مجلة التربية للعلوم الانسانية

مجلة علمية فصلية محكّمة، تصدر عن كلية التربية للعلوم الإنسانية / جامعة الموصل

النمذجة المكانية لأنتخاب مواقع الخدمة الصناعية في مدينة الموصل الكبرى

أركان مثنى محسن محمد [1] **احمد طلال خضر [2]**

جامعة الموصل / كلية التربية للعلوم الإنسانية / قسم الجغرافية / الموصل – العراق [1، 2]

معلومات الارشفة

تاريخ الاستلام : 2024/7/11

تاريخ المراجعة : 2024/8/5

تاريخ القبول : 2024/8/29

تاريخ النشر : 2025/11/20

الكلمات المفتاحية :

نمذجة ، مواقع صناعية ، ملاءمة ، منطقة صناعية

معلومات الاتصال

أركان مثنى محسن

arkanmotna@gmail.com

الملخص

زاد الاهتمام بموضوع الاختيار السليم للموقع الصناعي ضمن البيئة الحضرية للمدينة لكون الصناعة ركناً اساسياً للتقدم الاقتصادي الاجتماعي وتحقيق رفاهية الفرد ، فالاختيار الغير مناسب يعدّ من الامور التي لا يمكن تلافيها لانه يمكن ان يؤدي إلى خسائر اقتصادية كبيرة ، فالمناطق الصناعية تعد نمطا من الانماط الاقليمية للصناعة اذ انها تهدف الى تنظيم استعمالات الارض الحضرية بحيث لا تكون المناطق الصناعية عبئاً على استعمالات الارض الاخرى ، وتخفيف الضغط على المنطقة المركزية والمناطق المزدحمة وبسبب توسع استعمالات الارض لاسيما السكنية منها لازدياد اعداد السكان فقد شهدت تلك الاستعمالات تداخلاً فيما بينها لاسيما الاستعمالات الصناعية مع الاستعمالات الاخرى وهذا يدعو الى البحث عن مواقع خارج المنطقة المركزية .

ونظراً للأهمية الكبيرة التي يحتلها الموقع الصناعي في المؤسسة أو المشروع، فقد حظي باهتمام كبير من قبل التخطيط الصناعي في تحديده واختياره، وذلك من خلال إجراء الدراسة الدقيقة للجدوى الفنية والاقتصادية للبدائل المقترحة واختيار أمثلها، كما يعد قرار اختيار الموقع الصناعي من القرارات المهمة والصعبة والإستراتيجية التي تواجه الشركات الصناعية بسبب ضخامة حجم الاستثمارات المالية الموظفة، والتكاليف العالية لذلك. و باعتبار قرار اختيار الموقع الصناعي الأمثل قرارا استراتيجيا طويل المدى فانه يؤثر في مستقبل الشركة ويحدد إمكانية نجاحها من فشلها.

اذ يعد اختيار الموقع الصناعي لانشاء موقع الصناعات الخدمية ضمن مدينة الموصل الكبرى(اي بعد التوسعة) من مواضيع المهمة ، لكون المعرفة الجغرافية توفر

الادراك والفهم لمختلف العلاقات المكانية للظاهرات الجغرافية من خلال ما تقدمه لقراءة فلسفة المكان من الناحية التطبيقية والنظرية ، ولابد من اختيار انسب وأكثر الحلول واقعية لغرض تقليص الفجوات اعتمادا على الاساليب الفنية المعاصرة والتي تنسجم مع منهجية البحث وذلك من خلال العمل على توظيف امكانيات برامج (GIS) لغرض تحقيق الاهداف المطلوبة من خلال استخدام أدوات التحليل المكاني والتي تتوفر ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية عن طريق بناء نموذج الملائمة المكانية (Suitabilit Model) من اجل اختيار افضل الاماكن لانتخاب المواقع الصناعية الخدمية ، اذ تناولت الدراسة تحليل العوامل المؤثرة في اختيار موقع المنطقة الصناعية الخدمية لمدينة الموصل الكبرى بنوعيها الطبيعية والبشرية باعتبارها المقومات الجغرافية للمنطقة الدراسة و اساساً للتنمية المكانية فيها.

وقد تم استخدام النمذجة المكانية باعتبارها من الوسائل العلمية والمتبعة عالميا في المجالات الجغرافية و الهندسية والتنموية والتخطيطية لإيجاد البيئة الملاءمة للنشاط سواء أكان ذلك النشاط صناعي أو زراعي أو سكني في حيز جغرافي معين إذْ عملت الدراسة على ايجاد افضل مواقع الملاءمة المكانية لاختيار مواقع للصناعات المقترحة باستخدام طريقة القرار متعدد المعايير MCDM ومنهجية التحليل الهرمي AHP إذْ تم تطوير عملية تحليل الملائمة على يد علماء المناظر الطبيعية (اللاندسكيب) اولاً ومن بعدها تم صياغة أسس تحديد الموقع بواسطة والدو توبلر وتطورت بشكل كبير بعد ذلك في بيئة نظم المعلومات الجغرافية مستعينة بالعلوم الرياضية (بحوث العمليات) والعلوم المكانية كأدوات اساسية تؤدي الى بلوغ نتائج أدق وفق الملائمة المكانية ووفقاً للمعايير والاعتبارات للطبقات وحسب الأهمية لكل عامل ، وانتجت الدراسة خمس مستويات للملائمة تبدا بدرجة (1.21% قليلة جدا)لانها مناطق سكنية متحشدة وبلغت درجة (قليلة بنسبة 8.98%) باعتبارها مناطق تجارية وسجلت ملائمة متوسطة بنسبة(32.32%)لانها مناطق شبه خالية من الاستعمالات الاخرى في حين استحوذت ملائمة عالية النسبة الاعلى وهي (50.65%) وهي ملائمة لانها تكون خارج المدينة وخارج نطاق المناطق السكنية واخيراً بنسبة عالية جدا بنسبة (6.93%).

DOI: **********, ©Authors, 2025, College of Education for Humanities University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Journal of Education for Humanities

A peer-reviewed quarterly scientific journal issued by College of Education for Humanities / University of Mosul

Spatial modeling for selecting industrial service sites in the greater city of Mosul

Arkan Muthanna Mohsen Muhammad [1] **Ahmed Talal Khadr** [2]

University of Mosul / College of Education for Human Sciences /Department of Geography / Mosul - Iraq [1,2]

Article information

Received : 11/7/2024
Revised : 5/8/2024
Accepted: 29/8/2024
Published 20/11/2025

Keywords:

Modeling, industrial sites, suitability، Industrial area

Correspondence:
Arkan Muthanna Mohsen
arkanmotna@gmail.com

Abstract

The interest in the issue of choosing the right industrial site within the urban environment of the city has increased because industry is a fundamental pillar of economic and social progress and achieving individual well-being. Inappropriate choice is one of the things that cannot be avoided because it can lead to significant economic losses. Industrial areas are a type of regional patterns of industry as they aim to organize urban land uses so that industrial areas do not burden other land uses, and to relieve pressure on the central area and crowded areas. Due to the expansion of land uses, especially residential ones, due to the increase in population numbers, these uses have witnessed overlap with each other, especially industrial uses with other uses, and this calls for searching for sites outside the central area.

Given the great importance of the industrial site in the institution or project, it has received great attention from industrial planning in determining and selecting it, through conducting a careful study of the technical and economic feasibility of the proposed alternatives and selecting the best of them. The decision to select an industrial site is also one of the important, difficult and strategic decisions facing industrial companies due to the huge volume of financial

investments employed and the high costs involved. Considering that the decision to select the optimal industrial site is a long-term strategic decision, it affects the future of the company and determines the possibility of its success or failure.

Choosing an industrial site to establish a service industries site within the Greater Mosul City (i.e. after the expansion) is an important topic, because geographical knowledge provides awareness and understanding of the various spatial relationships of geographical phenomena through what it provides to read the philosophy of the place from the practical and theoretical point of view, and it is necessary to choose the most appropriate and realistic solutions for the purpose of reducing the gaps based on contemporary technical methods that are consistent with the research methodology by working to employ the capabilities of (GIS) programs for the purpose of achieving the required goals through the use of spatial analysis tools that are available within the geographic information systems environment by building a spatial suitability model (Suitabilit Model) in order to choose the best places to select industrial service sites, as the study dealt with analyzing the factors affecting the choice of the site of the industrial service area for the Greater Mosul City in its natural and human types, considering them the geographical components of the study area and the basis for spatial development in it.

Spatial modeling was used as a scientific and globally followed method in the fields of geography, engineering, development and planning to find the appropriate environment for the activity, whether it is industrial, agricultural or residential in a specific geographical area. The study worked to find the best spatial suitability sites to choose sites for the proposed industries using the multi-criteria decision method (MCDM) and the analytical hierarchy methodology (AHP).

The suitability analysis process was developed by landscape scientists first, and then the foundations for determining the location were formulated by Waldo Tobler and developed significantly after that in the environment of geographic information systems, using mathematical sciences (operations research) and spatial sciences as basic tools that lead to achieving more accurate results according to spatial suitability and according to the standards and considerations for the layers and according to the importance of each factor. The study produced five levels of suitability starting with a degree of (1.21% very low) because they are crowded residential areas and reached a degree of (low at 8.98%) as commercial areas and recorded medium suitability at a rate of (32.32%) because they are semi-empty areas. Among other uses, high suitability accounted for the highest percentage, which is (50.65%). It is suitable because it is outside the city and outside the residential areas, and finally, it has a very high percentage, which is (6.93%).

