# نمذجة الملاءمة المكانية لمواقع محطات إنتاج الطاقة الكهربائية البخارية والغازية في محافظة بغداد

أ.د. سلام خميس غربي
Drsalamgarbi@gmail.com
الطالب: ياسر ماجد درجال
momoab414@gmail.com
الجامعة العراقية ـ كلية الآداب

# Modeling the spatial suitability of the sites of steam and gas electric power production plants in Baghdad Governorate

*Dr.Salam Khamees Gharbi*
*Yasir Majid Drjal*
*Al-Iraqia University - College of Arts*

**المستخلص**

**تعد عملية النمذجة المكانية للظواهر الجغرافية واحدة من أبرز الوسائل التقنية المستخدمة في تحليل الظاهرة المكانية إذ تتيح امكانية عمل محاكاة افتراضية مبنية على معطيات واقعية وحقيقية يستطيع من خلالها الباحث فهم وادارك دور العوامل الموقعية للظاهرة ومن ثم تقييمها وبعد ذلك تصبح هناك قدرة على دعم عملية صناعة القرار من خلال المعرفة المكانية بعمق العلاقات للظاهرة الجغرافية والكيفية التي تتفاعل مع بعضها البعض. جاء هذا البحث ليسلط الضوء على مدى قدرة التقانات الجغرافية على تحديد مدى الملاءمة المكانية ضمن حدود منطقة الدراسة لمشاريع محطات انتاج الطاقة الكهربائية من اجل مواكبة الطلب على الطاقة الكهربائية وذلك من خلال اخراج خرائط ملاءمة تمكن المخططين وأصحاب القرار من تحقيق الفائدة في عملية تخطيط وتنفيذ المشاريع التنموية الكبرى. ومن أجل بناء خرائط الملاءمة المكانية للمحطات الكهربائية في منطقة الدراسة كان لابد من عمل استبانة للخبراء في مجال الطاقة الكهربائية وقد وصل عدد الخبراء المشاركين في هذه الاستمارة (١٦٥) خبير بنسبة (٨٣%) من داخل العراق و(١٧%) من خارج العراق وبالاعتماد على تطبيق نموذج صناعة القرار المتعدد المعايير (MCDM) وباستعمال عملية التحليل الهرمي (AHP) أتضح ان نسبة الاراضي ذات الملاءمة العالية لتوقيع المحطات الكهربائية البخارية لم تتجاوز (١.٠١٪) من اجمالي مساحة محافظة بغداد وهي نسبة ضئيلة نظراً للمتطلبات الموقعية المتاحة ضمن منطقة الدراسة لهذا النوع من المحطات الكهربائية، في حين بلغت نسبة الاراضي ذات الملاءمة العالية لتوقيع المحطات الغازية (١١.٢١%) من مساحة منطقة الدراسة.**

**الكلمات المفتاحية: مواقع محطات، إنتاج الكهرباء، البخارية، الغازية، بغداد**

**Abstract**

**The process of spatial modeling of geographic phenomena is one of the most prominent technical means used in analyzing spatial phenomena, as it allows for the possibility of creating a virtual simulation based on realistic and real data through which the researcher can understand and understand the role of the locational factors of the phenomenon and then evaluate it, after which there is the ability to support the decision-making process. Through spatial knowledge of the depth of relationships of geographical phenomena and how they interact with each other. This research came to shed light on the possibility of geographical technologies in determining the extent of spatial suitability within the boundaries of the study area for electric power production station projects and keeping pace with the demand for electric power by producing suitability maps that planners and decision makers can benefit from in the process of planning and implementing major development projects. In order to build maps of the spatial suitability of electrical stations in the study area, it was necessary to create a questionnaire for experts in the field of electrical energy. The number of experts participating in this questionnaire reached (165) experts, with a percentage of (83%) from inside Iraq and (17%) from outside Iraq, depending on By applying the Multiple Criteria Decision Making Model (MCDM) and using the Analytical Hierarchy Process (AHP), it became clear that the percentage of lands that are highly suitable for the location of steam electric stations did not exceed (1.01%) of the total area of the study area, which is a small percentage given the locational requirements available within the study area in While the percentage of lands highly suitable for the location of gas stations reached (11.21%) of the area of the study area.**

**Keywords: station locations, electricity production, steam, gas, Baghdad**

**بسم الله الرحمن الرحيم**

**المقدمة**

تعد محطات انتاج الطاقة الكهربائية من المشاريع الاستراتيجية الحيوية والمهمة في مختلف المجالات الاقتصادية والتنموية، إذ لم تعد محطات انتاج الطاقة مجرد كونها عامل من عوامل توطن الأنشطة الصناعية، بل اصبحت هذه المحطات صناعة قائمة وقائدة بحد ذاتها لها ابعادها وفلسفتها المكانية الخاصة. ان الموقع الصناعي لهكذا نوع من المشاريع يتطلب دراسة تحليلية معمقة للمحددات والمعايير الموقعية وما تتضمنه هذه المعايير من عوامل ومحددات مكانية لها القدرة على التأثير على توطين مشاريع محطات إنتاج الطاقة الكهربائية.

اشتملت الدراسة على ثلاثة مباحث، تناول المبحث الاول محطات القدرة الانتاجية للمحطات الكهربائية البخارية والغازية، اما المبحث الثاني فقد تناول مراحل نمذجة الملاءمة المكانية لمحطات انتاج الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد، اما المبحث الثالث فقد تناول خرائط الملاءمة المكانية لتوطين المحطات البخارية والغازية الكهربائية في بغداد.

**مشكلة البحث:**

١-ما واقع الملاءمة المكانية لمواقع محطات إنتاج الطاقة الكهربائية البخارية والغازية في محافظة بغداد؟

٢- كيف يمكن توظيف التقنيات الجغرافية في مجال الملاءمة المكانية للمحطات الكهربائية؟

**فرضية البحث:**

١-يتباين واقع مدى الملاءمة المكانية لمواقع محطات الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد متأثراً بمجموعة من العوامل والمحددات المكانية.

٢- تتيح التقنيات الجغرافية القدرة على اجراء القياسات المكانية ونمذجتها وبما يتناسب مع متطلبات العمل من اجل اخراج أفضل المواقع الملاءمة لتوطين المحطات الكهربائية في محافظة بغداد.

**هدف البحث:**

١-الكشف عن مدى إمكانية توطين محطات جديدة لإنتاج الطاقة الكهربائية (بخارية - غازية) ضمن الحدود الادارية لمحافظة بغداد.

٢- ابراز دور التقنيات الجغرافية في مجال الدراسات الاقتصادية سيما في مجال صناعة الطاقة الكهربائية والدور الذي تلعبه هذه التقنيات في الوصول الى أفضل النتائج والمقترحات في هذا المجال.

٣- الكشف عن نسبة الأراضي ومساحتها ذات الملاءمة المكانية لمحطات انتاج الطاقة الكهربائية بأنواعها ضمن منطقة الدراسة.

**اهمية البحث:**

١- تتمتع محافظة بغداد بوجود عدد من المقومات الجغرافية التي تساعد على توطين وإقامة مشاريع محطات الطاقة الكهربائية فيها والتي لها القدرة على رفد المنظومة الوطنية باحتياجاتها من انتاج الطاقة الكهربائية.

٢- يتيح البحث إمكانية مساعدة أصحاب القرار والمخططين في إيجاد أفضل السبل الكفيلة بإنجاح مشاريع محطات إنتاج الطاقة الكهربائية وتوظيفها في خدمة عدة

مجالات من خلال الاستفادة من الحقائق التي توصل لها البحث في بناء قاعدة بيانات مكانية متكاملة يمكن الاستفادة منها في تنفيذ الخطط التنموية.

**منهجية البحث:**

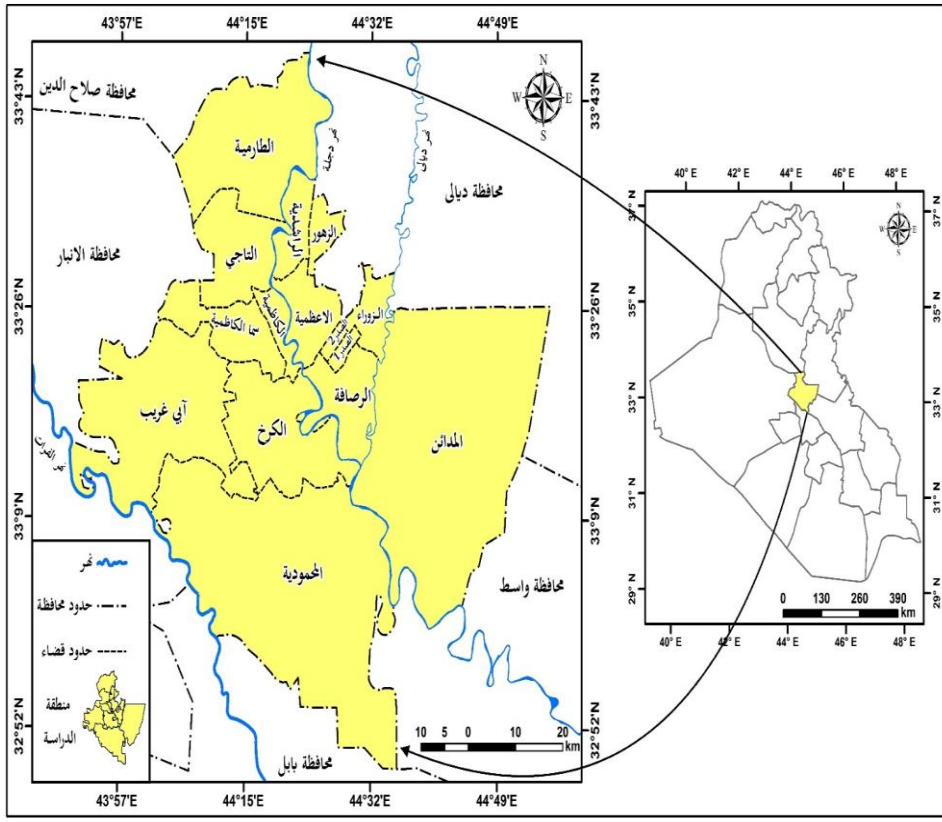
اعتمد البحث على مجموعة من المناهج العلمية، تتمثل بالمنهج الاقليمي لدراسة المحطات الكهربائية في محافظة بغداد كمنطقة دراسة، والمنهج النظامي الذي يتم بموجبه دراسة صناعة محددة والمتمثلة بمحطات انتاج الطاقة الكهربائية. كما اعتمد البحث على المنهج الوصفي والتحليلي والاساليب الكمية والتقنيات الجغرافية للبحث في العلاقات المكانية وتسليط الضوء على المحددات الموقعية التي تقف وراء توطين محطات انتاج الطاقة الحالية ومدى ملاءمتها المكانية.

**حدود البحث:**

١-**الحدود المكانية:** يتمثل البعد المكاني الجغرافي بدراسة محطات انتاج الطاقة الكهربائية ضمن الحدود الإدارية لمحافظة بغداد. تقع محافظة بغداد فلكياً بين دائرتي عرض (′٥٢ °٣٢ – ′٤٣ °٣٣) شمالاً وخطي طول (′٥٧ °٤٣ – ′٤٩ °٤٤) شرقاً، يحد المحافظة من الشمال محافظة صلاح الدين ومن الشمال الشرقي محافظة ديالى ومن الجنوب الشرقي محافظة واسط ومن الجنوب محافظة بابل ومن الغرب محافظة الانبار وكما موضح في الخريطة (١).

٢- **الحدود الزمانية:** يتمثل البعد الزماني بدراسة واقع الإمكانات الجغرافية لمحطات انتاج الطاقة الكهربائية لعام (٢٠٢٢) بالاعتماد على مجموعة متنوعة من البيانات الخاصة بمجال الطاقة الكهربائية.

