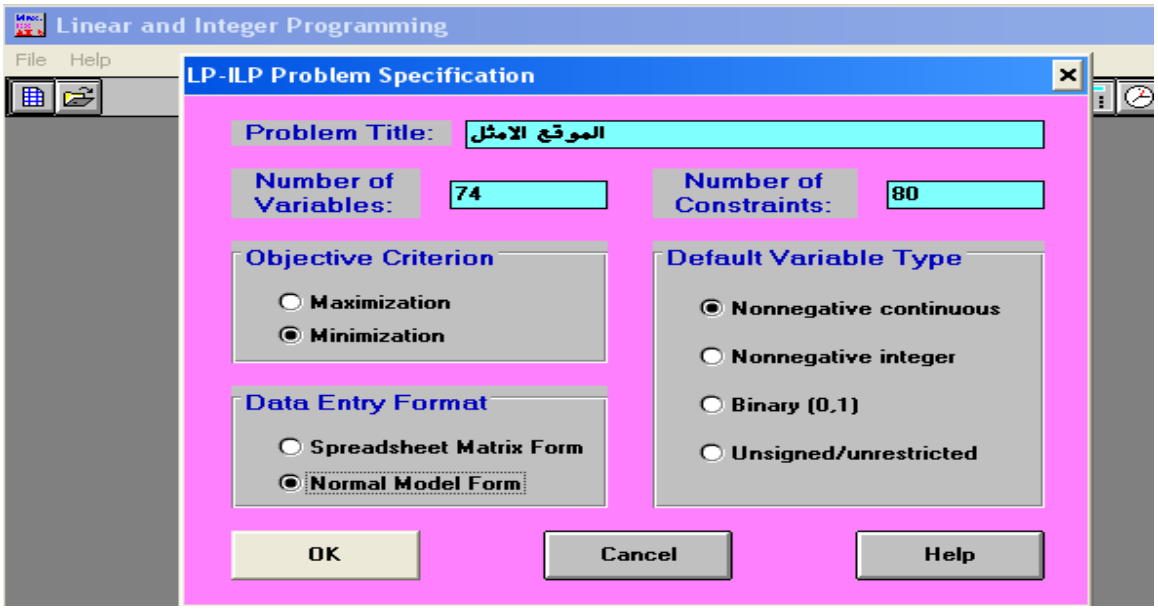
$$\sum_{s=1}^{Ns} Z_s = (NS) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (18)$$

### 4.6. حساب المعاملات الفنية لمتغيرات القيود

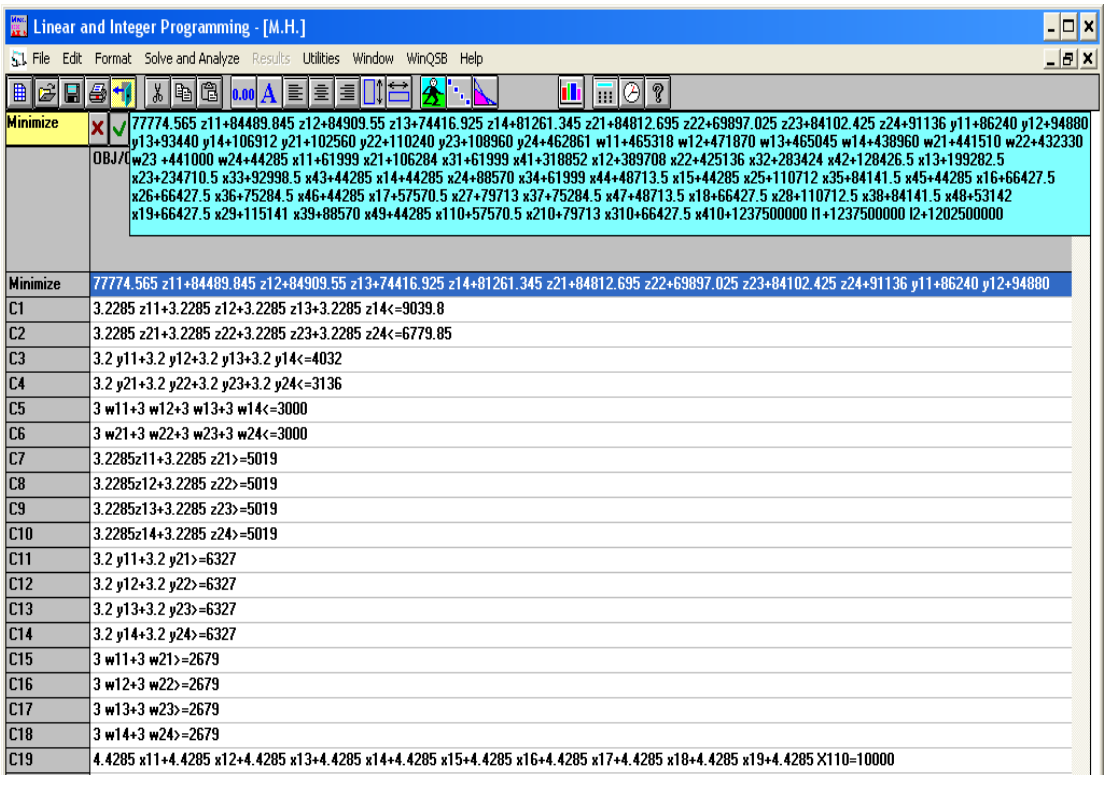
تعتبر المعاملات الفنية قيم ثابتة تضرب بالمتغيرات الداخلة في صياغة القيود ويبين الملحق كيفية صياغة كل من هذه المعاملات

### 5.6. إدخال دالة الهدف

يتم إدخال دالة الهدف بعد أن تم صياغتها صياغة رياضية باستعمال الطريقة الطريقة الاعتيادية أو طريقة المصفوفة وهذا ما يتم تحديده في الواجهة الأولى للبرنامج ( واجهة تحديد المشكلة ) كما مبين في الشكل رقم(1)