DOI: **********,, ©Authors, 2025, College of Education for Humanities University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

المقدمة

يعد موضوع النمذجة المكانية لانتخاب مواقع الخدمة الصناعية من الموضوعات الحيوية امراً مهماً لانه يخدم اقتصاديات الدول، فضلا عن الاعتبارات السياسية والاجتماعية الناجمة عنه. واذا كان الأمر مثل ذلك ولا غرابة أن يمثل موضوع المواقع الصناعية اهمية كبيرة في الدول المتقدمة والنامية على حد سواء، وتشكل الاستعمالات الصناعية جزءاً مهماً من استعمالات الأرض في المناطق الحضرية وقد أفرزت الكثير من المناطق الصناعية المشاكل للمدن والمناطق الصناعية نفسها والذي انعكس على كفاءة استعمال الارض الحضرية وزيادة المشاكل مع استعمالات الارض المجاورة، بسبب الزيادة السكانية والاقتصادية وأصبح الاستعمال الصناعي لا يكفي لسد حاجة السكان، مما أدى إلى ظهور حاجة كبيرة للأنشطة الصناعية المتنوعة، فانتشرت وزادت المحال والورش الصناعية والمعامل في المناطق الصناعية والمدينة كافة، وهذا أدى إلى تشويه الاستعمالات الحضرية وتعرضت لضغط شديد على مختلف الخدمات كنظام الحركة، وخدمات البنى التحتية، والخدمات الإدارية والتجارية والعامة، مما انعكس سلباً على البيئة الحضرية، من هنا انطلقت فكرة البحث في معالجة ذلك من خلال إعادة النظر في

انتخاب مواقع بديلة للمناطق الصناعية ، فمعظم الجهات المختصة وصناع القرار في اختيار المواقع الصناعية في العالم تتضمن مختصين جغرافيين مما يعني أن عملية اختيار الموقع الصناعي هي مشكلة قرار مكاني. لذا أصبحت مثل هذه الدراسات أكثر شيوعًا نظرًا لتوفر أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS) والتي تعد أداة قوية للتحليل المكاني مع توفر وظيفة التقاط المعلومات الجغرافية وتخزينها والاستعلام عنها وتحليلها وعرضها وإخراجها، وتستخدم نظم المعلومات الجغرافية بالاقتران مع أنظمة وطرق أخرى مثل أنظمة اتخاذ القرار المكاني وطريقة المعايير المتعددة لصنع القرار (MCDM). ومن خلالها يتم إنشاء نموذج موقعي بعد جمع البيانات اللازمة وإستعمال الأدوات التي تسهم في كفاءة التحليل المكاني وجودته لاختيار الموقع الصناعي. وتقدم هذه الرسالة حلاً مقترحاً لدعم القرار المكاني بواسطة التحليل المكاني في مدينة الموصل الكبرى التي اقترحت إنشاء مواقع بديلة عن المواقع الحالية واخراج المنطقة الصناعية الخدمية خارج المناطق الحالية .

مشكلة الدراسة The study Problem

تعد مشكلة الدراسة الجزء الرئيس من البحث العلمي وتتضمن تساؤلات ستجيب عنه على وفق الأدلة العلمية والنتائج التي توصلت اليها الدراسة :

1- هل هنالك دور لنظم المعلومات الجغرافية (GIS) في عملية انتخاب الموقع الصناعي الخدمي ؟
2- هل للمقومات الطبيعة والبشرية دور في انتخاب الموقع الصناعي الخدمي ؟
3- هل هناك تباين في مستويات ملائمة الارض لانتخاب الموقع الصناعي الخدمي؟

فرضية الدراسة Study Hypothesis

من أجل التوصل إلى حل مشكلة يجب أن يكون هناك افتراض يوصف حلا أوليا غير مبرهن عليه فالفرضية هي حدس أو تفسير مؤقت للمشكلة أو الظاهرة، متى يثبت صدقه أصبح قانوناً عاماً، ويمكن تحديد الفروض الاتية:

1- هناك دور للمقومات الطبيعة والبشرية دور في انتخاب الموقع الصناعي الخدمي واهمها طرق النقل ومصادر الطاقة والمياه والتجمعات السكنية.
2- إن أفضل المواقع الملاءمة هي المواقع التي يتم اختيارها بطريقة علمية وتحليلية وهي التي ستضع في الاعتبار جميع العوامل الطبيعية والبشرية والمدخلات بنموذج القرار متعدد المعايير ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية.
3- هناك تباين في مستويات ملائمة الارض لانتخاب المواقع الخدمة الصناعية.

هدف الدراسة Purpose of the study

تهدف هذه الدراسة الى انتخاب مواقع الصناعة الخدمية بالاعتماد على مقومات طبيعية وبشرية باعتبارها معايير ومقارنة المواقع الصناعية الحالية وبين المواقع الأكثر ملائمة باستعمال برامج نظم المعلومات الجغرافية لبناء نماذج مكانية لمواقع الصناعة الخدمية التي يمكن أقامتها مستقبلاً، أن تنظيم أستعمالات الارض يتطلب فرز الأستعمال الصناعي الخدمي في اماكن معينة بعيدة عن التداخل والتأثير المتبادل بين الفعالية الصناعية والأستعمالات الاخرى.

المنهجية الدراسة Methodology Study

ابتدأت الدراسة أولاً بالمنهج الاستقرائي الذي يبدأ بالجزئيات وينتهي بالكليات في قراءة موسعة للأسس والقوانين الأولى الخاصة بالنمذجة المكانية ودور نظم المعلومات الجغرافية فيها. ومن بعدها الاسلوب الوصفي والكمي والتحليلي، وقد اعتمدت الدراسة عند تطبيق المناهج السابقة على توظيف التقانات الحديثة المتمثلة بنظم المعلومات الجغرافية مدعماً بالوسائل الكمية والنماذج الرياضية بوصفها وسيلة جغرافية للوصول إلى أهداف الدراسة.

أهمية الدراسة Importance of Study

تبرز أهمية الدراسة لانتخاب المنطقة الصناعية الخدمية في مدينة الموصل الكبرى نتيجة لتداخلها مع الاستعمالات الارض الاخرى وتداخلها مع المناطق السكنية والتجارية والزراعية وانتشارها بصورة عشوائية غير مخططة نتيجة للتوسع السكاني الحاصل وامتداده عند اطراف المدينة ، ويبرز هنا دور نظم المعلومات الجغرافية في اختيار الموقع المنطقة الصناعية الملائم والمخطط دون الاضرار بالبيئة قدر الامكان من خلال المفاضلة بين معايير ووزن العوامل ودعم القرار المكاني .

الحدود المكانية لمنطقة الدراسة

منطقة الدراسة هي مدينة الموصل وتقع في الجزء الشمالي الغربي من العراق[1] وهي مركز محافظة نينوى في الحوض الاوسط لنهر دجلة ضمن الجزء الشمالي من العراق ويشطر نهر دجلة المدينة الى شطرين غير متساويين في المساحة والسكان الجانب الغربي(الايمن) من النهر وهو الاصغر والجانب الشرقي (الايسر) من النهر، ويتحدد موقع منطقة الدراسة فلكيا عند تقاطع خطي طول (36.9.0) و (36.30.0) شرقا وعند دائرتي عرض (42.57.0) و(43.57.50) شمالا. [2]

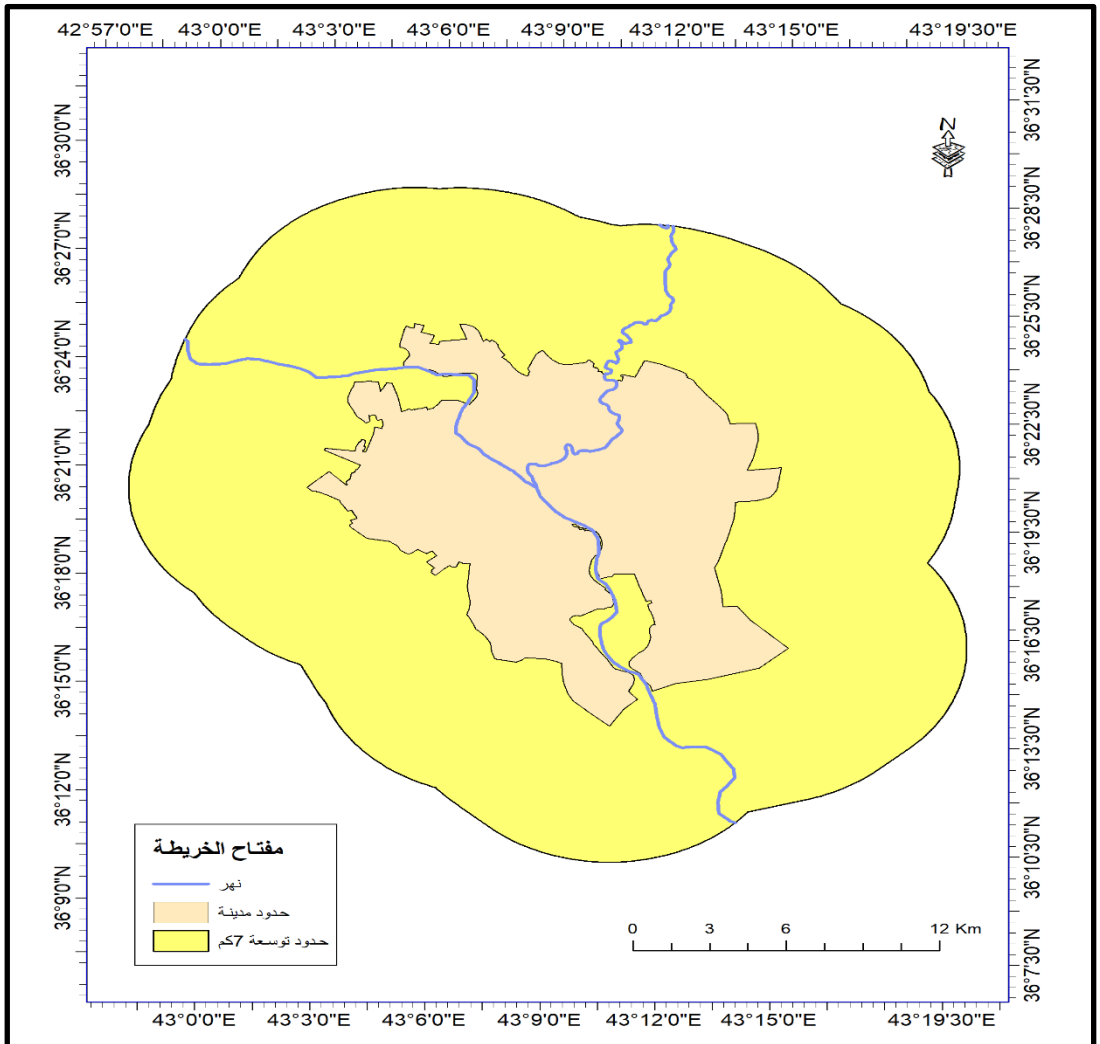
(1) صلاح حميد الجنابي، الخصائص الجغرافية الموضعية لمدينة الموصل، مجلة الجمعية الجغرافية، العراقية،بغداد،العدد1996،32،ص96.

(2) صبيح يوسف طاهر، التركيب التجاري لمدينة الموصل، اطروحة دكتوراه(غير منشورة)،كلية التربية ،جامعة الموصل،1996،ص52.

السكان والمساحة

بلغ عدد سكان مدينة الموصل (1.438.351) نسمة حسب التقديرات السكانية لعام 2018م[1] فقد بلغت المساحة المدينة قبل التوسعة (223.8 كم^2) تستعد لاضافة (483.7) وستصبح بعد التوسعة (707.5 كم^2) [2] أنظر إلى خريطة (1)

خريطة (1) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج ArcGis10.8 بالاعتماد على مديرية بلدية الموصل لعام 2018

(3) **https://www.citypopulation.de/en/iraq/mun/admin/**

(4) جمهورية العراق، وزارة البلديات والاشغال العامة، مديرية بلدية الموصل، قسم التخطيط وال GIS، بيانات غير منشورة 2022.