## خريطة (١) موقع محافظة بغداد بالنسبة الى العراق




المصدر بالاعتماد على: ١- وزارة الموارد المائية، مديرية المساحة العامة، خريطة العراق الادارية، بمقياس ١:١٠٠٠٠٠٠ لعام ٢٠١٥.

٢- وزارة التخطيط، دائرة التنمية الإقليمية والمحلية، شعبة نظم المعلومات الجغرافية، خريطة الوحدات الإدارية لمحافظة بغداد بمقياس ١:١٠٠٠٠٠ لعام ٢٠٢٢.

## المبحث الأول: محطات القدرة الإنتاجية للطاقة الكهربائية

### المحطات البخارية

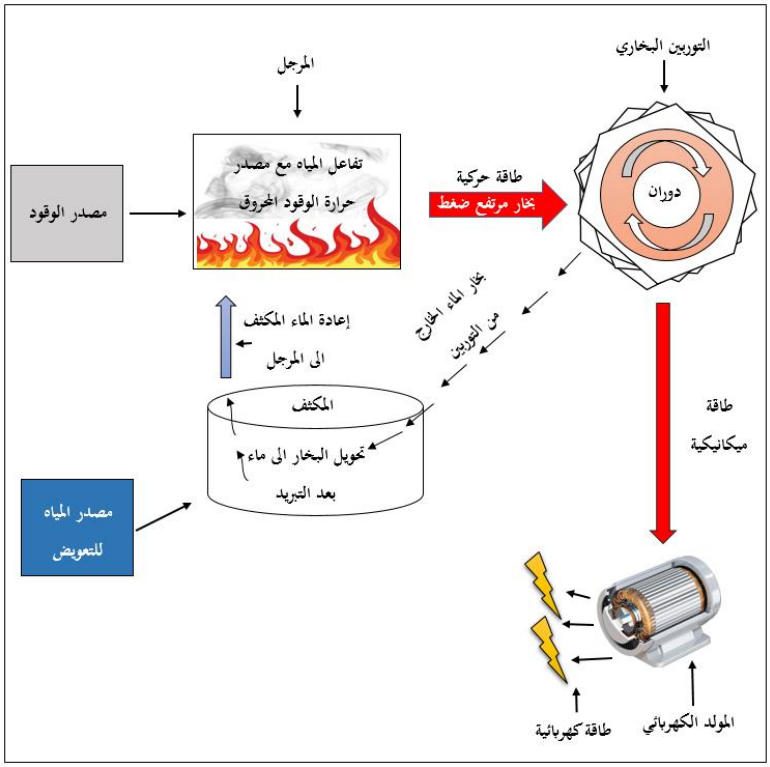
تعتمد المحطات البخارية على وجود طاقة حرارية لتحويلها الى طاقة ميكانيكية مع وجود وسيط لدفع التوربينات للدوران وتوليد الطاقة الكهربائية. ان مبدئ عمل المحطات البخارية كما مبين في الشكل (١) يعتمد بالدرجة الاساس على وجود ضغط بخار الماء لتحريك التوربينات وذلك بعد ان يتم تحويل الطاقة الحرارية المتولدة عن حرق الوقود المستخدم سواء كان نفط خام او زيت الوقود او زيت الغاز الى طاقة حركية إذ يتم ادخال المياه ضمن افران خاصة (المراجل البخارية) لتحويلها الى بخار تحت ضغط مرتفع جداً وان هذا البخار المتولد ينتقل الى التوربينات لدورانها وتوليد الطاقة الميكانيكية لتحريك محور المولد الكهربائي لعمل مجال مغناطيسي يعمل على تحويل الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربائية، وبعد ذلك ينتقل البخار المولد الى المكثفات بعد تبريده من اجل تحويلة الى مياه واعادة استخدامه من جديد، ويحدث هناك بعض الفاقد من المياه المتبخرة فيتم تعويضها باستمرار من مصدر تغذية المحطة الكهربائية بالمياه كما ان سرعة دوران التوربين تتحدد بتنظيم كميات البخارية المتدفقة الى وحدات التوليد البخارية((١)).

### المحطات الغازية

تعد المحطات الغازية واحدة من المحطات الحرارية التي تعتمد على مبدئ تحويل توليد الطاقة الحرارية الى طاقة ميكانيكية عن طريق استخدام الوقود الغازي. ويعد هذا النوع من المحطات حديثة الصناعة وتتميز المنطقة العربية (دول الشرق الاوسط) بانها الاكثر استعمالاً للمحطات الغازية نظراً للمزايا التي تتمتع بها هذه

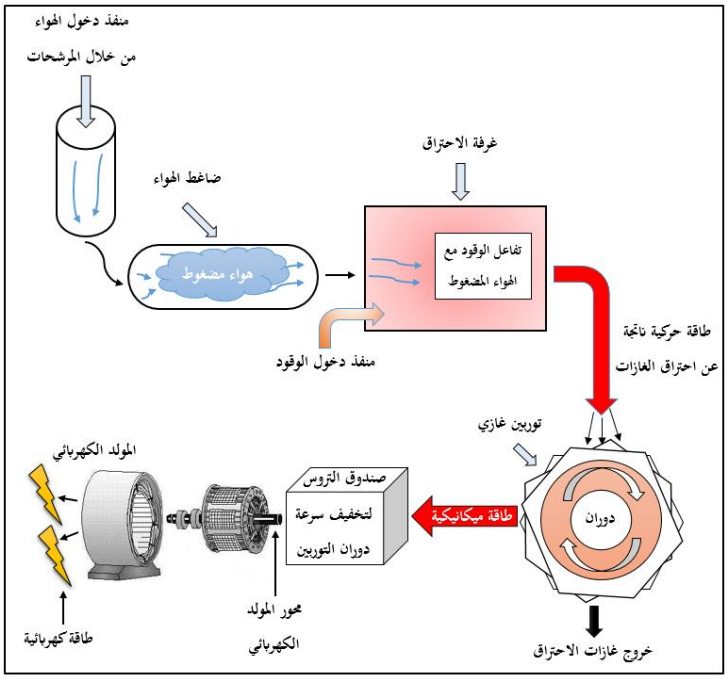
المحطات منها قلة الوقت المطلوب الذي تستغرقه المحطة لبدء العمل إضافة الى عدم احتياجها لكميات كبيرة من المياه مقارنة بباقي المحطات[٢]. ان الالية المتبعة في هكذا نوع من المحطات لإنتاج الطاقة الكهربائية كما موضح في الشكل (٢) تعتمد على تحويل الطاقة الحرارية المتولدة عن حرق الوقود (الغاز) لتسخين الهواء المضغوط مسبقاً والذي يتم إدخاله الى وحدات التوليد الغازية عن طريق منافذ مخصصة لذلك ويمر من خلالها الهواء داخل فلاتر(مرشحات) لغرض تصفيته من الغبار والشوائب العالقة اضافة الى التخلص من الرطوبة[٣]، بعد ذلك ينتقل الهواء المضغوط الى غرفة الاحتراق من اجل توليد طاقة حركية عن طريق غازات ذات ضغط ودرجة حرارة عالية تعمل على دوران التوربينات الغازية

**شكل (١) آلية انتاج الطاقة الكهربائية في المحطات البخارية**




المصدر من عمل الباحث.

**شكل (٢) آلية انتاج الطاقة الكهربائية في المحطات الغازية**




المصدر: من عمل الباحث.

بســـرعة عالية لتوليد طاقة ميكانيكية ومن ثم تدخل الطاقة الميكانيكية المولدة من التوربين ضــمن صــندوق التروس المرتبط مباشــر بالمولد الكهربائي وذلك من اجل تخفيف وتنظيم سرعة دوران التوربين حتى يتناسب مع المولد الكهربائي، وبعد ان يتم تخفيف ســـرعة التوربين تنتقل الطاقة الميكانيكية الى المولد الكهربائي الذي يضـــم محور دوران يحمل اقطاب مغناطيســـية ويحيط به اســـلاك نحاســـية من اجل توليد المجال المغناطيســـي والذي يعمل بدوره على تحويل الطاقة الميكانيكية المتولدة من دوران المولد الى طاقة كهربائية((٤)).

## المبحث الثاني: مراحل نمذجة الملاءمة المكانية لمحطات انتاج الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد

تعد عملية بناء النماذج المكانية للظواهر الجغرافية واحدة من ابرز الوسائل التقنية المستخدمة في تحليل الظاهرة المكانية لفهم آسس توزيع الظاهرة والمزايا او المعوقات التي دفعت الظاهرة الجغرافية نحو اتخاذ شكلها الحالي، فمن خلال عملية النمذجة المكانية التي تتيح امكانية عمل محاكاة افتراضية مبنية على معطيات واقعية وحقيقية يستطيع من خلالها الباحث فهم وادارك دور العوامل الموقعية للظاهرة ومن ثم تقييمها وبعد ذلك تصبح هناك قدرة على دعم عملية صناعة القرار من خلال المعرفة المكانية بعمق العلاقات للظاهرة الجغرافية والكيفية التي تتفاعل مع بعضها البعض. اعتمد البحث في عملية بناء نموذج الملاءمة المكانية لمحطات الطاقة الكهربائية البخارية والغازية على توظيف معطيات الاستشعار عن بعد وادوات التحليل المكاني التي توفرها بيئة نظم المعلومات الجغرافية في معالجة البيانات المكانية الخاصة بموضوع البحث وبالاعتماد على تطبيق نموذج تحليل القرار متعدد المعايير (MultipleCriteria Decision Analysis) باستخدام عملية التسلسل الهرمي (Analytical Hierarchy Process) كإحدى طرق تحليل تقنيات (MCDA) المستعملة في اتخاذ وصناعة القرار في ظل وجود مجموعة من المحددات والمعايير المكانية المؤثرة على توقيع محطات انتاج الطاقة الكهربائية في منطقة الدراسة. وتتم عملية النمذجة من خلال عدد من المراحل يمن استعراضها بالتالي: –

اولاً: – مرحلة تحديد الهدف: في هذه المرحلة لابد من الباحث ان يكون على قدر كافي من الفهم والإدراك لموضـــوع دراســـته والالمام بكافة المعطيات والبيانات المتحصــلة له من الدراســات الاكاديمية والعمل الميداني وبمختلف أشـكاله، إذ تمثل

هذه المرحلة الخطوة الاساسية الاولى التي ينطلق من بعدها الباحث في رسم خريطته الذهنية وتحديد المتطلبات الأساسية لإنجاح عملية صناعة القرار المتعدد المعايير. ان الهدف الاساسي من بناء نموذج الملاءمة المكانية لمحطات انتاج الطاقة الكهربائية بطريقة التحليل الهرمي هو لغرض تقييم مساحة ارض منطقة الدراسة وفقَ مجموعة معايير ومحددات مكانية يمكن من خلالها إيجاد وتحديد أفضل المواقع المكانية الملاءمة لتوقيع تلك المحطات في محافظة بغداد وتحديد مدى درجة الكفاءة الموقعية الملاءمة لهكذا نوع من المشاريع الاستراتيجية نظراً لما تتمتع به هذه المحطات في تقديمها خدمة كبيرة للسكان ولمختلف انشطتهم الاقتصادية والخدمية التي تعتمد بالدرجة الاساس على توفر الطاقة الكهربائية المحركة لعجلة الحياة فيها. فقد اصبحت الطاقة الكهربائية جزءاً لا يتجزأ من المتطلبات الاساسية لحياة الانسان ولذلك أصبحت هناك ضرورة ملحة من اجل تحقيق جملة من المنافع الاقتصادية والاجتماعية والخدمية ضمن الاقليم الذي يتم توقيع محطة كهربائية ضمن حدوده الجغرافية.

