

# GIS Based Project Information System for Construction Management

**Dr. Tariq A. khaleel**

Building and Construction Engineering Department, University of Technology/ Baghdad  
Email: drtarikkhalil@gmail.com

**Dr. Salah A. Salih**

Science College, University of Al- Nahrain / Baghdad

**Hiba O. Ghaeb**

Building and Construction Engineering Department, University of Technology/ Baghdad  
Email: hebaalgorany@yahoo.com

Received on: 13/4/2015 & Accepted on: 9/3/2016

## ABSTRACT

One of the points that must be taken into account during the planning of the appropriate resource management and especially construction materials management is Transportation problem. the research goal is to find a solution for this problem based on the scientific basis of project management by using modern techniques that work to facilitate and accelerate the pace of work. The Geographic Information System (GIS) technology and the analytic tool (Solver) of MS Excel were used in the research to put a solution for the transportation problem.

The application of the proposed methodology steps in the research has contributed to find the distribution process for construction materials, (gravel, sand, reinforcement bars and cement) to the 10 project which were taken to be samples for the study that achieves the optimal transportation cost.

**Keywords:** transportation problem, geographic information system GIS, Excel Solver

## استخدام نظام المعلومات الجغرافية في ادارة المشاريع الانشائية

### الخلاصة

واحدة من النقاط التي لا بد من أخذها بنظر الاعتبار أثناء التخطيط لفعاليات إدارة الموارد وخصوصاً إدارة المواد الإنشائية هي مشكلة النقل. حيث يهدف البحث في إيجاد حل لهذه المشكلة يكون مبني على الأسس العلمية لإدارة المشاريع لكن باستخدام بعض التقنيات الحديثة التي تساعد في تسهيل و تسريع وتيرة العمل. وقد استخدم في البحث كل من تقنية نظم المعلومات الجغرافية GIS و أداة التحليل Solver الموجودة ضمن برنامج MS Excel في حل مشكلة النقل.

كان تطبيق خطوات المنهجية المقترحة في البحث قد ساهم في إيجاد عملية تجهيز المواد الإنشائية، (الرمل، الحصى، السمنت) لعشرة مشاريع التي تم اختيارها لتكون عينة للدراسة، التي تحقق أمثل كلفة لمشكلة النقل.

### المقدمة

أن كل مشروع أنشائي من وجهة نظر الصناعة الإنشائية هو حالة خاصة تحتوي على كمية واسعة ومعقدة من المعلومات، ولكن في نفس الوقت تهدف جميع المشاريع الإنشائية لتحقيق أهداف ثلاث هي إنجاز المشروع في غضون الوقت المحدد و بتكلفة تكون في حدود الميزانية و أخيراً تنفيذها بجودة عالية من أجل تحقيق الفائدة المرجوة من المشروع.

هنا يتضح الدور المهم لإدارة وتخطيط المشاريع الهندسية الإنشائية من لحظة تبلور فكرة المشروع الإنشائي ولغاية نهاية فترة الصيانة. وعلى الرغم من ثبات مبادئ الإدارة الهندسية لكنها تتميز بالمرونة لتناسب

مع جميع المشاريع، ولكن هناك عقبة تواجه ادارة المشاريع الا وهي التعامل مع مجموعة البيانات والمعلومات لكل مشروع والتي تعد كبيرة لمحتوياته من تفاصيل كاملة عن جميع المراحل التي يمر بها كل مشروع. ولهذا السبب يتم اللجوء إلى بعض التقنيات الحديثة لتسهيل العمل و الحد من خسائر الوقت والكلفة والوصول الى نتيجة دقيقة.

#### أهداف البحث

أن الهدف الأساسي للبحث هو ايجاد امثل كلفة لنقل المواد الانشائية والتي تحقق وصول المادة للموقع الانشائي حسب حاجة المشروع وعدم تجاوزها للقدرة التجهيزية للجهة المجهزة بأسلوب يكون سريع وسهل نوعا ما على الطرف المسؤول عن حل مشكلة النقل.

