الأهمية النسبية لبعض المعايير المكانية المساهمةفي تحديد مسار الطريق الخارجية

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

الخلاصة

تم في هذه الدراسة تحديد مجموعة من المعايير المكانية التي يمكن ان توثر في عملية اختيار مسار لطريق مقترح يربط بين طريقي موصل- بغداد وموصل- 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 والتقاطعات مع مسارات اخرى. تم اجراء استبيان لمجموعة من صناع القرار والمتخصصين في مجال تصاميم وانشاء الطرق لتحديد الاهمية النسبية لهذه المعايير المكانية بمنهجية المقارنة المزدوجة بعد بناء هيكل هرمي لتقييم المعايير وباستخدام عملية التحليل الهرمي. اظهرت نتائج الدراسة ان اعلى اهمية نسبية كانت لمعيار المصادر المائية 26% عند نسبة اجماع لصناع القرار يبلغ 44% يليها استخدامات الارض بقيمة 23% عند نسبة اجماع 70%، بينما كانت اقل قيمة للأهمية النسبية لمعيار التأثير البيئي بمقدار 5% وعند نسبة اجماع 65%. بينت الدراسة ان ارتفاع نسبة التطابق عند (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%).

أستلم: 3 - 5 - 2014 قبل: 6 - 6 - 2015

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

مقدمة

هناك العديد من المعايير التي توثر على تحديد مسار الطريق منها الطبيعية كنوع التربة التي يمر عليها الطريق وكذلك والتضاريس والمصادر المائية والحقول الزراعية ومنها ما هو في حالة تغير مستمر كاستخدامات الارض ومناطق الجذب يقابلها الحصول على اكبر قدر للاستفادة من خدمة الطريق ضمن وقت وكلفة مناسبتين وباقل تاثير على تلك المعايير، كما ان وجود هذه المعايير العديدة المؤثرة في تحديد مسار الطريق يودى الى تنافس بين المتغيرات الحاصلة عليها وتكون عملية التوازن معقدة في عملية لتحليل تحديد الافضلية.

هذا التنافس 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 لأنشاء بديل واحد لتلبية بعض او كل المعايير وان زيادة بقيمة احد المعايير لأيمكن ان يقابله نقصان في معيار اخر. تم تطوير هذا النهج بين عام 1960الى عام 1970 على نهج اسلوب الثنائي (1-0) او اسلوب الترتيب لمساعدة صانعي القرار على اتخاذ الامثل بمقارنة البدائل بطريقة المقارنة المزدوجة (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 مجالات عديدة، وان التحليل المتعدد المعايير له القدرة على النظر بوقت واحد الى كل المعايير الكمية والنوعية وبهذا يمكن ان تمثل بمقياس ترتيبي 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]. تعمد عملية التحليل الهرمي إلى 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 ً بطريقة منطقية متماسكة[3].

ان عملية التحليل الهرمي تعتمد على ثلاثة مبادى[4] :

1. التحليل (Decomposition): يتطلب مبدا التحليل بان تتحلل مشكلة القرار بتسلسل هرمي والذي يستحوذ العناصر الاساسية للمشكلة .
2. حكم المقارنة (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 من قبل العالم (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 الملموسة 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 ابتدأ من المستوى الاعلى مرورا بمستوى متوسط الى الحد الادنى .
3. بناء مجموعة من مصفوفات المقارنة البشرية ، كل عنصر بمستوى مع مجموعة العناصر بمستوياتها المختلفة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

4 استخدام الاولويات التي تم الحصول عليها من المقارنات ، تحديد الاولويات للمستوى الاعلى وثم يليها المستوى الاقل قيمة وزنيه .

ان هدف البحث هو الحصول على الاهمية النسبية لكل معيار في عملية التحليل الهرمي والمقارنة الزوجية وحساب نسبة التماسك او الاتساق (Consistency Ratio) بين المعايير ضمن مصفوفة التعبير التي تمثل مدى التجانس بين القيم الموضوعة ضمن المصفوفة.

منهاج البحث

المعايير الداخلة في عملية التحليل الهرمي:

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

ان الطريق المقترح يربط بين طريقي بغداد- موصل و موصل كركوك عند مدخلي مدينة الموصل الجنوبي لتسهيل حركة المركبات من خارج حدود المدينة وتخفيف زخم الحركة المرورية في طرق المدينة.

