مجلة جامعة كركوك للدراسات الإنسانية
Kirkuk University Journal Humanity Studies
ISSN (Print): 1992-1179 | ISSN (Online): 3107-3360
kujhs.uokirkuk.edu.iq
Volume 21 • Issue 2 • June 2026 | المجلد 21 • العدد 2 • حزيران 2026

Assessing the suitability of land for agriculture in Babylon Governorate using multi-criteria spatial analysis in GIS

Asst. Prof. Dr. Lamia Abdel Taha
Department of Geography and Geographic Information Systems Faculty of Arts
University of Kufa, Iraq
lamyaaa.alathari@uokufa.edu.iq

معلومات البحث

تاريخ الاستلام
25 /03/2026

تاريخ التعديل
11/04/2026

تاريخ القبول
20/04/2026

تاريخ النشر
15/06/2026

نوع البحث
بحث اصيل

Doi: 10.32894/1992-1179.2026.170352.1376

IRAQI Academic Scientific Journals
https://iasj.rdd.edu.iq

طه, لمياء عبد. (٢٠٢٦). تقييم ملائمة الأراضي للزراعة في محافظة بابل باستخدام التحليل المكاني متعدد المعايير في GIS. مجلة جامعة كركوك للدراسات الإنسانية، مجلد ٢١ عدد ٢ . ص ص ٦٤٥-٦٧٦

Doi: 10.32894/1992-1179.2026.170352.1376

Abstract : This research aims to assess the suitability of land for agriculture in Babylon Governorate using Multi-Criteria Spatial Analysis (MCDA) within Geographic Information Systems (GIS). The study problem stems from the clear absence of a comprehensive and systematic assessment of the suitability of agricultural land in the governorate, leading to suboptimal utilization of natural resources and a significant decline in agricultural productivity. This problem is exacerbated by unplanned urban sprawl encroaching on fertile land, soil degradation, and water scarcity. The research posits that natural criteria, such as soil and water, are the most influential factors in determining land suitability for agriculture, and that applying the MCDA methodology using GIS will enable the identification of areas with high agricultural potential with greater accuracy and reliability. The Analytical Hierarchy Process (AHP) was used to determine the relative weights of each criterion based on the opinions of a group of experts and specialists in the agricultural and environmental sectors. Subsequently, these weighted criteria were integrated using the Weighted Overlay technique within a GIS environment to create a final map illustrating the levels of land suitability for agriculture in the governorate.

Keywords: GIS, spatial analysis, land suitability, weighted overlay, hierarchical analysis

تقييم ملائمة الأراضي للزراعة في محافظة بابل باستخدام التحليل المكاني متعدد المعايير في GIS

أ.م.د. لمياء عبد طه
كلية الآداب – قسم الجغرافية ونظم المعلومات الجغرافية

المستخلص:–يهدف هذا البحث إلى تقييم وملائمة الأراضي للزراعة في محافظة بابل باستخدام التحليل المكاني متعدد المعايير في نظم المعلومات الجغرافية (GIS). تنبع مشكلة البحث من الغياب الواضح لتقييم شامل ومنهجي لمدى ملاءمة الأراضي الزراعية في المحافظة، مما يؤدي إلى استغلال غير أمثل للموارد الطبيعية وتراجع ملموس في الإنتاجية الزراعية. تفاقمت هذه المشكلة بفعل التوسع العمران العشوائي الذي يلتهم الأراضي الخصبة، وتدهور جودة التربة، ونقص الموارد المائية. لقد افترض البحث أن المعايير الطبيعية، كالتربة والمياه، تُشكل العوامل الأكثر تأثيراً في تحديد صلاحية الأراضي للزراعة، وأن تطبيق منهجية التحليل المكاني متعدد المعايير (MCDA) باستخدام نظم المعلومات الجغرافية سيمكن من تحديد المناطق ذات الإمكانات الزراعية العالية بدقة وموثوقية أكبر .وقد تم استخدام طريقة التحليل الهرمي التحليلي (AHP) لتحديد الأوزان النسبية لكل معيار بناءً على آراء مجموعة من الخبراء والمتخصصين في القطاع الزراعي والبيئي. بعد ذلك، تم دمج هذه المعايير الموزونة باستخدام تقنية التراكب الموزون (Weighted Overlay) ضمن بيئة GIS لإنشاء خريطة نهائية تُظهر مستويات ملائمة الأراضي للزراعة في المحافظة.

الكلمات المفتاحية:GIS، التحليل المكاني، ملائمة الأراضي ، التراكب الموزون، التحليل الهرمي .

المقدمة:

تمثل الزراعة حجر الزاوية في تحقيق الأمن الغذائي والتنمية الاقتصادية، وتواجه العديد من التحديات على الصعيد العالمي، ولا سيما في المناطق التي تُعاني من ندرة الموارد الطبيعية وتداعيات التغير المناخي. في هذا السياق، تبرز أهمية تقييم ملائمة الأراضي للزراعة كأحد الأدوات المحورية للتخطيط الاستراتيجي الفعال، والحد من التدهور البيئي، وتعظيم الاستفادة من الإمكانات الزراعية المتاحة. تُعاني محافظة بابل في العراق، كغيرها من المحافظات الزراعية، من تحديات جمة تشمل تدهور خصوبة التربة، وشح المياه، والتوسع العمراني العشوائي، مما يستدعي تبني منهجيات علمية متقدمة لتقييم أراضيها الزراعية. يهدف هذا البحث إلى توظيف التحليل المكاني متعدد المعايير (Multi–Criteria Spatial Analysis) ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتقديم تقييم شامل لملائمة الأراضي الزراعية في محافظة بابل. اذ شهد الفكر الجغرافي والتحليلي نقلة نوعية بظهور التقانات الحديثة التي مكنت الباحثين من تجاوز العقبات

