

## الأهمية النسبية لبعض المعايير المكانية المساهمة تحديد مسار الطريق الخارجية

ا.م.د. ايمن عبدالهادي احمد  
محمد غانم جميل  
/ كلية الهندسة / قسم الهندسة المدنية

تم في هذه الدراسة تحديد مجموعة المعايير المكانية التي يمكن ان تؤثر في عملية اختيار طريق يربط بين طريقي - كركوك عند مدخلي مدينة الموصل من الناحية الجنوب. كانت هذه المعايير هي استخدامات الارض، المصادر المائية، نسبة الميل، طبيعة التربة، التأثير البيئي، مواقع الوديان، مواقع الجذب استبيان مجموعة من صناع القرار والمتخصصين في مجال تصاميم وانشاء الطرق لتحديد الاهمية النسبية لهذه المعايير المكانية بمنهجية المقارنة ا بعد بناء هيكل هرمي لتقييم المعايير وباستخدام عملية التحليل الهرمي. اظهرت نتائج الدراسة ان اعلى اهمية نسبية كانت لمعيار لمصادر المائية 26% لصناع القرار يبلغ 44% يليها استخدامات الارض بقيمة 23% 70%، بينما كانت اقل قيمة للاهمية النسبية لمعيار التأثير البيئي بمقدار 5% 65%. بينت الدراسة ان (70%) لاستخدامات الارض ونسبة الميل وذلك لاعتبارهما معيارين مهمين اثناء عملية التصميم. كما اظهرت الدراسة ضعف التطابق والاهمية بالنسبة لمعيار التقاطعات مع المسارات الخدمية الاخرى حيث تطابقت الآراء بنسبة (47%) لأهمية (7%).

### The Relative Importance of some Spatial Criteria contribute the Route Location for rural highway

Dr. Ayman Abd Alhadi

Mohammed Ghanim Jamel

University of Mosul / College of Engineering / Civil Engineering

#### Abstract

This study was conform determine the set of criteria spatial affect the process of selecting the site route location of a road linking between Mosul - Baghdad and Mosul-Kirkuk highway at the southerner entrances of Mosul city. These criteria were a land use, water resources, slope, geology, environmental impact, hydrology, control area and linear engineering structure. Questionnaire from was distributed to a group of decision-makers and specialists in the field of design and road construction to determine the relative importance of these criteria spatial using Pairwise comparison was conducted after building a hierarchical structure to evaluate the standards and using the analytic hierarchy process (AHP). The study results showed that the highest relative importance criteria was the water sources 26% when the ratio of the consensus of 44% , followed by the uses of the land value of 23% when the ratio of the consensus 70% , while value of the relative importance was the standard environmental impact by 5 % and the rate at a consensus of 65% . The high consensus at (70%) of the uses of the land and slope of the grounds are important criteria during the design process. The study also showed less consensus and important standard for linear engineering structure where tracks matched by consensus (47%) of the importance of (7%).

هناك العديد من المعايير التي تؤثر على تحديد مسار الطريق منها الطبيعية كنوع التربة التي يمر عليها الطريق وكذلك التضاريس والمصادر المائية والحقول الزراعية ومنها ما هو في حالة تغير مستمر كاستخدامات الارض ومناطق الجذب يقابلها الحصول على للاستفادة من خدمة الطريق ضمن وقت وكلفة مناسبين وبأقل تأثير المعايير، كما ان وجود هذه المعايير العديدة المؤثرة في تحديد مسار الطريق يودي الى بين المتغيرات الحاصلة عليها وتكون عملية التوازن معقدة في عملية تحليل تحديد الافضلية.

هذا يحتاج الى تحليل معقد بين مجموعة المعايير التي لا تقاس بنفس القيم وهذا يتم من خلال تحليل القرار المتعدد المعايير (Multi Criteria Decision Analysis \_MCDA) التي ترتبط مع بعضها بموقع التحليل مكونة مجموعة من المعايير التي تقاس نوعا او كما.

ان التحليل المتعدد المعايير (MCDA) يساعد صانع القرار في تحليل الخطوات او البدائل التي تستند على عدة عوامل او محددات غير قابلة للقياس، وذلك باستخدام قواعد اتخاذ القرارات لتجميع تلك المعايير لغرض التقييم او الترتيب على الرغم من ان معيار القرار لا يمكن ان يكون الحد الاقصى في جميع خيارات البدائل.

ان التحليل المتعدد المعايير يتطلب توافق بين المعايير المتعددة لإنشاء بديل واحد لتلبية بعض او كل المعايير وان زيادة قيمة احد المعايير لا يمكن ان يقابله نقصان في معيار اخر. تم تطوير هذا النهج بين عام 1960 و 1970 نهج اسلوب (0-1) او اسلوب الترتيب لمساعدة صانعي القرار على اتخاذ الامثل بمقارنة البدائل بطريقة المقارنة (Pairwise Comparison) بسياق رئيسي هو ان يسلك مسار تطوير الرؤية استنادا الى مجموعة غامضة وقيمة التجميع وهي عملية التحليل الهرمي (Analytical Hierarchy Process -AHP). ان عملية التحليل الهرمي تستخدم اسلوب المقارنة الزوجية لاشتقاق الاهمية النسبية وقد اخذ مجالا واسعا في ت عديدة، وان التحليل المتعدد المعايير له القدرة على النظر بوقت واحد الى كل المعايير الكمية والنوعية وبهذا يمكن ان تمثل بمقياس ترتيبى ومستمر [1].