ان الخطوة 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 تقيم اوزان المعايير تنطوي على معايير متفاوتة الاهمية لصانعي القرار لمعرفة الاهمية 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 الاهمية النسبية لمعايير اخرى.

وكلما زاد الوزن زادت الاهمية، عادة يتم التمثيل بحيث يكون المجموع مساو لقيمة (1) في حالة (n) من المعايير وتعرف على النحو التالي :

$$W = (w1, w2, \dots wj, \dots wn)$$

$$\sum Wj = 1 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

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

تحديد الاهمية 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 الاهمية النسبية لكل معيار يتطلب الامر اخذ اراء هذه الشريحة واجراء عملية استبيان لمعرفة نسبة الاتفاق على الاهمية 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

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الأحيان لا يمكن أن تكون معروفة من حيث القيم المطلقة، لذا من الصعب جدا إن لم يكن مستحيلا تحديدها بشكل صحيح. لذلك فان 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 الإطار المنطقي المتكامل لقضية أو مسألة ما عن طريق جمع عناصر المسألة وتقويمها. وتعتمد على التقييم البشرى للعناصر التي لا تقاس بنفس الصفة او الاولوية 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) والذي 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 من كل الأساليب التي تستخدم المقارنات البشرية هو الاقتراب في نهاية المطاف لتعبر عن الإجابات النوعية من صانعي القرار في بعض الأرقام التي هي عبارة عن مجموعة 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 المقارنات البشرية في عملية التحليل الهرمي حسب الجدول (1)، وفقا لهذا المقياس فإن القيم المتاحة للمقارنات البشرية تمتد في مجموعة:

{9، 8، 7، 6، 5، 4، 3، 2،1، 1/2، 1/3، 1/4، 1/5، 1/6، 1/7، 1/8، 1/9}[8].

الجدول (1) قيم الاهمية 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 الاهمية النسبية للمعايير ونسبة الاتساق:

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 من اصحاب القرار.

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

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

يتم احتساب الاوزان للمعايير بعد تكوين المصفوفة، الخطوة الاولى جمع كل عمود من مصفوفة المقارنة المزدوجة[9].

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

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

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

$$Xij = \frac{Cij}{\sum_{i=1}^{n} Cij} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

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

الخطوة الثالثة : تقسيم كل مجموع للصف على عدد المحددات (n)

$$Wij = \frac{\sum_{j=1}^{n} Xij}{n} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (4)$$

بعد حساب الاهمية النسبية يتم حساب نسبة الاتساق بين عناصر المعايير التي تمثل مقدار الترابط بين قيم المعايير، حيث يتم حساب قيمة (ƛ) وكذلك قيمة دليل الاتساق(Consistency Index _CI) و تحديد قيمة دليل العشوائية (Random Index _RI) التي تعتمد على عدد العناصر(n) في المصفوفة، لغرض تحديد قيمة نسبة الاتساق التي يجب ان تكون اقل من (0.1)[9].

الجدول (2) قيمة دليل العشوائية (RI) مع عدد العناصر(n) [8]

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

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

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

$$Cv11 = \frac{1}{w11}[C11W11 + C12W21 + C13W31]$$
$$Cv21 = \frac{1}{w21}[C21W11 + C22W21 + C23W31] \quad \text{.....(5)}$$
$$Cv31 = \frac{1}{w31}[C31W11 + C32W21 + C33W31]$$

لحساب قيمة (ƛ) وقيمة (CI) وقيمة الاتساق (CR) [9].

$$ƛ = \frac{\sum_{i=1}^{n} Cv}{n} \quad \text{... ... ... (6)}$$

$$CI = \frac{ƛ - n}{n - 1} \quad \text{... ... ... (7)}$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad \text{... ... ... (8)}$$

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 والمحافظات 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 صناع القرار:

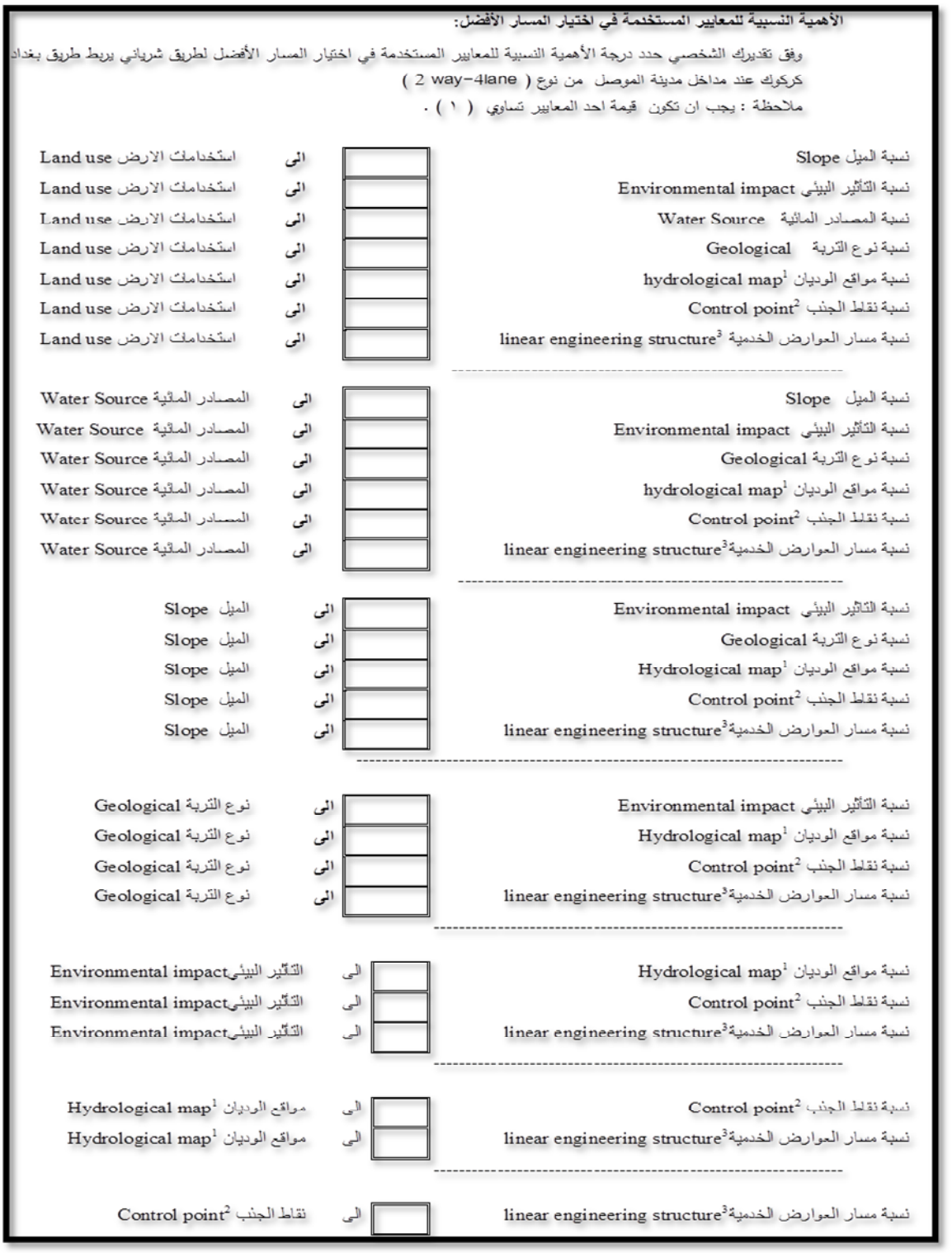
بعد اجراء عملية الاستبيان لصناع القرار تم احتساب قيم نسبة الاتساق(Consistency Ratio -CR) لكل استمارة، تم تجاهل الاستمارة ذات النسبة الاعلى من قيمة 0.1. تم احتساب نسبة التطابق للآراء من الاستمارات المتبقية عند درجة ثقة (Confidence Interval-99%) لمعرفة نسبة التطابق (درجة الاجماع)، حيث تعتبر درجة الاجماع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

تحديد مسار الطريق:

يتم توحيد المعايير المكانية بمجموعة رقمية مشتركة ومجتمعه 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].

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



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) .

