Tikrit Journal of Engineering Sciences (2021) 28 (4): 50-63.
DOI: http://doi.org/10.25130/tjes.28.4.5

ISSN: 1813-162X (Print) ; 2312-7589 (Online)

Tikrit Journal of Engineering Sciences

available online at: http://www.tj-es.com

Determining The Paths of Urban Expansion for The City of Kirkuk Using The Hierarchical Analysis – Multi - Criteria Decision - Making Method

Ibrahim J. Naser[1*] , Moheb K. Falih [2] , Mohamed M. Alssayed [3]

[1] College of Engineering - Civil Engineering Department/ Kirkuk University /Kirkuk, Iraq

[2] Centre of Urban and Regional Planning for Post Graduate Studies /Baghdad University /Baghdad, Iraq

[3]Director General of Regional and Local Development / Ministry of Planning/Baghdad, Iraq

***Keywords*:**

Urban Expansion, Hierarchical Analysis Method, Expert Choice, Multi-Criteria Decision-Making.

A R T I C L E I N F O

Article history:

Received	22 Jan.	2021
Accepted	01 Nov.	2021
Available online	18 Nov.	2021

©2021 COLLEGE OF ENGINEERING, TIKRIT UNIVERSITY. THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Citation: Naser IJ, Falih MK , Alssayed MM. Determining The Paths of Urban Expansion for The City of Kirkuk Using The Hierarchical Analysis - Multi-Criteria Decision-Making Method. Tikrit Journal of Engineering Sciences 2021; 28(4): 50- 63.
DOI: http://doi.org/10.25130/tjes.28.4.5

ABSTRACT

The research aims to choose the paths of urban expansion by adopting a correct scientific approach that enhances the methodology of spatial analysis of the most appropriate sites by studying indicators that affect the city, and since the hierarchical analysis method is a scientific method, i.e. the two-way comparison process, the comparison of couples is the one who reaches the relative weights of factors or Indicators and evaluation. Therefore, spatial decision-making usually includes many criteria that reflect the opinions and decisions of decision-makers, experts, interested parties and stakeholders to determine the paths of urban expansion, and because of these multiple opinions and decisions, all these matters must be resolved through the adoption of a strategy of direct integration into the environment of information systems programs. The geographical representation of the results of the hierarchical analysis, which was based on the weights of all factors, i.e. the main and sub-indicators obtained from the Expert Choice program, which worked on the integration and integration of multi-criteria capabilities by creating an integrated integrated unit, which proved to provide and provide practical and scientific solutions to decision makers in the least possible time and cost. Effort as well as its ability and competence to provide technical support to planning decision makers. Through what we mentioned in the study of assessing the spatial suitability of urban expansion, we obtained the results of the most appropriate, most and least appropriate for the areas of determining the paths of urban expansion in the city of Kirkuk.

* *Corresponding author: E-mail:* ibrahim.j.naser@uokirkuk.edu.iq, *College of Engineering - Civil Engineering Department/ Kirkuk University /Kirkuk, Iraq*

تحديد مسارات التوسع الحضري لمدينة كركوك بإستخدام اسلوب التحليل الهرمي – صنع القرار متعدد المعايير

ابراهيم جلال ناصرزه نكّنة / كلية الهندسة – قسم الهندسة المدنية / جامعة كركوك
مهيب كامل فليح الراوي / مركز التخطيط الحضري والاقليمي للدراسات العليا / جامعة بغداد
محمد محسن السيد/ مدير عام التنمية الاقليمية والمحلية / وزارة التخطيط

الخلاصة

يهدف البحث الى اختيار مسارات التوسع الحضري من خلال اتباع نهج علمي صحيح تعزز منهجية التحليل المكاني للمواقع الاكثر ملائمة عبر دراسة المؤشرات التي تؤثر على المدينة ، وبما ان اسلوب التحليل الهرمي هو اسلوب علمي اي عملية المقارنة الثنائية ، مقارنة الأزواج هي الموصلة إلى الأوزان النسبية للعوامل أو المؤشرات التقييم لذا عادة ما ينطوي صنع القرار المكاني على معايير عديدة تعكس آراء وقرارات صناع القرار و الخبراء والجهات المهتمة وأصحاب المصالح لتحديد مسارات التوسع الحضري ، وبسبب هذه الآراء والقرارات المتعددة لذا يجب حل جميع هذه الأمور من خلال اعتماد استراتيجية الاندماج المباشر في بيئة برامج نظم المعلومات الجغرافية المتمثلة بنتائج التحليل الهرمي والتي اعتمدت على اوزان جميع العوامل اي المؤشرات الرئيسية والفرعية المستحصلة من برنامج Expert Choice ، والتي عملت على تكامل ودمج قدرات متعددة معايير من خلال خلق وحدة مدمجة متكاملة اثبتت بتقديم وتوفير حلول عملية وعلمية لصانعي القرار في أقل وقت ممكن وتكلفة و مجهود وكذلك قدرتها وكفائتها لتقديم الاسناد الفني لمتخذي القرار التخطيطي. من خلال ما ذكرناه في دراسة تقييم الملائمة المكانية للتوسع الحضري ، حصلنا على نتائج الأنسب والأكثر والأقل ملائمة لمناطق تحديد مسارات التوسع الحضري في مدينة كركوك.

الكلمات الدالة : التوسع الحضري ، اسلوب التحليل الهرمي ، خيار الخبير ، صنع القرار متعدد المعايير .

1. المقدمة

يعد التوسع الحضري شكل من اشكال التحضر وتكون بطرق مختلفة ، على سبيل المثال ، زيادة الكثافة السكانية ،اعادة تطوير المناطق المبنية ، انشاء اراضي حضرية جديدة لم تكن حضرية في السابق ، وما الى ذلك[1]. في عام 1950 كانت عملية التوسع الحضري ظاهرة سائدة في الدول المتقدمة ولاسيما في الولايات المتحدة . تستخدم صور الاقمار الصناعية متعددة الازمنة بشكل شائع كدليل على التطورات في تقنيات نظم المعلمات الجغرافية (GIS) والتحسس النائي (RS) ولتحديد استعمالات الاراضي وتحول الغطاء الاراضي المتعلقة بالنمو الحضري [2]. إن عملية اتخاذ(صنع) القرار هي جوهر العملية الإدراية وأساس أدائها ونجاحها في اي عمل (منظمة) أو مؤسسة وتشمل جميع العمليات المشاركة في العملية الادراية من تخطيط وتنظيم ودفع ورقابة ، وجميع الادوار والانشطة التي ترديها المؤسسات ، لدرجة إن أحد منظري علم الإدارة Herbert Simon عدّها مرادفاً للإدارة ، فإن التحدي الرئيسي الذي يواجه المدير هو كيفية اتخاذ القرار عن طريق اختيار النهج الذي يناسب الهدف بشكل افضل[3] . وأيضاً تعرّف بـ(عملية تحديد بيئة ومشكلة القرار ،وتحديد وتقييم البدائل واختيار البديل الأنسب ومن ثم لتنفيذ القرار) [4]. يكون صانع (متخذ) القرار بشأن قرار متعدد المعايير عندما يريد اختيار أفضل بديل من بدائل عدة ، يواجهه معياران أو أكثر لترتيب البدائل المختلفة . يواجه صانع (متخذ) القرار العديد من المشاكل في هذه الحالة ، بما في ذلك أوزان أو ترجيح العناصر (المعايير) بمعنى كيفية ترتيب هذا المعيار وما درجة كل منها ، تعارض المعايير (العناصر) يمكن أن يحصل البديل على المرتبة الأولى بناءً على معيار معين ويحصل على ادنى مرتبة بناءً على معيار آخر ، تحديات التفصيلات عندما يساهم في اتخاذ القرار أكثر من شخصين . في هذه الحالات لحل مشاكل قرار متعددة المعايير (MCDM) الاعتماد على الأساليب والطرق ، وتنتمي معظم هذه الأساليب إلى حقل بحوث العمليات وعلم الإدارة [5] . تقع البيانات المكانية في صميم عملية اتخاذ(صنع) القرار؛ لأنها تقدم الذكاء المنطقي والأساس لحل النزاعات بين مختلف المستخدمين [6]. يمكن لتقنيات نظم المعلومات الجغرافية ان تزود صانعي القرار بأساليب لتحليل البيانات ذات الصلة المكانية ومعالجتها واسترجاعها وإداراتها . ومع ذلك ، فإنه يفتقر إلى القدرة على دمج الخبراء وتفضيلات صناع القرار [7]. وبالتالي اعتبار نظم المعلومات الجغرافية (GIS) أداة ثابتة ، ولا يمكن وحدها ان تكون ساندة لأنظمة دعم القرار [8] . على سبيل المثال ، يمكن استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في عملية اختيار المواقع ، ولإجراء التحليلات وتحديد افضل موقع لغرض معين ، ولكن دون أية ضمان ، يختار صانعوا القرار الموقع نفسه أم لا, بالتالي ، دمج نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات (MCDM) تؤخذ معاً كطريقة فعالة لدعم نظام التخطيط [9]. أصبحت التطبيقات العملية لتقنيات المكانية لـMCDM اكثر انتشاراً في دراسات ملائمة الأرض. اقترح العديد من التقنيات MCDM للدمج من تحليل نظم المعلومات الجغرافية على سبيل المثال إحدى هذه التقنيات هي عملية التحليل الهرمي AHP هي أكثر تقنية شائعة لمتخذي القرار متعدد المعايير MCDM في إجراءات الملائمة المستندة على نظم المعلومات الجغرافية [10] . اسلوب التحليل الهرمي Analytic Hierarchy process (AHP) هي طريقة أو منهجية دعم القرار لتحديد القرار الأمثل في المشاكل المعقدة من خلال هيكل هرمي مقسم إلى أهداف ومعايير وبدائل [11] . ظهرت نظرية عملية التحليل الهرمي عام (1970) مؤسس هذه النظرية توماس ساعاتي، كأسلوب علمي عالي الكفاءة ، لا سيما في حل مشاكل الانتقاء (الاختيار) والتفضيل للبديل الأمثل بين مجموعة من البدائل ، وكان التطبيق العلمي الأول للنظرية في إصلاح مشكلة واقعية عام (1973) ، تم نشر هذه النظرية في عام (1980) ، ومنذ نشأتها اصبحت هذه النظرية هي الطريقة الاكثر انتشاراً للتحليل ووضع القرار في العالم ، لأن مبدأ التحليل الهرمي بشكل عام هو مفهوم وسهل لطريقة التفكير العقلاني للإنسان العادي [12] . عرف توماس ساتي (1994) عملية التحليل الهرمي بأنها نظرية القياس ويعني الأولويات المسيطرة تنتج عبر المقارنات الثنائية للعناصر المتجانسة تبعاً لمعيار أو صفة معينة [13]. تم اقتراح (Expert Choice) لاول مرة في جامعة بنسلفانيا من قبل توماس ساعاتي كأداة قوية لإتخاذ قرار متعدد المعايير بناءاً على طريقة عملية التحليل الهرمي (AHP) . لذا يمكن استخدامه لبناء الشكل الهرمي لإتخاذ القرار ،ولصياغة الاسئلة ، وتحديد الاولويات ، وحساب الوزن النهائي ، بالاضافة الى ذلك يمكن استخدامه لتحليل حساسية القرارات للتغيرات في عناصر (معايير) المشكلة ،الاهم من ذلك استخدام برنامج (Expert Choice) هو لتسهيل هذه المهمة والعمليات الحسابية السابقة . يدعم البرنامج التقييم متعدد المعايير الفردية والجماعية ، ولانتاج خرائط موضوعية ورسوم بيانية الصحيحة للاختبارات والتمارين في العديد من المواقف للمعايير المتعددة بالاشتراك مع (Arc GIS10.4.1) [14,15] . يسعى البحث لوضع نموذجًا لتقييم المسارات المحتملة ولدعم اتخاذ القرارات لمسارات التوسع الحضري في مدينة كركوك . قد يكون هذا مفيدًا للمخططين الحضريين والمهتمين بالتخطيط وصناع القرار.