تعتبر عملية التحليل الهرمي اداة قوية تسمح باختلاف الراي والنزاعات لنمذجة الواقع في العالم الحقيقي ليشمل مقياس لجميع العوامل المهمة الملموسة وغير الملموسة والقابلة للقياس الكمي والنوعي [2]. تعتمد عملية التحليل الهرمي الى تحويل هذا التقييم أو التقدير إلى قيم ومدلولات رقمية ومن ثم معالجتها بسلسلة من العمليات ومقارنتها بكل عناصر المسألة عندها يحدد وزن رقمي أو اولوية لكل عنصر من عناصر الهرم، مفسحين في المجال للعناصر المختلفة أو غير المتكافئة ان تقارن بعضها بعضا بطريفة منطقية متماسكة [3].

ان عملية التحليل الهرمي [4] :

- 1 التحليل (Decomposition): يتطلب مبدا التحليل بان تتحلل مشكلة القرار بتسلسل هرمي والذي ي العناصر الاساسية للمشكلة .
- 2 (Comparative Judgment): مبدأ حكم المقارنة يتطلب تقييم المقارنة المزدوجة لكل عنصر في مستويات التحليل الهرمي .
- 3 التركيب (Synthesis): مبدا التركيب يأخذ كل نسبة من الاولويات مقياس في مختلف مستويات التسلسل الهرمي ويبني مجموعة مركبة من الاولويات بالنسبة للعناصر عند ادنى مستوى من التسلسل الهرمي.

تم تطوير طريقة المقارنة البشرية في عام 1980 (Saaty) في سياق عملية التحليل الهرمي (AHP). تعتبر عملية التحليل الهرمي الوسيلة الرياضية المستخدمة لتحديد أولويات البدائل المختلفة عبر قرار المقارنة الزوجية لعناصر القرار مع الاخذ بنظر الاعتبار المعايير المشتركة. ان هذه العملية أصبحت أكثر شيوعا من غيرها من الأساليب المستخدمة في عملية صنع القرار، وذلك بسبب بساطتها، دقتها، متانة نظريتها، وقدرتها على التعامل مع المعايير ال غير المادية [2].

وتكون خطوات عملية التحليل الهرمي ضمن المراحل التالية [3]

- 1 تعريف المشكلة وتحديد نوع معرفة الطلب.
- 2 بناء هيكل القرار والاهداف من منظور واسع ابتداء من المستوى الاعلى مرورا بمستوى متوسط الى الحد الادنى .
- 3 البشرية ، كل عنصر بمستوى مع مجموعة العناصر بمستوياتها المختلفة.

## : الأهمية النسبية لبعض المعايير المكانية المساهمة تحديد مسار الطريق الخارجية

4 استخدام الأولويات التي تم الحصول عليها من المقارنات ، تحديد الأولويات للمستوى الأعلى وثم يليها المستوى الأقل قيمة وزنيه .

ان هدف البحث هو الحصول على الأهمية النسبية لكل معيار في عملية التحليل الهرمي والمقارنة الزوجية (Consistency Ratio) بين المعايير ضمن مصفوفة التعبير التي تمثل مدى التجانس بين القيم

### منهاج المعايير الداخلة في عملية التحليل الهرمي:

ان المعايير التي تضمنتها عملية التحليل الهرمي في اختيار مسار الطريق لهذه الدراسة (Land use) ميل الارض (Slope) المصادر المائية (Water Resource) التأثير البيئي (Environmental Impact) مواقع الوديان (Hydrologic Map) نوع وطبيعة التربة (Geologic Map) (Control Area) مسار العوارض الخطية (Linear Engineering Structure).

ان الطريق المقترح يربط بين طريقي بغداد- مدينة الموصل لتسهيل حركة المركبات من خارج حدود المدينة وتخفيف زخم الحركة المرورية في المدينة.

الاولى في عملية التحليل الهرمي هو تحليل مشكلة القرار بتسلسل هرمي ويتكون من اهم عناصر مشكلة القرار حيث يتم وضع تسلسل لتحديد الهدف والمعايير الرئيسية والمعايير الثانوية التي تمثل الصفات [6]. مع ملاحظة ان كل معيار رئيسي يحمل قيمة للأهمية النسبية تمثل مدى التأثير لذلك المعيار على تحديد مسار الطريق وان كل معيار ثانوي (صفة) يحمل وزن يمثل قيمة للأهمية بين مجموعة الصفات.

### تقييم اوزان المعايير:

ان تقييم اوزان المعايير تنطوي على معايير متفاوتة الأهمية لصانعي القرار لمعرفة الأهمية النسبية للمعايير عادة عن طريق تعيين وزن لكل معيار. ان اشتقاق الاوزان هي خطوة مهمة في تحديد افضليات صانع القرار، كما ان الوزن يعتبر قيمة تعين معيارا تقييميا تدل على الأهمية النسبية لمعايير اخرى.

وكلما زاد الوزن زادت الأهمية، عادة يتم التمثيل بحيث يكون المجموع مساو لقيمة (1) (n) من المعايير وتعرف :

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_j, \dots, w_n)$$

$$W_j = 1 \dots \dots \dots (1)$$

ويمكن اتباع مقياس المقارنة الزوجية كأحد طرق تحديد هذ [7].

### تحديد الأهمية النسبية للمعايير:

لتحديد مسار الطريق يتطلب تحديد مجموعة من المعايير التي لا تقاس بنفس الوحدة او القياس، كما ان تحديد المسار يقع عادة تحت رغبات اصحاب القرار من المصممين وذوي الخبرة، ولتحديد الأهمية النسبية لكل معيار يتطلب هذه الشريحة واجراء عملية استبيان لمعرفة نسبة الاتفاق على الأهمية النسبية لقيمة كل معيار ضمن رؤية اصحاب القرار عن طريق وضع مجموعة من الاسئلة وربط هذه المعايير حسب المقارنة الزوجية المثبتة من قبل (Saaty\_1980)[2].