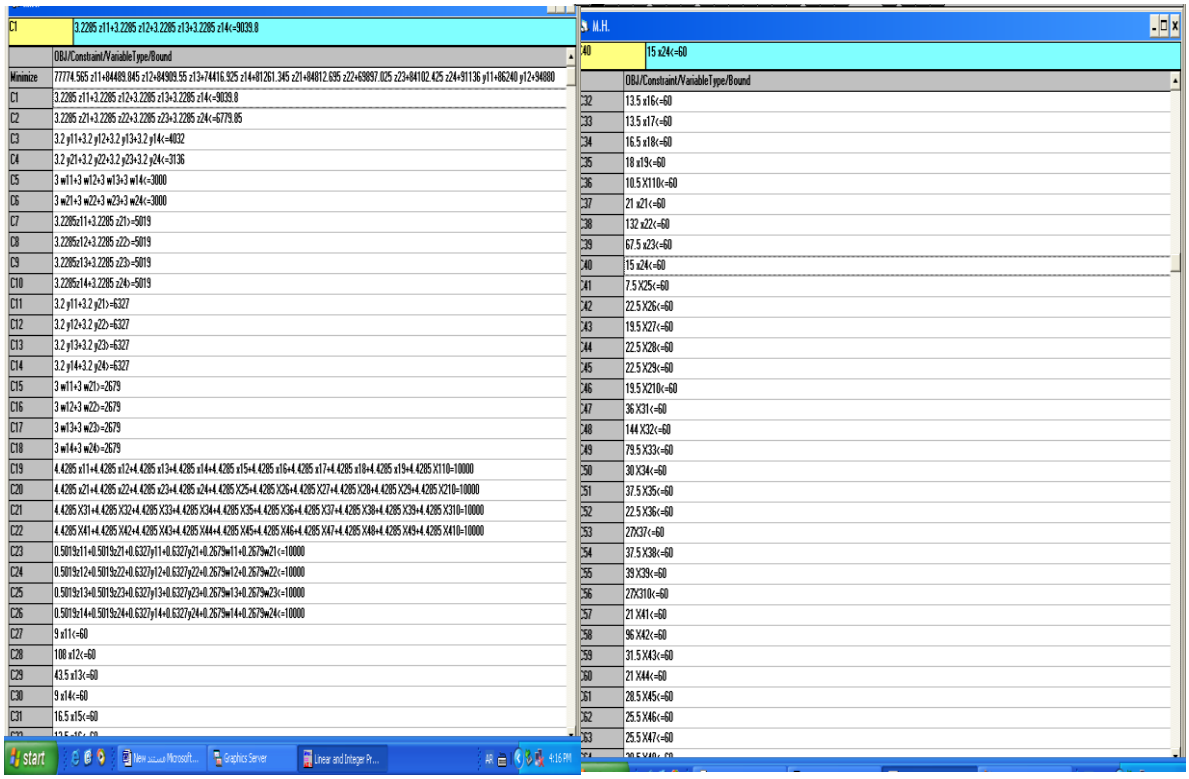

*شكل رقم (1) ( واجهة تحديد المشكلة*

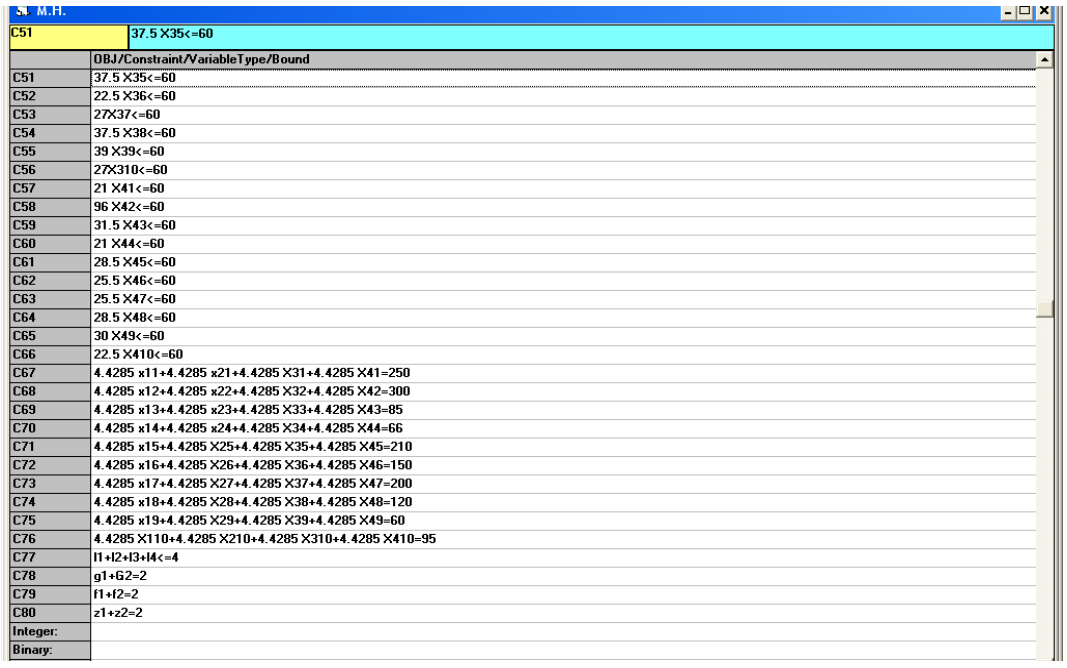



*شكل رقم (2) إدخال دالة الهدف*

### 6.6. ادخال المحددات والقيود

بعد ان يتم أدخال دالة الهدف نقوم بإدخال القيود والمحددات والتي تكون على شكل معادلات رياضية والشكل رقم (3-أ) , (3-ب) , (3-ج) يوضح واجهات إدخال القيود أو لمحددات.




***شكل رقم3 (ا-ب-ح) واجهة إدخال القيود***

### 7.6. مخرجات البرنامج

بعد أن تم إدخال البيانات إلى البرنامج، يتم تنفيذ البرنامج باستخدام الأمر الموجود في القائمة الرئيسة للحصول على النتائجSolve and Analyze

## 7.عرض النتائج

يبين الشكل رقم (7) مخرجات البرنامج النهائية حيث أن بعد أن يقوم البرنامج بحل الأنموذج الخطي اعتمادا على أساسيات البرمجة الخطية ، يُظهر هذا الجدول تقرير كامل يصف فيه حالة المتغيرات ونوعها وقيمة كل متغير كذلك يبين مقدار الكلفة لكل وحدة واحدة Unit Cost ، ثم بعد ذلك يبين قيمة المساهمة ( الكلفة الكلية ) لكل متغير في دالة الهدف Total Contribution وكذلك كلف التخفيض ( Reduced Cost ) بالإضافة إلى حالة المتغير والقيمة العليا والدنيا لمقدار كلفة الوحدة الواحدة والتي يمكن من خلالها القيام بتقليل الحساسية للمتغيرات . إضافة إلى ما تقدم يبين الجدول القيمة النهائية لدالة الهدف والتي تعتبر أقل قيمة يمكن الحصول عليها ( أي لقيمة الدنيا ). أما بالنسبة للقيود فيقوم البرنامج بعرض تفصيلي لكل قيد يبين فيه قيمة الجهة اليسرى للقيد وكذلك قيمة الجهة اليمنى (R.H.S) . وأخيراً يقوم البرنامج بعرض القيم العليا والدنيا لقيمة الجهة اليمنى لكل قيد .

## 8.مخرجات البرنامج Win QSB

يبين الشكل رقم (3) مخرجات البرنامج النهائية حيث أن بعد أن يقوم البرنامج بحل الأنموذج الخطي اعتمادا على أساسيات البرمجة الخطية ، يُظهر هذا الجدول تقرير كامل يصف فيه حالة المتغيرات ونوعها وقيمة كل متغير كذلك يبين مقدار الكلفة لكل وحدة واحدة Unit Cost ، ثم بعد ذلك يبين قيمة المساهمة ( الكلفة الكلية ) لكل متغير في دالة الهدف Total Contribution وكذلك كلف التخفيض ( Reduced Cost ) بالإضافة إلى حالة المتغير والقيمة العليا والدنيا لمقدار كلفة الوحدة الواحدة إضافة إلى ما تقدم يبين الجدول القيمة النهائية لدالة الهدف والتي تعتبر أقل قيمة يمكن الحصول عليها ( أي القيمة الدنيا )