#### الجانب النظري

##### تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في المشاريع الانشائية وادارتها

وضعت شركة ( ESRI ١٩٩٠ ) تعريف يعطي صورة واضحة لنظم المعلومات هو اعتبارها مجموعة مكونات متناسقة فيما بينها وتشمل الافراد والحاسب الالى والبرمجيات وقواعد البيانات والتي تعمل مع بعضها على جمع وتخزين وتحديث ومعالجة وتحليل وعرض البيانات المكانية وغير المكانية وعرض النتائج.[1] ومنذ نشأة نظم المعلومات الجغرافية وهي تستخدم في توفير الحلول المكانية في كثير من مجالات الهندسة المدنية مثل النقل، والموارد المائية، وإدارة الموارد، والتخطيط الحضري، والبناء، والأعمال الألكترونية. وهناك العديد من الدراسات والبحوث المطروحة من أجل الاستفادة من امكانيات نظم المعلومات الجغرافية فمثلا اقترح Cheng and Yang 2001 منهج لحساب الكميات وتخمين الكلف باستخدام MapInfo. كما عمل كل من Cheng and O'connor على تطوير نظام ArcSite لايجاد مواع من أجل الابينية المؤقتة بشكل اوتوماتيكي.[2]

في حين Cheng and Chen 2002 وضعا نظام لمراقبة الجدول الزمني بصورة آلية وذلك باستخدام نظم المعلومات الجغرافية من أجل مساعدة العاملين على المشروع في السيطرة على عملية نصب وتشبيد الأبنية الجاهزة. وفي مجال تخطيط الطرق كان هنالك العديد من الدراسات منها النظام الذي تم تطويره من قبل Varghese and O'connor 1995 والذي يعتمد على تقنيتي النظام الخبير ونظم المعلومات الجغرافية.[2] ولا تزال تتزايد تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في الصناعة الانشائية في السنوات الاخيرة. ويتضح هذا الامر من خلال العدد المتزايد للبحوث والدراسات والمقالات التي تجد طريقها الى مجلات ومؤتمرات الهندسة المدنية، بالإضافة الى المنشورات الخاصة والمكرسة لنظم المعلومات الجغرافية ومن هذا يمكن استخدام GIS في العديد من المجالات منها: [3,4,5]

١. رسم الخرائط بدقة عالية ومهما كبر حجمها و اظهار البيانات المطلوبه من دون الحاجة الى تسقيطها يدويا. وكذلك صنع خرائط ثلاثية الابعاد التي يستفاد منها في المناطق غير منبسطة مثل المدن الجبلية.
٢. مراقبة تقدم العمل في المشاريع الانشائية مع أمكانية جدولة الاعمال الانشائية والسيطرة عليها. .
٣. تحليل الشبكات والقدرة على تحديد مواقع الخلل فيها من أجل أيجاد الحلول المناسبة لها سواء كانت شبكات طرق أو ماء أو صرف صحي.
٤. تحديد مواقع للمشاريع وكذلك البعد عن العملاء.
٥. تحليل البيانات وعرضها بالابعاد الثلاثية واجراء المقارنات في مابين البيانات المختلفة.
٦. عرض وتبادل البيانات والمعلومات مابين جهات متعددة وذلك بسبب امكانية الاتصال مابين عدد من الحواسيب سواء كانت شبكة محلية أو عن طريق الشبكة العنكبوتية.
٧. تستخدم في الأنظمة الحكومية، وبسبب حركة التطور المستمرة لاتزال الافاق تتفتح ومجالات جديدة تظهر يمكن ان يكون لنظم المعلومات الجغرافية دور كبير فيها.

### تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في مجال النقل

واحدة من أهم تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية هي نظم معلومات النقل (Geographic Information System-Transportation (GIS-T)) الذي يعتبر نظام متكامل يجمع ما بين نظم المعلومات الجغرافية GIS ونظم معلومات النقل (Transportation information System (TIS)). [6].  
لا تختلف نظم معلومات النقل عن باقي النظم في قدرتها على تخزين وعرض ودراسة وتحليل البيانات آلياً وإنما تختلف بنوع البيانات والنتائج المطلوبة منها بمعنى آخر مواضع استخدامها. ومن أهم تلك الاستخدامات يمكن تلخيصها إلى مايلي: [7,8,9]

١. عمل دراسات شاملة للطرق منها دراسة الاتجاهات والاختناقات المرورية ومناطق العبور وكذلك دراسة وتحليل الحوادث .
  ٢. التخطيط للطرق واستخدام الأراضي بأقل كلفة وكذلك إدارة وصيانة الطرق بطريقة سريعة وجيدة.
  ٣. تخطيط ونمذجة الجسور وإدارة وتخطيط الأرصفة والاشارات المرورية والمرفقات الأخرى.
  ٤. اختيار الطرق المثلى للاستخدام.
- البحث يهتم باستخدام نظم المعلومات الجغرافية بإيجاد الطريق الأفضل الذي يربط ما بين مواقع تجهيز المواد الإنشائية ومواقع المشاريع.