### مقياس المقارنة الزوجية:

يعتبر مقياس المقارنة الزوجية واحدة من الخطوات الأكثر أهمية في العديد من وسائل صنع القرار وهو تقدير دقيق للبيانات ذات الصلة. كما يمكن اعتباره مشكلة لا بد منها في أسلوب عملية التسلسل الهرمي. ان البيانات النوعية في كثير من

الأحيان لا يمكن أن تكون معروفة من حيث القيم المطلقة، لذا من الصعب جدا إن لم يكن مستحيلا تحديدها بشكل صحيح. من وسائل صنع القرار هو تحديد الأهمية النسبية أو الوزن للبدائل تبعا لكل معيار.

ان مقياس المقارنة الزوجية هو بناء مصفوفة التعبير عن القيم النسبية لمجموعة من الصفات. وهي تقدم الإط المتكامل لقضية أو مسألة ما عن طريق جمع عناصر المسألة وتقويمها. وتعتمد على التقييم البشري للعناصر التي لا تقاس بنفس الصفة أو الأولوية التفضيلية معتمدا على احكام الخبرة. ومن ثم توجيه هذه العناصر نحو الاهداف العامة لتتعامل معها وتقديم الحلول البديلة المتعلقة بها. وهو نهج اقترحه ساعاتي (Saaty-1980) اجتذب اهتمام العديد من الباحثين لفترة طويلة. وتستخدم مقارنات البشر لتحديد الأهمية النسبية لكل بديل تبعا لكل معيار. كما ان لدى صاحب القرار في هذا النهج فرصة للتعبير عن رأيه حول قيمة واحدة للمقارنة بين معيارين.

المشكلة الرئيسية مع المقارنات البشرية هو كيفية تحديد الخيارات اللغوية التي يتم خلالها التقييم. ان الهدف الأساليب التي تستخدم المقارنات البشرية هو الاقتراب في نهاية المطاف لتعبر عن الإجابات النوعية من صانعي القرار في هي عبارة عن من الأعداد الصحيحة.

تعتبر المقارنات هي حجر الزاوية في عملية صنع القرار، والتحديد الكمي بشكل صحيح هو الخطوة الأكثر أهمية في صنع القرار المتعدد المعايير والأساليب التي تستخدم البيانات النوعية. ويتم تحديد قيم مقارنات البشرية في عملية التحليل الهرمي حسب الجدول (1)، وفقا لهذا المقياس فإن القيم المتاحة للمقارنات البشرية تمتد في مجموعة: [8]{1/9 1/8 1/7 1/6 1/5 1/4 1/3 1/2 1 2 3 4 5 6 7 8 9}.

(1) قيم الأهمية في تحديد مقياس المقارنة الزوجية المقترحة من قبل (Saaty-1980) [2]

Intensity of Importance	Definition	Explanation
1	Equal importance	Two activities contribute equally to the objective
3	Weak importance of one over another	Experience and judgment slightly favor one activity over another
5	Essential or strong importance	Experience and judgment strongly favor one activity over another
7	Demonstrated importance	An activity is strongly favored and its dominance demonstrated in practice
9	Absolute importance	The evidence favoring one activity over another is of the highest possible order of affirmation
2,4,6,8	Intermediate values between the two adjacent judgments	When compromise is needed

### حساب الأهمية النسبية للمعايير :

بعد القيام بعملية تحديد المعايير والتي تؤثر بتحديد موقع المسار واعطاء وصف عام لكل منها، يجب تحديد وزن لكل منها بعملية التسلسل الهرمي وضمن مقياس المقارنة الزوجية، لذا تم انشاء مجموعة من المصفوفات للأهمية النسبية لمجموعة

تدخل في هذه العملية مجموعة المعايير، تكون المقارنة بين نفس المعيار بقيمة أهمية متساوية اي تمثل قيمة (1). بينما المقارنة بين كل معيارين مختلفين على حده تكون على حسب الأهمية ضمن مقياس المقارنة الزوجية، فاذا كان المعيار (A) ذو أهمية كبيرة عن المعيار (B) يعني ان تكون القيمة (A to B) (5)، وتكون القيمة عكسية عند (B to A) فتكون مساوية (1/5)، وبهذا تتكون مصفوفة بقيمة قطرية تساوي (1) صفوفة يساوي مقلوب اعلى

[9].

$$C_{ij} = \sum_{i=1}^n C_{ij} \dots \dots \dots (2)$$

يتم احتساب الأوزان للمعايير بعد تكوين

$$\begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{pmatrix}$$

الخطوة الثانية: تقسم كل قيمة بالعمود على مجموع العمود من المصفوفة [9]

$$X_{ij} = \frac{C_{ij}}{\sum_{i=1}^n C_{ij}} \dots \dots \dots (3)$$

$$\begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} \end{pmatrix}$$

(n)

الخطوة الثالثة: تقسيم كل مجموع

$$W_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^n X_{ij}}{n} \dots \dots \dots (4)$$

بعد حساب الأهمية النسبية يتم حساب نسبة الاتساق بين عناصر المعايير التي تمثل مقدار الترابط بين قيم المعايير، حيث يتم حساب قيمة ( ) وكذلك قيمة دليل الاتساق (Consistency Index \_CI) و تحديد قيمة دليل العشوائية (Random Index \_RI) في المصفوفة، لغرض تحديد قيمة نسبة الاتساق التي يجب ان تكون اقل

(Index \_RI

.[9](0.1)

[8] (n)

(2) قيمة دليل العشوائية (RI)

No. of Criteria	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Random Index	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

$$\begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} W_{11} \\ W_{21} \\ W_{31} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_{V11} \\ C_{V21} \\ C_{V31} \end{pmatrix}$$

$$\begin{aligned}
 Cv_{11} &= \frac{1}{w_{11}} [C_{11}W_{11} + C_{12}W_{21} + C_{13}W_{31}] \\
 Cv_{21} &= \frac{1}{w_{21}} [C_{21}W_{11} + C_{22}W_{21} + C_{23}W_{31}] \\
 Cv_{31} &= \frac{1}{w_{31}} [C_{31}W_{11} + C_{32}W_{21} + C_{33}W_{31}]
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