| | Decision | solution | Unit cost or | Total | Reduced | Basis | Allowable | Allowable |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Variable | | Profit c (j) | Contribution | Cost | Status | Min.c(j) | Max . c(j) |
| 1 | Z11 | 11300 | 77774.565 | 878852584.5 | 43,113.5 | Basic | 45316.3 | 792948 |
| 2 | Z12 | 0 | 84489.845 | 0 | -38,617.00 | at bound | 48730.3 | 91003 |
| 3 | Z13 | 3685 | 84909.55 | 312891691.8 | 83,896.00 | Basic | 81907.5 | 98512.3 |
| 4 | Z14 | 3350 | 74416.925 | 249296698.8 | 11,623.00 | Basic | 73835.6 | 89618.1 |
| 5 | Z21 | 16750 | 81261.345 | 131127529 | 32.433.00 | Basic | 80732 | 88976.4 |
| 6 | Z22 | 0 | 84812.695 | 0 | -123,163.0 | at bound | 81345 | 96309.9 |
| 7 | Z23 | 9450 | 69897.025 | 660526886.3 | 183,716.0 | Basic | 63150 | 86733.9 |
| 8 | Z24 | 4320 | 84102.425 | 363322476 | 39,589.10 | Basic | 80613.6 | 96867.5 |
| 9 | W11 | 2113 | 462861 | 978025293 | 30,018.21 | Basic | 449618.1 | 477650.3 |
| 10 | W12 | 0 | 465318 | 0 | -30,536.00 | at bound | 460807 | 475529.1 |
| 11 | W13 | 983 | 471870 | 463848210 | 58,339.70 | Basic | 462708.5 | 477578.9 |
| 12 | W14 | 386 | 465045 | 179507370 | 77,845.10 | Basic | 459588.3 | 488301.6 |
| 13 | W21 | 887 | 438960 | 389357520 | 55,415.44 | Basic | 429873.6 | 475620.3 |
| 14 | W22 | 0 | 441510 | 0 | -28,673.00 | at bound | 431739.3 | 446819.1 |
| 15 | W23 | 1177 | 432330 | 508852410 | 14,732.20 | Basic | 416539.4 | 451986.5 |
| 16 | W24 | 814 | 441000 | 358974000 | 10,923.30 | Basic | 438017.9 | 498803.6 |
| 17 | Y11 | 884 | 91136 | 80564224 | 30,421.11 | Basic | 81890.3 | 99849 |
| 18 | Y12 | 0 | 86240 | 0 | -54,56500 | at bound | 82607.7 | 88560 |
| 19 | Y13 | 1221 | 94880 | 115848480 | 17,532.70 | Basic | 88381.6 | 98389.6 |
| 20 | Y14 | 673 | 93440 | 62885120 | 66,734.00 | Basic | 88726.3 | 99601.4 |
| 21 | Y21 | 1816 | 106912 | 194152192 | 18,809.00 | Basic | 98315 | 11338.1 |
| 21 | Y21 | 1816 | 106912 | 194152192 | 18,809.00 | Basic | 98315 | 11338.1 |
| 22 | Y22 | 0 | 102560 | 0 | -97,31200 | at bound | 99655 | 126836.4 |
| 23 | Y23 | 723 | 110240 | 79703520 | 13,120.11 | Basic | 99397.6 | 116114.1 |
| 24 | Y24 | 407 | 108960 | 44346720 | 21,519.11 | Basic | 101250 | 118270 |
| 25 | X11 | 640 | 44285 | 28342400 | 0 | Basic | 43228.8 | 47110.10 |
| 26 | X21 | 0 | 61999 | 0 | 1,934.210 | at bound | 59233 | 66559 |
| 27 | X31 | 172.5 | 106284 | 18333990 | 8,010.90 | Basic | 99221 | 114548.6 |
| 28 | X41 | 475.5 | 61999 | 29480524.5 | 6,147.90 | Basic | 54320 | 71481.2 |
| 29 | X12 | 118 | 318852 | 37624536 | 372,6001 | Basic | 298991 | 375281 |
| 30 | X22 | 0 | 389708 | 0 | -1,616770 | at bound | 290630 | 396242 |
| 31 | X32 | 243 | 425136 | 103308048 | 7,115.00 | Basic | 436481.2 | 411400 |
| 32 | X42 | 316 | 283424 | 89561984 | 1,304.10 | Basic | 275016.3 | 288829.1 |
| 33 | X13 | 316 | 128426.5 | 40582774 | 2,794.20 | Basic | 116902 | 156902.50 |
| 34 | X23 | 0 | 199282.5 | 0 | -7,638.60 | at bound | 156950 | 204118 |
| 35 | X33 | 95 | 234710.5 | 22297497.5 | 0 | Basic | 178200 | 284807 |
| 36 | X43 | 735 | 92998.5 | 68353897.5 | 1,863.30 | Basic | 91605.2 | 96305.2 |
| 37 | X14 | 235 | 44285 | 10406975 | 8,576.85 | Basic | 35140 | 47808.3 |
| 38 | X24 | 0 | 44285 | 0 | -373.600 | at bound | 42140 | 48907.2 |
| 39 | X34 | 728 | 88570 | 64478960 | 0 | Basic | 80973 | 96200 |
| 40 | X44 | 120 | 61999 | 7439880 | 1,794.26 | Basic | 60130.4 | 60130.4 |
| 41 | X15 | 817 | 48713.5 | 3979829.5 | 0 | Basic | 44726 | 50198.0 |
| 42 | X25 | 0 | 44285 | 0 | -398 | at bound | 35009 | 46500 |
| 43 | X35 | 586 | 110712 | 64877232 | 11,232.0 | Basic | 10500. 0 | 117903 |
| 44 | X45 | 464 | 84141.5 | 39041656 | 13,868.9 | Basic | 74790.3 | 99908.5 |
| 45 | X16 | 2715 | 44285 | 120233775 | 0 | Basic | 37823.4 | 49150 |
| 46 | X26 | 0 | 66427.5 | 0 | -6,523.11 | at bound | -61316 | 67095.4 |
| 47 | X36 | 1916 | 66427.5 | 127275090 | 1,865.44 | Basic | 641130 | 68506.1 |
| 48 | X46 | 836 | 75284.5 | 62937842 | 5,216.42 | Basic | 70833.4 | 76804.3 |
| 49 | X17 | 1820 | 44285 | 80598700 | 0 | Basic | 39608.1 | 47939.00 |
| 50 | X27 | 0 | 57570.5 | 0 | -8,315.00 | at bound | 52213.0 | 63763.4 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50 | X27 | 0 | 57570.5 | 0 | -9,315.00 | at bound | 52213.0 | 63763.4 |
| 51 | X37 | 976 | 79713 | 77799888 | 3,729.50 | Basic | 75507.0 | 87583.6 |
| 52 | X47 | 3516 | 75284.5 | 264700302 | 1,411.40 | Basic | 68076.4 | 83509.1 |
| 53 | X18 | 5680 | 48713.5 | 276692680 | 2,156.61 | Basic | 44915.40 | 49073 |
| 54 | X28 | 0 | 66427.5 | 0 | 0 | at bound | 64613.1 | 70634.90 |
| 55 | X38 | 1125 | 110712.5 | 124551562.5 | 10,833.70 | Basic | 101213.0 | 125804.6 |
| 56 | X48 | 1267 | 84141.5 | 1066072172 | 14,654.75 | Basic | 70903.7 | 85426 |
| 57 | X19 | 752 | 53142 | 39962784 | 17,321.55 | Basic | 50141.8 | 58718.5 |
| 58 | X29 | 0 | 66427.5 | 0 | -8,191.38 | at bound | 65154.30 | 67604.4 |
| 59 | X39 | 2198 | 115141 | 253079918 | 0 | Basic | 111392.2 | 115.939.0 |
| 60 | X49 | 1050 | 88570 | 92998500 | 12,547.90 | Basic | 72425.1 | 90532.1 |
| 61 | X110 | 2096 | 44285 | 92821360 | 28,422.81 | Basic | 40281.50 | 54325 |
| 62 | X210 | 0 | 57570.5 | 0 | -21,100.98 | at bound | 52713.10 | 59804.1 |
| 63 | X310 | 1410 | 79713 | 112395330 | 0 | Basic | 89722.4 | 83706.00 |
| 64 | X410 | 976 | 66427.5 | 64833240 | 3,986.100 | Basic | 61976.3 | 69607.9 |
| 65 | L1 | 1 | 1237500000 | 1237500000 | 1237500000 | Basic | 1237500000 | 1237500000 |
| 66 | L2 | 0 | 1237500000 | 0 | 1237500000 | Basic | 1237500000 | 1237500000 |
| 67 | L3 | 1 | 1237500000 | 1237500000 | 1237500000 | Basic | 1237500000 | 1237500000 |
| 68 | L4 | 1 | 1237500000 | 1237500000 | 1237500000 | Basic | 1237500000 | 1237500000 |
| 69 | G1 | 1 | 0 | 0 | 0 | at bound | 0 | 0 |
| 70 | G2 | 1 | 0 | 0 | 0 | at bound | 0 | 0 |
| 71 | Z1 | 1 | 0 | 0 | 0 | at bound | 0 | 0 |
| 72 | Z2 | 1 | 0 | 0 | 0 | at bound | 0 | 0 |
| 73 | F1 | 1 | 0 | 0 | 0 | at bound | 0 | 0 |
| 74 | F2 | 1 | 0 | 0 | 0 | at bound | 0 | 0 |
| | | | | | | | | |
| | Objective | Function | (min)= | 14898648000 | | | | |
| | | | | | | | | |

***شكل رقم (3) واجهة مخرجات البرنامج***

## 9.مناقشة النتائج

من ملاحظة الجدول رقم (7) يتبين ان قيمة المتغير (L2) والذي يمثل الموقع المقترح الثاني لانشاء المعمل يساوي صفراً اي انه تم رفض الموقع الثاني اما بقية المواقع المقترحة و المتمثلة بالمتغيرات (L1,L3,L4) فكانت جميعها مساوية الى الواحد لذلك سيتم تجهيز مواقع الطلب الموجودة من تلك المعامل فقط ، وعليه كانت قيم المتغيرات (Z12,Z22) والتي تمثل كمية الرمل المنقول الى المعمل الثاني قيمتها تساوي صفر، كذلك قيم المتغيرات (W22,W11) والتي تمثل كمية السمنت المنقول الى المعمل الثاني تساوي صفر، اضافة الى ذلك كانت قيم المتغيرات (Y22,Y12) مساوية الى صفر ايضا حيث تبين انه لايوجد نقل للمواد الاولية من مواقع تجهيزها الى موقع المعمل الثاني ومن ثم الى نقطة الطلب لذا كانت قيم المتغيرات التالية تساوي صفر(X210,X29,X28,X27,X26,X25,X24,X23,X22,X12) اما بقية المتغيرات فكانت قيمتها مختلفة تبعا لحالة ذلك المتغير. ومن تتبع القيم الموجودة في حقل المساهمة الكلية يتضح اي من المتغيرات ذات عائد مساهمة كبير او كلفة كلية كبيرة اعتمادا على قيمة المعامل الفني له والمتمثل بمقدار كلفة الوحدة الواحدة لهذا المتغير ، وبهذا يكون تسلسل المواقع المقترحة للمعامل والتي اختيرت في البرنامج وفقا لاقل الكلف كما هو اتي:

1. موقع رقم (3) المهناوية
2. موقع رقم (1) الشافعية
3. موقع رقم (4) النورية

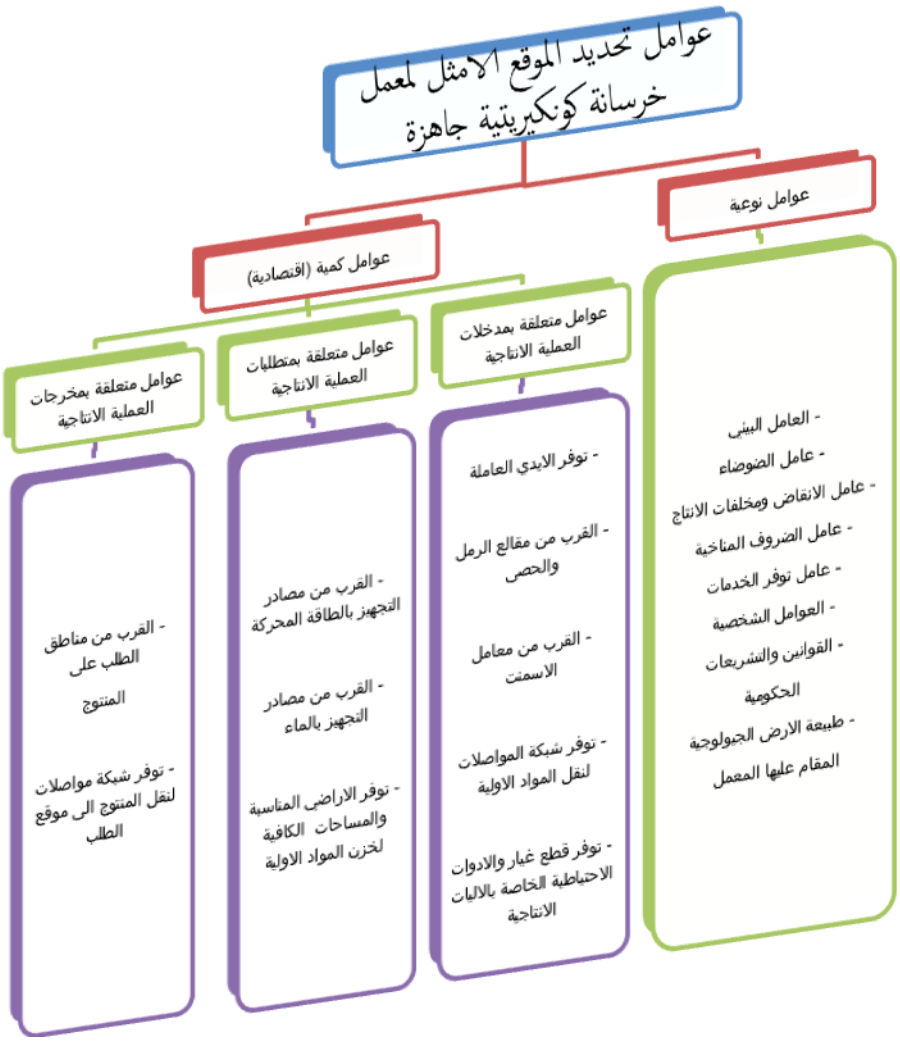
مع إهمال موقع رقم (2) مجاور ميدان الرمي ،ومع تتبع عمود اقل قيمة لـ (CJ) واعلي قيمة لـ ( allowable) Min,Max يتضح لنا تحليل الحساسية للمتغيرات ومدى تأثيرها على دالة الهدف حيث كلما كان الفرق بين الحد الاعلى والادنى كبير يؤدي الى تأثير كبير على دالة الهدف وبالعكس اي كلما كان الفرق بين الحد الأعلى والأدنى بسيطا فان ذلك يدل على قلة تأثيره على دالة الهدف .

## 10.الاستنتاجات

1. من نتائج الاستبيا ن وجد انها تركز على أهمية كل من بعد المعمل عن مناطق الطلب على المنتج لكون الخرسانة الطرية لها زمن تصلب بعده تبدى فقدان بقابلية التشغيل الخاصة بها, بالإضافة الى أماكن التجهيز بالمواد الأولية (الرمل,السمنت,الحصى) والبعد عنها لذا تم اعتماد العوامل أعلاه فى تحديد الدالة الخاصة بالهدف بالإضافة لاعتمادها فى تحديد القيود الخاصة بالبرمجة الخطية
2. بعد تطبيق الأنموذج على المناطق الأربعة المقترحة لإنشاء المعامل فيها وجد رفض للموقع رقم (2) وقبول أنشاء في الثلاث مناطق الباقية حيث كان تسلسل المعامل وفقاً للأقل كلفة ثم الأعلى كالتالي : -1موقع رقم (3).المهناوية, -2موقع رقم ( 1 ).الشافعية,3- موقع رقم ( 4 ).النورية
3. ياتى سبب رفض المعمل رقم (2) للاختلاف بينه وبين بقية المواقع في بعد المسافة من مقالع الرمل فى النجف وكربلاء بالاضافة الى بعده عن معمل سمنت كربلاء مقارنة مع بقية المواقع والنتيجة كلف تحميل اكثر للمواد الاولية ولان اسلوب البرمجة الخطية يختار الامثلية من الهدف مع القيود فيعمل على تصفير احد الاعمدة وهو الاعلى كلفة(معمل رقم 2) ومقارنة بقية الخيارات وفقا لقيودها وهى مسالة معقدة جدا يصعب حلها باليدا لكثرة حدودها لذا نرجع الى البرنامج الحاسوبى لحلها وقد جاء ترتيب المعامل البقية وفق للاقل كلفة من الكلف المترتبة من النقل والانشاء والتوزيع للمنتج الى مناطق الطلب بالإضافة الى امكانية كل معمل من المعامل المقترحة فى تغطية كل مناطق الطلب حسب بعد المعمل عنها حيث جاء الموقع 3 بتغطية 80% لمناطق الطلب والموقع 1 بتغطية 90% من المناطق والموقع 4 بتغطية 90% ايضا ولكن هناك فرق فى كلف النقل والانشاء ولكن يمكن تغطية كل مناطق الطلب تقريبا باستخدام المضافات للخرسانة لتحسين قابلية التشغيل ولكنها تضيف كلف جديدة.

| قائمة الرموز | | |
|---|---|---|
| الرمز | التفاصيل | رقم الصفحة |
| $GT_{gi}$ | تكاليف النقل المحتملة بين موقع مقلع الرمل (g) وموقع المعمل (i) | 6 |
| $GP_{gi}$ | تكاليف استخراج وسعر الرمل في المقلع (g) والمنقول الى المعمل (i) مع كلف الفحص والتعديل بشكل هندسي | 6 |
| $ZT_{si}$ | تكاليف النقل المحتملة بين موقع تجهيز الاسمنت (s) وموقع المعمل (i) | 6 |
| $ZP_{si}$ | تكلفة انتاج الاسمنت في المعمل (s) والمقولة الى المعمل (i) | 6 |
| $FT_{ri}$ | تكاليف النقل بين موقع مقلع الحصى (r) وموقع المعمل (i) | 6 |
| $FP_{ri}$ | كلفة استخراج وسعر الحصى في المقلع (r) والمنقول الى المعمل (i) مع كلف الفحص والتعديل بشكل هندسي | 6 |
| $AT_{ij}$ | تكاليف نقل الخرسانة الجاهزة من المعمل (i) الى موقع الطلب (j) | 6 |
| $AH_{ij}$ | تكاليف تحميل الخرسانة الجاهزة في المعمل (i) والمنقولة الى الموقع (j) | 6 |
| $AC_{i}$ | تكاليف انشاء المعمل في الموقع (i) | 7 |