1-مفاهيم عامة

1-1 مفهوم المنطقة الصناعية

المنطقة الصناعية (Industrial Aren) : عبارة عن مساحة من الأرض تحوي مجموعة من المصانع بصورة كبيرة، ويمكن أن تتحدد هذه المنطقة في مدينة كبيرة أو ان المدينة بأكملها مكان لهذه المنطقة. خاصة لو توزعت في أماكن غير محددة في المدينة، وفي الغالب يكون العامل التاريخي ذات اهمية كبيرة في قيام مثل هذا النوع من المراكز الصناعية. وعلى العموم فإن المنطقة الصناعية تتميز بكثافة المشاريع فيها وكذلك لها تاثير في البيئة المحلية(1).

2-1 مفهوم النمذجة

مصطلح النمذجة Modeling فهو يعبر عن معان مختلفة، تتراوح ما بين تحويل الظاهرة الجغرافية أو أحد العوامل المؤثرة فيها إلى أنموذج بيانات مرورا بفهم سلوكها المكاني، نحو صنع مؤشرات الملاءمة Suitability Parameters، وانتهاء بتنفيذ نماذج تنبؤية للظاهرة المدروسة بوضع سيناريوهات مختلفة(2).

1-3 دور نظم المعلومات الجغرافية في اختيار المواقع الصناعية

يعد اختيار الموقع الصناعي قراراً استراتيجياً وبهذا المعنى فإن تحديد الموقع يعد نقطة حرجة على طريق نجاح أو فشل الشركة في البلدان المتقدمة، ويمثل أحد الأهداف الرئيسية لاختيار الموقع الصناعي في العثور على موقع مثالي مع الظروف المرغوبة لتحديد الموقع الصناعي الأفضل ، من الضروري إجراء تحليل مكاني واسع النطاق، وتعد أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS) مثالية لهذا النوع من التحليل المكاني الذي يوفر وظائف لالتقاط المعلومات الجغرافية وتخزينها والاستعلام عنها وتحليلها. أدى التطور الأخير في مجال التحليل المكاني إلى تحسينات كبيرة في قدرات نظم المعلومات الجغرافية في تحليل الموقع. تتم مراجعة هذه التطورات من خلال تحليل المسافة ، وتحليل بيانات السمات ، والتحليل متعدد المعايير، وما إلى ذلك(3).

يعد تحديد موقع المنشآت الصناعية القرار الإستراتيجي الأكثر أهمية وبعيد المدى الذي يتحمله مديرو الصناعة في حين تتوفر الإجابات الى هذه الأسئلة في البحث العملي وأنظمة المعلومات الجغرافية وعلوم الكمبيوتر تقليديا ، تم النظر في تحليل الموقع الصناعي في إطار البحث التشغيلي في الوقت

---

(1) محمد ازهر السماك، عباس علي التميمي، اسس جغرافية الصناعة وتطبيقاتها , مطبعة الموصل ،1987، ص284.

(2) Paul A. Longly, et al., Geographic Information and Science, John Wiley & Sonce, England, Second Edition, 2005, p 363.

(3) James C. Ascough. & others, "Multicriteria Spatial Decision Support Systems: Overview, Applications, and Future Research Directions," Proc. Integrated Assessment and Decision Support 2002, P 175

الحاضر ،التي تستخدم الأنظمة الذكية وأنظمة المعلومات الجغرافية بشكل متزايد في تحليل الموقع(1).

يعتمد اتخاذ القرار الصناعي على العديد من البيانات المتعلقة بالمشكلة، فتشير التقديرات إلى أن 80% من البيانات المستخدمة من قبل المديرين وصانعي القرار هي جغرافية (مكانية) بطبيعتها، إذ يشار إلى مشكلات القرار التي تنطوي على البيانات الجغرافية على أنها مشاكل القرار المكاني، وهي عملية معقدة للغاية للاختيار من بين البدائل لتحقيق هدف أو مجموعة من الأهداف تحت قيود، فهي لا تشتمل فقط على العديد من المتطلبات الفنية ، ولكنها قد تحتوي أيضاً على عوامل اقتصادية واجتماعية وبيئية قد يكون لها أهداف متضاربة. يكمن التحدي في كيفية إجراء تحليل مكاني واسع النطاق للموقع الصناعي في تطبيق أنظمة المعلومات الجغرافية وهي الأداة الأكثر ملاءمة للتحليل المكاني واتخاذ القرار الاستراتيجي(2).

يعد تحديد الموقع الأفضل للصناعة مشكلة مكانية تتطلب مقارنة سمات الأماكن المختلفة ، وإيجاد أفضل مكان مناسب في مكان يحتوي على أنسب مجموعة من السمات المرغوبة ، وهنا تبرز قوة نظم المعلومات الجغرافية التي تسمح لصانع القرار بتحليل الفضاء الجغرافي والمعلومات (السمات) المرتبطة بالفضاء في وقت واحد تجعل هذه الوظيفة GIS أداة لا غنى عنها في حل المشكلات المكانية المعقدة مثل الموقع الصناعي(3).

2- تحليل القرار المتعدد المعايير (Multi Criteria Decision Analysis)

يعرف صنع القرار بأنه: عملية تحديد أفضل بديل من بين جميع الخيارات الممكنة (4)

- وهو عملية للاختيار من بين البدائل بناء على معايير متعددة (5)

) 1(Eldin, N., & Sui, D. A COM-based Spatial Decision Support System for Industrial Site Selection, Journal of Geographic Information and Decision Analysis, Vol. 7, No. 2, 2003 p.72.

) 2(J. Ronald Eastman, Hong Jiang, James Toledano, Multi-criteria and multi-objective decision making for land allocation using GIS, Multicriteria Analysis for Land-Use Management Environment & Management Volume 9, 1995, pp. 227-251.

) 3(Les Worrall., Spatial Analysis and Spatial Policy using Geographic Information Systems, Belhaven Press, London, 1991. P 21.

) 4(Amos Darko, et al,Review of application of analytic hierarchy process (AHP) in construction, International journal of construction management, Vol. 19, No.5 ,2019,P..437.

) 5(Kardi Teknomo, Analytic hierarchy process (AHP) tutorial, Revoledu. com, Vol. 6, No.4 2006.P.2.

وعليه يمكن تعريف قرار المتعدد المعايير (MCDA) بأنه مجموعة من الاجراءات لتحليل مشاكل القرار المعقدة التي تنطوي على معايير متضاربة غير قابلة للقياس على اساسها يتم ترتيب وتقييم البدائل المتعلقة بمشكلة القرار وايجاد البديل الأفضل (1).

ويعد اتخاذ القرار متعدد المعايير أحد أهم فروع نظرية القرار ويستخدم لتحديد (أفضل الحلول من جميع الحلول الممكنة المتاحة (2).

يتم بوجود عدة معايير غالباً ماتكون متشعبة أي تشمل متغيرات كمية واخرى نوعية ، وتشمل المشكلات المتعددة المعايير عدة اشكال منها اقتصادية واجتماعية وبيئية وجغرافية ، فالقرار هنا معني بعملية المفاضلة بين البدائل والخيارات المطروحة واختيار انسبها ليقودنا الى حل مشكلة ما وتحقيق هدفاً محدد.

القرار متعدد المعايير : وجود عدة معايير تشمل متغيرات كمية ونوعية وتحسب نسب ارتفاع أو انخفاض هذه الكميات معاً وتوجد في كافة النواحي الاقتصادية والاجتماعية والجغرافية فالقرار هنا يعني المفاضلة بين البدائل والخيارات المطروحة لحل مشكلة أو الوصول إلى هدف يسعى الباحث الوصول اليه .

تعد تقنيات (MCDA) مناسبة تماماً لحل المشكلات المعقدة والتي يستخدمها الخبراء في مواقف القرار المعقدة، تختلف الأشكال المتعددة الأدوات MCDA من اختيار البدائل بناء على معايير متعددة إلى الاعتماد فقط على العوامل أو المعايير التحليل القرار، وتمكن تقنيات صنع القرار متعددة المعايير للباحثين والخبراء من اتخاذ قرارات بشأن السيناريوهات النوعية والكمية التي لا تترك مجالاً للشك بشأن قرارات الخيراء التي استندت على التحليل الشامل الذي تم إجراؤه على البيانات التي جمعت مسبقاً على المستوى التنظيمي أو الاستراتيجي ، فإن أهم جانب من مخرجات نظم المعلومات الجغرافية هو استخدامه في دعم القرار المكاني، ومن الأمور المركزية في هذا الأمر أن نظم المعلومات الجغرافية تتطلب إطارا تشتد الحاجة إليه للاقتراب والدعم واتخاذ القرارات المكانية (3).

) 1(Gulilat Alemu, GIS based and analytical network process based multi criteria decision aid for sustainable urban form selection of the Stockholm region, 2011.P.5.

) 2(Amos Darko, et al, Op cit.P.437

) 3(Amin Ullah Khan, and Yousaf Ali, Analytical hierarchy process (AHP) and analytic network process methods and their applications: a twenty year review from 2000–2019: AHP & ANP techniques and their applications: Twenty years review from 2000 to 2019, International Journal of the Analytic Hierarchy Process, Vol. 12, No.3 ,2020,.P.370

لماذا تحليل القرار متعدد المعايير MCDA في مجال الجغرافيا؟

تنطلق الاجابة عن السؤال من نقطتين رئيستين :

1- هناك حقيقة جغرافية مفادها ان العوامل الجغرافية طبيعية كانت أم بشرية لا تؤثر في أية ظاهرة بشكل متساوٍ.