2. خطوات عملية التحليل الهرمي

عملية التحليل الهرمي تكون على شكل هرمي بوضع عناصر المشكلة المطروحة ، بعد ذلك تقوم بإجراء مقارنة زوجية بين عناصر المشكلة في أحد المستويات ، وفقا لمعايير الاختيار ، من خلال هذه المقارنات نتواصل إلى الأولويات ، وفي النهاية نصل الى الأولويات الإجمالية ، اي قد حددت مدى الثبات والتداخل بين العناصر. وبهذا يمكن تحديد خطوت عملية التحليل الهرمي كما يأتي في المصدر رقم [16] :

1.2 . تطوير مصفوفة المقارنة الزوجية (*Development Pair Wise Comparison*)

تبدأ بوصف وتقسيم مشكلة القرار في هيكل التسلسل الهرمي الذي يحتوي على العناصر الأكثر صلة وأهمية لمشكلة القرار ، المستوى الأعلى من التسلسل الهرمي يتكون من عنصر واحد هو الهدف النهائي أو العام للقرار ، ثم يليه المستوى الثاني الذي يتمثل بالأهداف التفصيلية ، ثم يليه المستوى الثالث متمثلاً بـ (المعايير) ، بينما المستوى الاخير يمثل بدائل عدة ، بعدها تأتي بناء مصفوفة المقارنات الثنائية لكل عنصر في المستوى العلوي يتم مقارنتها بمستوى الأدنى من العناصر بشكل مباشر أو متعلقة به .

جدول (1)

يوضح مقياس الأهمية النسبية لعملية التحليل الهرمي

شدة الأهمية	التعريف	التفسير
1	أهمية متساوية	النشاطان متساويان الاهمية بالنسبة للهدف
3	أهمية معتدلة	الخبرة والتقدير يفضلان بقوة نشاطاً على الاخر بدرجة بسيطة
5	أهمية قوية	الخبرة والتقدير يفضلان بقوة نشاطاً على التالي
7	أهمية قوية جداً	نشاط يفضل على الاخر بدرجة قوية جداً واهميته توضح بالممارسة
9	أهمية قصوى (مطلقة)	الدليل على تفضيل نشاط على اخر يمثل اعلى درجة من التأكيد
2,4,6,8	أهمية وسطية بين القيم المذكورة اعلاه	احياناً يحتاج فرد ما الى ان يعطي (Interpolate) حكماً وسطياً عددياً ، حيث لا توجد كلمات توصفه
مقلوب القيم اعلاه	اذا كان النشاط (أ) له احدى القيم الصحيحة اعلاه عندما قورن بالنشاط(ب) حينئذن يأخذ النشاط (ب) مقلوب تلك القيمة حينما يقارن بالنشاط (أ)	

المصدر : الباحث بالاعتماد على [16]

2.2 احتساب أوزان المعايير(Step of Computation Of The Criterion Weights)

تتضمن هذه الخطوة التالي :

- في مصفوفة المقارنة الزوجية (الثنائية) أولاً نجمع كل القيم في الأعمدة على حدة أي مجموع كل عمود لوحده . ومن ثم تقسم كل قيمة (عنصر) في العمود على مجموع قيم العمود نفسه وتسمى هذه بمصفوفة المقارنة الثنائية المعيارية (Normalized Pairwise Comparison Matrix).

واخيراً يتم حساب معدل (Average) اي متوسط العناصر من خلال جمع قيم كل صف لوحده مقسم على ابعاد المصفوفة وهذا المتوسط او المعدل يسمى بالوزن النسبي للمعايير(Relative Weights) .[4]

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \cdots\cdots\cdots (1)$$

$$AW = \begin{bmatrix} \frac{a_{11}}{\sum a_{i1}} & \frac{a_{12}}{\sum a_{i2}} & \cdots & \frac{a_{in}}{\sum a_{in}} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{a_{n1}}{\sum a_{i1}} & \frac{a_{n2}}{\sum a_{i2}} & \cdots & \frac{a_{nn}}{\sum a_{in}} \end{bmatrix} \cdots\cdots\cdots (2)$$

$$B = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\frac{a_{11}}{\sum a_{i1}}}{n} + & \frac{\frac{a_{12}}{\sum a_{i2}}}{n} + & \cdots + & \frac{\frac{a_{in}}{\sum a_{in}}}{n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \frac{\frac{a_{n1}}{\sum a_{i1}}}{n} + & \frac{\frac{a_{n2}}{\sum a_{i2}}}{n} + & \cdots + & \frac{\frac{a_{nn}}{\sum a_{in}}}{n} \end{bmatrix} \cdots\cdots\cdots (3)$$

3.3 . تقدير نسبة الثبات (*Estimation of The Consistency Ratio*)

يتحدد في هذه الخطوة قياس الثبات اي عدم التناقض(Consistency Verification) فيما يتعلق بمصفوفة المقارنة الثنائية السابقة وتتم كالتالي[4] .

A : يتم ضرب الوزن النسبي الأول في قيم العمود الأول للمصفوفة الأولية (الأصلية) ، ثم الوزن النسبي الثاني في قيم العمود الثاني أيضاً للمصفوفة الأولية (الأصلية) ، ثم يتم ضرب الوزن النسبي الثالث في قيم العمود الثالث من المصفوفة الأولية (الأصلية) ، وما إلى ذلك ، إذا كانت المصفوفة أكبر .

B : يتم تحديد الاتساق أو الثبات الأفقي بتقسيم مجموع كل صف المخرج مسبقاً من الخطوة (A) على الوزن النسبي المقابل للصف [17] . وفقاً لصيغة المعادلات ادناه

$$A*B=\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_n \end{bmatrix} \cdots\cdots\cdots (4)$$

$$\lambda max = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^{n} \frac{c_i}{b_i} \cdots\cdots\cdots (5)$$

$$CI = \frac{\lambda max - n}{n-1} \cdots\cdots\cdots (6)$$

CI = مؤشر الثبات

λmax = الجذر الكامن (القيمة الذاتية العظمى) لمصفوفة المقارنات الثنائية

n = عدد العناصر (المعايير) التي يتم المقارنة بها

الجذر الكامن (القيمة الذاتية العظمى) يمكن استخراجها وفق دالة رياضية (MMULT) موجودة ببرنامج (Microsoft Office-Excel) ومن ثم يتم الحصول على قيمة نسبة الثبات (CR) من خلال المعادلة (7)

$$CR = \frac{CI}{RI} \cdots\cdots\cdots (7)$$

CR = نسبة الثبات

CI = مؤشر الثبات

RI = مؤشر الثبات العشوائي

، بعدما يتم الحصول على مؤشر الثبات (CI) من المعادلة (6) مقسمة على مؤشر الثبات العشوائي (RI) هو جدول معطى تختلف قيمته بأختلاف عدد عناصر المقارنة الجدول (2) يوضح ذلك [17] .