### محلل الشبكات Network Analyst في برنامج ArcGIS

محلل الشبكات ArcGIS Network Analyst يعتبر أداة فعالة تمكن المستخدم من بناء مجموعة بيانات الشبكة Network Dataset، هي مجموعة من عناصر الشبكة (الخطوط lines، النقاط points المنعطفات turns) المرتبطة مع بعضها طوبوغرافياً، و إجراء التحليل المكاني spatial analysis لإيجاد الحلول المناسبة لمشاكل الشبكات الشائعة. حيث تساعد هذه الاداة المستخدمين على وضع خطة لتنفيذ أعمالهم بصورة أكثر فعالية ووضع قرارات استراتيجية تعمل على تقليل كل من الكلفة أو الوقت أو كلاهما معاً. ويتم استعمال هذه الاداة في تحليل الشبكات الموضوعية من قبل المستخدمين بالاعتماد على بيانات نظام المعلومات الجغرافي الخاص بالمشكلة المطروحة. وتتوضح فائدة هذه الاداة في ثلاث مجالات هي تحديد أقرب المنشآت الخدمية Closest Facilitie، تحديد مناطق الخدمة Service Areas والطرق Route. [6,10].  
والبحث يتناول إيجاد أفضل طريق يربط كل مشروع بكل سوق يجهزه بالمواد الإنشائية بالاعتماد على محددان الأول وهما المسافة وكلفة الوحدة الواحدة.  
**نموذج النقل**

يعتبر نموذج النقل حالة خاصة من البرمجة الخطية والذي يتعامل مع شحن السلع من المصادر مثل المصانع (أسواق تجهيز المواد الإنشائية محل الدراسة) إلى وجهات مختلفة مثل المستودعات (المشاريع الإنشائية محل الدراسة أيضاً). الهدف الأساسي هو إيجاد جدول الشحن الأمثل الذي يقلل كلفة الشحن الكلية (كلفة النقل الكلية) مع تحقيق محددات العرض والطلب. [11]

يمكن تمثيل مشكلة النقل على شكل شبكة كما في شكل (١) حيث يوجد عدد من المصادر  $m$  وعدد من الوجهات  $n$  والتي تكون ممثلة على شكل عقد. والاسهم تمثل الطرق التي تربط المصادر بالنهايات حيث أن السهم  $ij$  الذي يربط المصدر  $i$  بالنهاية  $j$  يحمل معلومتين، كلفة النقل  $c_{ij}$  والكمية المنقولة  $x_{ij}$ . في حين تكون كمية التجهيز من المصدر  $i$  هي  $a_i$  وكمية الطلب للمشروع  $j$  هي  $b_j$ . أما الهدف الأساسي من هذا النموذج فسيكون إيجاد  $x_{ij}$  غير المعروفة والتي ستقلل كلفة النقل الكلية وتكون بنفس الوقت قد حققت جميع قيود العرض والطلب. [11]

### استخدام Excel Solver في حل مشكلة النقل

تقوم الأداة Solver ، الموجودة ضمن برنامج الأكسل، بحل مشكلة النقل من خلال تقليل تكاليف نقل سلع متشابهة من مصادر متعددة الى وجهات متعددة. هنالك عدد من الحقائق الثابتة الا وهي ان كلفة الشحن ما بين نقطتين تختلف عن غيرها، كميات السلع أو المواد الجاهزة للنقل تختلف من مصدر الى آخر. كما أن الاحتياجات لتلك المواد يختلف من وجهة الى اخرى. هذه المشكلة تفترض أن الخلاف الوحيد في التكلفة هو كلفة الشحن للوحدة الواحدة ما بين نقطتين. ويمكن حل مشكلة النقل من خلال اتباع الخطوات التالية: [12]