ثانياً: – تحديد المعايير والمحددات الموقعية ونمذجتها: – ان عملية بناء النماذج في بيئة نظم المعلومات الجغرافية تتطلب توافر عدد من المعايير او العوامل الموقعية المؤثرة من اجل ضمان تحقيق نجاح الهدف المنشود من عملية بناء النماذج المكانية، وان تأثير هذه العوامل او المعايير على توقيع المحطات الكهربائية تتباين في كونها عامل جذب او طرد لمواقع المحطات وذلك بحسب نوع المحطة المراد توقيعها والبيئة المكانية المحيطة بها. ونظراً لأهمية مواقع محطات الطاقة والدور الذي تلعبه العوامل والمحددات الموقعية المؤثرة في توقيعها المكاني كان لابد من الاخذ بنظر الاعتبار مجموعة من المعايير والمحددات المكانية والتي يمكن من خلالها استنباط أفضل

المواقع الملاءمة لتوقيع المحطات الكهربائية ضمن حدود منطقة الدراسة وهي تتمثل بالتالي:

١- نمذجة شبكة خطوط انابيب الوقود: - تلعب توافر خطوط شبكة نقل الوقود ضمن منطقة الدراسة دوراً رئيسياً في عملية اختيار الموقع الامثل للمحطات الكهربائية وان تأثيرها على توقيع المحطات يتباين بحسب نوع المحطة الكهربائية ونوع الوقود المستخدم سواء كان نوع المحطة غازية ام بخارية كذلك نوع الوقود المنقول عبر شبكة انابيب نقل الوقود وتأثيرها المباشر وغير المباشر على توقيع المحطات الكهربائية. ان قرب المحطات التي تتأثر بشكل كبير بتوفر خطوط نقل الوقود يساهم بشكل كبير على ضمان ديمومة عمل المحطة من خلال تزويدها المستمر بالوقود، إضافة الى الجوانب الاقتصادية الاخرى المتحققة من وجود خطوط نقل الوقود الا وهو تقليل حجم تكاليف نقل الوقود عند الحد الادنى لما له من اثر اقتصادي يدعم عملية بناء المحطات.

٢- نمذجة المياه: - لابد من الاخذ بنظر الاعتبار توفر مصدر مياه دائم الجريان إذ تعتمد بعض انواع المحطات الكهربائية على ادخال المياه ضمن عمليتها الإنتاجية للطاقة الكهربائية وكذلك للتبريد وهذا ما يولد اهمية كبيرة لضرورة توفر مصدر مياه دائم الجريان بالقرب من بعض انواع المحطات الكهربائية، إذ تحتاج محطات توليد الطاقة الكهربائية الى كميات كبيرة من المياه لأغراض الانتاج والتبريد بشكل اكبر، ومن هنا تأتي أهمية توقيع المحطة الكهربائية قرب مصدر دائم للمياه نظراً لتأثير مصدر المياه في اقتصاديات الموقع التي تقلل من تكاليف الانتاج عند وقوعها قرب مجاري الانهار.

٣- نمذجة مراكز الطلب (الاستهلاك او السوق): - ان قرب التوقيع المكاني للمحطات الكهربائية من مراكز الطلب او سوق المستهلكين يساعد على توفير كلفة انشاء خطوط النقل وللحصول على القوى العاملة كذلك تقليل ضائعات الطاقة في النقل والتوزيع من المحطات الى مراكز الطلب ولذلك لابد من الاخذ بنظر الاعتبار قرب المحطة من مناطق الاستهلاك قدر الامكان وبالشكل الذي لا يتعارض مع المحددات والمعايير الموقعية الأخرى إذ يجب ان يكون توقيع المحطات الكهربائية الملوثة خارج حدود التصاميم الاساسية للمدن ونواحيها ومراعاة النمو المستقبلي لاستعمالات الارض المخطط لها.

٤- نمذجة طرق النقل: - تمتاز المحطات الكهربائية بوجود عدد كبير من القوى العاملة إضافة الى متطلبات المحطة من قطع الغيار سيما ذات الحجم الكبير الذي يتطلب توفر مسارات نقل قادرة على تلبية مختلف متطلبات النقل للمحطة الكهربائية الامر الذي يدفع نحو ضرورة ان توفر شبكة متكاملة من طرق النقل ضمن الموقع المراد توقيع المحطة الكهربائية فيه من اجل وصول القوى العاملة للمحطة إضافة الى تسهيل عملية وصول احتياجات المحطة المختلفة التي يتطلب نقلها الى المحطة وجود شبكة طرق تسهل عملية نقلها الى المحطة كعمليات نقل الوقود للمحطات التي تنقل الى المحطات من خلال السيارات.

٥- نمذجة الغطاء النباتي: - تم استخراج الغطاء النباتي من خلال استعمال مؤشر (NDVI)* الذي يمنح استخدامه القدرة على تمييز تباين الغطاء النباتي من بين (Land Cover) لمنطقة الدراسة وبشكل منفصل وتحديد المناطق ذات الغطاء النباتي الكثيف من غيره الامر الذي يساعد في عملية انتخاب مواقع مقترحة لمحطات الطاقة

الكهربائية بشكل لا يؤدي الى الاضرار بالبيئة النباتية ضمن حدود منطقة الدراسة مع مراعاة البعد عن الاراضي والمناطق ذات الكثافة النباتية المرتفعة سيما ذات الكثافات الزراعية (البساتين والحقول الزراعية) تجنباً للمخاطر البيئية الناتجة عمل عملية تشغيل المحطات الكهربائية.

٦- نمذجة مواقع المطارات: - يعد المطار نقطة ارتكاز حيوية يعتمد عليها في عدة مجالات اقتصادية وخدمية. ويرتبط توقيع المحطات الكهربائية بمواقع المطارات من جانبين الأول هو المخاطر المحتملة والمتولدة عن توقيع محطات انتاج الطاقة الكهربائية قرب المطارات وانعكاسها على كفاءة عمل المطار فقد تؤدي المداخن المستعملة في بعض المحطات الكهربائية الى حجب جزئي للرؤية نتيجة انبعاثاتها الهوائية والتأثير على حركة الملاحة بالقرب منها وبالتالي قد تسبب في أرباك حركة الطيران، اما الجانب الثاني فهي المخاطر المحتملة على المحطات الكهربائية القريبة من المطارات إذ قد تتعرض المطارات الى حوادث طيران بالقرب من الأراضي المحيطة بها او على مسافات عن المطار وبالتالي احتمالية حدوث اضرار جسمية في خطوط ومحطات انتاج الطاقة الكهربائية في حال قرب مواقعها المكانية من المطارات.

٧- نمذجة المواقع الاثرية: - تمثل المناطق الاثرية واجه سياحية مهمة للاقتصاد المحلي فهكذا مناطق تجذب نحوها العديد من الزائرين والسائحين من داخل وخارج البلاد، لذلك كان لابد من الاخذ بنظر الاعتبار مراعاة مواقع المحطات الكهربائية عن المناطق الاثرية القديمة حفاظاً عليها وعلى الأجواء النقية التي تحيط بها إضافة الى ان قرب محطات الكهرباء من المواقع الاثرية سيؤدي الى حدوث تشوه بصري لخصوصية المنطقة الاثرية وفقدان هويتها التراثية الاصيلة بسبب متطلبات وجود

المحطة الكهربائية من خطوط نقل ومباني عمرانية والتي قد تشوه خصوصية المشهد التراثي لهذه المواقع.

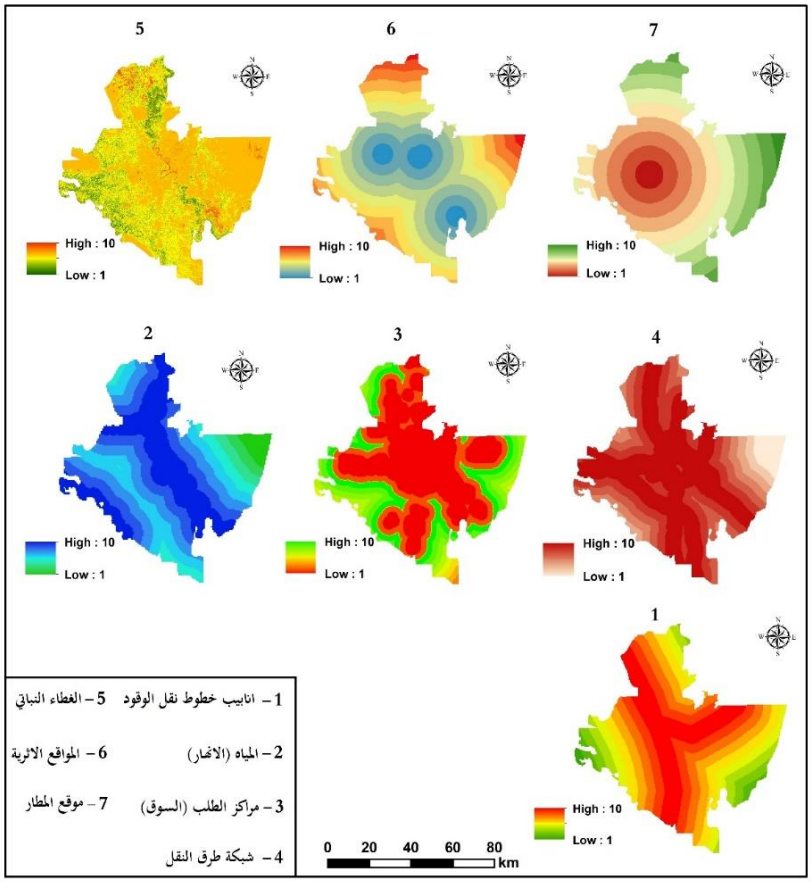
ثالثاً: – اعادة تقييس المعايير: تهدف هذه الخطوة الى معالجة الطبقات الخاصة بمعايير ملاءمة المحطات الكهربائية وتحديد درجات مواقع انجذاب وابتعاد المحطات الكهربائية بطريقة يمكن من خلالها استكمال عملية بناء انموذج الملاءمة المكانية، وقد تمثلت عملية تقييس المعايير في تصنيف كل طبقة الى (١٠) قيم تدرج من القيمة رقم (١) وهي أسوأ الى القيمة رقم (١٠) وهي الافضل للملاءمة المكانية وكما مبين في الخريطة (٢).

رابعاً:– تحديد البدائل: وهي تمثل الخيارات المتاحة والمحتملة التي يتعين اختيار أحدها لتحديد الافضل منها والاكثر ملاءمة، وقد اعتمد الباحث في تحديد البدائل على مقياس توماس الساعاتي الذي يعتمد على مدى العلاقة بين المعايير او المحددات المكانية مع البدائل المتاحة، وتتراوح قيمة مقياس الساعاتي ما بين (١–٩) وفقَ طريقة التحليل الهرمي (AHP) المبين في الجدول (١) والشكل (٣).

خامساً: – درجة تأثير المحددات على توقيع المحطات (وزن المعايير والمحددات المكانية): – تمثل هذه المرحلة جوهر عملية التحليل الهرمي (AHP) إذ تعد هذه المرحلة هي الاساس الذي يعتمد عليه في عملية بناء خرائط الملاءمة المكانية لمحطات الطاقة الكهربائية ويأتي دور هذه المرحلة في عملية دعم وصناعة القرار في كونها تعتمد على تنفيذ محورين اساسين الاول هو عملية بناء قاعدة البيانات الميدانية المتمثلة في استعمال استبانة مخصصة ومحدده لفئات خاصة لغرض استكمال دعم عملية صناعة القرار، اما المحور الثاني فيتمثل بالجانب الكمي

الرياضـــي في معالجة المعطيات المتحصـــلة من المحور والاول وتوظيفها بالشـــكل الذي يتناسب مع متطلبات العمل في بيئة نظم المعلومات الجغرافية.