المعادلات أعلاه من 1 إلى 7 المصدر : الباحث بالاعتماد على الشرح وعلى[18] .

جدول(2)
يوضح قيم مؤشر الثبات العشوائي (RI)

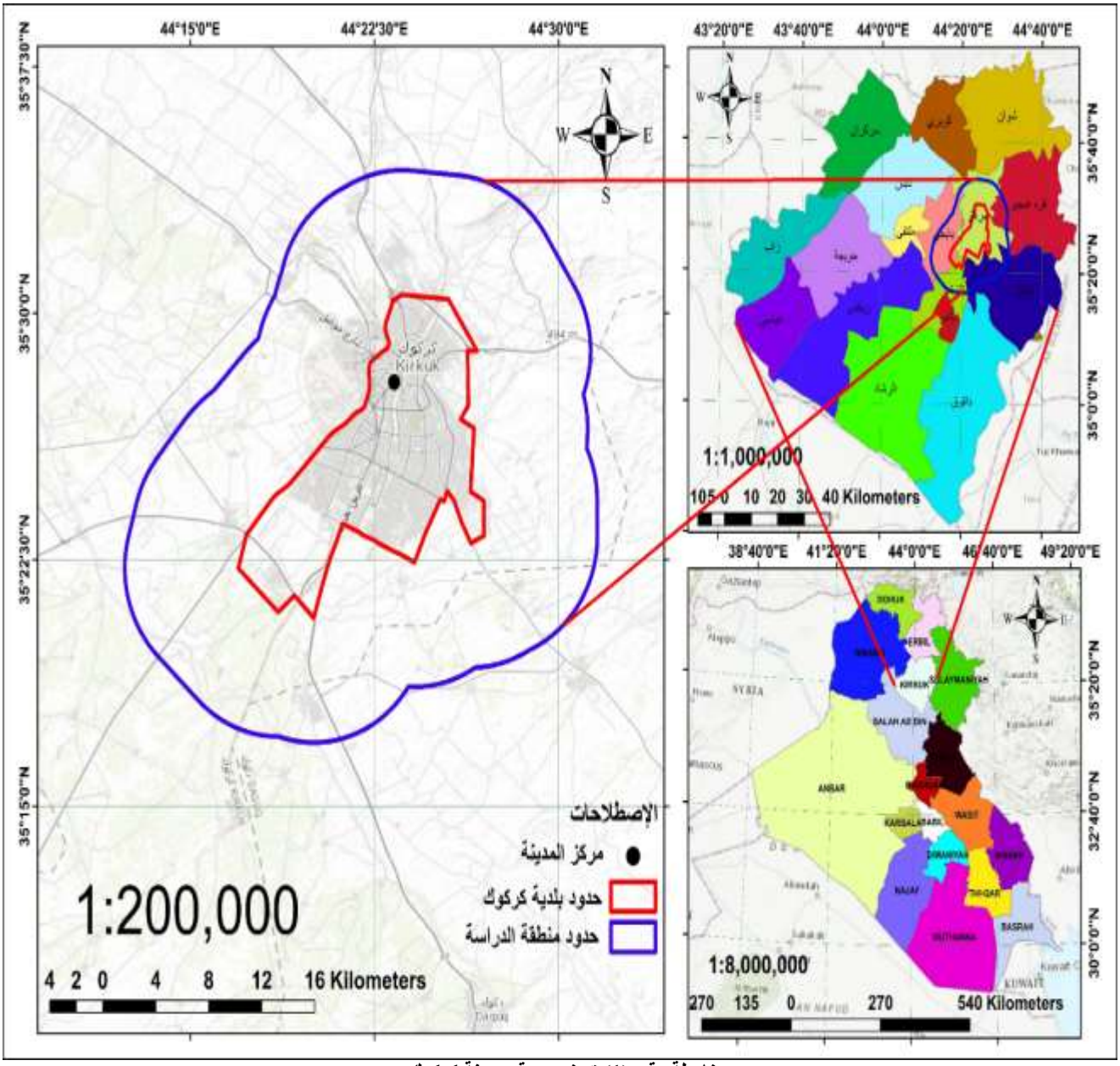
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

المصدر: الباحث بالاعتماد على [19]

اقترح ساعاتي أفضل نسبة ثبات (CR) هي أقل من (0.1) أي CR< 0. 1 والحد الأقصى لها هي (0.1) ، لذلك نسبة مصفوفة المقارنة الزوجية تكون مقبولة ، خلاف ذلك لم تحقق مصفوفة المقارنة الزوجية الموثوقية المقبولة أي متناقضة يجب تعديل القيمة في مصفوفة المقارنة الزوجية بشكل منطقي .[20]

4. موقع منطقة الدراسة

تقع مدينة كركوك على طول نهر الخاصة في الجزء الشمالي من العراق وتعتبر مركزا لمحافظة كركوك ، ضمن الحدود الجغرافية (خط العرض ً5 ˚28 ً35 شمالاً ، وخط الطول ً31 ˚23 ً44 شرقاً) على ارتفاع 350 متراً فوق سطح البحر المستوى [21] . وتقع على بعد 255 كم شمال مدينة بغداد (عاصمة العراق) ، يحدها من الشمال والشمال الغربي محافظتي اربيل (عاصمة اقليم كودرستان) والموصل ، ومن الشمال الشرقي محافظة السليمانية ومن الجنوب والجنوب الغربي محافظة صلاح الدين ومن الجنوب الشرقي محافظة ديالى كما هو موضح في الخارطة (1) .



خارطة رقم (1) توضح موقع مدينة كركوك

المصدر : الباحث

5. تحديد العوامل المؤثرة في عملية تحديد مسارات التوسع الحضري لمدينة كركوك : تتباين هذه المعايير من مدينة الى اخرى ومن دراسة الى اخرى حسب الادبيات التي ذكرت في البحث وكذلك تتباين اهميتها النسبية تبعا لموقع المدينة ومقوماتها الطبيعية والبشرية ، لذا تتطرق الدراسة هنا الى المعايير لتحديد مسارات التوسع الحضري لمدينة كركوك .

1.5 . التربة

إن نوع التربة وتكوينها يؤثر على شكل وتوسيع المراكز الحضرية ومساراتها ، إذ تفاوتت درجة تطورها بشكل كبير، وبما ان منطقة الدراسة تقع على جانبي نهر الخاصة فإن ترسباتها مائية ، وغالباً لا تكون التربة من نوع واحد، نتيجة لأختلاف الطوبغرافية بما فيها الانحدارات والارتفاعات ، وتأثير المناخ عليها من جاف الى شبه رطب وطرق استخدامها من قبل الانسان ، لذا ازداد تطوير التربة من الجنوب إلى الشمال في منطقة الدراسة بسبب الاختلافات في عوامل نشاط تكوين التربة مثل المواد الاساسية الغرينية الحديثة او الجيرية او الجبسية ، ويمكن تصنيف تربة منطقة الدراسة بتربة المنطقة الجبلية والمتموجة . يعتبر التحليل المكاني لبعض خواص الجيوتكنيكية لأي منطقة دراسية والمستخدمة من قبل التقانات والبرامج الحديثة من اهم العوامل التنبأ بخواص التربة وكذلك مساعدة المخططين والمهندسين واصحاب القرار والمهتمين بهذا الموضوع لما له من فائدة اقتصادية لعمليات اختيار اماكن انشاء المشاريع والتحري وكذلك فائدة تخطيطية للمدن وللدراسات

الخاصة في المشاريع الحيوية منها اعمال الانفاق ومد سكك الحديد ومسارات الميترو [22] .

2.5. الطوبغرافية (الأنحدارات)

يؤثر الطوبغرافية (الانحدار) على اختيار أفضل الاماكن لتحديد مسارات التوسع الحضري ، يعد هذا العامل من المؤشرات الطبيعية الجغرافية ، ومن العوامل المهمة للتنمية والتوسع الحضري يجب ان تكون الارض بدرجة مقبولة من الانحدارات مما يسهل سهولة الوصول للأستعمالات المتعددة ، إذ المناطق ذات المنحدرات المنخفضة هي المناطق التي يمكن استخدامها لأكثر انواع الاستعمالات والتي تكون بتكلفة اقتصادية مناسبة اي دون تحمل تكاليف اضافية لأنشائها والأثر المهم في انتشارها ويفضلها التوسع الحضري وايضا مناسبة لمناسيب شبكات الماء والمجاري والطرق والشوارع ، عكس المناطق ذات المنحدرات العالية لأن كلفة الأنشاءات الاساسية للمباني تكون عالية وتكون ذات كثافات سكانية عالية لأن التوسع الحضري في هذه المناطق ليست بالسهلة .