١. تحديد الهدف المتمثل بتصغير كلفة النقل الكلية في خلية تعرف ب Objective Cell.
٢. تحديد متغيرات القرار التي تمثل عدد وحدات المنتج المنقولة من المصدر الى الوجهة النهائية. و وضع صيغة للمعادلات التي تجمع كل من الهدف ومتغيرات القرار.
٣. وضع قائمة القيود التي تؤمن وصول عدد الوحدات المطلوبة من المنتج لكل وجهة نهائية و عدم تجاوز عدد الوحدات المتوفر في كل مصدر.
٤. إدخال البيانات في صندوق حوار Solver وتتمثل هذه البيانات بخلية الهدف، متغيرات القرار، الهدف تعظيم أو تصغير، القيود وطريقة الحل.

#### الجانب العملي

##### جمع البيانات

تم جمع بيانات عشرة مشاريع لتكون عينة للدراسة وهي موضحة في جدول (١) كما تم جمع بيانات عن بعض الاسواق المجهزة للمواد الانشائية كما في جدول (٢) ولابد من الاشارة ان مرحلة جمع البيانات يمكن وصفها بالمرحلة الصعبة وذلك لقلة وضعف عملية التوثيق بالنسبة للبيانات الخاصة بالمشاريع الانشائية كما قد تم اجراء مسح ميداني لأسعار النقل وباعتماد على العاملين ببعض شركات النقل كانت اسعار النقل موضحة في جدول (٣).

##### ايجاد أفضل طريق

في هذه المرحلة تم استخدام برنامج ArcGIS10.2 وكان العمل على خطوتين

١. استخدام Arc Catalog المسؤول عن إدارة وتنظيم البيانات. [13]
- أنشاء ٣ طبقات لتمثيل البيانات حيث تشمل مواقع المشاريع، مواقع مصادر المواد الانشائية و شبكة طرق مدينة بغداد كما هو موضح بالاشكال (٢)، (٣) و (٤) وكذلك ادخال المعايير التي يتم اعتمادها في ايجاد افضل الطرق الرابطة والبحث قداعتمد على معياري المسافة وسعر نقل الوحدة.
٢. استخدام ArcMap المسؤول عن رسم الخرائط، التحرير والتحليل المكاني. [13]
- وفي هذه الخطوة تم تحليل البيانات باستخدام Network Analyst التي بدورها تحتوي على عدة خيارات والذي استخدم في البحث هو خيار Route واهم ماتتضمنه هذه الخطوة اختيار الطبقات المراد تحليلها وتحديد النقاط المطلوب معرفة افضل الطرق ما بينها من ثم النقر على المفتاح أو الأمر solve. وبعد تنفيذ الخطوتين السابقتين تم عرض النتائج على هيئة خرائط كما هي موضحة بالاشكال (٥)، (٦) و (٧). وبالأعتماد على الخرائط السابقة تم تكوين مصفوفات لنقل المواد الانشائية (الرمل، الحصى والأسمنت) كما مبينة بالجداول (٤)، (٥) و (٦).

##### حل نموذج النقل باستخدام الأداة Excel Solver

يبدأ العمل ببرنامج الأكسل بأنشاء ورقة عمل (sheet) وعمل التالي:

١. تخصيص مجموعة من الخلايا (مصفوفة) وأدخال اسعار النقل فيها و تحديد مجموعة خلايا لتكون مصفوفة متغيرات القرار Decision Variables وتكون مساوية لمصفوفة الاسعار.
  ٢. إدخال القيود التي تشمل التجهيز Supply والطلب Demand.
  ٣. تحديد خلية الهدف Target Cell وأدخال المعادله المسؤولة في ايجاد الحل الامثل
- =SUMPRODUCT(Decision variables cells, cost cells)

٤. الضغط على الأمر Solver وسيظهر صندوق حوار Solver parameters حيث يتم فيه تحديد أنها مشكلة تصغير وكذلك تحديد خلايا متغيرات القرار وادخال القيود من ثم الضغط على solve يظهر صندوق حوار يبين اذا ما تم ايجاد حل امثل او لا وبمجرد الضغط على OK تظهر النتائج التي تمثل التجهيز الأمثل للمواد الانشائية والذي يحقق الكلفة المثلى للنقل. الشكل (٨) يوضح ماسبق في حين الجدول (٧) هو يمثل عملية التجهيز المثلى.