**الخريطة (٢) اعادة التصنيف المعايير الخرائطية الداخلة في أنموذج الملاءمة المكانية**



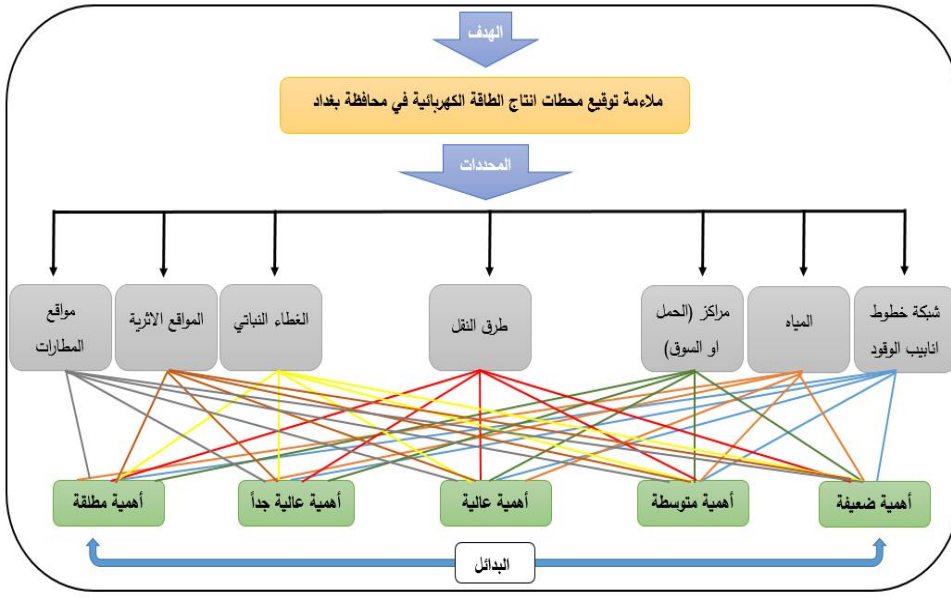

المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على قاعدة البيانات المكانية بواسطة برنامج (ArcGIS 10.8).

**الجدول (١) مقياس درجة الأهمية وفقَ طريقة التسلسل الهرمي (AHP)**

| درجة الاهمية | البدائل |
|---|---|
| ١ | أهمية ضعيفة |
| ٣ | أهمية متوسطة |
| ٥ | أهمية عالية |
| ٧ | أهمية عالية جداً |
| ٩ | أهمية مطلقة |
| ٨,٦,٤,٢ | قيم تتوسط الدرجات المذكورة اعلاه |

Source: Thomas L. Saaty, How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process, European Journal of Operational Research, Vol. 48, No. 1, North-Holland, 1990, P15.

**الشكل (٣) هيكل عملية التسلسل الهرمي (AHP) في ملاءمة مواقع محطات انتاج الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد**




المصدر من عمل الباحث.

١- الاســـتبانة: تمت عملية تحديد درجة الأهمية لكل المحددات والمعايير الموقعية بالدرجة الاســـاس على الاخذ بآراء الخبراء المحكمين والمهتمين بمجال الطاقة الكهربائية عن طريق عمل استمارة استبانة الخبراء والتي تم ارسالها بشكل الكتروني وورقي الى المحكمين، وقد تناولت الاستبانة مجموعة من المعايير الموقعية لكل من المحطات البخارية والغازية والتي تتناسب مع الخصائص الطبيعية والبشرية في محافظة بغداد وذلك من اجل بناء رؤية واقعية ومنطقية يمكن من خلالها استنباط الاهمية النسبية لدور تأثير العوامل او المحددات المكانية على توقيع محطات انتاج الطاقة الكهربائية ضمن منطقة الدراسة. وقد تم توزيع الاستبانة على (١٦٥) خبير من الأكاديميين والعاملين المهتمين بمجال الطاقة الكهربائية. وقد جاءت نتائج الاستبانة الخاصة بالمحطات الكهربائية البخارية والموضحة في الجدول (٢) بشكل متباين في درجة أهمية المعايير المكانية لملاءمة توقيع المحطات البخارية.

**جدول (٢) نتائج استجابة المحكمين حول درجة تأثير المحددات المكانية للمحطات البخارية**

| مقياس الاهمية | قيمة AHP | عدد استجابة الخبراء | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | المياه | انابيب نقل الوقود | مراكز الطلب (السوق) | شبكة طرق النقل | الغطاء النباتي | المواقع الاثرية | مواقع المطارات |
| ضعيفة | ١ | ٠ | ٠ | ٠ | ٠ | ٠ | ١١ | ٠ |
| متوسطة | ٣ | ٠ | ١٤٩ | ١٣١ | ٧ | ٤٠ | ١١٤ | ٠ |
| عالية | ٥ | ٠ | ١٦ | ٣٤ | ١٥٨ | ٩٣ | ٤٠ | ١٣٣ |
| عالية جداً | ٧ | ٢٥ | ٠ | ٠ | ٠ | ٣٢ | ٠ | ٣٢ |
| مطلقة | ٩ | ١٤٠ | ٠ | ٠ | ٠ | ٠ | ٠ | ٠ |
| المجموع | | ١٦٥ | ١٦٥ | ١٦٥ | ١٦٥ | ١٦٥ | ١٦٥ | ١٦٥ |
| المتوسط الموزون | | ٨.٧٠ | ٣ | ٣.٤١ | ٤.٩٢ | ٤.٩٠ | ٣.٣٥ | ٥.٣٩ |

المصدر: بالاعتماد على استمارة الاستبانة.

يتضح من الجدول أعلاه ان (١٤٠) من المستوجبين يرون ان معيار المياه يعد من المعايير المطلق توفرها والتي لابد من اخذها بنظر الاعتبار عن توقيع المحطات البخارية ضمن منطقة الدراسة لذلك اخذت الأهمية المطلقة في مقياس الاهمية، لذلك نجد ان معيار المياه كان قد استحوذ على اعلى متوسط موزون والذي بلغ (٨.٧٠). اما في المرتبة الثانية فقد جاء معيار البعد عن موقع المطارات والذي بلغ قيمته متوسطة الموزون (٥.٣٩) دلالة درجة اهمية تأثير هذا المعيار في توقيع المحطات البخارية. اما المحطات الغازية فقد أظهرت نتائج الاستبانة الموزعة على المشاركين ان اعلى قيمة للمتوسط الموزون سجلت لـ(خطوط انابيب نقل الوقود) بقيمة بلغت (٧) وكما مبين في الجدول (٣).

**جدول (٣) نتائج استجابة المحكمين حول درجة تأثير المحددات المكانية للمحطات الغازية**

| مقياس الاهمية | قيمة AHP | عدد استجابة الخبراء | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | المياه | انابيب نقل الوقود | مراكز الطلب (السوق) | شبكة طرق النقل | الغطاء النباتي | المواقع الاثرية | مواقع المطارات |
| ضعيفة | ١ | ١٣١ | ٠ | ٠ | ٠ | ١٣٧ | ١٣ | ٣٧ |
| متوسطة | ٣ | ٣٤ | ٠ | ٠ | ٤٢ | ٢٨ | ١٤١ | ٧٦ |
| عالية | ٥ | ٠ | ٢١ | ١٤٦ | ٧٨ | ٠ | ١١ | ٥٢ |
| عالية جداً | ٧ | ٠ | ١٤٤ | ١٩ | ٤٥ | ٠ | ٠ | ٠ |
| مطلقة | ٩ | ٠ | ٠ | ٠ | ٠ | ٠ | ٠ | ٠ |
| المجموع | | ١٦٥ | ١٦٥ | ١٦٥ | ١٦٥ | ١٦٥ | ١٦٥ | ١٦٥ |
| المتوسط الموزون | | ١.٤١ | ٧ | ٥.٢٣ | ٥.٠٤ | ١.٣٤ | ٢.٩٨ | ٣.١٨ |

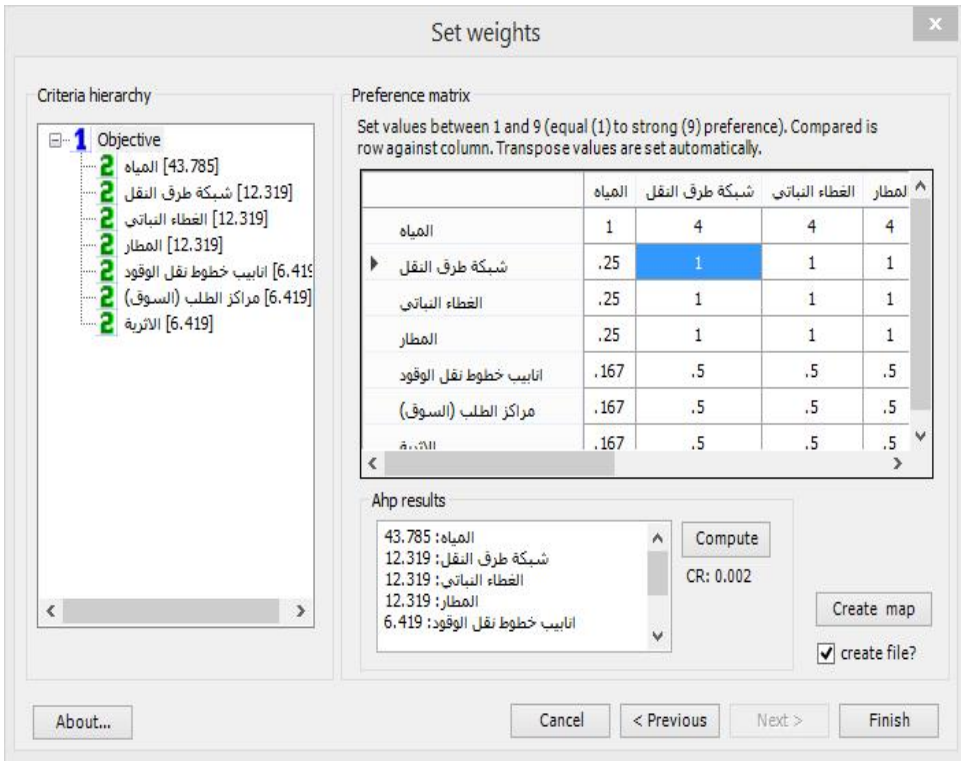
المصدر: بالاعتماد على استمارة الاستبانة.

٢- بناء مصـــفوفة المقارنة الزوجية والاوزان النســـبية: بعد اجراء عملية جمع اراء المحكمين في اســتمارة الاســتبانة تأتي مرحلة بناء مصــفوفة المقارنة الزوجية والتي تهدف الى اجراء مقارنة بين كل معيارين بناءً على درجة مقياس الاهمية التي حصل عليها كل معيار لكل من المحطات البخارية والغازية، إذ تعمل المقارنة الزوجية الى قياس اهمية كل معيار عامودي نسبة الى المعيار الاخر لتحديد درجة اهمية المعيار واستخراج الاوزان النسبية للمعايير المستعملة في اختيار توقيع المحطات الكهربائية. ولغرض البدء بعملية المقارنة الزوجية كان لابد من تصـــويب مخرجات الاســـتبانة المتمثلة بالمتوســـطات الموزونة لتتوافق مع مقياس درجة الاهمية الذي وضـــعه الســاعاتي والخاص بعملية التسـلسـل الهرمي (AHP). ولإنشـاء مصـفوفة المقارنة الزوجيـة اعتمـد البـاحـث على الامكـانـات المتـاحـة في برامجيـات نظم المعلومـات

الجغرافية والمتمثلة باستعمال الامتداد GIS Decision Tools Extension في برنامج ArcGIS. تقوم الاداة المنضوية تحت هذا الامتداد بعمل المقارنات الزوجية بين المعايير المستعملة اي انها تقوم بعمل مقارنة رقمية لكل معيار عامودياً مع نتائج القيم المستخرجة لمقياس درجة الاهمية (AHP) لاستقراء الاوزان النسبية لكل معيار إضافة الى قدرتها على استخراج نسبة التناسق** التي تعمل على التحقق من مستوى ثبات ومنطقية الاحكام في الاستبانة.