2- اذن الظاهرة الجغرافية هي ناتج تفاعل مجموعة من العوامل وليس حاصل جمع هذه العوامل، بمعنى آخر إن الظاهرة الجغرافية هي حاصل جمع جملة من العوامل المتفاعلة (الموزونة)، كل عامل له أهميته النسبية كدلالة على حجم تأثيره في هذا التفاعل... ولابد من اجراء التحليل متعدد المعايير للحصول على اوزان العوامل المؤثرة على الظاهرة الجغرافية بصورة منطقية

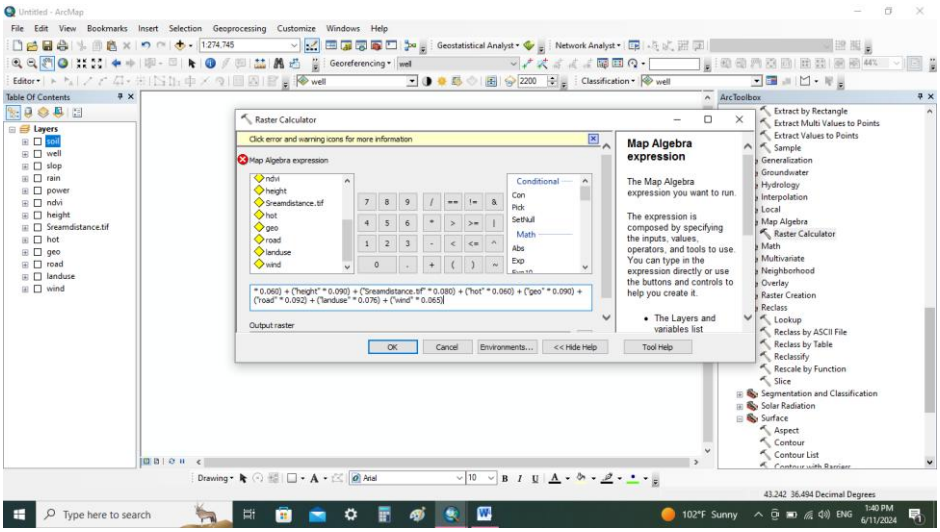
2-1 تطبيق تحليل الملاءمة Map Algebra

يمثل جبر الخريطة القواعد والإجراءات المطبقة على طبقة (المدخلات) لإنتاج طبقة جديدة من (المخرجات) والتي توظف مكانياً . إذ بالرغم أن الفكرة الأساسية قابلة للتطبيق على كل من نموذج البيانات النقطية أو المتجهة، الا ان جبر الخرائط يشير عموماً إلى معالجة البيانات النقطية. إذ من الممكن إجراء عمليات مختلفة على المصفوفة لتحديد الملاءمة ، فعند تطبيق عملية التحليل تظهر لنا مصفوفة جديدة من خلال طبقة المدخلات ، إذ يوجد العديد من العمليات المتاحة في جبر الخريطة، بما في ذلك العمليات الحسابية والمنطقية والاندماجية والتراكمية والتخصيصية. وقد ركزت دراستنا في الملاءمة على تطبيق العمليات من أجل استخلاص طبقة جديدة بتحديد المواقع . لهذا السبب، بعد استخدام جبر الخرائط بشكل عام طريقة متقدمة في تحليل الملاءمة، ويعود الفضل في ابتكارها للعالم الأمريكي تشارلز دانا تومل وذلك في أواخر السبعينات ولتوضيح العملية جبر الخرائط بصورة أكبر تعمل العمليات الرياضية بدمج الطبقات ذوات القيم المختلفة التي تتكون من مجموعة من المعايير ذات الأوزان المختلفة في الصنف والنوع ذلك أن الظاهرات الجغرافية الطبيعية والبشرية غير متساوية بألتاثير والعدد والكثافة إذ تتعامل هذه الطريقة من جميع القيم الرقمية فعلى سبيل المثال المطلوب جبر المعيار يتكون من (0) الى (893252) قيمة رقمية مع معيار يتكون من (0) الى (1) قيمة رقمية اذ يتم اشغال مساحة مربعة من الفضاء الجغرافي ويتم ترميزها بقيمة تمثل الظاهرة المقاسة عادة تحمل اسم (حقل). لا تفقد أي قيمة من القيم المدخلة من قيمها العددية على العكس من الطريقة التقليدية التي تختزل القيم من 1 الى 10 فقط [1]. إذ يتم إضافة الطبقات الخليوية في مربع الحوار في اللغة البرمجية Python لغرض جبر الطبقات لكل معيار من معايير الصناعات المقترحة وذلك من خلال الصيغة التالية : (الطبقة الخليوية بصيغة integer معيار (1) × الأهمية المطلقة لمعيار 1) + (الطبقة الخليوية بصيغة integer (معيار (2) × الأهمية المطلقة لمعيار (2)

) 1(MARK MCKENNEY, MAP ALGEBRA, DOCTOR DISSERTATION, UNIVERSITY OF FLORIDA, 2008, p 12

+ (الطبقة الخليوية بصيغة integer (معيار (3) × الأهمية المطلقة لمعيار (3) وهكذا لباقي الطبقات ومثلما موضح في الصورة (8) و وتحديد الدالات الإحصائية كما في صورة (1) :

صورة (1) توضح عمل جبر خرائط داخل برنامج نظم المعلومات الجغرافية



2-2 عمليات التحليل الهرمية Analytical hierarchy process (AHP)

تعد أهم ادوات القرار متعدد المعايير (MCDA) التي طورها عالم الرياضيات توماس الساعاتي (Tomas Saaty) في عام (1972) [1]، وبما أن المشكلة الاساسية في اتخاذ القرار تتمثل في اختيار أفضل خيار في مجموعة من البدائل المتنافسة التي يتم تقييمها وفقا للمعايير متضاربة تزودنا عملية التسلسل الهرمي التحليلي بإطار عمل شامل لحل مثل هذه المشكلات [2]، وعليه يعرف الـ (AHP) بأنه اطار عمل لحل المشكلات وهي نظرية للقياس من خلال المقارنات الزوجية وتعتمد على أحكام الخبراء الاشتقاق مقاييس الأولوية تستخدم طريقة الـ AHP في نظم المعلومات الجغرافية لحساب الأهمية النسبية لكل متغير ، وذلك بهدف إنتاج خريطة ذات

) 1(Thomas L. Saaty, A scaling method forpriorities in hierarchical structures, Journal of mathematical psychology, Vol. 15, No.3, 1977.P. P. 234-281.

2() Thomas L. Saaty, Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process, Management science, Vol. 32, No.7, 1986,P.P. 841-855.

فئات مرتبة بشكل متسلسل، يعتمد هذا الحساب على قيم الأهمية النسبية التي تم تخصيصها للمتغيرات الداخلة في النمذجة [1].

منهجية العمل بطريقة تحليل القرار متعدد المعايير (MCDA) باستخدام عملية التحليل الهرمية AHP [2] :

1 – تعريف الهدف أو المشكلة.

2 – تجهيز المعايير (العوامل) .

3– تحديد البدائل.

4– وزن المعايير (العوامل).

5– جبر الخرائط للعوامل الموزونة.

3-2 تعريف الهدف أو المشكلة Define the Target or Problem

إن المشكلة التي يجب معالجتها في هذا المضمار تتعلق بتحديد الأهمية النسبية (الوزن) لكل عامل، يخص أحد العوامل المبحوثة مسبقا (التكوينات الجيولوجية، والارتفاع ، الانحدار، ومصادر الطاقة،طرق النقل،مياه، مياه جوفية،مطر،حرارة،رياح،غطاء النباتي،التربة) ذلك من أجل التعبير عن التفاعل المكاني للعوامل مع بعضها في منطقة الدراسة ، فضلا عن تجنب الحكم الشخصي في هذا المجال.

تجهيز المعايير (العوامل) Criteria Processing

تشمل هذه المرحلة تهيئة المعايير (العوامل الداخلة في عمليات التحليل الهرمية على شكل نماذج وصفية تم تقيس جميعها بمقياس مرتبي، حتى يمكن تفسير نتيجة المضاهاة الطبقية الموزونة لاحقا Weighted Overlay

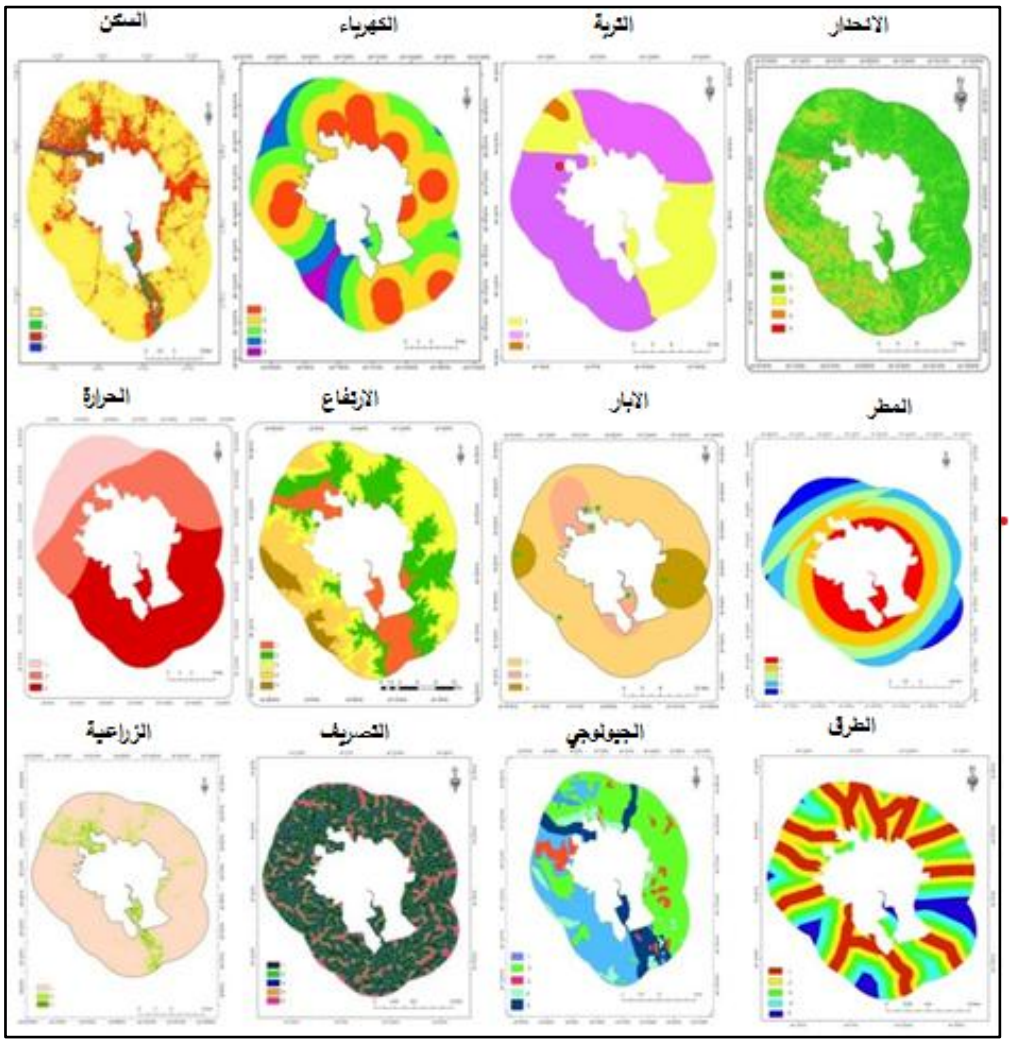
) 1(Thomas L. Saaty, Decision making with the analytic hierarchy process, International journal of services sciences, Vol. 1, No. 1,2008, P.83.