**الاستنتاجات والمناقشة**

١. أن الخرائط التي تم الحصول عليها من تقنية GIS ساعدت صاحب القرار من معرفة الطرق التي من الممكن أن تحقق له الفائدة حسب المعايير المعتمدة وفي البحث كانت المسافة والكلفة.
  ٢. حل مصفوفات النقل التي تم وضعها بالاعتماد على الخرائط السابقة بشكل رقمي من خلال برنامج Excel وتحديد الاداة Solver التي مكنت الطرف المسؤول من وضع خطة لتجهيز المواد الانشائية بشكل يحقق امثل كلفة فقد كانت كلفة نقل الرمل ٢١٢٢٤٥٠ والحصى ٤٠٠١٠٠٠ والأسمنت ١٧٢٢٣٥٠ وكل هذا تم بشكل رقمي مما يضمن السرعة وكذلك السهولة بالنسبة للذين لا يمتلكون خبرة أو معرفة في مجال بحوث العمليات عموما والأمثلية ومشكلة النقل خصوصا.
- وبالتالي فأن الاسلوب المقترح حقق الهدف الاساسي في ايجاد التجهيز الأمثل وكذلك بعض الاهداف الضمنية المتمثلة بجمع وتنظيم وخرن بيانات البحث في بيئة GIS ، ايجاد افضل الطرق التي تربط المشاريع بالاسواق المجهزة عن طريق نفس التقنية وكذلك السرعة والسهولة في حل مشكلة النقل.

**جدول (١) بيانات المشاريع الانشائية المستخدمة في البحث**

المشاريع	احاثيات المشاريع		الكلفة الكلية بالدينار العراقي	المدة بالشهر	معدل الاحتياج الشهري للمواد الانشائية		
					الرمل م <sup>٣</sup>	الحصى م <sup>٣</sup>	الاسمنت طن
A	446588.32 E	3685474.96 N	3600119000	24	11.5	23	8.12
B	448761.55 E	3686043.43 N	9243590800	27	27	54	18.92
C	441616.04 E	3684867.96 N	22866750000	31	113.6	39.8	56.8
D	440302.19 E	3682703.10 N	850000000	10	6.6	13.2	4.62
E	442858.37 E	3687470.87 N	21981397000	30	56	112	39.2
F	443025.94 E	3687320.38 N	16214588000	23	54	108	37.8
G	443022.99 E	3687655 N	14685204000	20	56	112	39.2
H	446749.95 E	3686556.59 N	338501700	2	13	26	9.1
I	443150.03 E	3682059.68 N	2087900000	13	12.4	24.8	8.7
J	436467.86E	3694219.95N	2146000000	١٨	9.2	18.4	6.44

**جدول (٢) بيانات بعض الأسواق المحلية للمواد الانشائية**

السوق	احاثيات الاسواق		القدرة التجهيزية		
			الرمل م <sup>٣</sup>	الحصى م <sup>٣</sup>	الاسمنت طن
المعالف	3677302.3 N	436889.23 E	—	—	100
الكريعات	3696365.61 N	439306.01 E	—	100	—
الأورفلي	3692549.32 N	450484.47E	75	100	90
البوسفية	3660312.05 N	430283.24 E	100	200	—
الحسينية	3712009.69 N	445546.59 E	100	250	—
المشئل	3687103.34 N	452212.54 E	75	100	60
المعالف	3677302.3 N	436889.23 E	—	—	100

**جدول (٣) أسعار النقل بالدينار العراقي (IQD/km.ton , IQD/km.m<sup>3</sup>)**

اسم الطريق	سعر الوحدة	اسم الطريق	سعر الوحدة	اسم الطريق	سعر الوحدة
طريق محمد القاسم	٦٥٠٠	شارع المحيط	٧٠٠٠	كرادة خارج	٨٠٠٠