**الملحق**




***شكل رقم (4) عوامل اختيار الموقع الأمثل لمعمل خرسانة اسمنتية جاهزة***

***جدول رقم (2)حساب المعدل الموزون للعوامل المذكورة فى استمارة الاستبيان***

| تسلسل العامل | | الأهمية النسبية | | | | | المعـــــدل الموزون |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| **المحور الأول : العوامل المتعلقة بمدخلات العملية الإنتاجية** | | | | | | | |
| 1 | التكرار | 5 | 4 | 15 | 6 | 5 | 2.9428 |
| | النسبة المؤوية | 14.286 | 11.428 | 42.857 | 17.143 | 14.286 | |
| 2 | التكرار | 5 | 7 | 16 | 5 | 2 | 3.2285 |
| | النسبة المؤوية | 14.286 | 20 | 45.714 | 14.286 | 5.714 | |
| 3 | التكرار | 5 | 7 | 15 | 6 | 2 | 3.2 |
| | النسبة المؤوية | 14.286 | 20 | 42.857 | 17.143 | 5.714 | |
| 4 | التكرار | 4 | 4 | 16 | 10 | 1 | 3 |
| | النسبة المؤوية | 11.428 | 11.428 | 45.714 | 28.57 | 2.857 | |
| 5 | التكرار | 7 | 15 | 8 | 3 | 2 | 3.6285 |
| | النسبة المؤوية | 20 | 42.857 | 22.857 | 8.571 | 5.714 | |
| 6 | التكرار | 2 | 4 | 15 | 9 | 5 | 2.6857 |
| | النسبة المؤوية | 5.714 | 11.428 | 42.857 | 25.714 | 14.286 | |
| **المحور الثاني : العوامل المتعلقة بمتطلبات العملية الإنتاجية** | | | | | | | |
| 1 | التكرار | 3 | 6 | 10 | 12 | 4 | 2.7714 |
| | النسبة المؤوية | 8.571 | 17.143 | 28.57 | 34.286 | 11.428 | |
| 2 | التكرار | 1 | 6 | 14 | 11 | 3 | 2.7428 |
| | النسبة المؤوية | 2.857 | 17.143 | 40 | 31.428 | 8.571 | |
| 3 | التكرار | 7 | 14 | 11 | 1 | 2 | 3.6571 |
| | النسبة المؤوية | 20 | 40 | 31.428 | 2.857 | 5.714 | |

| المحور الثالث : العوامل المتعلقة بمخرجات العملية الإنتاجية | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تسلسل العامل | | الأهمية النسبية | | | | | المعدل الموزون |
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| 1 | التكرار | 21 | 8 | 6 | - | - | 4.4285 |
| | النسبة المؤوية | 60 | 22.857 | 17.143 | - | - | |
| 2 | التكرار | 17 | 9 | 7 | 2 | - | 4.1714 |
| | النسبة المؤوية | 48.571 | 25.714 | 20 | 5.714 | - | |
| المحور الرابع : العوامل النوعية | | | | | | | |
| 1 | التكرار | 7 | 8 | 14 | 4 | 2 | 3.4 |
| | النسبة المؤوية | 20 | 22.857 | 40 | 11.428 | 5.714 | |
| 2 | التكرار | 4 | 9 | 12 | 5 | 5 | 3.0571 |
| | النسبة المؤوية | 11.428 | 25.714 | 34.286 | 14.285 | 14.285 | |
| 3 | التكرار | 4 | 3 | 14 | 11 | 3 | 2.8285 |
| | النسبة المؤوية | 11.428 | 8.5714 | 40 | 31.428 | 8.5714 | |
| 4 | التكرار | 3 | 5 | 17 | 9 | 1 | 3 |
| | النسبة المؤوية | 8.5714 | 14.285 | 48.571 | 25.714 | 2.8571 | |
| 5 | التكرار | 2 | 5 | 5 | 14 | 9 | 2.3428 |
| | النسبة المؤوية | 5.714 | 14.285 | 14.285 | 40 | 25.714 | |
| 6 | التكرار | 2 | 3 | 4 | 10 | 16 | 2 |
| | النسبة المؤوية | 5.714 | 8.5714 | 11.428 | 28.571 | 45.714 | |
| 7 | التكرار | 8 | 6 | 10 | 7 | 4 | 3.2 |

لأجل حساب كل واحدة من دلالات الأجزاء الرئيسية لدالة الهدف وبالتالي صياغة المعادلة الخاصة بدالة الهدف نقوم بما يأتي:-

اولا: الرمل المقالع المرشحة لتجهيز الرمل هي :

1- مقلع النجف.

2- مقلع كربلاء .

***جدول رقم (3) المسافة بالـ ( كم ) من موقع التجهيز إلى المواقع المقترحة لإنشاء المعمل.***

| *المعمل / رقم المقلع* | *1 الشافعية* | *2 ميدان الرمي* | *3 المهناوية* | *4 النورية* |
|---|---|---|---|---|
| *1 النجف* | *78* | *94* | *95* | *70* |
| *2 كربلاء* | *152* | *162* | *120* | *160* |

**كلف الاستخراج والتحميل والنقل للرمل**

سعر وكلفة استخراج وتحميل (متر مكعب واحد) من رمل النجف = 13000 دينار

سعر وكلفة استخراج وتحميل(متر مكعب واحد ) واحد من رمل كربلاء = 7500 دينار

كلفة نقل (متر مكعب واحد لمسافة (1 كم) من النجف = 130 دينار

كلفة نقل(متر مكعب واحد) لمسافة (1كم) من كربلاء = 110 دينار

كلفة فحص وتعديل(متر مكعب واحد) = 950 دينار

***جدول رقم (4) أسعار النقل الداخلة في صياغة دالة الهدف للرمل بالنسبة للمسافات المبينة في الجدول رقم3***

| رقـــم موقـــع المعمل / رقم المقلع | 1 الشافعية | 2 ميدان الرمي | 3 المهناوية | 4 النورية |
|---|---|---|---|---|
| 1 النجف | 10140 | 12220 | 12350 | 9100 |
| 2 كربلاء | 16720 | 17820 | 13200 | 17600 |

**وبالتالي فان دالة الهدف الخاصة بالرمل تكون بالشكل التالي :**

$$\sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{g=1}^{Ng}\{(GT_{g,i,m,q})+(GP_{g,i,m,q})\}\times Z_{g,i,m,q}\times \gamma_g$$

حيث إن سياسة النقل هي سياسة واحدة وهي ( التأجير ) $q = 1 \to 1$

وان نوع السيارة الناقلة ( شاحنة ) وهي واحدة $m = 1 \to 1$

عدد مواقع المعامل المقترحة هي أربع مواقع $i = 1 \to 4$

عدد مقالع الرمل هي اثنان $g = 1 \to 2$

المعدل الموزون للرمل $\gamma_g = 3.2285$

$$77774.565\,Z_{11} + 84489.845\,Z_{12} + 84909.55\,Z_{13} + 74416.925\,Z_{14} + 81261.345\,Z_{21} + 84812.695\,Z_{22} + 69897.025\,Z_{23} + 84102.425\,Z_{24}$$

**ثانيا: الحصى المقالع المرشحة لتجهيز الحصى هي :**

1- مقلع بدرة (الكوت).

2- مقلع العمارة.

***جدول رقم (5) المسافة بـالـ ( كم ) من موقع التجهيز إلى المواقع المقترحة لإنشاء المعمل.***

| المعمل / رقم المقلع | 1 الشافعية | 2 ميدان الرمي | 3 المهناوية | 4 النورية |
|---|---|---|---|---|
| 1 الكوت | 217 | 200 | 230 | 225 |
| 2 العمارة | 312 | 295 | 325 | 320 |

**كلف الاستخراج والتحميل والنقل للحصى**

سعر وكلفة استخراج وتحميل واحدمتر مكعب من حصى الكوت = 8000 دينار

سعر وكلفة استخراج وتحميل واحدمتر مكعب من حصى العمارة = 7500 دينار

كلفة نقل1م3 لمسافة 1كم من الكوت=90 دينار

كلفة نقل1م3 لمسافة 1كم من العمارة=80 دينار

***جدول رقم (6) أسعار النقل الداخلة في صياغة دالة الهدف للحصى بالنسبة للمسافات في الجدول رقم (5)***

| رقـــم موقـــع المعمل / رقم المقلع | 1 الشافعية | 2 ميدان الرمي | 3 المهناوية | 4 النورية |
|---|---|---|---|---|
| 1 الكوت | 19530 | 18000 | 20700 | 20250 |
| 2 العمارة | 24960 | 23600 | 26000 | 25600 |

**وبالتالي فأن دالة الهدف الخاصة بالحصى تكون بالشكل التالي :**

$$\sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{r=1}^{Nr}\{(FT_{r,i,m,q})+(FP_{r,i,m,q})\}\times Y_{r,i,m,q}\times \gamma_r$$

$r = 1 \rightarrow 2$ وعدد مقالع الحصى هي اثنان

$\gamma_r = 3.2$ المعدل الموزون للحصى

$$91136\,Y_{11}+86240\,Y_{12}+94880\,Y_{13}+93440\,Y_{14}+106912\,Y_{21}+102560\,Y_{22}+110240\,Y_{23}+108960\,Y_{24}$$

**ثالثا: الأسمنت: المعامل المرشحة لتجهيز الأسمنت هي:**

1- معمل المثنى.