2() للتفاصيل ينظر الى :

1- Matteo Brunelli, Introduction to the analytic hierarchy process, Springer 2014,P.10.

2- Alessio Ishizaka, and Ashraf Labib, Review of the main developments in the analytic hierarchy process, Expert systems with applications, Vol. 38No. 11,2011, P.P. 14336-14345.

شكل (1) يوضح تصنيف معايير الداخلة فى النموذج



4-2 تحديد البدائل Identifying Alternatives

إن طريقة الـ AHP، تدرس مشكلة اتخاذ القرار على هيئة تسلسل هرمي، يبدأ بتحديد الهدف ومروراً بتحديد المعايير، وانتهاءاً بتعيين البدائل (1)، وبناء على العلاقة بين مجموعة من المعايير مع مجموعة من البدائل في الشكل الهرمي، يتم تحديد البدائل اعتمادا على المقياس الذي وضعه Saaty . إذ إن كل معيار له مجموعة من البدائل قابلة للمقارنة الزوجية بينه وبين المعيار الآخر، وتقاس هذه البدائل بمقياس خاص وضعه Saaty يتراوح بين (1 – 9)(2) تبعا لذلك، يتم تحديد تسعة بدائل لكل متغير استنادا الى طريقة الـ AHP

جدول(1) المقياس المرتبي للاهمية بطريقة AHP

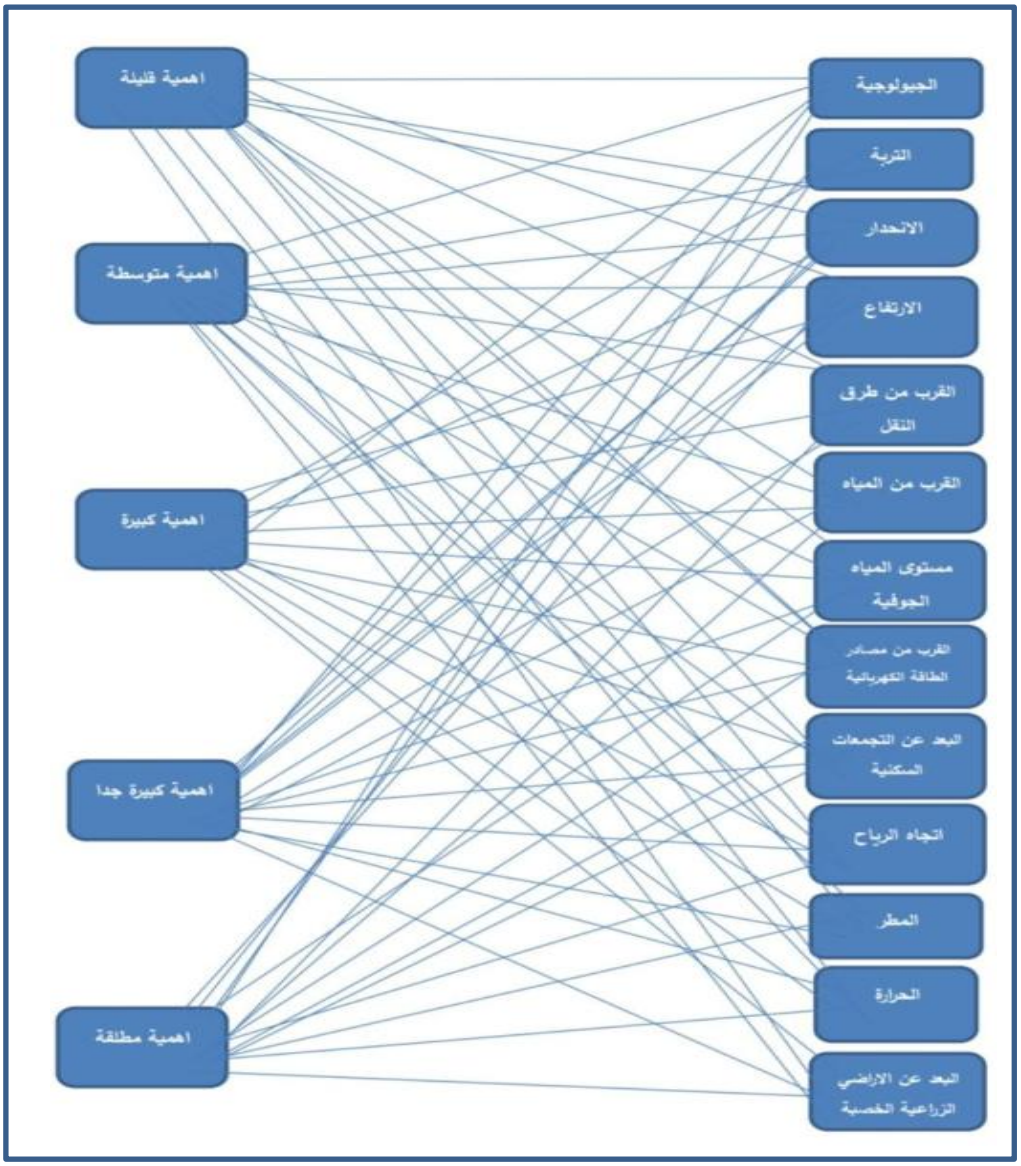
درجة الاهمية	البدائل
1	اهمية قليلة
3	اهمية متوسطة
5	اهمية كبيرة
7	اهمية كبيرة جدا
9	اهمية مطلقة
الدرجات (2 ، 4 ، 6 ، 8)	درجات بينية بين الاحكام

المصدر: Thomas L.saaty, op, cit.p.86.

) 1(Thomas L. Saaty, Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary, European journal of operational research, Vol. 145, No.1, 2003, 85-91.P.P. 85-91

) 2(Thomas L. Saaty, Decision making with the analytic hierarchy process, Op Cit.P.85.

الشكل (2)البنية الهرمية للعوامل الداخلة في انتخاب الموقع منطقة الصناعية وفق طريقة AHP



المصدر عمل الباحث اعتمادا على جدول اعلى و

Thomas L. Saaty, Decision making with the analytic hierarchy process, International journal of services sciences, Vol. 1, No.1,2008, P.87.

جدول(2) معايير انتخاب مواقع صناعية

ت	المعايير	العوامل	المقياس
1	معايير جيومورفولوجية	الجيولوجية	ذات مناطق اكثر استقرارية وقوية تتحمل اوزان
		التربة	ذات تربة ملائمة هندسياً
		الانحدار	ان يكون ما بين (3-7) درجة
		الارتفاع	ان يكون مستوياً وبعيداً عن وديان وفوالق
2	معايير بيئية(مناخية)	اتجاه الرياح	يكون عكس هبوب رياح نسبة الى المناطق السكنية
		المطر	يفضل مناطق معتدلة
		الحرارة	يفضل مناطق معتدلة
		البعد عن مستويات الابار	يفضل ان تكون بعيدة عن مستويات قريبة من سطح لاتقل عن 500م
		القرب من مصادر مياه	يفضل قريبة من مصدر مياه بمسافة مناسبة
		البعد عن الاراضي الزراعية الخصبة والنبات الطبيعي	ان تكون بعيدة عن الاراضي الخصبة وان تحاط المنطقة بحزام خضري بمسافة تبعد عن منطقة صناعية لاتقل عن 500م

3	معايير اقتصادية	البعد عن الطرق الرئيسية	يفضل بمسافة (500م-1كم)
		سعر الارض	يفضل الاراضي الخارجية المنخفضة القيمة
		البعد عن التجمعات السكنية	يفضل ان تبعد بمسافة (3-5كم) عن أي تجمع عمراني
		القرب من محطات الطاقة الكهربائية	ان تكون مسافة مناسبة عن مصدر الطاقة الكهربائية

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على:

. جريدة الوقائع العراقية،العدد 4225، 2012

. منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية ، مبادى توجيهية دولية ،2019،

https://www.unido.org/sites/default/files/unido-publications/2023-01/international-guidelines-for-industrial-areas

. مجلة جامعة الأزهر للقطاع الهندسي، نموذج لتقييم تخطيط المناطق الصناعية القائمة في مصر، المجلد. 17، قسم العمارة والتخطيط العمراني، كلية الهندسة، جامعة قناة السويس، الإسماعيلية، مصر،2022،ص5.

. امير كامل جواد الربيعي ، ضوابط التوقيع المكاني للنشاطات الصناعية بين الفهم الكلاسيكي والتقدم التقني والمعلوماتية في مدينة كربلاء، رسالة ماجستير ، غير منشورة ، مركز التخطيط الحضري والاقليمي ، جامعة بغداد ، 2015، ص71.

5-2 وزن المعايير (العوامل) Criteria Weight

تعد عملية وزن المعايير إحدى أكثر المراحل أهمية في دعم القرار المكاني متعدد المعايير، إذ تشمل ثلاث مراحل رئيسة هي: جمع آراء المحكمين حول أهمية كل عامل، وبناء مصفوفة المقارنة الزوجية للبدائل، وأخيرا قياس مستوى ثبات الأحكام الصادرة عن أهمية العوامل.

6-2 الاستبيان Questionnaire

تم اعتماداً على انشاء استماة الاستبيان عبر الانترنيت نماذج google واستمارة ورقية إعداد استبانة بهدف الحصول على أراء المحكمين حول اختيار البديل المناسب لكل عامل، تم توزيع الإستبانة على عينة قصدية تتألف من 50 محكماً ، وذلك عبر استخدام استبانة إلكترونية نماذج google تتعلق بفئة محددة من المجتمع على مستوى العراق، وهم الأشخاص الذين يمتلكون خبرة في دعم عملية اختيار البديل المناسب لكل عامل(1)، ومن أجل توحيد الآراء المختلفة للمحكمين تم حساب المتوسط الموزون المرجح الاستجابات العينة حول جميع البدائل للعامل الواحد، كما في المعادلة الآتية (2):

$$x = \frac{\Sigma\, xiwi}{\Sigma wi}$$

إذ إن: x = المتوسط الموزون لاستجابات العينة حول جميع البدائل للعامل الواحد

x_j = عدد الإجابات الخاصة بالبديل

w_j = القيمة الرقمية لذات البديل

Σw_j =حجم العينة

وبعد حساب المتوسطات الموزونة الاستجابات العينة، تبين أن معيار المطر هو المعيار الأكثر أهميه هو القرب من طرق النقل وبمتوسط موزون بلغ(6.48) في حين ان أدنى المعايير وهو المطر أهمية وبمتوسط موزون بلغ (2.08)، اما العوامل الأخرى التكوينات الجيولوجية، والانحدارات، و التربة والقرب من المسطحات المائية، .....الخ) فبلغ المتوسط الموزون لكل منها **(3.8،3.72، 4، 6.06،2.68،5،4.12، 4.48،3.56،4.32،6.4)** على التوالي. ينظر الجدول 7

(1) سامي عزيز العتبي، واياد عاشور الطائي الاحصاء والنمذجة في الجغرافيا، مكتبة الكرام للطباعة، بغداد، العراق،2012،ص47.