شارع عمر بن عبد العزيز	٧٥٠٠	شارع ١٤ تموز ( الشالجية)	٧٠٠٠	شارع الامام علي	٧٥٠٠
قناة الجيش	٧٠٠٠	شارع المثنى الشيباني	٧٠٠٠	سريع القادسية	٧٠٠٠
شارع الصناعة	٨٥٠٠	شارع السعدون	٦٥٠٠	سريع الدورة	٦٥٠٠
شارع دمشق	٩٠٠٠	شارع فلسطين	٧٠٠٠	طريق الحلة	٧٠٠٠
شارع الشيخ عمر	٨٥٠٠	شارع بورسعيد	٨٠٠٠	١٤ رمضان	٨٠٠٠
موسى بن ناصر - الأمين	٧٠٠٠	شارع جميلة	٧٠٠٠	١٤ تموز	٧٠٠٠
جسر السنك	١٠٠٠٠	شارع الثورة	٨٥٠٠	شارع حيفا	٨٥٠٠
طريق ٨	٧٥٠٠	جسر الجادرية	٩٠٠٠	شارع يافا	٩٠٠٠
ابو نؤاس	٨٥٠٠	معسكر الرشيد	٧٠٠٠	سريع السديرة	٧٠٠٠

جدول (4) مصفوفة نقل مادة الأسمنت

التجهيز طن	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	الى من
90	6500	7000	8500	9000	9000	9000	6500	9000	8500	8500	الاورفلي
100	6500	7000	8500	9000	9000	9000	7000	7000	8500	8500	المعالف
60	6500	7000	7000	9000	9000	9000	6500	9000	7000	8500	المشئل
	٦.٤٤	٨.٧	٩.١	٣٩.٢	٣٧.٨	٣٩.٢	٤.٦٢	٣٩.٨	١٨.٩	٨.١٢	الطلب طن

جدول (٥) مصفوفة نقل مادة الحصى

التجهيز م <sup>٣</sup>	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	الى من
100	7000	8000	7000	6500	6500	6500	7000	9000	7000	8500	الكريعات
100	6500	7000	8500	9000	9000	9000	6500	9000	8500	8500	الاورفلي
200	6500	6500	6500	7000	7000	7000	7000	7000	6500	6500	اليوسفية
250	7000	9000	8500	6500	6500	6500	7000	7000	8500	8500	الحسينية
100	6500	7000	7000	9000	9000	9000	6500	9000	7000	8500	المشئل
	18.4	24.8	26	112	108	112	13.2	١١٣.٦	54	23	الطلب م <sup>٣</sup>

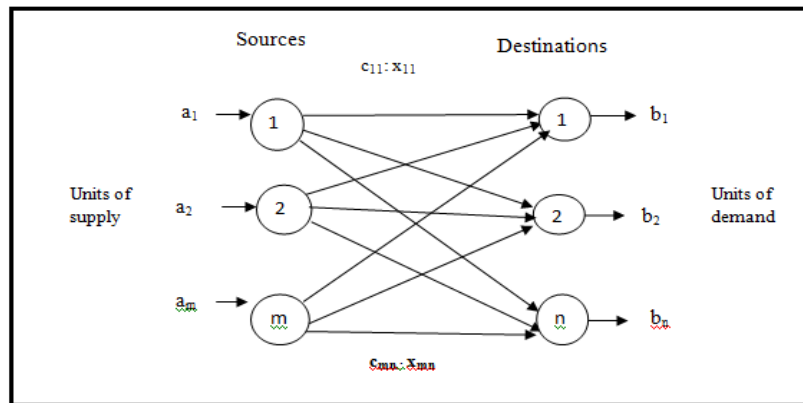
جدول (٦) مصفوفة نقل مادة الرمل

التجهيز م <sup>٣</sup>	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	الى من
75	6500	7000	8500	9000	9000	9000	6500	9000	8500	8500	الاورفلي
100	6500	6500	6500	7000	7000	7000	7000	7000	6500	6500	اليوسفية
100	7000	9000	8500	6500	6500	6500	7000	7000	8500	8500	الحسينية
75	6500	7000	7000	9000	9000	9000	6500	9000	7000	8500	المشئل
	9.2	12.4	13	56	54	56	6.6	56.8	27	11.5	الطلب م <sup>٣</sup>