حساب قيمة ( ) وقيمة (CI) وقيمة الاتساق (CR) [9].

$$= \frac{\sum_{i=1}^n Cv}{n} \tag{6}$$

$$CI = \frac{-n}{n-1} \tag{7}$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{8}$$

### عملية استبيان اصحاب القرار:

تم الاستفادة من خبرة اصحاب القرار من المصممين وذوي الخبرة في اعمال تحديد مسار الطريق لغرض تحديد الاهمية النسبية لكل معيار يدخل بعملية التحليل ومعرفة نسبة التأثير، حيث شمل الاستبيان محافظة نينوى المجاورة لها والتي ترتبط معها بنفس الشبكة من الطرق الخارجية وهي (محافظات دهوك، اربيل، كركوك وصلاح الدين) للمتخصصين في مجال الطرق من حاملي الشهادات العليا (الدكتوراه والماجستير) من العاملين في جامعات ودوائر تلك المحافظات وذوي الخبرة من المصممين من العاملين في مديريات الطرق والجسور لتلك المحافظات مع بعض من ذوي الخبرة المتخصصين والعاملين بالقطاع الخاص، شكل (1) يوضح استمارة الاستبيان المعتمدة في عملية الاستبيان.

### تحليل بيانات اراء اصحاب القرار:

بعد اجراء عملية الاستبيان لصناع القرار تم احتساب قيم (Consistency Ratio -CR) تم تجاهل الاستمارة ذات النسبة الاعلى من قيمة 0.1. تم احتساب نسبة التطابق للآراء من الاستمارات المتبقية عند درجة (Confidence Interval-99%) لمعرفة نسبة التطابق (درجة الاجماع)، حيث تعتبر درجة الاجماع كمقرر رئيسي لطبيعة عملية الاختيار [3]، عن طريق اهمال النتائج الغير منطقية والمخالفة للحد الاعلى.

### تحديد مسار الطريق:

يتم توحيد المعايير المكانية بمجموعة رقمية مشتركة ومجمعه عن طريق معدل الاوزان، وذلك بعد تعين صناع القرار اوزان الاهمية النسبية لكل معيار عن طريق التحليل الهرمي (AHP) يتم الحصول على الدرجة لكل بديل عن طريق ضرب الاهمية النسبية لكل معيار في قيمة مقياس المعايير الثانوية (الصفات) للمعيار نفسه ومن ثم احتساب المجموع مكون بذلك نتيجة اجمالية.

يمكن تنفيذ هذا الاسلوب باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) بواسطة قدرة التركيب (Overlay Capabilities) لهذا البرنامج حيث يسمح بتقييم طبقات المعايير وجمعها لحساب طبقة خارطة مركبة وباستخدام المجموع الخطي الموزون (WLC) يتم الجمع بتطبيق الاوزان للحصول على خارطة الملائمة (Suitability Map) [7].

## الأهمية النسبية لبعض المعايير المكانية المساهمة : تحديد مسار الطريق الخارجية

الأهمية النسبية للمعايير المستخدمة في اختيار المسار الأفضل:

وفق تقديرك الشخصي حدد درجة الأهمية النسبية للمعايير المستخدمة في اختيار المسار الأفضل لطريق شرياني يربط طريق بغداد كركوك عند مداخل مدينة الموصل من نوع ( 2 way-4lane )

ملاحظة : يجب ان تكون قيمة احد المعايير تساوي ( ١ ) .

استخدامات الارض Land use	الى	<input type="text"/>	نسبة الميل Slope
استخدامات الارض Land use	الى	<input type="text"/>	نسبة التأثير البيئي Environmental impact
استخدامات الارض Land use	الى	<input type="text"/>	نسبة المصادر المائية Water Source
استخدامات الارض Land use	الى	<input type="text"/>	نسبة نوع التربة Geological
استخدامات الارض Land use	الى	<input type="text"/>	نسبة مواقع الوديان hydrological map <sup>1</sup>
استخدامات الارض Land use	الى	<input type="text"/>	نسبة نقاط الجذب Control point <sup>2</sup>
استخدامات الارض Land use	الى	<input type="text"/>	نسبة مسار العوارض الخدمية <sup>3</sup> linear engineering structure
المصادر المائية Water Source	الى	<input type="text"/>	نسبة الميل Slope
المصادر المائية Water Source	الى	<input type="text"/>	نسبة التأثير البيئي Environmental impact
المصادر المائية Water Source	الى	<input type="text"/>	نسبة نوع التربة Geological
المصادر المائية Water Source	الى	<input type="text"/>	نسبة مواقع الوديان hydrological map <sup>1</sup>
المصادر المائية Water Source	الى	<input type="text"/>	نسبة نقاط الجذب Control point <sup>2</sup>
المصادر المائية Water Source	الى	<input type="text"/>	نسبة مسار العوارض الخدمية <sup>3</sup> linear engineering structure
الميل Slope	الى	<input type="text"/>	نسبة التأثير البيئي Environmental impact
الميل Slope	الى	<input type="text"/>	نسبة نوع التربة Geological
الميل Slope	الى	<input type="text"/>	نسبة مواقع الوديان Hydrological map <sup>1</sup>
الميل Slope	الى	<input type="text"/>	نسبة نقاط الجذب Control point <sup>2</sup>
الميل Slope	الى	<input type="text"/>	نسبة مسار العوارض الخدمية <sup>3</sup> linear engineering structure
نوع التربة Geological	الى	<input type="text"/>	نسبة التأثير البيئي Environmental impact
نوع التربة Geological	الى	<input type="text"/>	نسبة مواقع الوديان Hydrological map <sup>1</sup>
نوع التربة Geological	الى	<input type="text"/>	نسبة نقاط الجذب Control point <sup>2</sup>
نوع التربة Geological	الى	<input type="text"/>	نسبة مسار العوارض الخدمية <sup>3</sup> linear engineering structure
التأثير البيئي Environmental impact	الى	<input type="text"/>	نسبة مواقع الوديان Hydrological map <sup>1</sup>
التأثير البيئي Environmental impact	الى	<input type="text"/>	نسبة نقاط الجذب Control point <sup>2</sup>
التأثير البيئي Environmental impact	الى	<input type="text"/>	نسبة مسار العوارض الخدمية <sup>3</sup> linear engineering structure
مواقع الوديان Hydrological map <sup>1</sup>	الى	<input type="text"/>	نسبة نقاط الجذب Control point <sup>2</sup>
مواقع الوديان Hydrological map <sup>1</sup>	الى	<input type="text"/>	نسبة مسار العوارض الخدمية <sup>3</sup> linear engineering structure
نقاط الجذب Control point <sup>2</sup>	الى	<input type="text"/>	نسبة مسار العوارض الخدمية <sup>3</sup> linear engineering structure