3.5 . المسافة من الطرق الرئيسية

يعد هذا العامل او المعيار من المؤشرات الاقتصادية ، من أهم العوامل المسؤولة عن النمو الحضري والتوسع المكاني الحضري لذا تمثل هذه المسافة دورا إيجابيا في سهولة الوصول والجذب نحو التجمعات الحضرية فضلا عن كونها مسؤولة عن نمو التوسع الخطي ولأنها تسهل الحياة اليومية للسكان وتقلل من تكلفة البناء ، ويعد المناطق الأقرب من الطرق الرئيسية لها احتمالية اكبر للتوسع الحضري ، ويعد هذا المؤشر من المؤشرات المهمة للتوسع الحضري لأنه يوفر المزيد من الفرص الوصول الى اجزاء المدينة والى المراكز والموارد الاجتماعية الاقتصادية والى الاستعمالات الارض الحضرية كافة ، اذ لايمكن للمدينة ان تتفاعل من دون الطرق الرئيسية مع بعضها البعض ومن الصعب الاستعمالات الاخرى ان تؤدي وظائفها داخل الحيز الحضري وخارجها ، لذا أن العلاقة بين التوسع الحضري والمسافة من الطرق الرئيسية علاقة تكاملية .

4.5 . المسافة من المنطقة الحضرية

يعد هذا العامل او المعيار من مؤشرات الجوار ، والقرب من المنطقة الحضرية يساهم في ربط المدينة بحدودها الحالية ، وكذلك هي مسألة تتعلق بالطابع الاجتماعي واستحسان السكان اليها بسبب سهولة الوصول الى مواقع العمل والمؤسسات الحكومية والمراكز الخدماتية والمراكز التجارية والاسواق العامة ، فضلاً عن تقليل التكاليف الاقتصادية لتوسيع البنية التحتية وتوسيع شبكة الطرق ، فضلاً عن المساهمة في عملية التجانس الحضري بين الشكل الحضري القائم ومناطق التوسع المستقبلي من حيث الشكل والتوسع بحيث لا يتم تميزها بالقفز او الاشعاع او التشتت على الرغم كلها من اشكال وانماط التوسع الحضري .

5.5 . الكثافة السكانية

يعد هذا العامل او المعيار من المؤشرات الإجتماعية وتعد من المؤشرات المسؤولة بشكل مباشر بالتوسع الحضري ، لذا تعرف بواحدة من أبسط أنواع المقاييس في الدراسات السكانية ؛ إنها الدرجة التي يتركز بها السكان في مكان معين لتعكس صورة التفاعل بين الإنسان(المجتمع) والأرض التي يعيش عليها اي عدد السكان مقسوما على وحدة المساحة (متر مربع ، كليومتر مربع ، هكتار) ، وتعد أداة مفيدة توضح التباين في توزيع انواع الكثافات الفرعية التي صنفها الباحث على الأرض ، كما يسمح بإجراء مقارنة مكانية وزمنية للنتائج.

جدول (3)

يوضح الاوزان الطبيعية للعوامل الرئيسية والفئات الثلاثة

العوامل الرئيسية	الوزن الطبيعي للمخططين	الوزن الطبيعي للأكاديمين	الوزن الطبيعي للمهندسين	مجموع الوزن الطبيعي
انواع التربة	0.1606	0.1171	0.0836	0.1288
المسافة من الطرق الرئيسية	0.2868	0.2582	0.2452	0.2736
المسافة من المنطقة الحضرية	0.2402	0.2426	0.2656	0.2513
الطوبغرافية (الانحدار)	0.1499	0.1494	0.0642	0.1281
الكثافة السكانية	0.1625	0.2326	0.3413	0.2182
المجموع	1	1	1	1

المصدر : الباحث

6. طريقة العمل

تقدم عملية تصميم البحث الصورة العامة لتنفيذ هذا العمل البحثي ، كون اساسا من مكونات مختلفة لمنهجية البحث ، يلعب كل مكون دورا مهما في ايجاد خارطة الملائمة المكانية لتحديد مسارات التوسع لمدينة كركوك ، مع الاخذ بالنظر الاعتبار الاهداف الرئيسية للبحث ، يركز المكون الاول على تحديد العوامل (المؤشرات) المختارة لمنطقة الدراسة ، والمكون الثاني هو تقييم المؤشرات حسب طريقة التحليل الهرمي لتحديد الاهمية من خلال صناع القرار ولثلاثة فئات عن طريق استمارة الاستبانة ومن ثم الحصول على الاوزان النسبية من رأي الخبراء عن طريق برنامج خيار الخبير Expert Choice .

1.6 . تصنيف البيانات

تحديات منطقة الدراسة بالنسبة للتوسع الحضري كثيرة جداً ولاسيما بالنسبة للحصول على البيانات اي هناك نقص للبيانات ، إشراك المختصين من خلال الاجتماعات والقرارات والمشاورات المتعلقة بمجال الدراسة في آلية التقييم ، ومع ذلك ، بسبب اغلق كافة الدوائر ولمدة كثيرة بسبب ما تعرضنه من وباء عالمي اصبح من الصعب الحصول على البيانات الخاصة بالدراسة ، ومع ذلك فقد تم التخطيط للاجتماعات والمقابلات وأجريت حيثما أمكن مع صانعي القرار والخبراء وأصحاب المصلحة المعنيين بغض النظر عن العوائق ، تم الحصول على المعلومات اللازمة في عمليات من مرحلتين عبر مصادر مختلفة: أولية وثانوية.

2.6. البيانات الأساسية

قام الباحث بزيارة ميدانية للتعرف بشكل مباشر على المشاكل والمعوقات التي توجد في منطقة الدراسة والتي تكون محددا امام التوسع الحضري للمدينة . حالت بعض الزيارات الميدانية دون الوصول إلى بعض اماكن في منطقة الدراسة وذلك بسبب وباء كوفيد 19 ، وفي مثل هذه الحالات تم فقط تحليل البيانات وتفسير الصور الجوية وتعديل المعلومات التي تم جمعها من المسح. علاوة على ذلك ، تم إجراء مسح تجريبي لاختبار الاستبيان ، أولاً ، تم إجراء مسح صغير على عينة عشوائية لاختبار ما إذا كانت الأسئلة توفر الإجابة اللازمة ومدة كل مقابلة . بعض من الخبراء تواصلت معهم عن طريق شبكات التواصل الاجتماعية لأشرح الاستبانة ولملئها بسبب العطل والحضر التي صادفت ايام توزيع الاستمارة على الاشخاص المعنيين لذا العمل الميداني استغرقه فترة شهر ، وبالتالي ، شارك 24 من صانعي القرار اي الخبراء في عملية صنع القرار لتحديد الاوزان النهائية للمعايير المختارة .

3.6 . البيانات الثانوية

لتحديد خصائص تغييرات التوسع الحضري ، تم استخدام أربعة مشاهد زمنية لصور(LANDSAT) خلال فترة 24 سنة ، تم تنزيل الصور واحدة تلو الأخرى للسنوات (1995 ، 2005 ، 2015 ، 2019) من الموقع الرسمي لهيئة المسح الجيولوجي الأمريكية (USGS)، (https://earthexplorer.usgs.gov/) ويُنظر إليها على أنها صورة ثانوية لقياس التوسع الحضري المكاني الزماني. تكفي الدقة المكانية البالغة 30 مترًا لصورة القمر الصناعي لاندسات لقياس النمو البشري ، كما ان النطاق الطيفي للأداة قادرة على التعرف على استعمال الاراضي من الانواع الاخرى من التغير .

4.6 . التقييم على أساس صناع القرار المخططين

من منظور المخططين ، فأن المسافة من الطرق الرئيسية ذات اهمية اكبر من العوامل الأخرى ووزنها يبلغ 0.2868 اي تحتل المرتبة الاولى ، بينما يحتل عامل المسافة من المنطقة الحضرية المرتبة الثانية في الطريقة ويبلغ وزنه 0.2402 ، اما بقية العوامل فتحلت الكثافة المرتبة الثالثة ، وانواع التربة المرتبة الرابعة ، اما في المرتبة الخامسة والاخيرة فيحتلها الطوابغرافية (الانحدار)، ينظر الى الجدول (3) .

5.6. التقييم على أساس صناع القرار الأكاديمي

من منظور اكاديمي ، الأولوية كانت للمسافة من الطرق الرئيسية والمسافة من المنطقة الحضرية أعلى مقارنة بجميع العوامل الأخرى ، حيث بلغت وزنها المسافة الى الطرق الرئيسية 0.2582، والمسافة من المنطقة الحضرية 0.2426 ، وبقية المؤشرات ينظر اليها في الجدول (3).

6.6. التقييم على أساس صناع القرار المهندسين

من منظور الهندسة ، فإن الكثافة السكانية احتلت المرتبة الاولى ذات اهمية كبرى حيث بلغت وزنها 0.3413، بينما احتلت المسافة الى المنطقة الحضرية في المرتبة الثانية ذات الوزن 0.2656 ، اما بقية العوامل ينظر الى الجدول (3)، وبالتالي تعطي طريقة AHP قيمًا أعلى للمسافة من الطرق الرئيسية لثلاثة فئات ، وبالتالي فإن المسافة من الطرق الرئيسية في مدينة كركوك هي أهم العوامل في تحديد مسارات التوسع الحضري .