(2) سامي عزيز العتبي، واياد عاشور الطائي ، المصدر نفسه ، ص93.

جدول (3) نتائج الاستبيان

المصدر:عمل الباحث اعتمادا على استمارة الاستبيان

7-2 بناء مصفوفة المقارنة الزوجية Building the Matrix of Marital comparison

في هذه المرحلة، يتم تحويل البدائل التي تم اقرارها من قبل المستبينين إلى أوزان تستخدم في عملية

مقياس الاهمية	قيمة AHP	عدد الاستجابات											
		الجيولوجية	التربة	الانحدار	الارتفاع	القرب من طرق النقل	القرب من المياة	مستوى مياه الابار	مصادر الطاقة الكهربائية	البعد عن المناطق السكنية	اتجاه الرياح	المطر	الحرارة	الغطاء النباتي
قليلة	1	15	15	10	12	1	5	25	1	0	5	30	15	7
متوسطة	3	15	15	20	13	6	10	15	9	5	20	15	15	15
عالية	5	10	10	10	15	15	20	5	15	15	15	3	13	15
عالية جدا	7	7	5	5	5	20	10	3	10	20	7	2	5	10
مطلقة	9	3	5	5	5	10	5	2	15	10	3	0	2	3
المجموع		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
المتوسط الموزون لاستجابات العينة على الاهمية		**3.72**	**3.8**	**4**	**4.12**	**6.48**	**5**	**2.68**	**6.06**	**6.4**	**4.32**	**2.08**	**3.56**	**4.48**

جبر الخرائط ذلك عن طريق إنشاء مصفوفة المقارنة الزوجية لكل عاملين بدلالة بديليهما، بمعنى آخر تقوم المقارنة الزوجية بتحديد الفروق في أهمية العوامل على حسب تقييم الخبراء المطلوب بيان رأيهم، إذ يتم تحديد درجات الأهمية المرتبطة بكل معيار، وبذلك، يتم قياس الفرق بين قيمة أعلى أهمية بالنسبة لعامل معين وقيمة أدنى أهمية عامل آخر، فعلى سبيل المثال: إذا كانت قيمة المعيار الأول نحو 7 درجات بمقياس AHP وكانت قيمة المعيار الثاني نحو 5 درجات بذات المقياس، فأن العامل الأول أهم من العامل الثاني بقيمة 2 بمقياس AHP عند مقارنة العامل الأول مع الثاني، وبالمثل، عند مقارنة العامل الثاني بالأول، سوف يكون الفرق بينهما مقلوب قيمة الأهمية مساويا بذلك 1/2.

قبل البدء في بناء مصفوفة المقارنة الزوجية، يجب تعديل المتوسط الموزون الاستجابات العينة وفقا للأهمية النسبية لكل عامل، يهدف المتوسط الموزون إلى إدراج جميع البدائل المحصل عليها وفقا المقياس الـ AHP بحيث يتم تصحيح القيم الحقيقية لاستجابات العينة لتتوافق مع أقرب قيمة صحيحة في مقياس الـ AHP، هذا التعديل يسهل عملية المقارنة الزوجية في المصفوفة، ينظر الجدول (8).

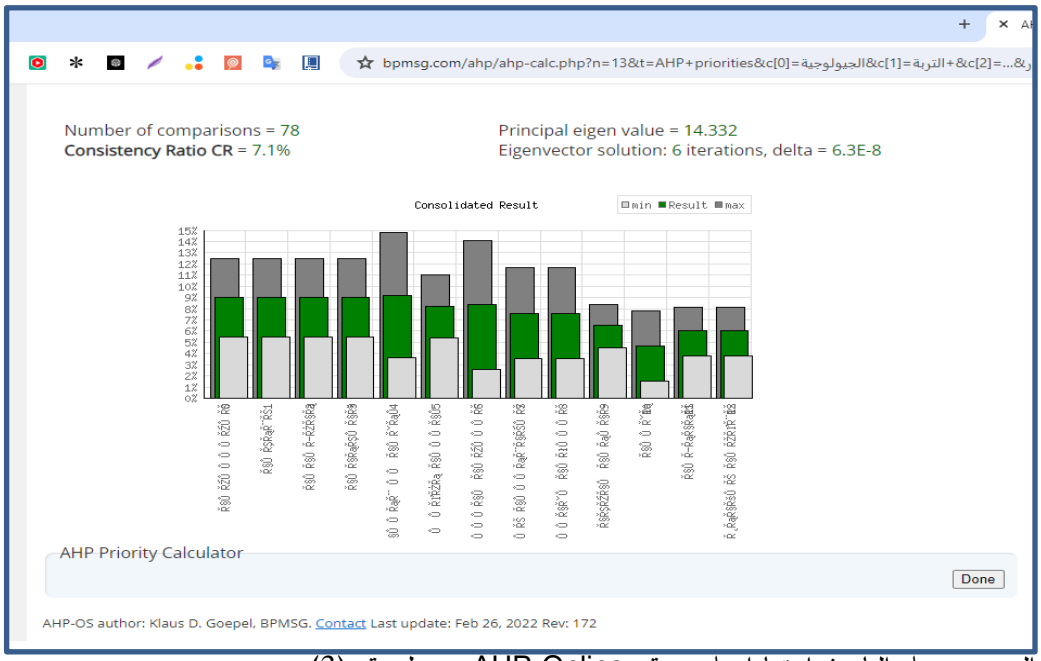
جدول(4) تقريب المتوسط الموزون لاستجابات العينة الى اقرب قيمة في مقياس AHP

ت	المعايير	**المتوسط الموزون لاستجابات العينة على الاهمية**	التصحيح ال مقياس AHP
1	الجيولوجية	**3.72**	4
2	التربة	3.8	4
3	الانحدار	4	4
4	الارتفاع	4.12	4
5	البعد عن الطرق	6.48	6
6	البعد عن مياه	5	5
7	البعد عن الابار	2.68	3
8	محطات الطاقة الكهربائية	6.06	6
9	البعد عن المناطق السكنية	6.4	6
10	اتجاه الرياح	4.32	4
11	المطر	2.08	2
12	الحرارة	3.56	4
13	الغطاء النباتي	4.48	4

المصدر:عمل الباحث اعتمادا على جدول3

لبناء مصفوفة المقارنة الزوجية للبدائل المرتبطة بالعوامل، تم الاعتماد على موقع AHP Online وهو موقع خاص بطريقة الـ AHP في عملية دعم القرار المكاني (1)
وذلك للبدء في استنتاج الاهمية النسبية لكل معيار داخل مصفوفة مع استخراج موشر مستوى الثبات الاحكام (نسبة التناسق).

الشكل 3 نسبة التناسق مصفوفة المقارنة الزوجية في موقع AHP Online



المصدر :عمل الباحث اعتمادا على موقع AHP Online وجدول رقم (3)

Consistency Ratio– نسبة التناسق

يقصد بنسبة التناسق هو النسبة الناتجة عن قسمة مؤشر التناسق Consistency index على مؤشر العشوائية Random Index وفقا للمعادلة الآتية: (1)

$$CR = \frac{C1}{R1}$$

إذ إن:

CR = نسبة التناسق ، C1 هو مؤشر التناسق الذي يحسب بدوره طبقا للمعادلة:

$$C1 = \frac{\gamma \max}{n - 1}$$

(1) يتم الدخول إلى موقع AHP Online عن طريق الرابط الآتي:AHF calculator AHP-OS(BPNSG.COM)

(2)Krishnendu Mukherjee, et al., Op.cit., p. 6.

إذ إن:c1 = موشر التناسق، γ max =الجذر الكامن Eigen value لمصفوفه المقارنات الزوجية الثنائية
n =عدد معايرر محل المقارنة

اما موشر العشوائية فيمكن استخراجه من المعادلة:

$$R1 = \frac{1.98(m-2)}{m}$$

اذ ان : R1 = موشر العشوائية ، m = حجم المصفوفة

إن الغاية من استخراج نسبة التناسق هي معرفة مدى ثبات الأحكام التي جمعت بالاستبانة من الأفراد والتأكد من عدم التناقض بين الأحكام، إذ لابد من قياس درجة الثبات في حساب أولويات البدائل لكل معيار من أجل الحصول على نتائج مقبولة وواقعية، من دون ذلك يجب إعادة الاستبانة مرة ثانية، واعادة الحصول على احكام جديدة أكثر ثباتا وتناسقا.

تبعا لذلك فقد وضع Saaty نسبة تناسق قيمتها 0.1 (10%) للحكم على مستوى ثبات الاحكام في المصفوفة، فكلما كانت قيمة التناسق أقل من (0.1) دل ذلك على اقتراب الأحكام في المصفوفة من الثبات وعدم التناقض، أما عند عبور نسبة التناسق قيمة ال (0.1) فسوف ترفض الأحكام وتعاد مرة ثانية من البداية عند مرحلة الاستبانة.

وعند بناء مصفوفة المقارنة الزوجية في البرنامج الفرعي GIS Decision Tools البرنامج ArcGIS Desktop، تم الحصول على الأهمية النسبية (الأوزان) للمعايير الداخلة في عملية التحليل الهرمية، مع نسبة تناسق مقدارها (7.1 %) وهذه النسبة هي مسموح بها وفق طريق التحليل الهرمية لأنها أقل من (10%).