(1) نموذج استمارة الاستبيان

## النتائج وتحليلها

تقييم الأهمية النسبية للمعايير:

تم عملية تحديد الأوزان عن طريق استبيان مجموعة من صانعي القرار لأهمية المعايير المكانية الواقعة وتحديد أهمية كل معيار مقابل الآخر واحتساب الأوزان لكل استمارة مع نسبة (3) يمثل نموذج لآراء أصحاب القرار الناتجة من عملية الاستبيان، بينما جدول (4) يوضح حساب أوزان المعايير من مصفوفة المقارنة الزوجية والجدول (5) يوضح القيم اللازمة

(6) تم حساب قيمة

$$= (8.946+8.961+8.828+8.686+8.584+8.733+8.9+8.785)/8= 8.803$$

(7) تم حساب قيمة CI

$$CI = (8.803-8)/(8-1)= 0.1147$$

(CR)

(3) تم حساب قيمة

(8)

$$CR = 0.1147/1.41= 0.0814 < 0.1$$

ولكون قيمة (0.1) لذا تعتبر استمارة صاحب القرار مقبولة وهذا يدل على وجود ترابط في قيم المقارنة الزوجية بين المعايير والتي تعطي قيم للأهمية النسبية تكون مقبولة لذا يمكن ان تدخل هذه الاستمارة في عملية

(3)

Criteria	STEP 1							
	LU	WS	SL	GL	EI	HL	CA	LES
Land use(LU)	1	0.5	4	2	6	3	2	5
Water Source(WS)	2	1	5	4	4	2	2	3
Slope(SL)	0.25	0.2	1	1	3	2	0.5	2
Geological(GL)	0.5	0.25	1	1	2	2	2	0.5
Environmental Impact(EI)	0.166667	0.25	0.33333	0.5	1	0.5	0.5	0.5
Hydrological Map (HL)	0.333333	0.5	0.5	0.5	2	1	0.5	3
Control Area(CA)	0.5	0.5	2	0.5	2	2	1	3
Linear Engineering Structure(LES)	0.2	0.33333	0.5	2	2	0.33333	0.33333	1
Total	4.95	3.533333333	14.33333	11.5	22	12.83333333	8.833333333	18

(4) حساب اوزان المعايير من مصفوفة المقارنة الزوجية

Criteria	STEP 2								
	LU	WS	SL	GL	EI	HL	CA	LES	Weight
Land use(LU)	0.202	0.142	0.279	0.174	0.273	0.234	0.226	0.278	$(0.202+0.142+0.279+0.174+0.273+0.234+0.226+0.278)/8=0.2259$
Water Source(WS)	0.404	0.283	0.349	0.348	0.182	0.156	0.226	0.167	$(0.404+0.283+0.389+0.348+0.182+0.156+0.226+0.167)/8=0.2643$
Slope(SL)	0.051	0.057	0.070	0.087	0.136	0.156	0.057	0.111	$(0.051+0.057+0.07+0.087+0.136+0.156+0.057+0.111)/8=0.0904$
Geological(GL)	0.101	0.071	0.070	0.087	0.091	0.156	0.226	0.028	$(0.101+0.071+0.07+0.087+0.091+0.156+0.226+0.028)/8=0.1036$
Environmental Impact(EI)	0.034	0.071	0.023	0.043	0.045	0.039	0.057	0.028	$(0.034+0.071+0.023+0.043+0.045+0.039+0.057+0.028)/8=0.0424$
Hydrological Map (HL)	0.067	0.142	0.035	0.043	0.091	0.078	0.057	0.167	$(0.067+0.142+0.035+0.043+0.091+0.078+0.057+0.167)/8=0.0849$
Control Area(CA)	0.101	0.142	0.140	0.043	0.091	0.156	0.113	0.167	$(0.101+0.142+0.14+0.043+0.091+0.156+0.113+0.167)/8=0.119$
Linear Engineering Structure(LES)	0.040	0.094	0.035	0.174	0.091	0.026	0.038	0.056	$(0.04+0.094+0.035+0.174+0.091+0.026+0.038+0.056)/8=0.0692$
Total	1	1	1	1	1	1	1	1	1



الأهمية النسبية لبعض المعايير المكانية المساهمة تحديد مسار الطريق الخارجية

(5)