الخطوة التالية هي تحديد أوزان الأهمية النسبية للمعايير الرئيسية والفرعية من خلال تطبيق برنامج Expert Choice ، بعد التحقق من نسبة الموثوقية المقبولة ، وتعتبر هذه الخطوة من اهم الخطوات المهمة في تطبيق البرنامج للحصول على الأوزان النسبية لمعايير تحديد مسارات التوسع الحضري ولتحديد الاولوية للمعايير الرئيسية والفرعية اي تحديد ايهما الأكثر أهمية من غيرها ، واستخدام الاوزن النهائية في برنامج Arc Map للحصول الى الملائمة المكانية للتوسع الحضري ، حيث تم التوصل الى النتائج تبعاً للتسلسل التنازلي للأهمية النسبية للمعايير الرئيسية والفرعية ، ادناه يتم شرح النتائج والاولوية :

1- **التسلسل الأول:** وتمثلت بالمسافة من الطرق الرئيسية حيث احتلت المرتبة الاولى من حيث وزن الأهمية النسبية لتحديد مسارات التوسع الحضري لمنطقة الدراسة وبلغت (0.2736) ، اما بالنسبة للمعايير الفرعية المتفرعة منها حيث احتل المؤشر الفرعي (0 – 5.3 كم) الوزن النسبي الاعلى حيث حصل على وزن نسبي (0.2100) وبنسبة (76.75 %) ، واما المؤشر الفرعي (3.5 – 7 كم) حيث حصل على وزن نسبي اقل (0.0636) وبنسبة (23.25 %) ، ينظر الى الخارطة رقم (2).

2- **التسلسل الثاني :** وتمثلت بالمسافة من المنطقة الحضرية حيث احتلت المرتبة الثانية من حيث وزن الاهمية النسبية لتحديد مسارات التوسع الحضري لمنطقة الدراسة وبلغت (0.2513) ، اما بالنسبة للمعايير الفرعية المتفرعة منها حيث احتل المؤشر الفرعي (0 -5.3 كم) الوزن النسبي الاعلى حيث بلغ (0.1964) وبنسبة (78.15 %) ، واما المؤشر الفرعي (3.5 – 7 كم) حيث حصل على وزن نسبي اقل (0.0549) وبنسبة (21.85 %) ، ينظر الى الخارطة رقم (3).

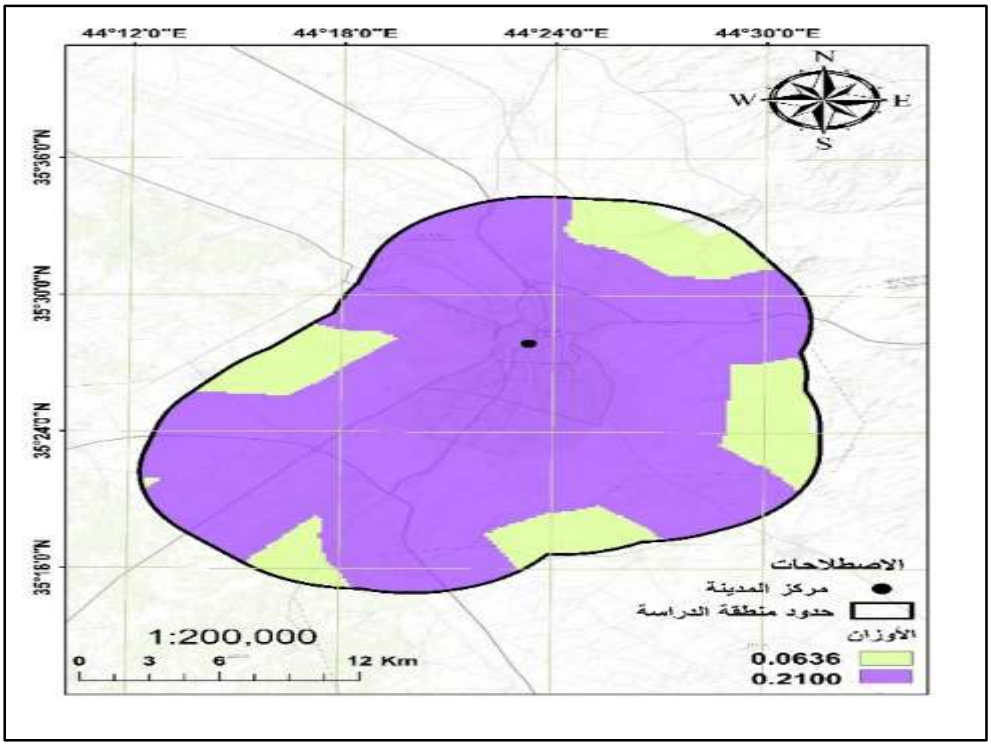
3- **التسلسل الثالث :** وتمثلت بالكثافة السكانية حيث احتلت المرتبة الثالثة من حيث وزن الاهمية النسبية لتحديد مسارات التوسع الحضري لمنطقة الدراسة وبلغت (0.2182) ، اما بالنسبة للمعايير الفرعية المتفرعة منها حيث احتل المؤشر الفرعي (الكثافة العالية) الوزن النسبي الاعلى حيث حصل على وزن نسبي (0.0797) وبنسبة(36.52 %) ، يليه المؤشر الفرعي(الكثافة المتوسطة) حيث حصل على وزن نسبي (0.0757) وبنسبة(34.69 %) ، اما بالنسبة للمؤشر الفرعي (الكثافة المنخفضة) حيث حصل على اقل وزن نسبي (0.0628) وبنسبة (28.79 %) ، ينظر الى الخارطة رقم (4).

4- **التسلسل الرابع :** وتمثلت بأنواع التربة حيث احتلت المرتبة الرابعة من حيث وزن الاهمية النسبية لتحديد مسارات التوسع الحضري لمنطقة الدراسة وبلغت (0.1288) ، اما بالنسبة للمعاير الفرعية المتفرعة منها حيث احتل المؤشر الفرعي (تربة بنية ذات سمك عميق) الوزن النسبي الاعلى حيث حصل على وزن نسبي (0.0520) وبنسبة (37. 40%) ، يليه المؤشر الفرعي(تربة بنية ذات سمك متوسطة وضحلة) حيث حصل على وزن نسبي (0.0406) وبنسبة(31.52 %) ، ويليه المؤشر الفرعي (تربة حجرية في الحجر الرملية والجبس) حيث حصل على وزن نسبي (0.0220) وبنسبة (17.23 %) ، اما بالنسبة للمؤشر الفرعي (تربة بنية محمرة ذات سمك عميق) حيث حصل على اقل وزن نسبي (0.0140) وبنسبة تقدر (10.86%) ، ينظر الى الخارطة رقم (5).

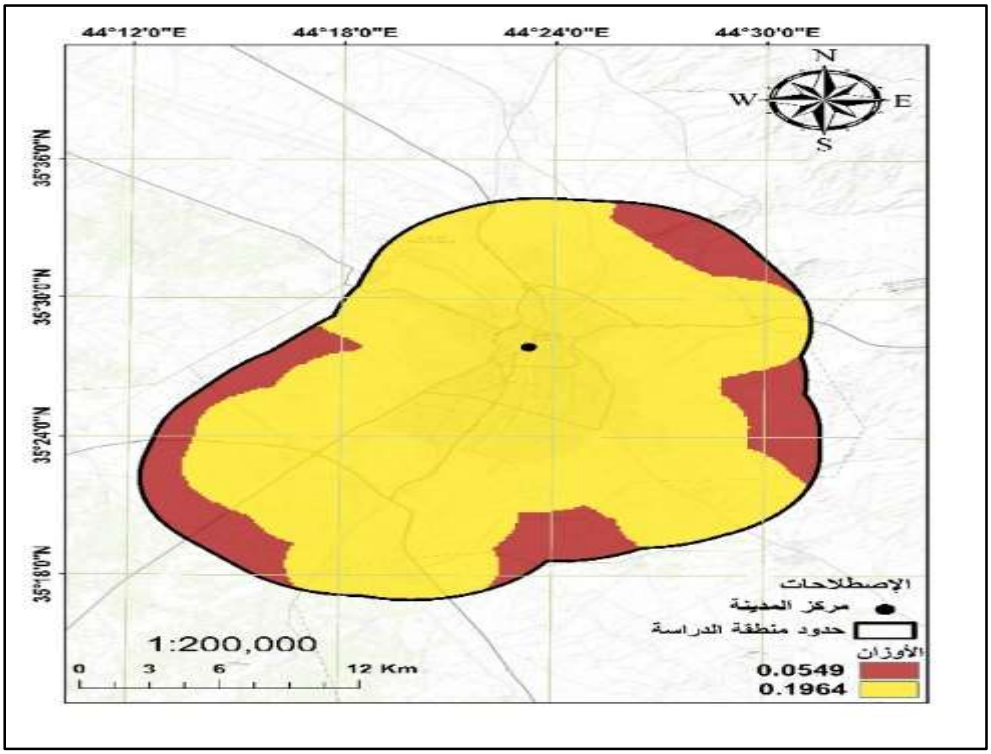
5- **التسلسل الخامس :** وتمثلت بالطوبغرافية (الانحدار) حيث احتلت المرتبة الاخيرة من حيث وزن الاهمية النسبية لتحديد مسارات التوسع الحضري لمنطقة الدراسة وبلغت (0.1281) ، اما بالنسبة للمعايير الفرعية المتفرعة منها حيث احتل المؤشر الفرعي (1˚ - 3˚) الوزن النسبي الاعلى حيث حصل على وزن نسبي (0.0869) وبنسبة (67.8%) ، يليه المؤشر الفرعي(3˚ – 6˚) حيث حصل على وزن نسبي (0.0308) وبنسبة(24.01 %) ، اما بالنسبة للمؤشر الفرعي (6˚ – 9˚) حيث حصل على اقل وزن نسبي (0.0105) وبنسبة (08.19 %) ، ينظر الى الخارطة رقم (6).