١- مصفوفة المقارنة للمحطات البخارية: يتضح من خلال الشكل (٤) عملية بناء مصفوفة المقارنة الزوجية لمعايير توقيع المحطات البخارية ونسبة تناسق اجابات المحكمين على الاستبانة، إذ بلغت نسبة تناسق (CR) لتقييم المعايير قيمة (٠.٠٠٢) وهي تدل على ثبات الاحكام بنسبة تناسق مرتفعة جداً بل تكاد تكون مثالية واستخراج الاوزان النسبية الخاصة بكل معيار (وزن كل معيار) بناءً على مخرجات مصفوفة المقارنة الزوجية للمحطات البخارية وكما مبين في الجدول (٤).

**شكل (٤) مخرجات مصفوفة المقارنة الزوجية لملاءمة المحطات البخارية في محافظة بغداد**




المصدر بالاعتماد على مخرجات GIS Decision Tools Extension.

**جدول (٤) الاهمية النسبية لمعايير ملاءمة توقيع المحطات البخارية في محافظة بغداد**

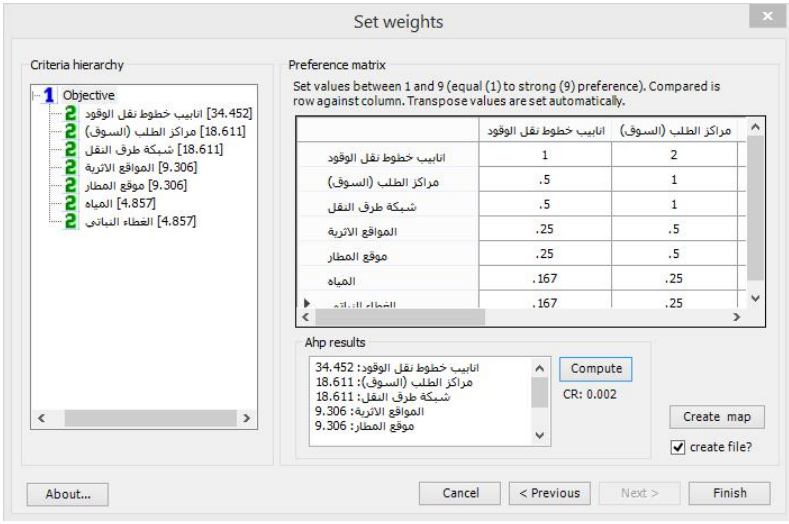
| ت | المعايير | الأهمية النسبية (الاوزان) |
|---|---|---|
| ١ | المياه | ٤٣.٧٨٦ |
| 2 | انابيب نقل الوقود | ٦.٤١٩ |
| 3 | مراكز الطلب (السوق) | ٦.٤١٩ |
| 4 | شبكة طرق النقل | ١٢.٣١٩ |
| 5 | الغطاء النباتي | ١٢.٣١٩ |
| 6 | مواقع المطارات | ١٢.٣١٩ |
| 7 | المواقع الاثرية | ٦.٤١٩ |
| المجموع | | ١٠٠ |

المصدر بالاعتماد على مخرجات GIS Decision Tools Extension.

يتضح من الجدول اعلاه ان المياه سجلت اعلى قيمة للأهمية النسبية او اعلى وزن لمعيار مسجل ضمن معايير المحطات البخارية والذي بلغت قيمته (٤٣.٧٨٦%) وجاءت هذه الاهمية بناءً على المعطيات المتحققة من استبانة الخبراء. ان الفائدة المتحققة من استخراج هذه لأوزان هي انها حددت درجة اهمية كل معيار ومدى تأثيره على توقيع المحطات البخارية وبالتالي عند بناء خرائط الملاءمة المكانية سيؤخذ بنظر الاعتبار مدى تأثير كل معيار من معايير توقيع المحطات البخارية ضمن حدود منطقة الدراسة.

٢- مصفوفة المقارنة للمحطات الغازية: من الشكل (٥) يتضح النتائج النهاية لعملية بناء مصفوفة المقارنة الزوجية بين معايير المفاضلة لمواقع المحطات الغازية، إذ اشارت تلك المعطيات الى ان نسبة تناسق اجابات المحكمين كانت قد بلغت (٠.٠٠٢) وهي نسبة تناسق عالية جداً لملاءمة سطح منطقة الدراسة لتوقيع المحطات الغازية، كذلك استخراج الاوزان النسبية لكل معيار وفقَ مخرجات مصفوفة المقارنة وكما مبين في الجدول (٥).

شكل (٥) مخرجات مصفوفة المقارنة الزوجية لملاءمة المحطات الغازية في محافظة بغداد




المصدر بالاعتماد على مخرجات GIS Decision Tools Extension.

**جدول (٥) الاهمية النسبية لمعايير ملاءمة توقيع المحطات الغازية في محافظة بغداد**

| ت | المعايير | الأهمية النسبية (الاوزان) |
|---|---|---|
| ١ | المياه | ٤.٨٥٧ |
| 2 | انابيب نقل الوقود | ٣٤.٤٥٢ |
| 3 | مراكز الطلب (السوق) | ١٨.٦١١ |
| 4 | شبكة طرق النقل | ١٨.٦١١ |
| 5 | الغطاء النباتي | ٤.٨٥٧ |
| 6 | مواقع المطارات | ٩.٣٠٦ |
| 7 | المواقع الاثرية | ٩.٣٠٦ |
| المجموع | | ١٠٠ |

المصدر بالاعتماد على مخرجات GIS Decision Tools Extension.

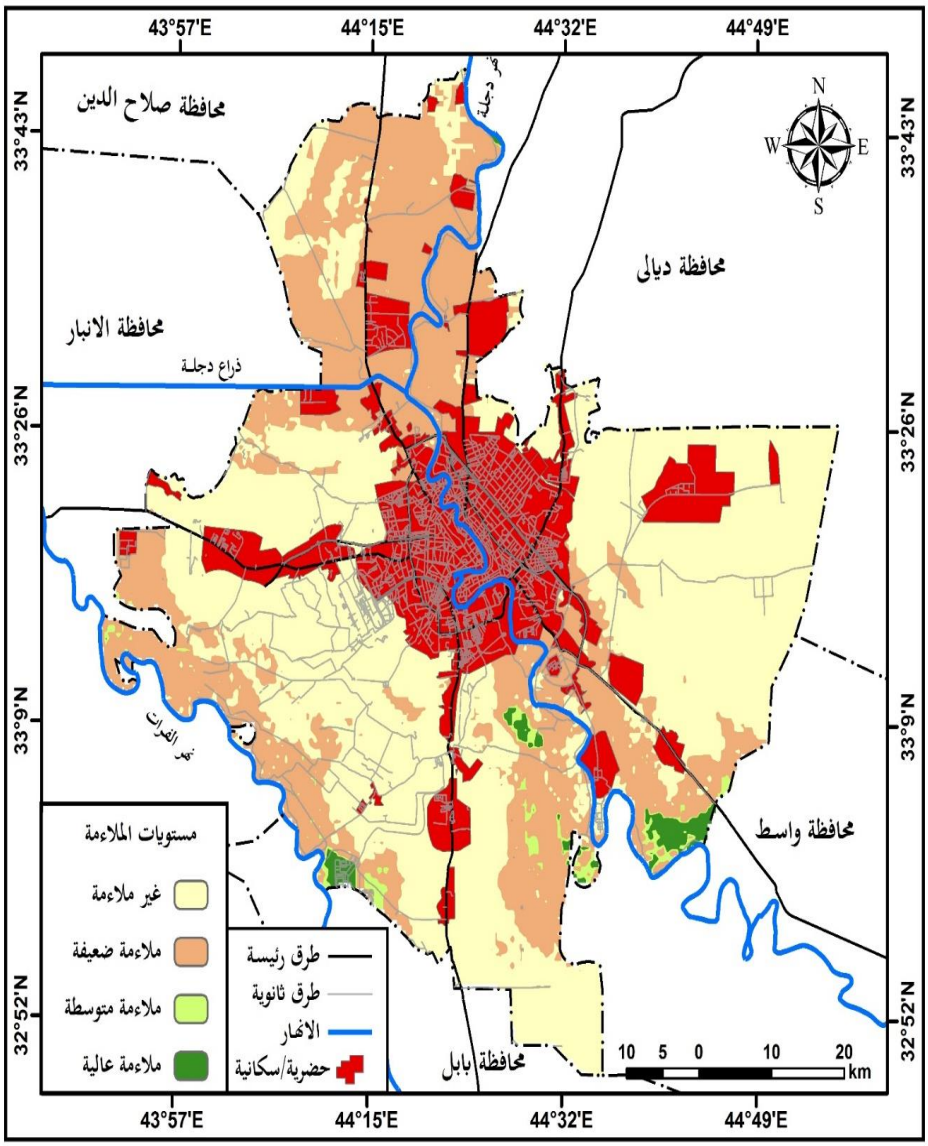
يتضح من الجدول السابق ان معيار انابيب نقل الوقود سجل اعلى نسبة اهمية من بين معايير ملاءمة المحطات الغازية بنسبة بلغت (٣٤.٤٥٢%) وهو مماثل لما جاء في استبانة ملاءمة توقيع المحطات البخارية.

**المبحث الثالث: خرائط الملاءمة المكانية لتوطين المحطات البخارية والغازية الكهربائية في بغداد**

بعد استكمال الخطوات والمراحل السابقة وتهيئة المعطيات الرقمية والتقنية الخاصة بعملية بناء انموذج ملاءمة مكانية للمحطات الكهربائية من تحديد المعايير المستخدمة في المفاضلة وتجهيزها عبر مشاركة الخبراء في استبانة التقييم وتهيئة الخرائط اللازمة لعملية بناء انموذج الملاءمة إضافة الى استكمال العمليات الرياضية الخاصة ببناء مصفوفات المقارنة واستخراج الاوزان النسبية لكل معايير، وان عملية التكامل بين العناصر والمقومات المعلوماتية والعلمية والعملية اتاحَ إمكانية تصميم انموذج ملاءمة خاص لكل نوع من المحطات الكهربائية.

١- أنموذج الملاءمة المكانية لتوقيع المحطات البخارية في محافظة بغداد: تتميز المحطات البخارية بمتطلباتها المكانية عند توقيعها وذلك ما انعكس بشكل واضح على تباين قيم الاوزان النسبية للمعايير المشار اليها سابقاً. وبعد تنفيذ الانموذج وفقَ المعايير المدخلة وبالاعتماد على اوزان المعايير الخاصة بكل معايير ظهرت معطيات إمكانية الملاءمة المكانية لتوقيع محطات الكهرباء البخارية ضمن حدود منطقة الدراسة كما مبين في الخريطة (٣).

**خريطة (٣) الملاءمة المكانية لتوقيع المحطات الكهربائية البخارية في محافظة بغداد**




المصدر بالاعتماد على الجدول (٤) وبرنامج ArcGIS 10.8.