نسبة الميل Slope		الى استخدامات الارض Land use
نسبة التأثير البيئي Environmental impact		الى استخدامات الارض Land use
نسبة المصادر المائية Water Source		الى استخدامات الارض Land use
نسبة نوع التربة Geological		الى استخدامات الارض Land use
نسبة مواقع الوديان hydrological map[1]		الى استخدامات الارض Land use
نسبة نقاط الجنب Control point[2]		الى استخدامات الارض Land use
نسبة مسار العوارض الخدمية linear engineering structure[3]		الى استخدامات الارض Land use

نسبة الميل Slope		الى المصادر المائية Water Source
نسبة التأثير البيئي Environmental impact		الى المصادر المائية Water Source
نسبة نوع التربة Geological		الى المصادر المائية Water Source
نسبة مواقع الوديان hydrological map[1]		الى المصادر المائية Water Source
نسبة نقاط الجنب Control point[2]		الى المصادر المائية Water Source
نسبة مسار العوارض الخدمية linear engineering structure[3]		الى المصادر المائية Water Source

نسبة التأثير البيئي Environmental impact		الى الميل Slope
نسبة نوع التربة Geological		الى الميل Slope
نسبة مواقع الوديان Hydrological map[1]		الى الميل Slope
نسبة نقاط الجنب Control point[2]		الى الميل Slope
نسبة مسار العوارض الخدمية linear engineering structure[3]		الى الميل Slope

نسبة التأثير البيئي Environmental impact		الى نوع التربة Geological
نسبة مواقع الوديان Hydrological map[1]		الى نوع التربة Geological
نسبة نقاط الجنب Control point[2]		الى نوع التربة Geological
نسبة مسار العوارض الخدمية linear engineering structure[3]		الى نوع التربة Geological

نسبة مواقع الوديان Hydrological map[1]		الى التأثير البيئي Environmental impact
نسبة نقاط الجنب Control point[2]		الى التأثير البيئي Environmental impact
نسبة مسار العوارض الخدمية linear engineering structure[3]		الى التأثير البيئي Environmental impact

نسبة نقاط الجنب Control point[2]		الى مواقع الوديان Hydrological map[1]
نسبة مسار العوارض الخدمية linear engineering structure[3]		الى مواقع الوديان Hydrological map[1]

نسبة مسار العوارض الخدمية linear engineering structure[3]		الى نقاط الجنب Control point[2]

شكل (1) نموذج استمارة الاستبيان

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

النتائج وتحليلها

تقييم الاهمية النسبية للمعايير:

تم عملية تحديد الاوزان عن طريق استبيان مجموعة من صانعي القرار لأهمية المعايير المكانية الواقعة وتحديد اهمية كل معيار مقابل الاخر واحتساب الاوزان لكل استمارة مع نسبة الاتساق. الجدول (3) يمثل نموذج لاحد اراء اصحاب القرار الناتجة من عملية الاستبيان، بينما جدول (4) يوضح حساب اوزان المعايير من مصفوفة المقارنة الزوجية والجدول (5) يوضح القيم اللازمة لحساب نسبة الاتساق.

حسب المعادلة (6) تم حساب قيمة λ

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

من المعادلة (7) تم حساب قيمة CI

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

ومن المعادلة (8) والجدول (3) تم حساب قيمة نسبة الاتساق (CR)

CR = 0.1147/1.41= 0.0814 < 0.1

ولكون قيمة نسبة الاتساق اقل من (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 الاحتساب مع مجموعة اراء صناع القرار.

جدول(3) مصفوفة المقارنة المزدوجة لاحد اصحاب القرار

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	0.3333	0.5	1	0.5	0.5	0.5
Hydrological Map (HL)	0.33333	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	0.3333	0.5	2	2	0.3333	0.3333	1
Total	4.95	3.533333333	14.33333	11.5	22	12.83333333	8.833333333	18

جدول (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

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

جدول (5) حساب نسبة الاتساق

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 الاهمية النسبية للمعايير من استمارات عملية الاستبيان واحتساب قيمة نسبة الاتساق لتحديد وتقيم صحة الاستمارة، وتجاهل الاستمارات ذات القيم الاعلى من (0.1). جدول (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.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