7.6 . تكامل طريقة AHP وبرنامج GIS في تقيم الخرائط

تمت مناقشة المقارنة الثنائية لطريقة AHP ، كما تم تحديد المعايير الرئيسية والفرعية للدراسة ، إذا تم استخدامها في برنامج GIS ، يمكن أن يكون معيار التقييم هو الخرائط الرقمية ويمكن حفظها كطبقة للخرائط في قاعدة بيانات ، يمكن تمثيل التوزيع المكاني للصفة التي تقيس مسارات التوسع الحضري بخرائط معيارية . طبقات الخريطة هذه هي بيانات الإدخال للتحليل المكاني متعدد المعايير، والتي يتم دمجها مع أوزان محسوبة من مصفوفة مقارنة الثنائية للحصول على خرائط الملائمة النهائية . يتم استخدام طريقة المتوسط الهندسي في AHP للحصول على الأوزان، لذا يعد برنامج GIS بأنه طريقة فعالة لدمج عدة عوامل مرتبطة مكانيًا لتحديد الملائمة اي تحديد مسارات التوسع الحضري في المدينة .

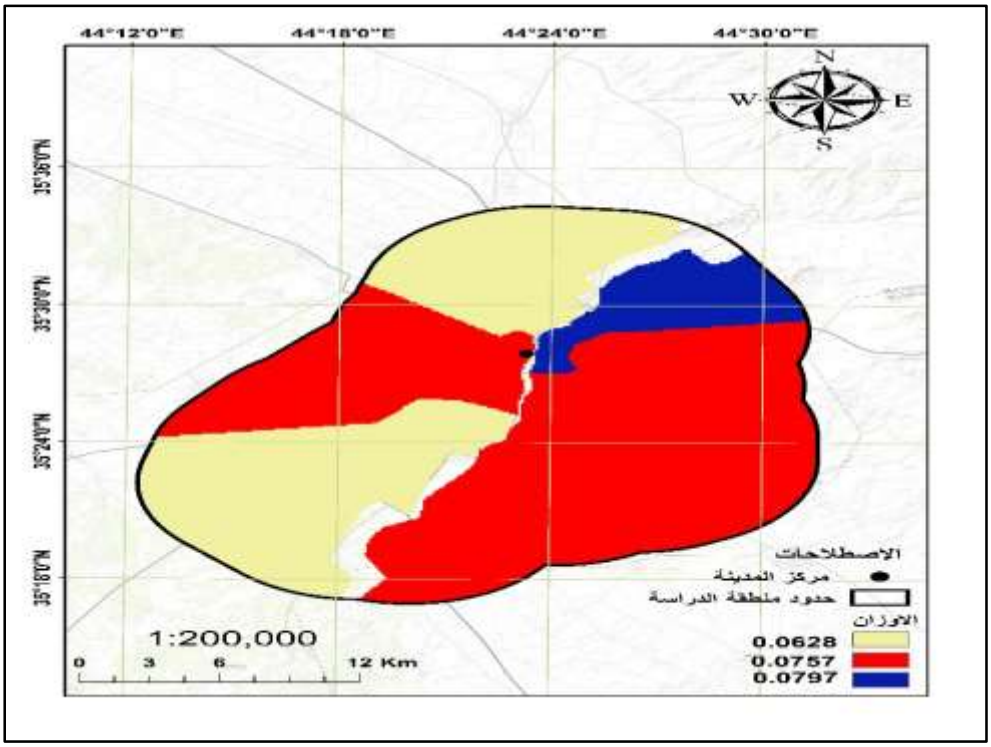


خارطة رقم (2) توضح الأوزان للمسافة من الطرق الرئيسية لمدينة كركوك
المصدر :الباحث



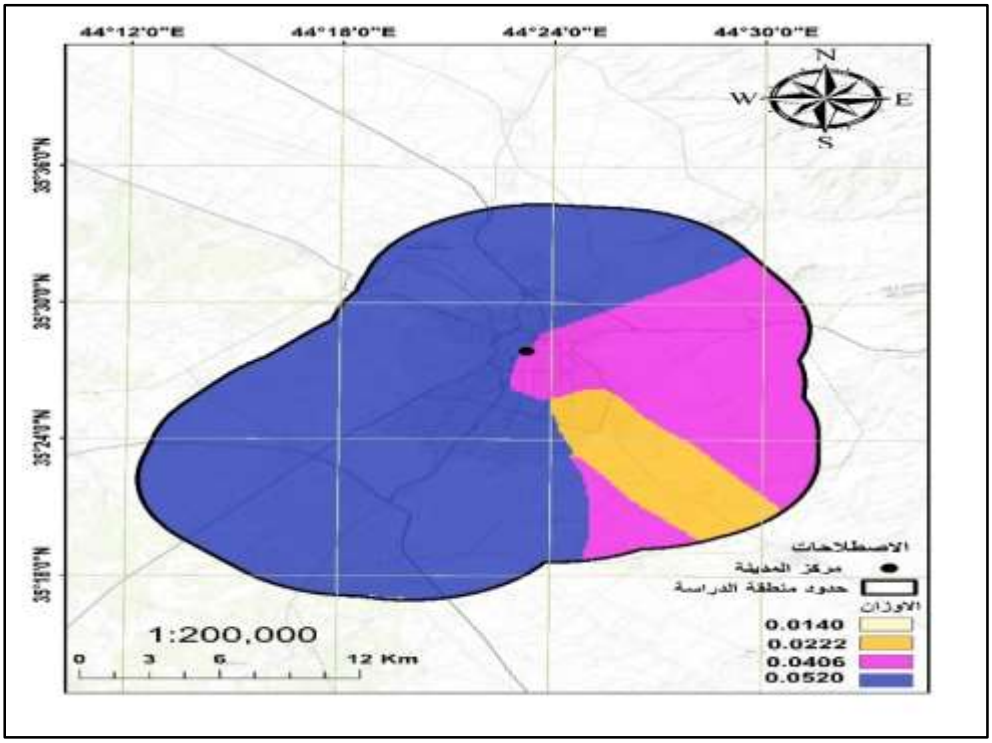
خارطة رقم (3) توضح الأوزان النسبية للمسافة من المنطقة الحضرية لمدينة كركوك

المصدر :الباحث



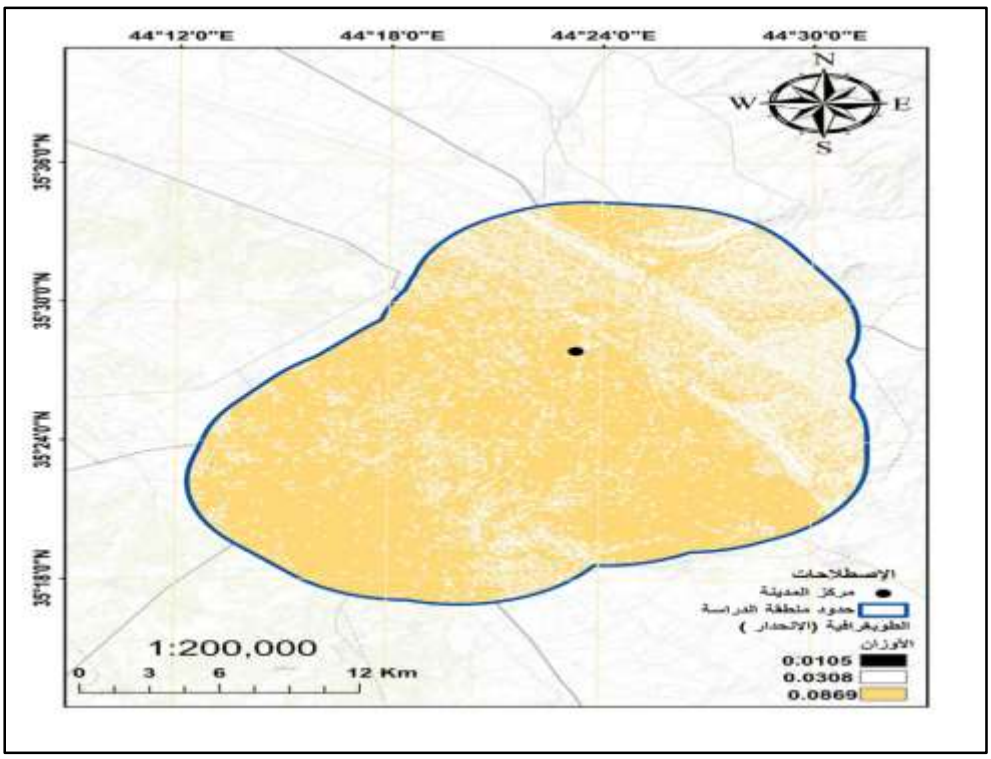
خارطة رقم (4) توضح الأوزان النسبية للكثافة السكانية لمدينة كركوك