يتضح من الخريطة تباين مستوى الملاءمة المكانية ضمن حدود منطقة الدراسة، وقد أخذ بنظر الاعتبار عند تنفيذ انموذج الملاءمة البعد عن المناطق الحضرية والتجمعات السكانية بمسافة أمنة حسب المحددات الرسمية الخاصة بهذا النوع من

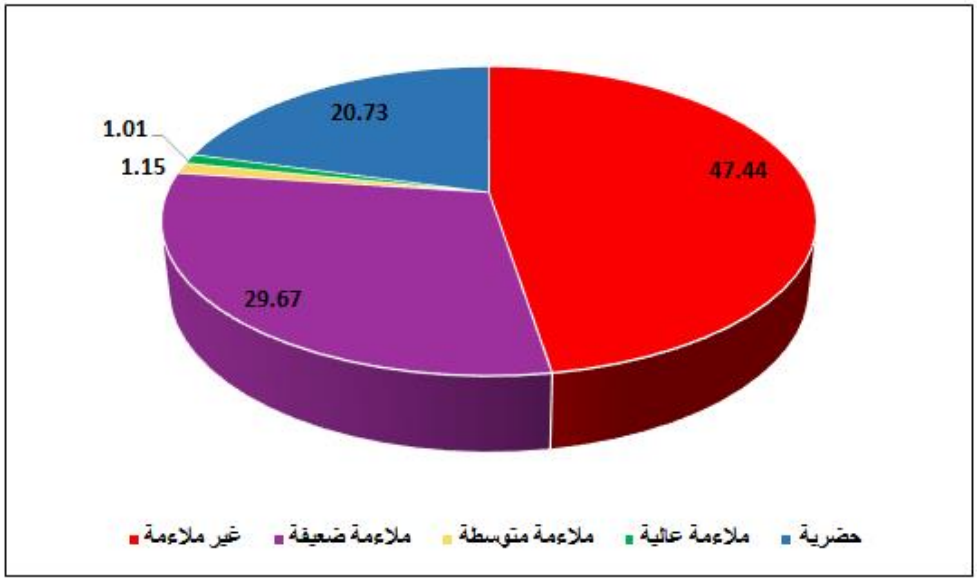
المحطات الكهربائية. وقد افرزت عملية تنفيذ الانموذج الخاص بالمحطات البخارية عن (٤) مستويات من الملاءمة المكانية كما موضح في الجدول (٦) والشكل (٦) وكما يلي: –

**الجدول (٦) مساحة أراضي الملاءمة المكانية لتوقيع المحطات البخارية في محافظة بغداد**

| ت | مستوى الملاءمة | المساحة كم$^{٢}$ | % |
|---|---|---|---|
| ١ | غير ملاءمة | ٢٤٥٥.٤ | ٤٧.٤٤ |
| 2 | ملاءمة ضعيفة | ١٥٣٦ | ٢٩.٦٧ |
| 3 | ملاءمة متوسطة | 59.3 | ١.١٥ |
| 4 | ملاءمة عالية | 52.5 | ١.٠١ |
| المنطقة الحضرية | | ١٠٧٢.٨ | ٢٠.٧٣ |
| المجموع | | ٥١٧٦ | ١٠٠ |

المصدر بالاعتماد على الخريطة (٣) وبرنامج ArcGIS 10.8.

**شكل (٦) التباين النسبي لملاءمة توقيع المحطات البخارية في محافظة بغداد**




المصدر بالاعتماد على الجدول (٦).

**A- أراضـــي ذات ملاءمة عالية:** يتضـــح من خلال الجدول الســـابق ان نســـبة الاراضـــــي ذات الملاءمة العالية لتوقيع المحطات البخارية بلغت (١.٠١%) وبواقع مساحة شغلت (٥٢.٥) كم$^{٢}$. يتميز هذا المستوى من الاراضـي بكونها تتمتع بقابلية عالية على استقطاب المحطات الكهربائية البخارية ضمن حيزها المكاني وذلك نظراً لما يحوي موقعها من خصـــائص ومقومات مكانية تتلاءم مع متطلبات هكذا نوع من المحطات، وفي ذات الوقت نجد ان هذا المستوى من الملاءمة يشغل نسبة صغيرة جداً من اجمالي مســـاحة منطقة الدراســـة وهذا يعود الى صـــعوبة توفر المتطلبات المكانية المحددة ضـــــمن انموذج الملاءمة لهذه المحطات، إذ ان طبيعة عمل هذه المحطات ومستلزماتها الموقعية دفع نحو ان تتركز مواقعها ضمن مساحات محدودة وبما يتلاءم مع متطلبات عملها لضـــمان عدم اضـــرارها بمحطيها ولضـــمان ديمومة عملها ضمن تلك المواقع.

يتضـــح من خلال الخريطة الســـابقة ان التوزيع الجغرافي لأراضـــي الملاءمة العالية يقع معظمة في الجنوب والجنوب الشرقي لمنطقة الدراسة وخارج حدود المدن الكبرى هذا الامر جعل من تلك المواقع تتلاءم بدرجة كبيرة مع حركة الرياح الســائدة لمنطقة الدراســـــة (الشـــــمالية الغربية) من خلال ابعاد إمكانية نقل الرياح للمخلفات الهوائية الناتجة عن عمل المحطة فضـــلاً عن ان تركز معظم اراضـــي هذا المســـتوى تحت مجاري الانهار الدائمة والتي يفضـل إقامة المحطات البخارية عندها بمعنى ان تكون تلك المحطات في موضـــع خروج مياه النهر من حدود المناطق الســـكانية من اجل تجنب درجات الحرارة المرتفعة الناتجة عن المياه العادمة الخارجة من المحطة الكهربائية، كما يلاحظ شـبه خلو الجهة الشـمالية والشـرقية لمنطقة الدراسـة من اي مساحة للأراضـي ذات الملاءمة العالية ضمن حيزها المكاني وذلك نظراً لما تتصف

به هذه المناطق من خصـــوصـــية في توقيع المحطات البخارية، إذ ان المعيار الاســاســي الذي حدد لملاءمة هذه المحطات كان قد تمثل بوجود مصــدر مياه دائم الجريان وضــمن اراضــي قليلة الغطاء النباتي وبمســافة امان كافية عن التجمعات السكانية والمراكز الحضرية الاخرى فنجد في المنطقة الشرقية بعد مجرى نهر دجلة عنها بشكل لا يسمح بوجود اي اراضـي ذات ملاءمة عالية، كذلك الحال في الجهة الشــمالية التي تتميز بوجود مســاحات كبيرة من الغطاء النباتي الكثيف فضــلاً عن تركز معظم المناطق الحضـرية على ضـفاف الانهار وبشـكل لا يمكن معها تحقيق مسافة الحرم المكاني الملائم لتوقيع محطة بخارية.

B- **أراضـي ذات ملاءمة متوسـطة:** بلغت مسـاحة هذه الاراضـي (٥٩.٣) كم$^{٢}$ اي انها شـغلت نسـبة (١.١٥%) من اراضـي منطقة الدراسـة، ومن خلال الخريطة السابقة نجد كذلك محدودية انتشار هذه الاراضي على نطاق منطقة الدراسة. تتميز هذه الاراضي بإمكانية توقيع المحطات البخارية ضمن اراضيها ولكن بكفاءة موقعيه اقل بالمقارنة مع المســتوى الســابق إذ تنخفض في هذه الاراضـــي مقومات نجاح المحطات البخارية ولكن بشـكل مقبول يمكن من خلاله اعتماد هذه الاراضـي لتوقيع المحطات عند عدم وجود اراضي المستوى الاول (ذات الملاءمة العالية) واللجوء الى الاراضي متوسطة الملاءمة عند الضرورة مع مراعاة مزاياها الموقعية.

C- **أراضـي ذات الملاءمة الضـعيفة:** شـغلت اراضـي هذا المستوى من الملاءمة المكانية نسبة (٢٩.٦٧%) من مساحة منطقة الدراسة وبواقع (١٥٣٦) كم$^{٢}$. ويلاحظ من الخريطة السـابقة انتشـار اراضـي هذا المسـتوى على نطاق واسـع من مسـاحة منطقة الدراسـة. وفي هذا المسـتوى لا يفضـل فيه توقيع اي محطات بخارية ضـمن اراضــيه إذ يتصــف هذا المســتوى من الملاءمة بقابليته الضــعيفة على اســتقطاب

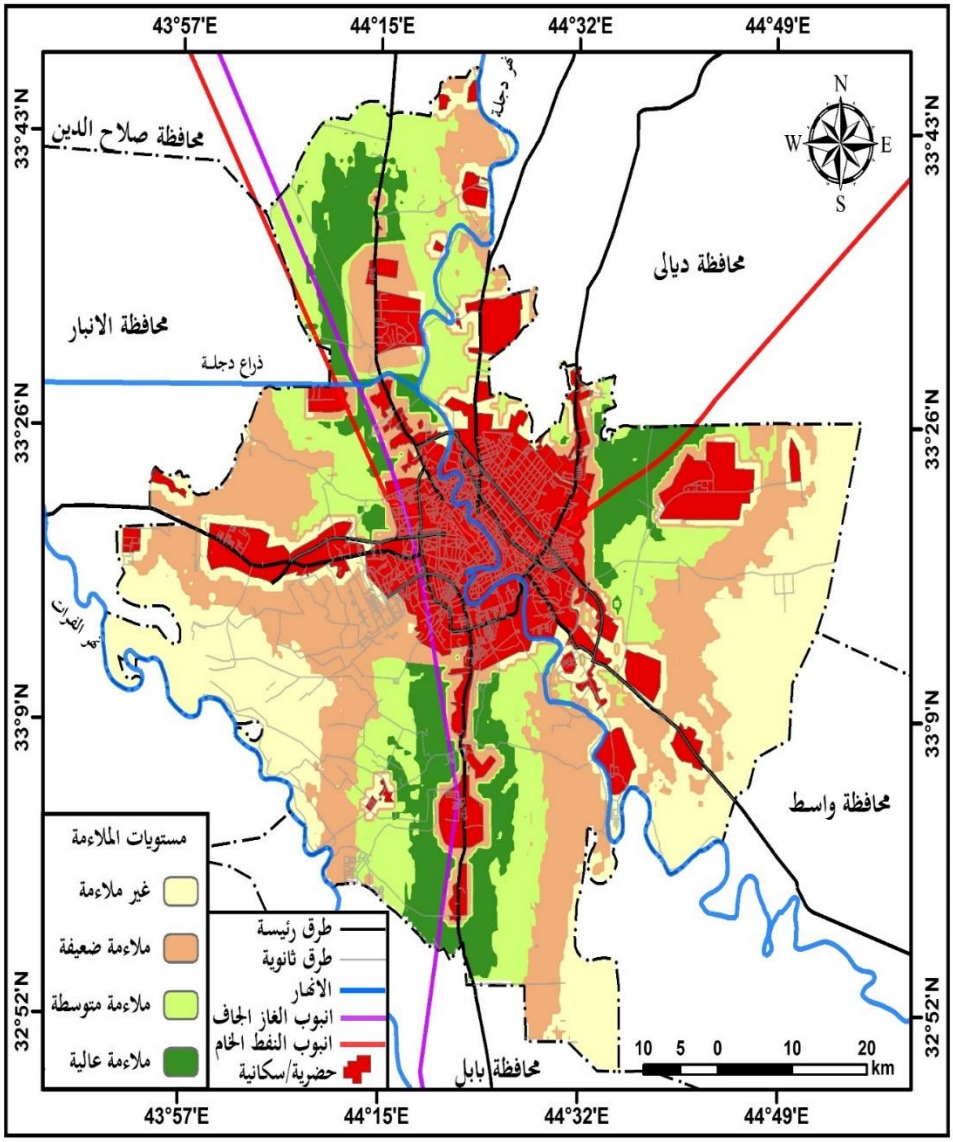
المحطات البخارية ضمن حيزه المكاني نظراً لضعف المقومات الجاذبة لهكذا نوع من المحطات الكهربائية لتداخلها في كثير من المساحات الاخرى غير الصالحة لهكذا مشاريع إذ نجد ان الكثير من مساحات هذا المستوى من الملاءمة تقع ضمن الاراضي ذات الغطاء النباتي الكثيف والاراضي الصالحة للزراعة التي تنتشر فيها الكثير من البساتين والمزروعات فضلاً عن وقوع معظم مساحات الحرم المكاني الفاصلة بين المدن والمحطات البخارية ضمن اراضي هذا المستوى من الملاءمة المكانية جميع تلك العوائق دفع نحو استبعاد امكانية توقيع اي محطة كهربائية ضمن هذه الاراضي.