Criteria	Step 1	Step 2
Land use(LU)	$(0.2259*1+0.2643*0.5+0.0904*4+0.1036*2+0.0424*6+0.0849*3+0.119*2+0.0692*5) = 2.021$	$2.021/0.2259=8.946$
Water Source(WS)	$(0.2259*2+0.2643*1+0.0904*5+0.1036*4+0.0424*4+0.0849*4+0.119*2+0.0692*3) = 2.368$	$2.368/0.2643=8.961$
Slope(SL)	$(0.2259*0.25+0.2643*0.2+0.0904*1+0.1036*1+0.0424*3+0.0849*2+0.119*0.5+0.0692*2) = 0.7987$	$0.7987/0.0904=8.828$
Geological(GL)	$(0.2259*0.5+0.2643*0.25+0.0904*1+0.1036*1+0.0424*2+0.0849*2+0.119*2+0.0692*0.5) = 0.9006$	$0.9006/0.1036=8.686$
Environmental Impact(EI)	$(0.2259*0.16+0.2643*0.25+0.0904*0.33+0.1036*0.5+0.0424*1+0.0849*0.5+0.119*0.5+0.0692*0.5) = 0.3647$	$0.3647/0.0424=8.584$
Hydrological Map (HL)	$(0.2259*0.33+0.2643*0.5+0.0904*0.5+0.1036*0.5+0.0424*2+0.0849*1+0.119*0.5+0.0692*3) = 0.7415$	$0.7415/0.0849=8.733$
Control Area(CA)	$(0.2259*0.5+0.2643*0.5+0.0904*2+0.1036*0.5+0.0424*2+0.0849*2+0.119*1+0.0692*3) = 1.0593$	$1.0593/0.119=8.900$
Linear Engineering Structure(LES)	$(0.2259*0.2+0.2643*0.33+0.0904*0.5+0.1036*2+0.0424*2+0.0849*0.33+0.119*0.33+0.0692*1) = 0.6080$	$0.6080/0.0692=8.785$

نتائج عملية الاستبيان:

تم احتساب الأهمية النسبية للمعايير من استمارات عملية الاستبيان واحتساب قيمة نسبة الاتساق لتحديد وتقييم صحة الاستمارة، وتجاهل الاستمارات ذات القيم الأعلى من (0.1). (6) يعرض قيم اوزان المحددات لأصحاب القرار. بينما جدول (7) يوضح صافي العينة من عملية الاستبيان. كما يوضح جدول (8) نتائج عملية التحليل لأصحاب القرار مع القيم المقبولة والانحراف المعياري لها.

## (6) قيم اوزان المحددات لأصحاب القرار

Criteria	LU	WS	SL	GL	EI	HL	CA	L.E.S.	C.R
Valuer1	21.91	30.70	3.95	4.42	17.72	9.25	7.36	4.71	0.078
Valuer2*	35.77	6.26	3.83	9.51	4.01	5.08	20.23	15.30	0.283
Valuer3	22.83	21.79	12.70	12.19	4.04	8.33	8.45	9.66	0.048
Valuer4	24.83	21.11	8.69	12.74	5.17	10.83	8.36	8.27	0.071
Valuer5	26.22	26.22	8.10	11.00	3.30	10.61	8.63	5.94	0.093
Value 6	24.56	26.44	10.59	11.67	3.51	4.80	13.44	4.99	0.073
Valuer7	26.25	27.90	7.35	9.73	2.91	4.60	9.88	11.38	0.096
Valuer8	22.01	26.02	11.72	13.98	2.80	9.96	9.75	3.77	0.066
Valuer9	3.44	26.74	13.94	9.60	2.29	16.84	12.96	14.19	0.070
Value 10	22.59	26.43	9.05	10.37	4.25	8.49	11.90	6.92	0.081
Valuer11*	25.00	10.51	12.02	7.72	10.66	10.99	11.93	11.17	0.328
Valuer12	16.34	28.12	32.86	4.86	3.13	5.18	5.27	4.23	0.089
Valuer13*	13.83	8.79	10.85	13.58	10.07	16.00	14.79	12.09	1.028
Valuer14	25.95	25.95	10.49	9.02	6.08	7.67	9.00	5.84	0.099
Value 15	24.76	29.69	10.30	9.40	2.94	7.26	10.65	5.01	0.060
Valuer16	22.99	5.88	2.85	4.77	22.28	5.17	24.71	11.35	0.073
Valuer17	21.29	28.70	8.80	10.09	3.75	8.37	11.71	7.30	0.091
Valuer18	21.29	28.70	8.80	10.09	3.75	8.37	11.71	7.30	0.091
Valuer19	24.80	26.06	10.11	9.38	3.76	8.58	12.14	5.17	0.066
Valuer20	26.15	27.58	8.37	12.14	4.09	5.65	10.09	5.93	0.029
Valuer21*	11.39	7.86	8.61	5.87	16.08	14.02	21.47	14.69	1.343
Valuer22	5.42	2.54	30.15	30.15	2.58	18.04	5.70	5.42	0.026
Valuer23	40.23	13.38	6.57	5.93	6.09	7.81	12.66	7.33	0.074
Valuer24	24.95	37.26	4.54	7.03	5.91	7.85	6.70	5.75	0.080
Valuer25	24.41	22.48	8.71	12.36	6.83	5.05	10.88	9.27	0.067
Valuer26	24.00	19.76	9.10	14.61	7.40	6.51	11.30	7.32	0.072
Valuer27	23.51	21.59	8.18	15.19	6.23	7.04	12.47	5.81	0.040
Valuer28	24.97	19.91	9.40	18.00	8.59	3.47	10.44	5.21	0.060
Valuer29	21.44	28.77	8.87	10.06	3.75	8.48	11.06	7.56	0.086
Valuer30	21.64	28.89	8.94	10.06	3.76	7.82	11.13	7.76	0.077
Valuer31	22.67	37.26	4.03	10.49	6.11	7.53	5.93	5.99	0.091
Valuer32	21.27	28.69	8.75	10.84	3.72	8.23	10.93	7.57	0.095
Valuer33	26.78	26.78	13.85	5.08	4.03	7.21	12.93	3.34	0.012
Valuer34	21.96	29.64	9.61	10.54	4.72	8.36	10.89	4.29	0.099
Valuer35	26.43	25.24	11.18	9.03	6.34	6.60	12.02	3.17	0.084
Valuer36	23.83	32.18	10.15	7.17	4.73	7.17	10.26	4.50	0.047
Valuer37	23.60	25.58	9.64	9.57	4.43	8.42	11.63	7.12	0.091
Valuer38	23.36	24.71	8.95	10.67	4.41	8.46	11.79	7.63	0.093