**2-** معمل كربلاء.

***والجدول رقم (7) يوضح المسافة بالـ ( كم ) من موقع التجهيز إلى المواقع المقترحة لإنشاء المعمل .***

| رقـــم موقع المعمل / رقم المقلع | *1 الشافعية* | *2 ميدان الرمي* | *3 المهناوية* | *4 النورية* |
|---|---|---|---|---|
| *1 المثنى* | *157* | *166* | *171* | *165* |
| *2 كربلاء* | *192* | *202* | *166* | *200* |

**كلف الشراء والتحميل والنقل للاسمنت**

سعر (طن) واحد من اسمنت المثنى = 140000 دينار

سعر (طن) واحد من اسمنت كربلاء = 130000 دينار

كلفة نقل (طن) واحد لمسافة (1كم) من المثنى = 91 دينار

كلفة نقل (طن) واحد لمسافة (1كم) من كربلاء = 85 دينار

***جدول رقم (8) أسعار النقل الداخلة في صياغة دالة الهدف للاسمنت بالنسبة للمسافات في الجدول رقم (7)***

| المعمل / رقم المقلع | 1 الشافعية | 2 ميدان الرمي | 3 المهناوية | 4 النورية |
|---|---|---|---|---|
| 1 المثنى | 14287 | 15106 | 15561 | 15015 |
| 2 كربلاء | 16320 | 17170 | 14110 | 17000 |

***وبالتالي فأن دالة الهدف الخاصة بالأسمنت تكون بالشكل التالي***

$$\sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{s=1}^{Ns}\{(ZT_{s,i,m,q})+(ZP_{s,i,m,q})\}\times W_{s,i,m,q}\times \gamma_s$$

**وعدد معامل الاسمنت هي اثنان** $s = 1 \rightarrow 2$

**المعدل الموزون للحصى** $\gamma_s = 3$

$$462861\,W_{11} + 465318\,W_{12} + 471870\,W_{13} + 465045\,W_{14} + 438960\,W_{21} + 441510\,W_{22} + 432330\,W_{23} + 441000\,W_{24}$$

**رابعا: الطلب على المنتوج**

لتطبيق النموذج نفرض وجود 10 مناطق تحتاج للمنتج حيث الاحتياج لكل منطقة مع المسافة بالـ( كم ) عن كل موقع مقترح لإنشاء المعمل كما كنين في الجدول رقم 7

***جدول رقم (9) مواقع الطلب على المنتج مع مسافات مسارات التجهيز***

| j | كمية الطلب (م³) | المسافة (كم)عن كل موقع مقترح | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 250 | 6 | 14 | 24 | 14 |
| 2 | 300 | 72 | 88 | 96 | 64 |
| 3 | 85 | 29 | 45 | 53 | 21 |
| 4 | 66 | 6 | 10 | 20 | 14 |
| 5 | 210 | 11 | 5 | 25 | 19 |
| 6 | 150 | 9 | 15 | 15 | 17 |
| 7 | 200 | 9 | 13 | 18 | 17 |
| 8 | 120 | 11 | 15 | 25 | 19 |
| 9 | 60 | 12 | 15 | 26 | 20 |
| 10 | 95 | 7 | 13 | 18 | 15 |

كلفة النقل والتحميل (1000) دينار لكل متر مكعب واحد عن كل كيلو متر واحد على أن لا يقل عن (10000) دينار لكل متر مكعب واحد . وبضرب هذه الكلفة في المسافة بالـ ( كم ) عن كل معمل مقترح مع مراعاة الحدود أعلاه نجد دالة الهدف الخاصة بالطلب على المنتج وكالاتي :

$$\sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{j=1}^{Nj}\sum_{i=1}^{Ni}\{(AT_{i,j,m,q})+(AH_{i,j,m,q})\}\times X_{i,j,m,q}\times \gamma_j$$

$j = 1 \rightarrow 10$ **عدد مواقع التجهيز المقترحة وهي عشرة مواقع**

$\gamma_j = 4.4285$ **المعدل الموزون لعامل القرب من مناطق الطلب**

$$44285\,X_{11} + 61999\,X_{21} + 106284\,X_{31} + 61999\,X_{41} + 318852\,X_{12} + 389708\,X_{22} + 425136\,X_{32} + 283424\,X_{42} + 128426.5\,X_{13} + 199282.5\,X_{23} + 234710.5X_{33} + 92998.5\,X_{43} + 44285\,X_{14} + 44285\,X_{24} + 88570\,X_{34} + 61999\,X_{44} + 48713.5\,X_{15} + 44285\,X_{25} + 110712\,X_{35} + 84141.5\,X_{45} + 44285\,X_{16} + 66427.5\,X_{26} + 66427.5\,X_{36} + 75284.5\,X_{46} + 44285\,X_{17} + 57570.5\,X_{27} + 79713\,X_{37} + 75284.5\,X_{47} + 48713.5\,X_{18} + 66427.5\,X_{28} + 110712.5\,X_{38} + 84141.5\,X_{48} + 53142\,X_{19} + 66427.5\,X_{29} + 115141\,X_{39} + 88570\,X_{49} + 44285\,X_{110} + 57570.5\,X_{210} + 79713\,X_{310} + 66427.5\,X_{410}$$

## خامسا: تكاليف أنشاء المعمل

تبلغ كلفة شراء وتنصيب معمل حديث للخرسانة الجاهزة مليار ومائة وخمسون مليون دينار عراقي , بالإضافة إلى كلفة المتر المربع الواحد من الأرض والتابع لوزارة المالية (تسعير ثابت للدولة) وحسب كل منطقة من المناطق المقترحة والمبين في الجدول رقم (8) مع اعتبار إن اقل مساحة يحتاجها المعمل هي سبع دونمات .

| الموقع المقترح | كلفة المتر المربع الواحد |
|---|---|
| الشافعية | 5000 دينار |
| ميدان الرمي | 5000 دينار |
| المهناوية | 3000 دينار |
| النورية | 5000 دينار |

**وبهذا فأن معادلة دالة الهدف تصاغ بالشكل التالي:**

$$\sum_{i=1}^{Ni}\{AC_i\} \times L_i$$

$$1237500000L_1 + 1237500000L_2 + 1202500000L_3 + 1237500000L_4$$

**صياغة المعاملات الفنية للقيود**

**1-قيود المواد الأولية: يبين الجدول رقم( 10) طاقة الإنتاج اليومي لكل مقلع او معمل مجهز للمواد**

***جدول رقم (10) طاقة الإنتاج اليومي لمقالع الحصى والرمل ومعامل الاسمنت***

| المادة الأولية | مقلع أو معمل رقم (1) | مقلع أو معمل رقم (2) |
|---|---|---|
| الرمل | 700 م³/يوم | 525 م³/يوم |
| الحصى | 315 م³/يوم | 245 م³/يوم |
| الاسمنت | 250 طن / يوم | 250 طن / يوم |

**أولا :- قيد الرمل**

$$\sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{g=1}^{Ng} Z_{g,i,m,q} \times \gamma_g \leq \sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{g=1}^{Ng} QZ_{g,i,m,q}$$

**q= 1 to1 , m= 1 to 1 , i= 1 to 4 , g= 1 to 2**

$$\gamma_g = 3.2285$$

$$Z_{11} \times \gamma_g + Z_{12} \times \gamma_g + Z_{13} \times \gamma_g + Z_{14} \times \gamma_g \leq 700 \times \gamma_g \times 4Z_{11} \times 3.2285 + Z_{12} \times 3.2285 + Z_{13} \times 3.2285 + Z_{14} \times 3.2285 \leq 9039.8Z_{21} \times \gamma_g + Z_{22} \times \gamma_g + Z_{23} \times \gamma_g + Z_{24} \times \gamma_g \leq 525 \times \gamma_g \times 4Z_{21} \times 3.2285 + Z_{22} \times 3.2285 + Z_{23} \times 3.2285 + Z_{24} \times 3.2285 \leq 6779.85$$

**ثانياً :-قيد الحصى**

$$\sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{r=1}^{Nr} Y_{r,i,m,q} \times \gamma_r \leq \sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{r=1}^{Nr} QY_{r,i,m,q}$$

**q= 1 to1 , m= 1 to 1 , i= 1 to 4 , r= 1 to 2**

$$\gamma_g = 3.2$$

$$Y_{11} \times \gamma_r + Y_{12} \times \gamma_r + Y_{13} \times \gamma_r + Y_{14} \times \gamma_r \leq 315 \times \gamma_r \times$$
$$4Y_{11} \times 3.2 + Y_{12} \times 3.2 + Y_{13} \times 3.2 + Y_{14} \times 3.2 \leq$$
$$4032 \quad Y_{21} \times \gamma_r + Y_{22} \times \gamma_r + Y_{23} \times \gamma_r + Y_{24} \times \gamma_r \leq$$
$$245 \times \gamma_r \times 4$$
$$Y_{21} \times 3.2 + Y_{22} \times 3.2 + Y_{23} \times 3.2 + Y_{24} \times 3.2 \leq 3136$$