المصدر: الباحث



خارطة رقم (5) توضح الأوزان النسبية لأنواع التربة لمدينة كركوك

المصدر: الباحث



خارطة رقم (6) توضح الأوزان النسبية للطوبغرافية (الإنحدار) لمدينة كركوك

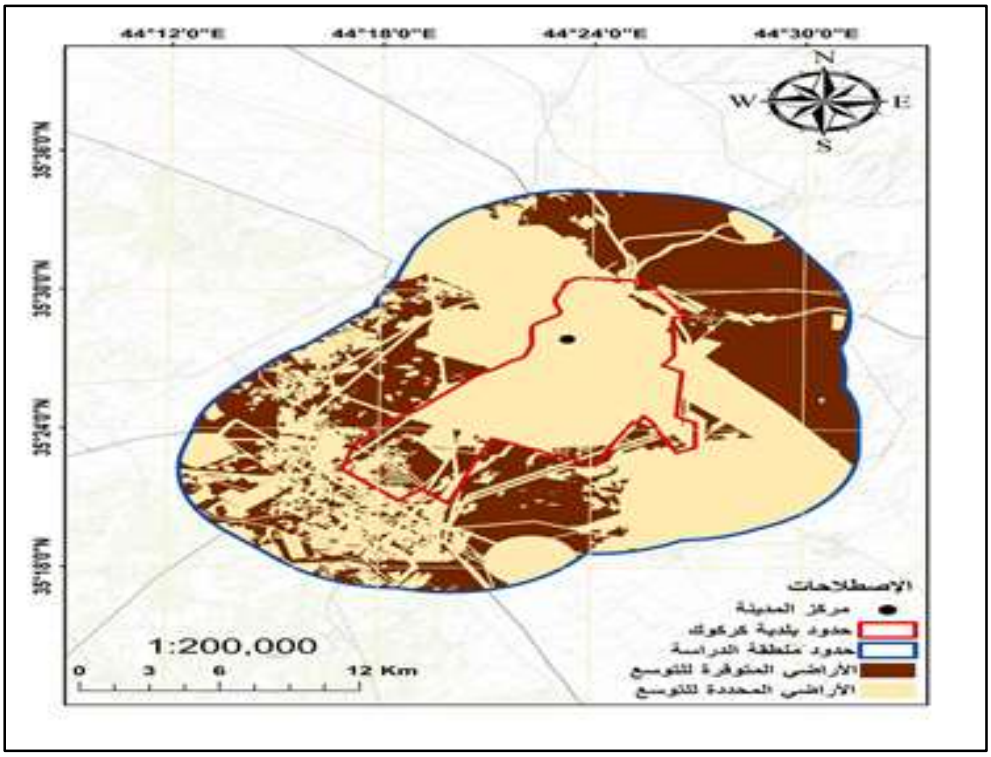
المصدر: الباحث

8.6. المحددات

إذا كانت الظروف أو العوائق الحالية تحد من المدى الذي يمكن أن تتوسع فيه المدينة بالمسارات المرغوبة فيها ، لذا الباحث في هذه الدراسة تم النظر الى كافة العوائق وبأنواعها المتعددة ، ويعتبر هذا الجزء مهم جدا بكافة تفاصليه والجزء الاهم هو إستدامة الموارد وتعظيمها وعدم التجاوز عليها نحو الاراضي الزراعية ومحرمات السدود والنهر ، اما خرائط المحددات تعد هذه الطبقة في قاعدة البيانات في برنامج نظم المعلومات الجغرافية محددا لتنفيذ مسارات التوسع الحضري ، لذا ينظر الى الخارطة رقم (7).

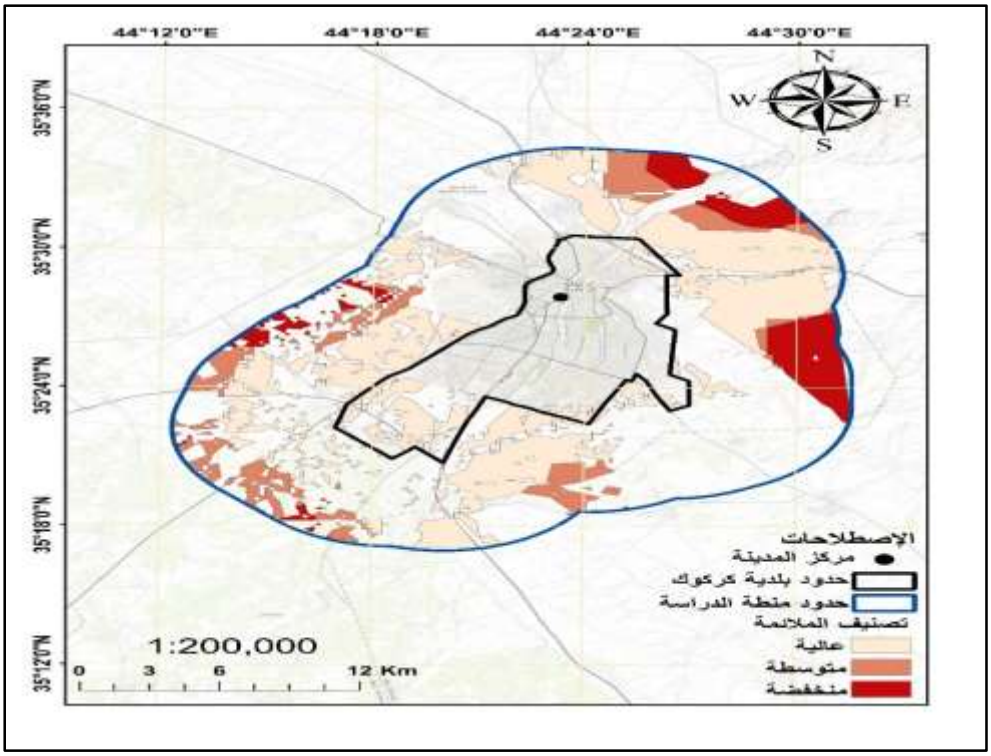
9.6. خرائط الملائمة (خرائط تحديد المسارات التوسع الحضري)

لتحديد خرائط مسارات التوسع الحضري لمنطقة الدراسة تم استخدام التحليلات المكانية لنظام المعلومات الجغرافية ، تنظم الخرائط بناءاً على عملية التقييم متعدد المعايير (MCE) ، والخطوة الأولى هي تسجيل جميع الطبقات جغرافياً. بعد ترميز الخرائط (الطبقات) ، والتي تمثل الإمكانات المتاحة والعوائق المفروضة التي تفرضها قيم المتغيرات المكانية الحقيقية المرتبطة بها ، يتم تحويل الخرائط من الصيغة الاتجاهية VECTOR إلى الصيغة الشبكية (Raster) لإستخدامها لاحقا في عملية التحليل المكاني بحيث يمكن إعادة تصنيفها(Reclassify) اي خرائط المعايير (المؤشرات) ، ثم تتبع المرحلة التي يمكن فيها تحديد درجة الملائمة من خلال استخدام امكانية التحليل المكاني المسماة MapAlgebra →Raster Calculator. بعدها تم تحويل البيانات من الصيغة الشبكية الى الصيغة الاتجاهية لغرض معرفة المساحة الناتجة من عملية تقييم الملائمة ، وقد تبين بعد معاينة النتائج ان افضل المناطق الملائمة لتحديد مسارات التوسع الحضري ظهرت في الجهات الشمالية والشمالية الشرقية ، وفي الجهة الغربية المقترحة من وزارة التخطيط بمشروع المدينة الجديدة ، ومن الجهة الجنوبية الشرقية ، هذه المسارات خارج حدود التصميم الاساسي اما المناطق التي ظهرت فيها الملائمة المكانية داخل التصميم من خلال الاملاء الحضري يتم استغلاله، كما هو موضح في الخارطة رقم (8).



خارطة رقم (7) توضح الأراضي المحددة والمتوفرة للتوسع الحضري لمدينة كركوك

المصدر: الباحث



خارطة رقم (8) توضح تصنيف الملائمة المكانية لمسارات التوسع الحضري لمدينة كركوك
المصدر: الباحث

7. النتائج والمناقشة Results and Discussions

1- يساعد اعتماد ألاساليب الرياضية المدعومة بالبرامج الحاسوبية اي تدعم عمليات اتخاذ القرار في اختيار ألملائمة المكانية بما في ذلك طريقة تحليل الهرمي ، وهي طريقة متعددة المعايير وطريقة معقدة في الرياضيات تساعد على معرفة الأهمية النسبية للأهداف والعوامل اي المؤشرات الرئيسية والفرعية وتحدد الأولوية داخل الشبكة على أساس المقارنة على جميع المستويات.

2- استخدام برنامج خيار الخبير Expert Choice والذي ساعد الباحث في الاساليب العملية والكمية لتحديد مسارات التوسع الحضري من خلال مايلي :

1- تحديد العوامل الموقعية المؤثرة في صنع القرار متعدد المعايير .