\* تم اهمال الاستمارة لان نسبة الاتساق اكبر من 0.1

## (7) صافي العينة من اصحاب القرار

38	عدد المقيمين من اصحاب القرار
4	عدد المقيمين خارج الحدود لقيمة (CR>0.1)
34	صافي العينة

الأهمية النسبية لبعض المعايير المكانية المساهمة تحديد مسار الطريق الخارجية

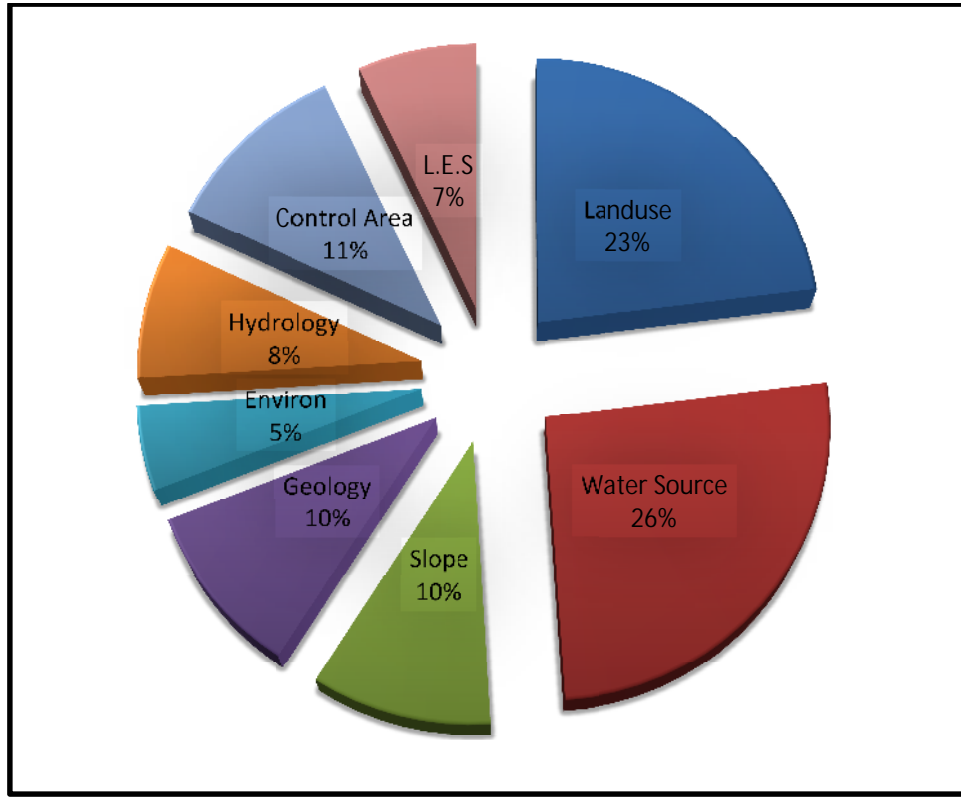
(8) نتائج عملية التحليل لأصحاب القرار مع القيم المقبولة والانحراف المعياري

Criteria	Landuse	Water Source	Slope	Geology	Environmental	Hydrology	Control Area	L.E.S.	Sum Weight
1	21.91	26.22	12.70	12.19	4.04	9.25	9.88	5.94	
2	22.83	26.44	8.69	12.74	5.17	8.33	9.75	6.92	
3	24.83	27.90	8.10	11.00	4.25	8.49	11.90	5.84	
4	24.56	26.02	10.59	11.67	6.08	7.67	10.65	7.30	
5	22.01	26.74	11.72	9.73	3.75	7.26	11.71	7.30	
6	22.59	26.43	9.05	9.60	3.75	8.37	11.71	5.93	
7	24.76	28.12	10.49	10.37	3.76	8.37	12.14	7.33	
8	22.99	25.95	10.30	9.02	4.09	8.58	10.09	5.75	
9	21.29	26.06	8.80	9.40	6.09	7.81	10.88	7.32	
10	21.29	27.58	8.80	10.09	5.91	7.85	11.30	5.81	
11	24.80	22.48	10.11	10.09	6.83	7.04	10.44	7.56	
12	24.95	26.78	8.37	9.38	6.23	8.48	11.06	7.76	
13	24.41	25.24	8.71	12.14	3.75	7.82	11.13	5.99	
14	24.00	25.58	9.10	12.36	3.76	7.53	10.93	7.57	
15	23.51	24.71	8.18	10.06	6.11	8.23	10.89	7.12	
16	24.97	--	9.40	10.06	3.72	7.21	12.02	7.63	
17	21.44	--	8.87	10.49	4.03	8.36	10.26	--	
18	21.64	--	8.94	10.84	4.72	7.17	11.63	--	
19	22.67	--	8.75	10.54	6.34	8.42	11.79	--	
20	21.27	--	9.61	9.03	4.73	8.46	--	--	
21	21.96	--	11.18	9.57	4.43	--	--	--	
22	23.83	--	10.15	10.67	4.41	--	--	--	
23	23.60	--	9.64	--	--	--	--	--	
24	23.36	--	8.95	--	--	--	--	--	
Average	23.14	26.15	9.55	10.50	4.82	8.03	11.06	6.82	100.07
Std	5.7874	6.9411	5.8507	4.5146	3.9549	2.8719	3.2325	2.3752	
a	25.6161	28.510	13.016	12.770	7.306	9.405	12.243	7.789	
b	20.1889	22.000	7.530	8.536	3.597	6.715	9.211	5.562	
R.I%	23	26	10	10	5	8	11	7	100

لتحديد درجة التطابق لقيمة كل معيار من المعايير الثمانية تم اعتماد فترة ثقة (99% Confidence Interval).  
 (9) يوضح الأهمية النسبية للمعايير مع نسبة التطابق بين نتائج أصحاب القرار، بينما شكل (2) يوضح رنة بين الأهمية النسبية للمعايير.