جدول (5) مصفوفة المقارنة الزوجية للعوامل الداخلة في الAHP لانتخاب مواقع الصناعة

العوامل	الجيولوجية	التربة	الانحدار	الارتفاع	القرب من طرق النقل	القرب من المياه	مستوى المياه الجوفية	القرب من طاقة كهربائية	البعد عن التجمعات السكنية	اتجاه الرياح	المطر	الحرارة	البعد عن الاراضي الزراعية الخصبة
الجيولوجية	1	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00
التربة	1.00	1	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00
الانحدار	1.00	1.00	1	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00
الارتفاع	1.00	1.00	1.00	1	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00
القرب من طرق النقل	0.50	0.50	0.50	0.50	1	1.00	3.00	1.00	1.00	2.00	4.00	2.00	2.00
القرب من المياه	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1	2.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00
مستوى المياه الجوفية	1.00	1.00	1.00	1.00	0.33	0.50	1	3.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00
القرب من مصادر الطاقة كهربائية	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	0.33	1	1.00	2.00	4.00	2.00	2.00

البعد عن التجمعات السكنية	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	0.33	1.00	1.00	0.50	2.00	2.00	4.00	2.00	1
اتجاه الرياح	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.50	0.50	2.00	1	0.50
المطر	0.50	0.50	0.50	0.33	0.50	0.50	0.25	1.00	0.25	0.25	0.25	0.50	1	0.50	0.25
الحرارة	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.50	1	0.50	1.00	0.50
البعد عن الاراضي الزراعية الخصبة	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50
															1

المصدر: عمل الباحث اعتمادا على موقعAHP

3- جبر الخرائط للعوامل الموزونة Map Algebra for Weighted Factors

تم تحويل الأهمية النسبية للمعايير المستخرجة من موقع AHP Online إلى الوزن المطلق، بهدف. استخدام أداة Raster Calculator في جبر الخرائط الموزونة، ونتيجة لذلك، تم إنشاء خريطة نمذجة تبين فيها مواقع الخدمة الصناعية في مدينة الموصل .

جدول 6 الاوزان المطلقة والاهمية النسبية للمعايير الداخلة في مقياس الAHP

العوامل	القيمة الوزنية Σ_{wi}	
	الاهمية النسبية %	الوزن المطلق SCORE
الجيولوجية	9.0	0.09
التربة	9.0	0.09
الانحدار	9.0	0.09
الارتفاع	9.0	0.09
البعد عن الطرق	9.2	0.092
البعد عن مياه	8.0	0.08
البعد عن الابار	8.4	0.084
محطات الطاقة الكهربائية	7.6	0.076
البعد عن المناطق السكنية	7.6	0.076
اتجاه الرياح	6.5	0.065
المطر	4.7	0.047
الحرارة	6.0	0.06
الغطاء النباتي	6.0	0.06
المجموع		

المصدر:عمل الباحث اعتمادا على الشكل 4

الشكل (4)الاهمية النسبية في موقع AHP Online

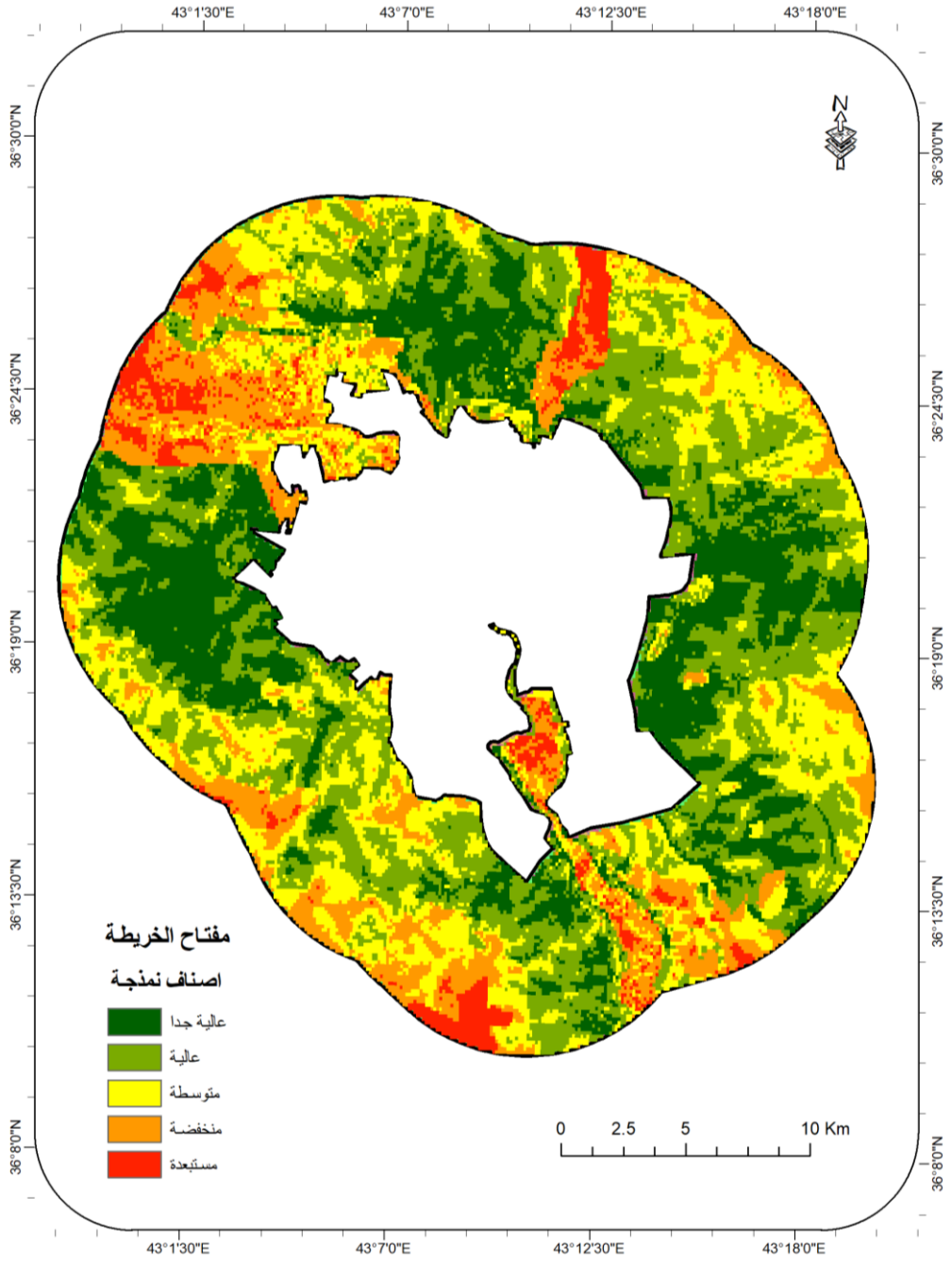
Cat		Priority	Rank	(+)	(-)
1	الجيولوجية	9.0%	2	3.5%	3.5%
2	التربة	9.0%	2	3.5%	3.5%
3	الانحدار	9.0%	2	3.5%	3.5%
4	الارتفاع	9.0%	2	3.5%	3.5%
5	القرب من الطرق	9.2%	1	5.6%	5.6%
6	القرب من مصدر المياه	8.2%	7	2.8%	2.8%
7	مستويات المياه الجوفية	8.4%	6	5.7%	5.7%
8	القرب من مصادر الطاقة الكهربائية	7.6%	8	4.1%	4.1%
9	البعد عن المناطق السكنية	7.6%	8	4.1%	4.1%
10	اتجاه الرياح	6.5%	10	1.9%	1.9%
11	المطر	4.7%	13	3.1%	3.1%
12	الحرارة	6.0%	11	2.2%	2.2%
13	البعد عن الاراضي الزراعية الخصبة	6.0%	11	2.2%	2.2%

المصدر :عمل الباحث اعتمادا على موقع AHP Online وجدول (6)

4- استخلاص النتائج Extraction of Results

بناء على ما سبق افصحت النمذجة المكانية لانتخاب مواقع الخدمة الصناعية في مدينة الموصل الكبرى وفق طريقة الـ AHP ، إن النمذجة تنخفض في المناطق الشمالية الشرقية من منطقة الدراسة وترتفع تدريجيا بالاتجاه نحو الغرب والجنوب من منطقة الدراسة مما يشير الى ان المناطق الشمالية والشرقية تنخفض فيها ملائمة الارض لانتخاب المنطقة الصناعية وذلك بسبب ان هذه المناطق يوجد فيها محددات سواء كانت طبيعية مثل الاراضي الزراعية او بشرية مثل تواجد المناطق السكنية او انها تكون داخل المدينة وهذا مخالفاً للشروط الصحية والبيئية

خريطة(2) النمذجة المكانية لانتخاب مواقع الخدمة الصناعية في مدينة الموصل الكبرى



المصدر:عمل الباحث اعتمادا على برنامج Arcgis.10.8

جدول 7 اصناف النمذجة المكانية في منطقة الدراسة

مستويات الملائمة	المساحة/كم2	النسبة%
عالية جدا	43.94	6.93
عالية	320.96	50.65
متوسطة	204.82	32.32
قليلة	56.35	8.89
مستبعدة	7.50	1.21
المجموع	633.57	100

المصدر: عمل الباحث اعتمادا على الخريطة (2)

تحليل نتائج خريطة النمذجة المكانية النهائية خمسة نطاقات ، يمكن مناقشتها على النحو الآتي:

1- مناطق ملائمة بدرجة عالية جداً وتشغل مساحة (43.94) كم2 بنسبة (6.93)% من منطقة الدراسة وتتمثل باللون الأخضر الغامق وتتوفر في الاجزاء الشمالية والغربية وذلك بسبب توفر الاراضي الواسعة والرخيصة مقارنة بالاجزاء داخل المدينة والمناطقة التجارية وذلك بسبب توفر مصادر المياه والطاقة الكهربائية وقريبة من طرق النقل ودرجة انحدار مناسب وبعيدة عن الاراضي الزراعية الخصبة وببعد مناسب عن المناطق التجمعات السكنية كما توجد في بعض اجزاء من المناطق الجنوبية من منطقة الدراسة وجاءت بالمرتبة الاولى لانها تتوفر فيها معايير تتماشى مع المعايير الدولية والمحلية مناسبة لانتخاب مواقع الصناعة الخدمية، وهذه المناطق هي باتجاه تلكيف ودهوك ومنطقة القوسيات وجنوب الموصل منطقة العذبة وباتجاه بعشيقة وطريق ربيعة.

2- مناطق الملائمة بدرجة عالية والتي تشغل مساحة (320.96) كم2 بنسبة (50.65) % من منطقة الدراسة وتتمثل باللون الاخضر الفاتح وتتواجد حول المناطق الملائمة السابقة او بالقرب منها وبسبب توفر عوامل مقومات الصناعة الخدمية في المنطقة من طرق نقل وعمال وكذلك مصادر للطاقة والمياه المستخدمة في الصناعة وتوفر الارضية الملائمة لتحمل الاوزان المكائن والالات الصناعية وتتحمل اهتزاز او تشغيل هذه الالات وكذلك توفر الجو الملائم وبعيد عن ضوضاء المدينة والازدحامات المرورية وكذلك توفر تربة مناسبة، وهي باتجاه قرية حليلة وسادة بعويزة.