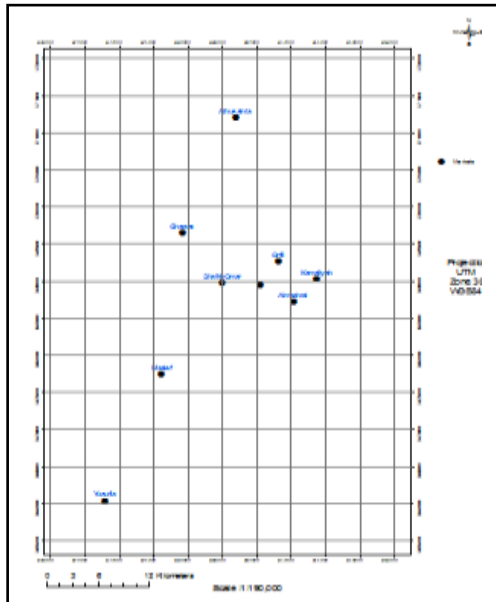
جدول (٧) عملية التجهيز المثلى للمواد الانشائية

المشاريع	المواد الانشائية		
	الرمال	الحصى	الاسمنت

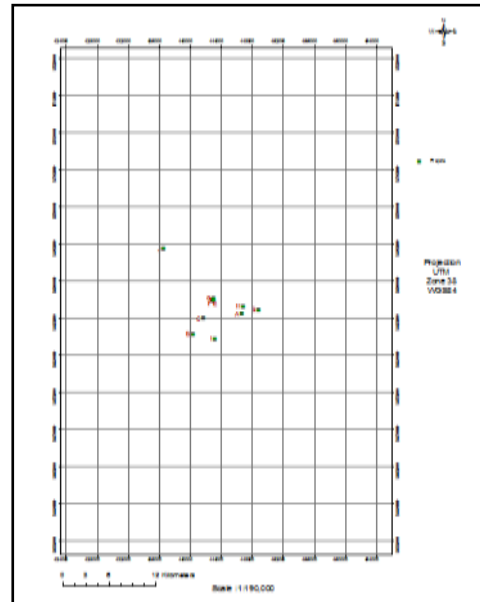
A	المشتل	اليوسفية	المشتل
B	المشتل	اليوسفية	المشتل
C	اليوسفية	اليوسفية	المعالف
D	الأورفلي	الأورفلي	الأورفلي
E	الحسينية	الحسينية	الأورفلي
F	الأورفلي والحسينية	الكريعات والحسينية	الأورفلي والمعالف
G	اليوسفية والحسينية	الحسينية	المعالف
H	المشتل	اليوسفية	المشتل
I	الأورفلي	الأورفلي و اليوسفية	الأورفلي
J	الأورفلي	المشتل	المعالف
كلفة النقل الكلية (المثلي)		٢١٢٢٤٥٠	٤٠٠١٠٠٠
			١٧٢٢٣٥٠