(9) نسبة الأهمية للمعايير مع نسبة التطابق

المسارات الخطية		الواديان	التأثير البيئي	طبيعة	الميل	المانية		
7%	11%	8%	5%	10%	10%	26%	23%	
16	19	20	22	22	24	15	24	عدد المطابقين من 34
47%	56%	59%	65%	65%	70%	44%	70%	



(2) المقارنة بين الاهمية النسبية للمعايير

### تحديد مسار الطريق:

لتحديد مسار الطريق يتم توظيف البيانات التي تحديدها للمعايير المكانية لتحويلها الى خرائط رقمية وتكوين قاعدة بيانات ضمن مقياس موحد لتحقيق عملية التركيب الخطي الموزون لاستخدامها في عملية التحليل باستخدام ArcMap10 ضمن برنامج نظم المعلومات الجغرافية.

### والتوجيهات

من خلال هذه الدراسة و اجراء عملية التحليل لأراء صانعي القرار وتحليل المعايير لتحديد مسار الطريق، تم التوصل الى مجموعة من الاستنتاجات وكما يلي:

1. اظهرت نتائج عملية الاستبيان لأصحاب القرار ان الاهمية النسبية للمعايير المستخدمة في هذه الدراسة لتحديد لطريق وهي استخدامات الارض، المصادر المائية، نسبة الميل، طبيعة التربة، التأثير البيئي، مواقع الوديان، مواقع الجذب والتقاطعات مع مسارات اخرى كانت متفاوتة. حيث ان اعلى اهمية نسبية كانت للمصادر المائية 26% يليها استخدامات الارض بقيمة 23% 70%، بينما كانت اقل قيمة للأهمية النسبية لمعيار التأثير البيئي بمقدار 5%، حيث لم يظهر اصحاب القرار اهمية للتأثيرات البيئية في تحديد مواقع مسارات الطرق الخارجية.
2. بلغت قيمة الاهمية النسبية لمعايير نسبة الميل، طبيعة التربة، مواقع الوديان، مواقع الجذب ومعيار التقاطع مع المسارات الاخرى هي 10% 10% 8% 11% 7% .

3. (70%) لاستخدامات الارض ونسبة الميل على اعتبار انهما معيارين مهمين اثناء عملية التصميم.
4. ضعف التوافق والاهمية النسبية بالنسبة لمعيار التقاطعات مع المسارات الخدمية الاخرى حيث تطابقت الآراء (47%) لأهمية (7%)، وهذا ما ظهر واضحا اثناء عملية الاستبيان، حيث لا توجد اي معلومات مسجلة عن الحوادث المرورية مع المسارات الخدمية ولا اي قيم كلفة بصورة واضحة.
5. نوصي الدراسة بأهمية تكوين قاعدة بيانات لتحقيق عملية التركيب الخطي الموزون لاستخدامها في تحديد مسار الطرق ضمن برنامج نظم المعلومات الجغرافية.

#### References:

1. Randal Greene, Rodolphe Devillers, Joan E. Luther and Brian G. Eddy(2011)." GIS-Based Multiple-Criteria Decision Analysis" Department of Geography, Memorial University of Newfoundland, Geography Compass 5/6 (2011): 412–432.
2. Saaty, T.L. ( 1980)." The Analytic Hierarchy Process", McGraw-Hill, New York, NY.
3. Saaty L. Thomas (2008)." Decision making with the analytic hierarchy process" University of Pittsburgh, Int. J. Services Sciences, Vol. 1, No. 1,2008.
4. Malczewski, J. (1999). "GIS and Multi-Criteria Decision Analysis". New York: J. Wiley & Sons.
5. Mongkut & Nattapon (2003). "Evaluation of Alternatives in Transportation Planning using Multi-Stakeholders Multi-Objectives AHP Modeling" School of Building Facilities and Civil Engineering, Sirindhorn International Institute of Technology Thammasat University, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.4, October, 2003.
6. Djenaliev A.(2007)" Multi-criteria Decision Making and GIS for Railroad planning in Kyrgyzstan" requirement for the degree of Master, School of Architecture and the Built Environment Royal Institute of Technology Stockholm, Sweden.
7. Drobne S. and Lisec A.(2009)." Multi-attribute Decision Analysis in GIS: Weighted Linear Combination and Ordered Weighted Averaging" University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Jamova 2, SI-Ljubljana, Slovenia.
8. Mann H. Stuart.(1995) " Using The Analytic Hierarchy Process for Decision Making in Engineering Application :Some Challenges" Department of Industrial and Manufacturing Systems Engineering Louisiana State University, © International Journal of Industrial Engineering ISSN 1072-4761, U.S.A.
9. Sadasivuni R., O'Hara G. Charles, Nobrega R.& Dumas J.(2009) "A Transportation Corridor Case study for Multi-Criteria Decision Analysis". Geo-systems Research Institute, Mississippi State University. ASPRS Annual Conference Baltimore, Maryland March 9-13.