D- **أراضي غير الملاءمة:** شغلت هذه الاراضي نسبة كبيرة من مساحة منطقة الدراسة إذ سجلت نسبة المساحات غير الملاءمة اطلاقاً (٤٧.٤٤%) من اجمالي منطقة الدراسة وبواقع (٢٤٥٥.٤) كم$^{٢}$ وهي تمثل حوالي نصف مساحة منطقة الدراسة وتتصف اراضي هذا المستوى بافتقارها الى وجود ادنى مقومات انجاح مشاريع المحطات البخارية ضمن اراضيها، فكما يلاحظ من الخريطة السابقة انتشار اراضي هذا المستوى في مختلف الاتجاهات وبشكل يتناسب مع الاراضي غير الملاءمة لهكذا مشاريع. تقع معظم اراضي هذا المستوى ضمن المناطق شبه الصحراوية والاراضي الجرداء الخالية كما هو الحال في شرق منطقة الدراسة في قضاء المدائن الذي يتميز بوجود مساحات شاسعة من الاراضي شبه الصحراوية التي تخلو من أدنى مستوى من متطلبات عمل المحطات البخارية، كذلك الحال في شرق وجنوب منطقة الدراسة التي يكثر فيها صنف اراضي هذا المستوى من الملاءمة كونها تقع على الكثير من الاراضي ذات الإنتاجية الزراعية المرتفعة والمبنية من خلال وجود كثافات للغطاء النباتي فيها. ومما سبق يتبين ان هذا

المســـتوى لا يصـــلح اطلاقاً لتوقيع المحطات الكهربائية البخارية نظراً لعدم توفر مقومات نجاحها.

**أنموذج الملاءمة المكانية لتوقيع المحطات الغازية في محافظة بغداد:** نظراً لطبيعة المتطلبات المكانية لتوطين المحطات الغازية تمت عملية تصميم انموذج ملاءمة مكانية يضم مجموعة منمذجة لمعايير تتلاءم مع هكذا نوع من المحطات الكهربائية، وقد تم مراعاة مسألة المحددات البيئية الرسمية في تنفيذ انموذج المحطات الغازية واعادة ترتيب اهمية الاصناف التي تضمنتها كل طبقة (معيار) بشكل يتناسب مع المحددات الموقعية لتلك المحطات. ان الاوزان النسبية المستخرجة من مصفوفة المقارنة الزوجية للمعايير الحالية شكلت الاساس الذي تم الاعتماد عليه في بناء خريطة الملاءمة المكانية للمحطات الغازية وكما موضح في الخريطة (٤).

**خريطة (٤) الملاءمة المكانية لتوقيع المحطات الكهربائية الغازية في محافظة بغداد**




المصدر بالاعتماد على الجدول (٥) وبرنامج ArcGIS 10.8.

يتضح من خريطة ملاءمة المحطات الغازية تباين واضح في مساحات الملاءمة المكانية على حدود منطقة الدراسة، اذ نجد ان تأثير الاوزان النسبية لمعياري القرب من السوق وانابيب نقل الوقود قد ظهر بشكل واضح في توزيع انواع الملاءمة المكانية.

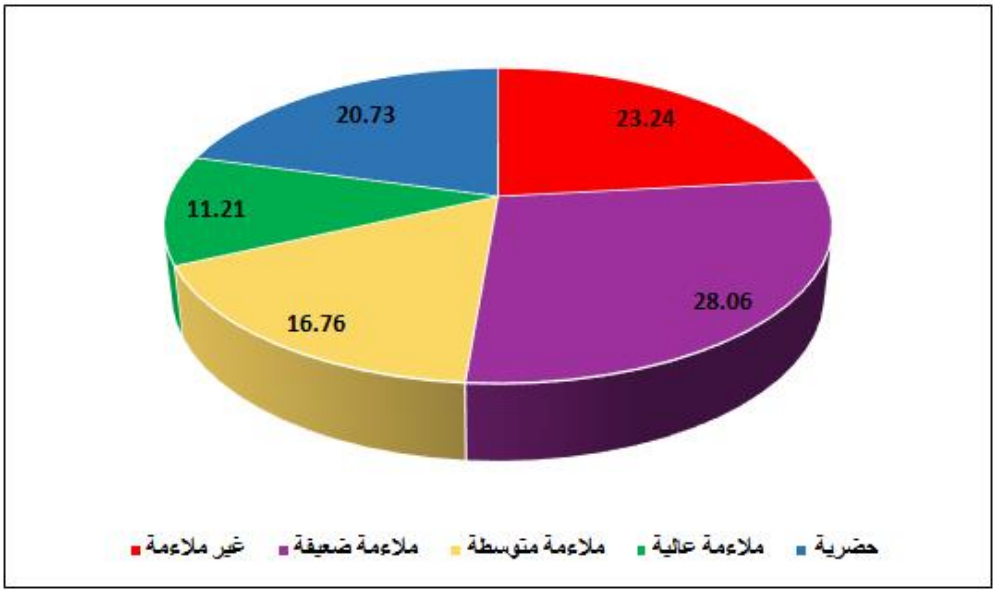
افرز نموذج الملاءمة المكانية المطبق على معايير المحطات الغازية (٤) مستويات للملاءمة المكانية موضح في الجدول (٧) والشكل (٧) كما يلي:

**الجدول (٧) مساحة أراضي الملاءمة المكانية لتوقيع المحطات الغازية في محافظة بغداد**

| ت | مستوى الملاءمة | المساحة كم$^{٢}$ | % |
|---|---|---|---|
| ١ | غير ملاءمة | ١٢٠٣.١٤ | ٢٣.٢٤ |
| 2 | ملاءمة ضعيفة | ١٤٥٢.٣ | ٢٨.٠٦ |
| 3 | ملاءمة متوسطة | ٨٦٧.٤٦ | ١٦.٧٦ |
| 4 | ملاءمة عالية | ٥٨٠.٣ | ١١.٢١ |
| المنطقة الحضرية | | ١٠٧٢.٨ | ٢٠.٧٣ |
| المجموع | | 5176 | 100 |

المصدر بالاعتماد على الخريطة (٤) وبرنامج ArcGIS 10.8.

**شكل (٧) التباين النسبي لملاءمة توقيع المحطات الغازية في محافظة بغداد**




المصدر بالاعتماد على الجدول (٧).

**A- أراضـــي ذات الملاءمة العالية:** بلغت نســـبة الاراضـــي عالية الملاءمة (١١.٢١%) وبمساحة (٥٨٠.٣) كم$^{٢}$ من اجمالي منطقة الدراسة، وعند الاخذ بنظر الاعتبار التوزيع المكاني لمساحات اراضـي هذا المستوى نجد انها قد تركزت بشكل كبير في ثلاثة اتجاهات في منطقة الدراسة ففي جنوبها نجد تكتل واضح على طول خط انبوب نقل الغاز الجاف وبالتوازي مع الطرق الرئيســـة الرابطة بين الوحدات الادارية وخارجها وبنسبة قرب جيدة جداً من مراكز الطلب (السوق)، كذلك الحال في شـرق منطقة الدراسـة التي يمر من خلالها انبوب نقل النفط الخام الذي يستخدم في بعض المحطات الغازية والتي تضم توربينات بخارية (المحطات ذات الدورة المركبة) فقد اظهرت خريطة الملاءمة وجود تكتل لمســـاحة الملاءمة العالية بشـــكل يعطي مرونة كبيرة في اختيار مواقع عده للمحطات سـيما ان موقع هذا التكتل من مسـاحة الملاءمة الذي يقع ضـــمن حدود المنطقة الشـــرقية أعطى امتياز خاص عن باقي مســاحات منطقة الدراســة إذ تقع ضــمن حدود هذه المنطقة واحدة من حقول النفط والغاز المعتبرة من حيث مساحتها وكميات انتاجها والمتمثلة بحقل شرق بغداد.

اما في الاتجاه الشـمالي الغربي لمنطقة الدراسـة نجد ان مسـاحات الملاءمة العالية لتوقيع المحطات الغازية قد شـغلت حيز كبير ضـمن تلك الاراضـي سـيما انها تقع بالقرب من مسـار خطي نقل الغاز الجاف والنفط الخام والذي يمكن من خلالهما مد انابيب فرعية منها والى مواقع المحطات المقترحة ضـمن تلك الأراضـي وقربها من حقل شرق بغداد النفطي فضـلاً عن قربها من طرق النقل الرئيسة والثانوية ومراعاتها لمعايير البعد عن مناطق الكثافة النباتية العالية على الرغم من ان التأثير البيئي للمحطات الغازية هو اقل بكثير من باقي المحطات الحرارية. وتمتاز هكذا مشـــاريع

صناعية بإمكانية احتوائها والاستفادة منها سيما في البلدان النامية[٥]، كذلك توفيرها لعدد كبير من فرص العمل بطريقة مباشـــرة وغير مباشـــرة من خلال خلق فرص استثمارية تعتمد في مقومات نجاحها على وفرة الطاقة الكهربائية كعامل اساسي في عملها.

**B- أراضـــي ذات الملاءمة المتوســطة:** بلغت مســاحة اراضـــي هذا الصـــنف (٨٦٧.٤٦) كم$^{٢}$ وبنسبة (١٦.٧٦٪) من اجمالي مساحة منطقة الدراسة، ونجد ان هذا الصنف من الاراضي يتواجد في جميع الاتجاهات المكانية لمنطقة الدراسة وهذا الصنف يتصف بكونه أقل ملاءمة من الصنف السابق ويمكن اعتماده بالدرجة الثانية كبديل في حال تعذر وجود مناطق ذات ملاءمة عالية ويمكن من خلال اجراء بعض التحســـينات المكانية والبنى الارتكازية من تحويل بعض المناطق ذات الملاءمة المتوسطة الى مناطق ذات ملاءمة عالية لتوقيع المحطات الغازية.

ان هذا المســـتوى من الملاءمة جاء نتيجة عدم توافر او تحقيق كبير للمعايير المستخدمة في اخراج مساحات الملاءمة وبالتالي هذا الامر دلَ على وجود مواطن ضعف في هذه المناطق بالنسبة لتوقيع المحطات الغازية. وعلى العموم يمكن القول ان مساحة هذا الصنف قد لا تشكل اهمية كبيرة بالنسبة لصناعة القرار في الوقت الحالي نظراً لتوفر مساحات كافية وجيدة من مستوى اراضي ذات الملاءمة المرتفعة والتي يمكن اســتثمارها بالشــكل الامثل والذي يحقق اهداف التنمية المكانية وتحقيق الاستقرار في مجال قطاع الطاقة الكهربائية.