جدول (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

جدول (7) صافي العينة من اصحاب القرار

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

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

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

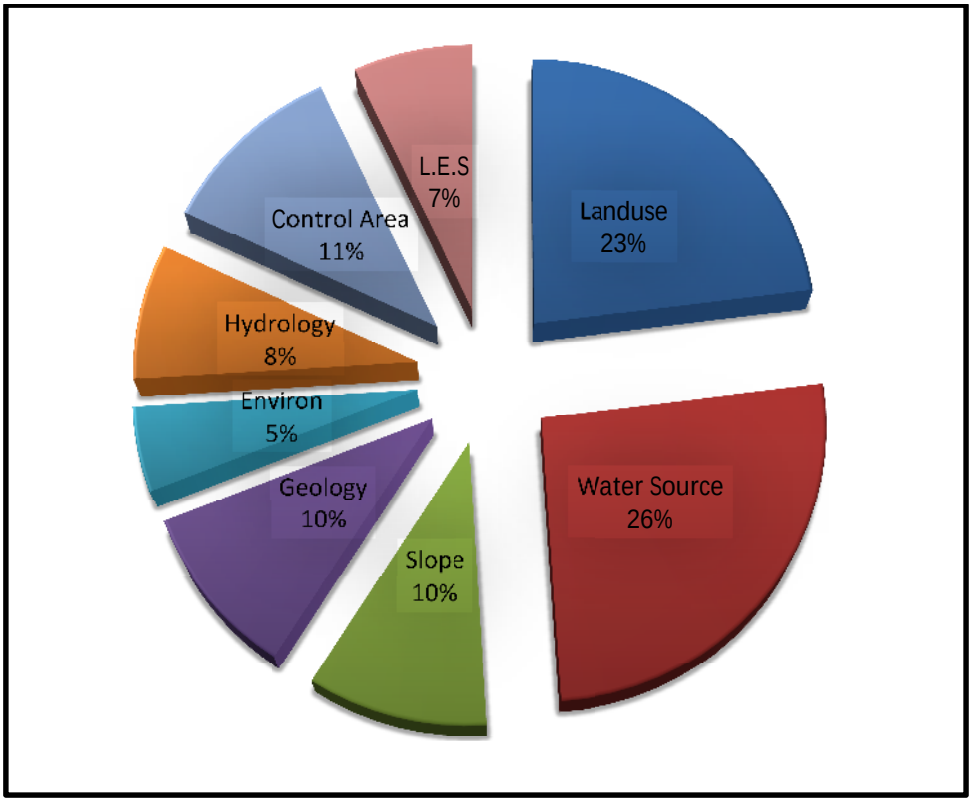
Criteria	Landuse	Water Source	Slope	Geology	Environmental	Hydrology	Control Area	L.E.S.	Sum Weight
1	21.91	26.22	12.70	12.19	4.04	9.25	9.88	5.94	
2	22.83	26.44	8.69	12.74	5.17	8.33	9.75	6.92	
3	24.83	27.90	8.10	11.00	4.25	8.49	11.90	5.84	
4	24.56	26.02	10.59	11.67	6.08	7.67	10.65	7.30	
5	22.01	26.74	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 (Confidence Interval 99%).
جدول (9) يوضح الاهمية النسبية للمعايير مع نسبة التطابق بين نتائج اصحاب القرار، بينما شكل (2) يوضح المقارنة بين الاهمية النسبية للمعايير.

جدول (9) نسبة الاهمية للمعايير مع نسبة التطابق

	استخدامات الارض	المصادر المائية	الميل	طبيعة التربة	التأثير البيئي	مواقع الوديان	قطاع الجنب	المسارات الخطية
نسبة المحدد	23%	26%	10%	10%	5%	8%	11%	7%
عدد المطابقين من اصل 34	24	15	24	22	22	20	19	16
نسبة التطابق	70%	44%	70%	65%	65%	59%	56%	47%

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل (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 **برنامج** ArcMap10 ضمن برنامج نظم المعلومات الجغرافية.

الاستنتاجات والتوجيهات

من خلال هذه الدراسة واجراء عملية التحليل لآراء 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 **مسار** الطريق 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% **عند نسبة اجماع** 44% يليها استخدامات الارض بقيمة 23% **عند نسبة اجماع** 70%، بينما كانت اقل قيمة للأهمية النسبية لمعيار التأثير البيئي بمقدار 5% **وعند نسبة اجماع** 65%، 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% و7% **على التوالي**.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

3. ارتفاع نسبة التطابق عند (70%) لاستخدامات الارض ونسبة الميل على اعتبار انهما معيارين مهمين اثناء عملية التصميم.
4. ضعف التطابق والاهمية النسبية بالنسبة لمعيار التقاطعات مع المسارات الخدمية الاخرى حيث تطابقت الآراء بنسبة (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.

تم اجراء البحث في كلية الهندسة = جامعة الموصل

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com