3- مناطق ملائمة بدرجة متوسطة وتشغل مساحة (204.82) كم2 بنسبة (32.32)% من مساحة من منطقة الدراسة وتتمثل باللون الاصفر جاءت بالمرتبة الثالثة وتتواجد في اجزاء متفرقة من منطقة الدراسة وبسبب وجود بعض معوقات عملية اختيار موقع الصناعة الخدمية مثلاً وجود بعض المناطق سكنية المتداخلة مثل

الاجزاء الشرقية المتمثلة في سهل نينوى تكون قريبة من مصادر التلوث وضوضاء المنطقة الصناعية وكذلك قلة وجود مصادر الطاقة وطرق النقل تكون مزدحمة.

4- مناطق ملائمة بدرجة منخفضة وتشغل مساحة (56.35) كم2 بنسبة (8.89)% من منطقة الدراسة وتتمثل باللون البرتقالي تاتي بالمرتبة الرابعة حيث تقل عوامل انتخاب المنطقة الصناعية او تتوفر ولكن بدرجة غير ملائم مثل انحدار المنطقة يكون غير مناسب مما يتسبب في صرف تكاليف عالية عند اختيار موقع الصناعة في هذه المناطق او انها مناطق ذات اراضي زراعية خصبة منتجة لايتم التجاوز عليها او تحويلها الى اراضي صناعية ، وتتواجد في مناطق متفرقة من منطقة الدراسة، وهي مسكر الغزلاني الكوكجلي وسهل نينوى باعتبارها مناطق متنازع عليها ومناطق البوسيف وقرية جلوخان.

5- مناطق غير ملائمة(مستبعدة) وتشغل مساحة (7.50) كم2 ونسبة (1.21)% من مساحة من منطقة الدراسة وتتمثل باللون الاحمر حيث تتواجد في الاجزاء الشمالية الشرقية وبعض من الاجزاء الجنوبية ،ان انخفاض هذه النسبة بسبب تتواجدها قرب محرمات الانهار مثل نهر دجلة والخوصر وتوجد في مناطق زراعية خصبه وتكون تربة المنطقة رخوة غير وكذلك التركيب الجيولوجي يكون مناسباً لانتخاب منطقة صناعية وايضاً بسبب ان انحدار المنطقة يكون عالياً وعدم وجود مصادر للطاقة الكهربائية او بعيدة عن طرق النقل وقربها من المناطق السكنية، ولهذا السبب انخفضت الملائمة المكانية في هذه الاجزاء من منطقة الدراسة و جاءت بالمرتبة الاخيرة ولانها لا تحقق بعض معايير انتخاب الموقع صناعة الخدمية،وهذه المناطق هي حمام العليل باتجاه جنوب الموصل ومعسكر الغزلاني وسد الموصل ومناطق مصبات الانهار والكسك.

المقنرحات والاستنتاجات

توصل البحث الى جملة من النتائج كما يأتي:

1- أن الاهتمام بتطوير المناطق الصناعية داخل المدن ينبع من أهميته في حل المشاكل الناتجة عن الاستخدام الصناعي، وتأثيراته على الاستعمالات المجاورة.

2- تبين من خلال تحليل المقومات الجغرافية للمنطقة الدراسة ان اهم العوامل التي كان لها تاثير وكانت ذات وزن كبير وساعدت على اختيار المنطقة الصناعية هي القرب من طرق النقل والبعد عن المناطق السكنية واتجاه الرياح.

3- تعد عملية تطوير المناطق الصناعية داخل المدن من المسائل المعقدة والمتشعبة، وذلك لتعدد المتغيرات ذات الصلة، والتي تكون قابلة للقياس وأخرى غير قابلة للقياس، مما يتطلب نموذج ديناميكي لتلك المتغيرات قابل للتنفيذ سهل الاستخدام يسهم بحل مشكلة تحديد واختيار الموقع المناسب.

4- أن التخطيط لتطوير المناطق الصناعية مرتبطة ارتباطاً وثيقا بنظم دعم القرار (DSS)، فضلا عن نظم المعلومات الجغرافية (GIS) فعند دمج نظم المعلومات الجغرافية مع نظم دعم القرار في بيئة واحدة، يحقق تكامل في معالجة المشكلات المكانية ذات المتغيرات المتنوعة.

المقترحات

للبحث مقترحات وهي

1- ضرورة توفير اراضي صناعية صالحة للاستثمار الصناعي ، وتطوير الانتاج ويفضل ان تكون على شكل مجمعات وبعيدة عن التركز السكاني.

2- ضرورة نقل الصناعات الملوثة للبيئة بصورة كبيرة والتي اصبحت غير ملائمة من حيث الاعتبار البيني مثل الصناعات الكيمياوية.

3- من الممكن الحد من زحف الاستعمالات الاخرى داخل المنطقة الصناعية (منطقة الدراسة) لما له من تأثير سلبي على النشاط الصناعي من خلال الايعاز الى الدوائر التابعة لها والجهات ذات العلاقة لوضع الضوابط اللازمة لذلك .

4- عند التخطيط لتطوير المناطق الصناعية داخل المدن من الضروري أن تؤخذ بنظر الاعتبار علاقاتها بالاستعمالات المجاورة، الضوابط والمعايير التخطيطية الخاصة بالاستعمالات الصناعية.

5- بالإمكان الاستفادة من السياسات التطويرية المتبعة في تجارب عالمية لتطوير المناطق الصناعية داخل المدن، كمقياس استرشادي لوضع سياسة لتطوير منطقة صناعية مستدامة، مع الأخذ بعين الاعتبار طبيعة ظروفاً بيئة المدينة من النواحي الاقتصادية والاجتماعية والعمرانية من قبل الجهات المختصة.

قائمة المصادر :

- صلاح حميد الجنابي، الخصائص الجغرافية الموضعية لمدينة الموصل، مجلة الجمعية الجغرافية، العراقية،بغداد،العدد،1996.
- صبيح يوسف طاهر، التركيب التجاري لمدينة الموصل، اطروحة دكتوراه(غير منشورة)،كلية التربية ،جامعة الموصل،1996.
- مديرية بلدية الموصل،قسم التخطيط ، بيانات غير منشورة ، 2024.
- محمد ازهر السماك، عباس علي التميمي، مصدر سابق،
- جريدة الوقائع العراقية،العدد 4225 ،2012
- مجلة جامعة الأزهر للقطاع الهندسي، نموذج لتقييم تخطيط المناطق الصناعية القائمة في مصر، المجلد17، قسم العمارة والتخطيط العمراني، كلية الهندسة، جامعة قناة السويس، الإسماعيلية، مصر،2022.
- امير كامل جواد الربيعي ، ضوابط التوقيع المكاني للنشاطات الصناعية بين الفهم الكلاسيكي والتقدم التقني والمعلوماتية في مدينة كربلاء، رسالة ماجستير ، غير منشورة ، مركز التخطيط الحضري والاقليمي ، جامعة بغداد ، 2015.
- [8] سامي عزيز العتبي، واياد عاشور الطائي الاحصاء والنمذجة في الجغرافيا، مكتبة الكرام للطباعة، بغداد، العراق،2012.
- منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية ، مبادى توجيهية دولية ،2019.

Bibliography of Arabic References (Translated to English)

- Salah Hamid al-Janabi, Topical Geographical Characteristics of Mosul, Journal of the Geographical Society, Iraq, Baghdad, Issue, 1996.
- Sabih Yousef Tahir, Commercial Structure of Mosul City, doctoral thesis (unpublished), Faculty of Education, Mosul University, 1996.
- Mosul Municipal Directorate, Planning Department, unpublished data, 2024.
- Mohammed Azhar al-Samak, Abbas Ali al-Tamimi, former source,
- Iraqi Fact Sheet, No. 4225, 2012
- Journal of Al-Azhar University for the Engineering Sector, model for the assessment of the planning of existing industrial areas in Egypt, Journal 17, Department of Architecture and Urban Planning, Faculty of Engineering, University of the Suez Canal, Ismailia, Egypt, 2022.
- Amir Kamel Javad Al-Rabaie, spatial signature controls for industrial activities between classical understanding and technical and informational progress in Karbala City, master's thesis, unpublished, urban and regional planning center, Baghdad University, 2015.
- Sami Aziz al-Otabi, Wayad Ashour al-Tai 'i Statistics and Modelling in Geography, Karam Printing Library, Baghdad, Iraq, 2012.
- United Nations Industrial Development Organization, International Guiding Principles, 2019.
- https://www.unido.org/sites/default/files/unidopublications/202301/international-guidelines-for-industrial-areas
- https://www.citypopulation.de/en/iraq/mun/admin
- Paul A. Longly, et al., Geographic Information and Science, John Wiley & Sonce, England, Second Edition, 2005.

- James C. Ascough. & others, "Multicriteria Spatial Decision Support Systems: Overview, Applications, and Future Research Directions," Proc. Integrated Assessment and Decision Support ،2002.
- Eldin, N., & Sui, D. A COM-based Spatial Decision Support System for Industrial Site Selection, Journal of Geographic Information and Decision Analysis, Vol. 7, No. 2, 2003 .
- J. Ronald Eastman, Hong Jiang, James Toledano, Multi-criteria and multi-objective decision making for land allocation using GIS, Multicriteria Analysis for Land-Use Management Environment & Management Volume 9, 1995.
- Les Worrall., Spatial Analysis and Spatial Policy using Geographic Information Systems, Belhaven Press, London, 1991.
- Amos Darko, et al,Review of application of analytic hierarchy process (AHP) in construction, International journal of construction management, Vol. 19, No.5 ,2019.
- Kardi Teknomo, Analytic hierarchy process (AHP) tutorial, Revoledu. com, Vol. 6, No.4 2006.
- Gulilat Alemu, GIS based and analytical network process based multi criteria decision aid for sustainable urban form selection of the Stockholm region, 2011.
- Amin Ullah Khan, and Yousaf Ali, Analytical hierarchy process (AHP) and analytic network process methods and their applications: a twenty year review from 2000-2019: AHP & ANP techniques and their applications: Twenty years review from 2000 to 2019, International Journal of the Analytic Hierarchy Process, Vol. 12, No.3 ,2020.
- MARK MCKENNEY, MAP ALGEBRA, DOCTOR DISSERTATION, UNIVERSITY OF FLORIDA, 2008.
- Thomas L. Saaty, A scaling method forpriorities in hierarchical structures, Journal of mathematical psychology, Vol. 15, No.3, 1977.

- Thomas L. Saaty, Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process, Management science, Vol. 32, No.7, 1986,P.
- Thomas L. Saaty, Decision making with the analytic hierarchy process, International journal of services sciences, Vol. 1, No. 1,2008.
- Alessio Ishizaka, and Ashraf Labib, Review of the main developments in the analytic hierarchy process, Expert systems with applications, Vol. 38No. 11,2011.