**C- أراضي ذات الملاءمة الضعيفة:** تعد مساحة هذا المستوى ثاني اكبر مساحة في منطقة الدراسة فقد بلغت المساحة الكلية للأراضي ضعيفة الملاءمة (١٤٥٢.٣)

كم$^2$ وبنسبة (٢٨.٠٦%) وغطت هذه الاراضي معظم الاتجاهات المكانية لمنطقة الدراسة وهي مناطق تتصف بقابليتها الضعيفة على وجود مشاريع محطات الكهرباء الغازية ضمن اراضيها، إذ تقع بعض مساحات هذا المستوى من الملاءمة على مناطق ضفاف الانهار ذات الكثافات النباتية والاراضي الزراعية وبعضها الاخر يقع ضمن مناطق الحرم المكاني المحدد لهكذا نوع من المحطات الكهربائية إضافة الى وقوع البعض منها على اراضي جرداء غير ملاءمة لتوقيع المحطات كون الكثير منها تقع بعيده بشكل واضح عن مراكز الحمل والطلب على الطاقة الكهربائية وبالتالي ستكون هناك تكلفة اضافية في مد خطوط شبكات نقل الطاقة الكهربائية من محطات التوليد الى المحطات التحويلية الثانوية وزيادة نسبة الضائعات الامر الذي يتطلب تعويض هذه الضائعات بزيادة كميات انتاج الطاقة من المحطة الامر الذي سينعكس على زيادة تكلفة شراء الوقود المستخدم فمن الخصائص التي تتصف بها المحطات الغازية هو حاجتها الى كميات كبيرة من الوقود لتوليد نفس كمية الطاقة المنتجة من المحطة البخارية وبالتالي فان قرب المحطة الغازية من مناطق الاستهلاك يعد امر بالغ الاهمية بالنسبة لهذا النوع من المحطات هذا من جانب، ومن جانب الاخر ان مواقع هذا المستوى من الملاءمة كما مبينة بالخريطة السابقة هي بعيدة نسبياً عن خطوط انابيب نقل الوقود وطرق النقل الرئيسة الامر الذي يجعل من توقيع المحطة الغازية فيها مشروع محكوم بالهدر الاقتصادي للموارد المتاحة.

**D- أراضي غير ملاءمة:** شكلت نسبة الاراضي غير الملاءمة اطلاقاً (٢٣.٢٤%) وبمساحة بلغت (١٢٠٣.١٤) كم$^2$ من اجمالي مساحة منطقة الدراسة. من خلال الخريطة السابقة نجد ان هذا الصنف من الاراضي جاء نتيجة أهمية

الاوزان واولويتها الترتيبية في اختيار انسب الاراضـي الملاءمة للمحطات الغازية، إذ نجد ان هذه المســـاحات تقع جميعها على أطراف حدود منطقة الدراســـة بعيده عن مناطق الطلب على الطاقة وخطوط نقل الوقود المتاحة ضـمن منطقة الدراسـة. بناءً على ما ســـبق يمكن القول ان هذا النوع من الاراضـــي يكون غير قابل لنجاح اي محطة كهربائية غازية في الوقت الحالي الا انه من الممكن ومع مرور الزمن وضمن أطر التوسـع المكاني الحتمي للمظاهر الحضـرية والتجمعات السـكانية وهيكلية البنية المكانية لمقتربات هذه الاراضـي يمكن ان تتحول الى اراضـي ذات ملاءمة متوسطة او عالية تلاءم هكذا نوع من المحطات الكهربائية.

## الاستنتاجات

١- يتضح من خرائط الملاءمة المكانية تباين في نسبة المساحات ذات الملاءمة العالية لتوقيع المحطات الكهربائية إذ نجد ان نسبة هذه الاراضي كانت قد بلغت (١.٠١%) للمحطات البخارية من اجمالي مساحة منطقة الدراسة وهذه النسبة المنخفضة تدل على ان مستقبل المحطات البخارية في منطقة الدراسة سوف يواجه صعوبة في مدى مرونة اختيار مواقع ملاءمة لتوطين هكذا نوع من المحطات البخارية نظراً لطبيعة المعايير والعوامل المكانية التي تتطلبها المحطة البخارية عند توطينها.

٢- اما المحطات الغازية فنجد ان نسبة الاراضي ذات الملاءمة العالية بلغت (١١.٢١%) بفارق واضح عن المحطات البخارية وهذا الامر رفع من امكانية استثمار توقيع محطات غازية ضمن حدود منطقة الدراسة نظراً للمتطلبات المكانية لهذا النوع من المحطات يتميز بالمرونة والقابلية على توفره.

٣- من خلال عملية اخراج خرائط الملاءمة المكانية لمواقع المحطات الكهربائية أتضح مدى الترابط والتكامل بين معطيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات

الجغرافية في توظيف المعطيات الجغرافية واستثمارها في بناء خرائط المحطات الكهربائية.

٤- اتضح من خلال دراسة معايير الملاءمة للمحطات البخارية ان عامل المياه كان له الاهمية النسبية الاكبر في التوقيع المكاني للمحطات البخارية والتي بلغت (٨.٧٠%).

## المقترحات

١- التأكيد على ضرورة انشاء محطات توليد الطاقة الكهربائية بأحدث انواع التكنولوجيا والتقدم العلمي وذلك لتجنب الكثير من العيوب والسلبيات التي قد حدثت في المحطات القديمة كاستعمال أحدث انواع المرشحات الهوائية والمعالجات الموقعية لمخلفات المحطات الكهربائية سواء كانت غازية او سائلة او صلبة، فضلاً عن ان حداثة الوحدات التوليدية سترفع من كفاءة انتاجها للطاقة الكهربائية وبأقل التكاليف الممكنة.

٢- التشجيع على عمل دراسات وابحاث حول إمكانية توطين محطات انتاج الطاقة الكهربائية المتجددة في منطقة الدراسة سواء كانت (محطات توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية – محطات توليد الكهرباء باستخدام طاقة الرياح – محطات تعمل بالوقود الحيوي).

٣- الاخذ بنظر الاعتبار المواقع المقترحة التي تم التوصل لها من خلال هذا البحث لبناء محطات جديدة لإنتاج الطاقة الكهربائية وبقدرات إنتاجية مرتفعة وفقَ المحددات والمعايير الموقعية التي تم تناولها في موضوع البحث.

٤- الاخذ بنظر الاعتبار اهمية ودور المحطات البخارية في توزيع الاحمال نظراً للاستقرارية العالية التي تتمتع بها هذه المحطات بالمقارنة مع المحطات الاخرى لذلك لابد من جعل المحطات البخارية هي محطات أساسية في توليد الكميات الاكبر للطاقة

الكهربائية في ظل واقع الحالي لوفرة الوقود فضلاً عن انخفاض الكلفة التشغيلية للمحطة البخارية مقارنة بالأنواع الاخرى من المحطات.

## الهوامش:

١- المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، الادارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، التوليد ومحطات التحويل الرئيسية، المملكة العربية السعودية، بلا، ص٣٩.

٢- احمد شمس الدين احمد، محطات انتاج الطاقة الكهربائية، الشركة القابضة لكهرباء مصر، شركة وسط الدلتا لإنتاج الكهرباء، مصر، ٢٠١٨، ص٢٨.

٣- مقابلة شخصية، المهندس صالح سلمان الجبوري، قسم تخطيط الانتاج، دائرة التخطيط والدراسات، وزارة الكهرباء، بتاريخ ٢٠٢٣/٨/٩.

٤- المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، الادارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، محطات التوليد وطرق الحماية، المملكة العربية السعودية، بلا، ص٩.

٥- سلام خميس غربي، التحليل المكاني للصناعات الانشائية الصغيرة في قضاء الفلوجة، مجلة مداد الآداب، عدد خاص بالمؤتمرات (٢٠١٨-٢٠١٩)، ص٢٨٧.

* - تتراوح قيمة المؤشر بين (١ و ١-) كلما ارتفعت القيمة من الصفر واقتربت من الموجب (١) دل ذلك على جودة وكثافة الغطاء النباتي وكلما كانت القيمة اقل من صفر وتتجه نحو (١-) دل ذلك على انعدام الغطاء النباتي.

** - تدل نسبة التناسق على مدى ثبات وصدق احكام الاجابات في استبانة الخبراء فاذا قلت قيمة نسبة التناسق عن (٠.١) دل ذلك على ثبات الاحكام في الاستبانة وعدم تناقضها وفي حال تجاوزت قيمة نسبة التناسق (٠.١) فذلك يؤدي الى رفض احكام المستجوبين ضمن مصفوفة المقارنة وبالتالي ضرورة اعادة عملية التقييم من خلال اعادة توزيع الاستبانة على عينة جديدة من الخبراء.

المصادر

١- احمد، احمد شمس الدين، محطات انتاج الطاقة الكهربائية، الشركة القابضة لكهرباء مصر، شركة وسط الدلتا لإنتاج الكهرباء، مصر، ٢٠١٨.

٢- غربي، سلام خميس، التحليل المكاني للصناعات الانشائية الصغيرة في قضاء الفلوجة، مجلة مداد الآداب، عدد خاص بالمؤتمرات (٢٠١٨-٢٠١٩).

٣- مقابلة شخصية، المهندس صالح سلمان الجبوري، قسم تخطيط الانتاج، دائرة التخطيط والدراسات، وزارة الكهرباء، بتاريخ ٢٠٢٣/٨/٩.

٤- المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، الادارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، التوليد ومحطات التحويل الرئيسية، المملكة العربية السعودية، بلا.

٥- المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، الادارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، محطات التوليد وطرق الحماية، المملكة العربية السعودية، بلا.

٦- وزارة التخطيط، دائرة التنمية الإقليمية والمحلية، شعبة نظم المعلومات الجغرافية، خريطة الوحدات الإدارية لمحافظة بغداد بمقياس ١:١٠٠٠٠٠ لعام ٢٠٢٢.

٧- وزارة الموارد المائية، مديرية المساحة العامة، خريطة العراق الادارية، بمقياس ١:١٠٠٠٠٠٠ لعام ٢٠١٥.

8- Asmelash Abay &others, GIS-based Landslide Susceptibility Evaluation Using Analytical Hierarchy Process (AHP) Approach: The Case of Tarmaber District, Ethiopia, Momona, Ethiopian Journal of Science (MEJS), Vol 11, No 1, 2019.

9- Thomas L. Saaty, How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process, European Journal of Operational Research, Vol. 48, No. 1, North-Holland, 1990.

- Ahmad, Ahmad Shams Al-Din, "Electric Power Generation Stations," Holding Company for Electricity in Egypt, Delta Middle Electricity Production Company, Egypt, 2018.
- Gharbi, Salam Khamis, "Spatial Analysis of Small Construction Industries in Fallujah District," Midad Al-Adab Journal, Special Issue on Conferences (2018-2019).
- Personal Interview, Engineer Saleh Salman Al-Jubouri, Production Planning Department, Planning and Studies Directorate, Ministry of Electricity, dated 9/8/2023.
- General Organization for Technical and Vocational Training, General Administration for Curriculum Design and Development, Generation and Main Substations, Kingdom of Saudi Arabia, no date.
- General Organization for Technical and Vocational Education, General Administration for Curriculum Design and Development, Generation Stations and Protection Methods, Kingdom of Saudi Arabia, no date.
- Ministry of Planning, Regional and Local Development Directorate, Geographic Information Systems Division, "Map of Administrative Units for Baghdad Governorate at a Scale of 1:100,000 for the Year 2022."
- Ministry of Water Resources, General Survey Directorate, "Administrative Map of Iraq at a Scale of 1:1,000,000 for the Year 2015."
- Asmelash Abay &others, GIS-based Landslide Susceptibility Evaluation Using Analytical Hierarchy Process (AHP) Approach: The Case of Tarmaber District, Ethiopia, Momona, Ethiopian Journal of Science (MEJS), Vol 11, No 1, 2019.
- Thomas L. Saaty, How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process, European Journal of Operational Research, Vol. 48, No. 1, North-Holland, 1990.