**ثالثاً :- قيد السمنت**

$$\sum_{q=1}^{Nq} \sum_{m=1}^{Nm} \sum_{i=1}^{Ni} \sum_{s=1}^{Ns} W_{g,i,m,q} \times \gamma_s \leq \sum_{q=1}^{Nq} \sum_{m=1}^{Nm} \sum_{i=1}^{Ni} \sum_{s=1}^{Ns} QW_{s,i,m,q}$$

q= 1 to1 , $\gamma_g = 3$

m= 1 to 1 , i= 1 to 4 , s= 1 to 2

$$W_{11} \times \gamma_s + W_{12} \times \gamma_s + W_{13} \times \gamma_s + W_{14} \times \gamma_s \leq 250 \times \gamma_s \times$$
$$4 \quad W_{11} \times 3 + W_{12} \times 3 + W_{13} \times 3 + W_{14} \times 3 \leq$$
$$3000 \quad W_{21} \times \gamma_s + W_{22} \times \gamma_s + W_{23} \times \gamma_s + W_{24} \times$$
$$\gamma_s \leq 250 \times \gamma_s \times 4$$
$$W_{21} \times 3 + W_{22} \times 3 + W_{23} \times 3 + W_{24} \times 3 \leq 3000$$

**2- قيد الكمية**

**المستخدمة من المواد الأولية حسب معادلة الخلط**

من خلال المسح الميداني لعدد من معامل الخرسانة الجاهزة تبين أن كمية المواد الأولية اللازمة لإنتاج م$^3$ من الخرسانة الجاهزة تعتمد على المقاومة المؤمل الحصول عليها وحسب معادلة الخلط , والجدول أدناه يبين حجوم المواد حسب المقاومة بعمر 28 يوم :

| المقاومة / المادة | الاسمنت | الرمل | الحصى |
|---|---|---|---|
| 35 MPa | 0.321 | 0.470 | 0.618 |
| 30 MPa | 0.303 | 0.483 | 0.618 |
| 25 MPa | 0.271 | 0.506 | 0.618 |
| 20 MPa | 0.214 | 0.476 | 0.750 |
| 17 MPa | 0.150 | 0.526 | 0.750 |

سنعتمد في بحثنا هذا نسبة خلط توازن بين النسب أعلاه وحسب ما ينتج المعمل من خلطات ذات مقاومات مختلفة , حيث إن النسبة الأكبر من الإنتاجية هي بمقاومة 25 ميغا باسكال.

| المقاومة | النسبة المعتمدة / المادة | الاسمنت | الرمل | الحصى |
|---|---|---|---|---|
| 35 MPa | 5% | 0.0161 | 0.0235 | 0.0324 |
| 30 MPa | 10% | 0.0303 | 0.0483 | 0.0618 |
| 25 MPa | 75% | 0.2033 | 0.3795 | 0.4635 |
| 20 MPa | 5% | 0.0107 | 0.0238 | 0.0375 |
| 17 MPa | 5% | 0.0075 | 0.0268 | 0.0375 |
| المجموع | | 0.2679 | 0.5019 | 0.6327 |

**اولا: قيد الرمل**

$$\sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{g=1}^{Ng} QZM_{g,i,m,q} \leq \sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{g=1}^{Ng} Z_{g,i,m,q} \times \gamma_g$$

**الكمية القصوى المحتاجة في المعمل1 وحسب معادلة الخلط في المعمل** $QZM_i =$

$$QZM_i = \left(\text{طاقة المعمل في الساعة}\right) \times \text{نسبة الخلط} \times \text{ساعات العمل} \times 10$$

*نسبة الخلط هنا للرمل لإنتاج 1 م³ نحتاج 0.5019م³ رمل*

*ساعات العمل القصوى للمعمل 20 ساعة باليوم*

$$QZM_i = 50 \times 0.5019 \times 20 \times 10 = 5019\ m^3$$

$$3.2285\ (Z_{11} + Z_{21}) \geq 5019$$
$$3.2285\ (Z_{12} + Z_{22}) \geq 5019$$
$$3.2285\ (Z_{13} + Z_{23}) \geq 5019$$
$$3.2285\ (Z_{14} + Z_{24}) \geq 5019$$

**ثانيا: قيد الحصى**

**نسبة الخلط هنا للحصى لإنتاج 1 م³ نحتاج 0.6327م³ حصى**

$$QYM_i = 50 \times 0.6327 \times 20 \times 10 = 6327\ m^3$$

$$3.2\ (Y_{11} + Y_{21}) \geq 6327 \quad \sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{r=1}^{Nr} QYM_{r,i,m,q} \leq \sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{r=1}^{Nr} Y_{r,i,m,q} \times \gamma_r$$
$$3.2\ (Y_{12} + Y_{22}) \geq 6327$$
$$3.2\ (Y_{13} + Y_{23}) \geq 6327$$
$$3.2\ (Y_{14} + Y_{24}) \geq 6327$$

**قيد الأسمنت ثالثاً :-**

$$\sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{s=1}^{Ns} QWM_{s,i,m,q} \leq \sum_{q=1}^{Nq}\sum_{m=1}^{Nm}\sum_{i=1}^{Ni}\sum_{s=1}^{Ns} W_{s,i,m,q} \times \gamma_s$$

**نسبة الخلط هنا للسمنت لإنتاج 1 م³ نحتاج 0.2679 طن. م³ اسمنت**

$$QWM_i = 50 \times 0.2679 \times 20 \times 10 = 2679\ m^3$$

$$3\,(W_{11} + W_{21}) \geq 2679$$
$$3\,(W_{12} + W_{22}) \geq 2679$$
$$3\,(W_{14} + W_{24}) \geq 2679$$

**3-قيـود مسـاواة الطلـب علـى المنتوج مع الطاقة الإنتاجية**

$$3\,(W_{13} + W_{23}) \geq 2679$$

$$\sum_{i=1}^{Ni} QP_i = \sum_{j=1}^{Nj} QPM_j \times \gamma$$

**$\gamma$ = المعدل الموزون لمعامل القرب من مواقع الطلب على المنتوج**

**$QP_i$ = طاقة المعمل التصميمية ( اليومية ) × 10 (موقع)**

$$QP_i = 10 \times 50 \times 20 = 10000$$

**مساوية في الكل $QP_i$ ¤ أذا أعتبرنا أن المعامل الأربعة متساوية في الطاقة أذن تصبح**

$$QP_1 = \gamma\, X_{11} + \gamma\, X_{12} + \gamma\, X_{13} + \gamma\, X_{14} + \gamma\, X_{15} + \cdots + \gamma\, X_{110}$$
$$QP_2 = \gamma\, X_{21} + \gamma\, X_{22} + \gamma\, X_{23} + \gamma\, X_{24} + \gamma\, X_{25} + \cdots + \gamma\, X_{210}$$
$$QP_3 = \gamma\, X_{31} + \gamma\, X_{32} + \gamma\, X_{33} + \gamma\, X_{34} + \gamma\, X_{35} + \cdots + \gamma\, X_{310}$$
$$QP_4 = \gamma\, X_{41} + \gamma\, X_{42} + \gamma\, X_{43} + \gamma\, X_{44} + \gamma\, X_{45} + \cdots + \gamma\, X_{410}$$

$$\begin{aligned} 10000 = {} & 4.4285\, X_{11} + 4.4285\, X_{12} + 4.4285\, X_{13} \\ & + 4.4285\, X_{14} + 4.4285\, X_{15} + 4.4285\, X_{16} \\ & + 4.4285\, X_{17} + 4.4285\, X_{18} + 4.4285\, X_{19} \\ & + 4.4285\, X_{110} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 10000 = {} & 4.4285\, X_{21} + 4.4285\, X_{22} + 4.4285\, X_{23} \\ & + 4.4285\, X_{24} + 4.4285\, X_{25} + 4.4285\, X_{26} \\ & + 4.4285\, X_{27} + 4.4285\, X_{28} + 4.4285\, X_{29} \\ & + 4.4285\, X_{210} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 10000 = {} & 4.4285\, X_{31} + 4.4285\, X_{32} + 4.4285\, X_{33} \\ & + 4.4285\, X_{34} + 4.4285\, X_{35} + 4.4285\, X_{36} \\ & + 4.4285\, X_{37} + 4.4285\, X_{38} + 4.4285\, X_{39} \\ & + 4.4285\, X_{310} \end{aligned}$$

$$10000 = 4.4285\,X_{41} + 4.4285\,X_{42} + 4.4285\,X_{43} + 4.4285\,X_{44} + 4.4285\,X_{45} + 4.4285\,X_{46} + 4.4285\,X_{47} + 4.4285\,X_{48} + 4.4285\,X_{49} + 4.4285\,X_{410}$$