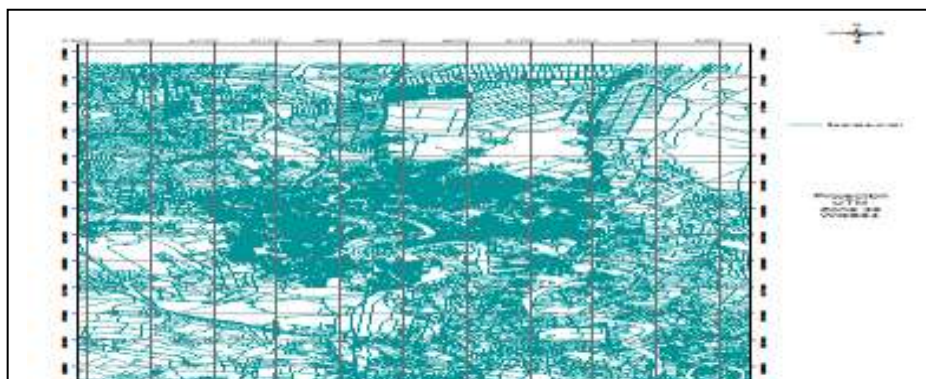
الشكل (١) تمثيل نموذج النقل



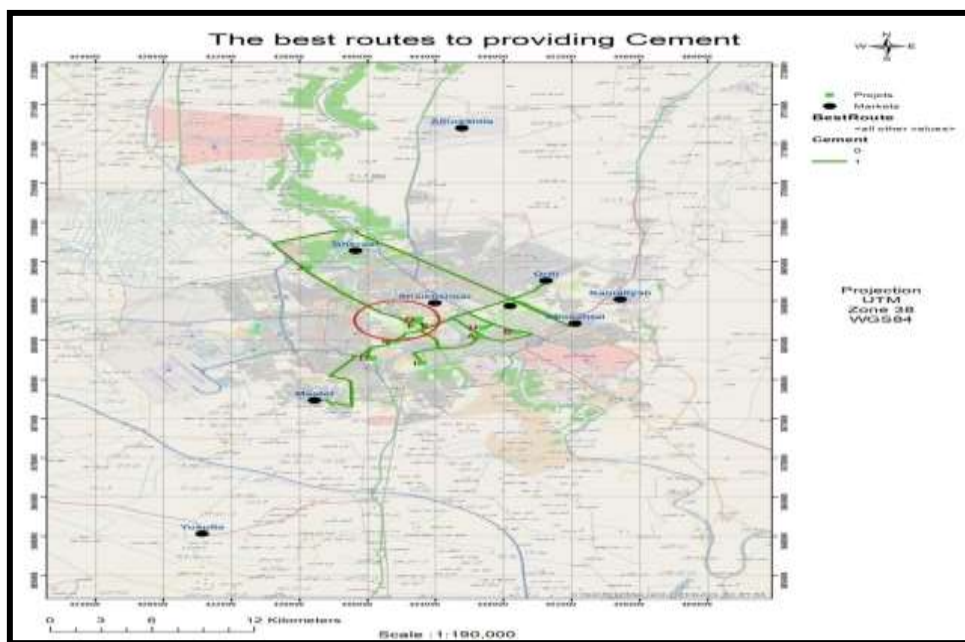
الشكل (٣) طبقة تمثل عددا من الأسواق لتجهيز المواد الانشائية



الشكل (٢) طبقة تمثل المشاريع في مدينة بغداد



الشكل (٤) طبقة شبكة طرق مدينة بغداد



الشكل (٥) خارطة لتجهيز مادة الأسمنت









الشكل (٨) واجهة العمل ببرنامج الExcel وصناديق حوار Solver

#### المصادر

- [1] ، ٢٠١٢. "GIS داود، جمعة محمد، " أسس التحليل المكاني في إطار نظم المعلومات الجغرافية [1]
- [2] Bansal, V. K., " Potential of GIS to Find Solutions to Space related Problems in Construction Industry "International Journal of Civil, Architectural, Structural, and Construction Engineering , Vol. 1, No.8, 2007.
- [3] Vijay, Kalagatla, " Geographical Information System and Its Application to Project Management in Construction Industry", 10<sup>th</sup> ESRI India Conference, 2012.
- [4] الشمري، أحمد صالح، " نظم المعلومات الجغرافية من البداية " ، ٢٠٠٧.
- [5] Abdul Jabbar, Asmaa, " Using Geographic Information System (GIS) to Manage Civil Engineering Projects ", Engineering and Technology Journal, Vol. 29, No. 7, pp. 1276-1289, 2011.
- [6] Abood, Rabab, Hadi, " Evaluation of Holly Karbala City Roads Network using GIS (Network Analyst)", MSc. Thesis, University of Technology, 2013.
- [7] كبارة، فوزي سعيد عبدالله ، " مقدمة في نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها الحضرية والبيئية"، ١٩٩٧.
- [8] Matstoms, Pontus, " GIS Applications in Urban Transports: Short and Long Term Forecasting Models" paper presented at Seminar on GIS , City Sustainability and Environment ,1995.
- [9] Fang, Zhao, " Transportation Applications of Temporal GIS ", ESRI User Conference , 1997.
- [10] Network Dataset, <http://webhelp.esri.com>, in June/2014.
- [11] Taha, Hamdy, A., " Operations Research: An Introduction", 8<sup>th</sup> edition, 2007.
- [12] Harmon, Mark, " Step –By- Step Optimization with Excel Solver", 2011.
- [13] Ormsby, Napoleon, Burke, Grossl, and Bowden, "Getting To Know ArcGIS Desktop", ERSI Press, 2010.