وتبين بأن المؤشرات الاجتماعية الاقتصادية احتلت المراتب الاولى حيث بلغت وزن الاهمية النسبية للمسافة من الطرق الرئيسية (0.2736) من مجموع اوزان الاهمية النسبية الكلية اما بالنسبة للمؤشرات الفرعية المندرجة منها حيث احتل المؤشر الفرعي (0 – 3.5 كم) الوزن النسبي الاعلى حيث حصل على وزن نسبي (0.2100) وبنسبة (76.75 %) ، واما المؤشر الفرعي (3.5 – 7 كم) حيث حصل على وزن نسبي اقل (0.0636) وبنسبة (23.25 %) ، ويليه المسافة من المنطقة الحضرية التي جاءت بالمرتبة الثانية حيث بلغ وزن الاهمية النسبية لها (0.2513) من مجموع اوزان الاهمية النسبية الكلية من حيث تأثيرها اما بالنسبة للمؤشرات الفرعية حيث احتل المؤشر الفرعي (0 -3.5 كم) الوزن النسبي الاعلى حيث بلغ (0.1964) وبنسبة (78.15 %) ، واما المؤشر الفرعي (3.5 – 7 كم) حيث حصل على وزن نسبي اقل (0.0549) وبنسة (21.85 %) ، ويليه الكثافة السكانية التي جاءت بالمرتبة الثالثة حيث بلغت وزن الاهمية النسبية لها (0.2182) من مجموع اوزان الاهمية الكلية اما بالنسبة للمؤشرات الفرعية المتفرعة منها حيث احتل المؤشر الفرعي (الكثافة العالية) الوزن النسبي الاعلى حيث حصل على وزن نسبي (0.0797) وبنسبة(36.52 %) ، يليه المؤشر الفرعي(الكثافة المتوسطة) حيث حصل على وزن نسبي (0.0757) وبنسبة(34.69 %) ، اما بالنسبة للمؤشر الفرعي (الكثافة المنخفضة) حيث حصل على اقل وزن نسبي (0.0628) وبنسبة (28.79 %) ، ويليه انواع التربة حيث بلغ وزن الاهمية النسبية لها (0.1288) ، اما بالنسبة للمؤشرات الفرعية المتفرعة منها حيث احتل المؤشر الفرعي (تربة بنية ذات سمك عميق) الوزن النسبي الاعلى حيث حصل على وزن نسبي (0.0520) وبنسبة (37. 40%) ، يليه المؤشر الفرعي(تربة بنية ذات سمك متوسطة وضحلة) حيث حصل على وزن نسبي (0.0406) وبنسبة (31.52 %) ، ويليه المؤشر الفرعي (تربة حجرية في الحجر الرملية والجبس) حيث حصل على وزن نسبي (0.0222) وبنسبة (17.23 %) ، اما بالنسبة للمؤشر الفرعي (تربة بنية محمرة ذات سمك عميق) حيث حصل على اقل وزن نسبي (0.0140) وبنسبة تقدر (10.86%) ، واخيرا الطوبغرافية (الانحدار) حيث بلغ وزن الاهمية النسبية (0.1281) من مجموع اوزان الاهمية النسبية الكلية ، اما بالنسبة للمعايير الفرعية المتفرعة منها حيث احتل المؤشر الفرعي (1˚ - 3˚) الوزن النسبي الاعلى حيث حصل على وزن نسبي (0.0869) وبنسبة (67.8%) ، يليه المؤشر الفرعي(3˚ –6˚) حيث حصل على وزن نسبي (0.0308) وبنسبة(24.01 %) ، اما بالنسبة للمؤشر الفرعي(6˚ – 9˚) حيث حصل على اقل وزن نسبي (0.0105) وبنسبة (08.19 %).

8. الإستنتاجات Conclusions

1- بناء نموذج صنع القرار متعدد المعايير لتحديد مسارات التوسع الحضري من خلال نظم المعلومات الجغرافية يوفر بيئة تحليلية ممتازة وبدقة عالية.

2- يمكن أستخدام تحليل الملاءمة المكانية عند تطبيق التقنيات المكانية الحديثة، كاستراتيجية الاندماج المباشر في بيئة واحدة التي تضمن التكامل والتداخل بين نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وصنع القرار متعدد المعايير MCDM- AHP .

3- الأسلوب العلمي المستخدم سيساعد على مراقبة تطوير الأراضي الحضرية للمخططين وصانعي السياسات لصياغة سياسات واستراتيجيات النمو الحضري للمدينة.

9. التوصيات Recommendations

1- تعديل نسب استعمالات الاراضي بحيث تتوافق مع النسب المعيارية من خلال اعادة هيكلية بعض الاحياء بالنسبة للكثافات السكانية من نوع المنخفضة والعالية، وكذلك توفير الخدمات الاساسية بشكل اكثر عادلة.

2- اعتماد تقنيات التحليل المكانية الحديثة والتي تعمل على التكامل والتداخل كطريقة لعملية التحليل المكاني لتحديد مسارات التوسع الحضري في بيئة نظم المعلومات الجغرافية، والمتمثلة بصنع أو اتخاذ القرار متعدد المعايير MCDM – طريقة او اسلوب التحليل الهرمي AHP.

10. المصادر Reference

[1]ANGEL, S., SHEPPARD, S., CIVCO, D. L., BUCKLEY, R., CHABAEVA, A., GITLIN, L., KRALEY, A., PARENT, J. & PERLIN, M.. *The dynamics of global urban expansion*, Citeseer. 2005.

[2] Ryznar, R. M., & Wagner, T. W.. Using remotely sensed imagery to detect urban change: Viewing Detroit from space. Journal of the American Planning Association 2001; *67* (3), 327-336.

[3] Dasgupta, S. Multidisciplinary creativity: the case of Herbert A. Simon. Cognitive Science, 2003;*27*(5), 683-707.

[4] Malczewski, J. GIS and multicriteria decision analysis. John Wiley & Sons. 1999.

[5] Mateo J.R.S.C. (2012) Multi-Criteria Analysis. In: Multi Criteria Analysis in the Renewable Energy Industry. Green Energy and Technology. Springer, London.2012: https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2346-0_2 .

[6]Abudeif, A. M., Moneim, A. A., & Farrag, A. F.Multicriteria decision analysis based on analytic hierarchy process in GIS environment for siting nuclear power plant in Egypt. Annals of nuclear energy, 2015;75, 682-692.

[7]GEERTMAN, Stan; STILLWELL, John (ed.). Planning support systems best practice and new methods. Springer Science & Business Media, 2009.

[8] Mokarram, M., & Hojati, M. Using ordered weight averaging (OWA) aggregation for multi-criteria soil fertility evaluation by GIS (case study: Southeast Iran). Computers and Electronics in Agriculture, 2017 ; 132, 1-13.

[9] Sabaei, D., Erkoyuncu, J., & Roy, R. A review of multi-criteria decision making methods for enhanced maintenance delivery. Procedia CIRP, 2015 ; 37, 30-35.

[10] Arciniegas, G., Janssen, R., & Omtzigt, N. Map-based multicriteria analysis to support interactive land use allocation. International Journal of Geographical Information Science, 2011 ; 25(12), 1931-1947.

[11] Saaty, T. L. The analytic Hierarchy Process. McGrawHill international. New York, NY, USA. 1980.

[12] Rostamzadeh, R., & Sofian, S. B. Prioritizing effective 7Ms to improve production systems performance by using AHP technique. International Review of Business Research Papers, 2009 ; 5(3), 257-277.

[13] Saaty, T. L. Highlights and critical points in the theory and application of the analytic hierarchy process. European journal of operational research, 1994; 74(3), 426-447.

[14] Omar, N. Q., Shawkat, I. A., Ali, S. H., & Abujayyab, S. K. Selection of Suitable Site for Solid Waste Landfill: a case study in Kirkuk City, Iraq. 4th International Conference on Buildings, Construction and Environmental Engineering 2019 October 7-9 ; Istanbul, Turkey .p. 012216.

[15] Ishizaka, A., & Labib, A. Analytic hierarchy process and expert choice: Benefits and limitations. Or Insight 2009; 22(4), 201-220.

[16] Saaty, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. International journal of services sciences 2008 ; 1(1), 83-98.

[17] BUNRUAMKAEW, K. How to do AHP analysis in Excel division of spatial information science graduate school of life and environmental sciences university of Tsukuba. *Retrieved March*, 2012, 17: 2013.

[18] Cay, T., & Uyan, M. Evaluation of reallocation criteria in land consolidation studies using the Analytic Hierarchy Process (AHP). Land use policy, 2013 ; 30(1), 541-548.

[19] Saaty, T. L., & Kearns, K. P. Analytical planning: The organization of system .2014; (Vol. 7). Elsevier.

[20] Saaty, T. L. On polynomials and crossing numbers of complete graphs. Journal of Combinatorial Theory, Series A, 1971 ; 10(2), 183-184.

[21] Omar, N. Q., & Raheem, A. M. Determining the suitability trends for settlement based on multi criteria in Kirkuk, Iraq. Open Geospatial Data, Software and Standards, . 2016; 1(1), 19.

[22] خطاب ، سهيل ادريس ، وعبد ، رشيد سليم ، وعبدالله ، بشار محمد امين . التحليل المكاني لبعض الخواص الجيوتكنيكية للجانب الايسر من مدينة الموصل باستخدام نظم الGIS. مجلة تكريت للعلوم الهندسية ., 2013 20:(2) , (12-17) .