**4- قيد عدم تجاوز زمن النقل للنموذج الى موقع الطلب عن الوقت القياسي**

$$ST_{ij} \leq (TT)$$

$(TT) =$ **الوقت القياسي اللازم للنقل قبل حدوث التصلب الابتدائي**

$(ST_{ji}) =$ **الوقت اللازم للنقل من المعمل الى موقع الطلب**

**نفرض إن معدل سرعة سيارة النقل تساوي (** $40\ \frac{\text{كم}}{\text{ساعة}}$ **)**

$$(ST) = 1.5\ {}^{min}/_{km}$$

$(1.5 \times 6)\,X_{11} \leq 60 \rightarrow 9\,X_{11} \leq 60$

$(1.5 \times 72)\,X_{12} \leq 60 \rightarrow 108\,X_{12} \leq 60$

$(1.5 \times 29)\,X_{13} \leq 60 \rightarrow 43.5\,X_{13} \leq 60$

$(1.5 \times 6)\,X_{14} \leq 60 \rightarrow 9\,X_{14} \leq 60$

$(1.5 \times 11)\,X_{15} \leq 60 \rightarrow 16.5\,X_{15} \leq 60$

$(1.5 \times 9)\,X_{16} \leq 60 \rightarrow 13.5\,X_{16} \leq 60$

$(1.5 \times 9)\,X_{17} \leq 60 \rightarrow 13.5\,X_{17} \leq 60$

$(1.5 \times 11)\,X_{18} \leq 60 \rightarrow 16.5\,X_{18} \leq 60$

$(1.5 \times 12)\,X_{19} \leq 60 \rightarrow 18\,X_{19} \leq 60$

$(1.5 \times 7)\,X_{110} \leq 60 \rightarrow 10.5\,X_{110} \leq 60$

$(1.5 \times 14)\,X_{21} \leq 60 \rightarrow 21\,X_{21} \leq 60$

$(1.5 \times 88)\,X_{22} \leq 60 \rightarrow 132\,X_{22} \leq 60$

$(1.5 \times 45)\,X_{23} \leq 60 \rightarrow 67.5\,X_{23} \leq 60$

$(1.5 \times 10)\,X_{24} \leq 60 \rightarrow 15\,X_{24} \leq 60$

$(1.5 \times 5)\,X_{25} \leq 60 \rightarrow 7.5\,X_{25} \leq 60$

$(1.5 \times 15)\,X_{26} \leq 60 \rightarrow 22.5\,X_{26} \leq 60$

$(1.5 \times 13)\,X_{27} \leq 60 \rightarrow 19.5\,X_{27} \leq 60$

$(1.5 \times 15)\,X_{28} \leq 60 \rightarrow 22.5\,X_{28} \leq 60$

$(1.5 \times 15)\,X_{29} \leq 60 \rightarrow 22.5\,X_{29} \leq 60$

$(1.5 \times 13)\,X_{210} \leq 60 \rightarrow 19.5\,X_{210} \leq 60$

$(1.5 \times 24)\,X_{31} \leq 60 \rightarrow 36\,X_{31} \leq 60$

$(1.5 \times 96)\,X_{32} \leq 60 \rightarrow 144\,X_{32} \leq 60$

$(1.5 \times 53)\,X_{33} \leq 60 \rightarrow 79.5\,X_{33} \leq 60$

$(1.5 \times 20)\,X_{34} \leq 60 \rightarrow 30\,X_{34} \leq 60$

$(1.5 \times 25)\,X_{35} \leq 60 \rightarrow 37.5\,X_{35} \leq 60$

$(1.5 \times 15)\,X_{36} \leq 60 \rightarrow 22.5\,X_{36} \leq 60$

$(1.5 \times 18)\,X_{37} \leq 60 \rightarrow 27\,X_{37} \leq 60$

$(1.5 \times 25)\,X_{38} \leq 60 \rightarrow 37.5\,X_{38} \leq 60$

$(1.5 \times 26)\,X_{39} \leq 60 \rightarrow 39\,X_{39} \leq 60$

$(1.5 \times 18)\,X_{310} \leq 60 \rightarrow 27\,X_{310} \leq 60$

$$(1.5 \times 18)\, X_{310} \leq 60 \quad \rightarrow \quad 27\, X_{310} \leq 60$$
$$(1.5 \times 14)\, X_{41} \leq 60 \quad \rightarrow \quad 21\, X_{41} \leq 60$$
$$(1.5 \times 64)\, X_{42} \leq 60 \quad \rightarrow \quad 96\, X_{42} \leq 60$$
$$(1.5 \times 21)\, X_{43} \leq 60 \quad \rightarrow \quad 31.5\, X_{43} \leq 60$$
$$(1.5 \times 14)\, X_{44} \leq 60 \quad \rightarrow \quad 21\, X_{44} \leq 60$$
$$(1.5 \times 19)\, X_{45} \leq 60 \quad \rightarrow \quad 28.5\, X_{45} \leq 60$$
$$(1.5 \times 17)\, X_{46} \leq 60 \quad \rightarrow \quad 25.5\, X_{46} \leq 60$$
$$(1.5 \times 17)\, X_{47} \leq 60 \quad \rightarrow \quad 25.5\, X_{47} \leq 60$$
$$(1.5 \times 19)\, X_{48} \leq 60 \quad \rightarrow \quad 28.5\, X_{48} \leq 60$$
$$(1.5 \times 20)\, X_{49} \leq 60 \quad \rightarrow \quad 30\, X_{49} \leq 60$$
$$(1.5 \times 15)\, X_{410} \leq 60 \quad \rightarrow \quad 22.5\, X_{410} \leq 60$$

**5-مساواة الطلب مع ماهو مجهز من المعامل**

$$\sum_{m=1}^{Nm} \sum_{j=1}^{Nj} QXM_j = \gamma \sum_{j=1}^{Nj} \sum_{i=1}^{Ni} X_{i,j}$$

$j(QXM_{ji}) =$ الكمية المجهزة من المعمل للطلب في الموقع

$$250 = 4.4285\,(X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41})300$$
$$= 4.4285\,(X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42})85$$
$$= 4.4285\,(X_{13} + X_{23} + X_{33} + X_{43})$$
$$66 = 4.4285\,(X_{14} + X_{24} + X_{34} + X_{44})210$$
$$= 4.4285\,(X_{15} + X_{25} + X_{35} + X_{45})$$
$$150 = 4.4285\,(X_{16} + X_{26} + X_{36} + X_{46})$$
$$200 = 4.4285\,(X_{17} + X_{27} + X_{37} + X_{47})$$
$$120 = 4.4285\,(X_{18} + X_{28} + X_{38} + X_{48})$$
$$60 = 4.4285\,(X_{19} + X_{29} + X_{39} + X_{49})$$
$$95 = 4.4285\,(X_{110} + X_{210} + X_{310} + X_{410})$$

**6-محدودية مواقع معامل الخرسانة الجاهزة .**

$$\sum_{i=1}^{NI} L_i \leq N_i$$

$$L_1 + L_2 + L_3 + L_4 \leq 4$$

**7-محدودية مواقع التجهيز بالمواد الأولية.**

$$\sum_{g=1}^{Ng} G_g = (NG)$$

$$G_1 + G_2 \leq 2$$

$$\sum_{r=1}^{Nr} F_r = (NR)$$

$$F_1 + F_2 \leq 2$$

$$\sum_{s=1}^{Ns} Z_s = (NS)$$

$$Z_1 + Z_2 \leq 2$$

## المراجع


1. العـزي, د.محمـد ايـوب صـبري " معامـل ومعـدات البنـاءين" متـرجم ،الجامعـة التكنلوجيـة /قسـم هندسـة البنـاء والانشاءات 1984 ، ص140-142
2. خاشع محمود الراوي "مدخل إلى الإحصاء " كلية الزراعة ,جامعة الموصل 1980
3. الفضل ، مؤيد عبد الحسين " الاساليب الكمية - نماذج خطية وتطبيقاتها في تخطيط الانتاج " الطبقة الاولـى عمـان - 2004
4. Martinich , J"Production and Operation Management " , John Wiley and Sons Inc , New York , 1 est ed 1997
5. Charles S. Revelle ; Earl E. Whitelatch ; Jeff R. Wright "Civil and Environmental Systems" , Prentice Hall ,Upper Saddle River , New Jersey , 1997 . P(8,9,103,111,116,143)
6. سـمير بـاوي فهمـي , "بحـوث العمليـات فـي الإدارة والمحاسـبة" , المركـز الـدولي للعلـوم الإداريـة , I.M.C , عمان –الأردن 1987 ص(242)