التقليدية في التعامل مع البيانات المكانية. إن إبراز "الملائمة المكانية" لم يعد مجرد عملية رسم خرائط، بل أصبح "نمذجة ذكية" تسمح باختيار المواقع التي تحقق أعلى كفاءة اقتصادية وأقل ضرر بيئي، وذلك بدمج تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية مع الذكاء الاصطناعي. تسمح التقنيات الحديثة، وخاصة نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، بدمج طبقات معلوماتية مختلفة (مثل نوع التربة، الانحدار، القرب من مصادر المياه، والمناخ) في نموذج واحد. هذا التعدد في الطبقات يبرز الملائمة المكانية بشكل تفصيلي يصعب تحقيقه يدوياً. وتوفر تقنيات الاستشعار عن بُعد (Remote Sensing) بيانات حية ومحدثة من الأقمار الصناعية. هذه تحديد التغيرات في الغطاء النباتي أو الزحف العمراني وحساب المؤشرات الطيفية التي تحدد جودة الأراضي وصلاحيتها للزراعة أو الاستثمار.

اولا:- مشكلة البحث:

١. ما هي المعايير الطبيعية والبشرية والاقتصادية البيئية (الاستثمارات، التلوث، التشريعات) الأكثر تأثيراً في تحديد ملائمة الأراضي للزراعة في محافظة بابل، وما هي أوزانها النسبية؟

٢. ماهي الطرق التي يمكن تصميم وبناء نموذج تحليلي مكاني متعدد المعايير باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتقييم وتصنيف درجة ملائمة الأراضي للزراعة في محافظة بابل؟

٣. ما هي التوزيعات المكانية للمناطق ذات الملائمة العالية والمنخفضة للزراعة في محافظة بابل بناءً على النموذج المقترح ؟

ثانيا:- فرضية البحث

١. تشكل المعايير الطبيعية، لا سيما خصائص التربة وتوفر المياه، العوامل الأكثر تأثيرا في تحديد ملائمة الأراضي للزراعة في محافظة بابل، يليها المعايير البشرية ثم الاقتصادية والبيئية، بحيث تُساهم هذه المعايير بنسب متفاوتة في الملائمة الكلية للأراضي للزراعة.

٢. يمكن للتحليل المكاني متعدد المعايير في GIS، بالاعتماد على نموذج التحليل الهرمي التحليلي (AHP)، أن يوفر تقييما دقيقا وموثوقا لملائمة الأراضي الزراعية في محافظة بابل

٣. تظهر مناطق معينة في محافظة بابل، خاصة تلك القريبة من مصادر المياه الرئيسية وذات التربة الخصبة، مستويات ملائمة عالية جدًا للزراعة .

ثالثا:-أهمية البحث:١- يقدم إطارا تحليليا لتقييم ملائمة الأراضي للزراعة في محافظة بابل، مستخدماً في ذلك أحدث التقنيات في مجال نظم المعلومات الجغرافية.

٢- تطبيق منهجية التحليل المكاني متعدد المعايير (MCDA) باستخدام AHP في بيئة GIS، مما يُقدم نموذجاً قابلاً للتطبيق في مناطق جغرافية أخرى تُعاني من تحديات مماثلة.

٣- ستوفر هذه النتائج خريطة طريق دقيقة لتوجيه الاستثمارات الزراعية نحو الأراضي الأكثر ملائمة، مما يُعزز من كفاءة استخدام الموارد الطبيعية المحدودة ويُقلل من مخاطر الهدر.

رابعا: منهجية البحثاعتمد البحث على عدة مناهج :

١- **المنهج الوصفي** استخدم هذا المنهج في وصف الظواهر المكونة لمحافظة بابل.

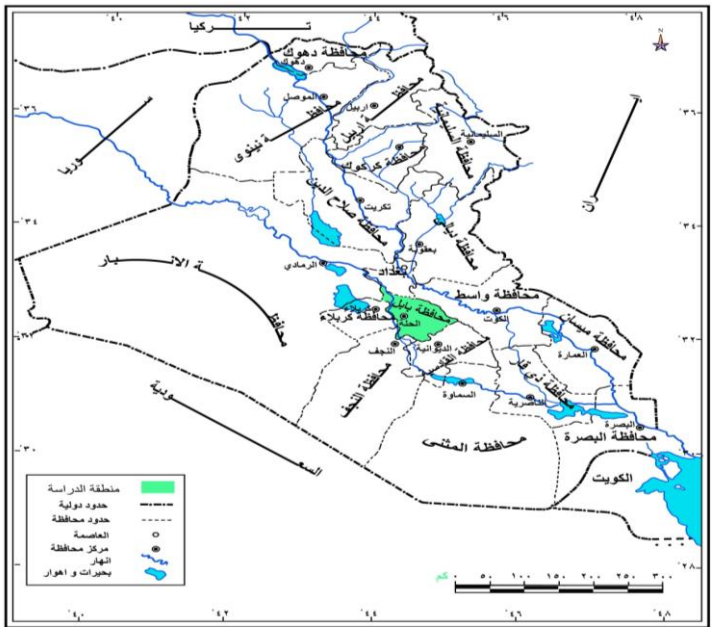
٢- **المنهج التحليلي** الذي تضمن اساليب التحليل الاحصائي في النمذجة الرياضية، والطرائق التقنية الحديثة لتحليل البيانات بواسطة (GIS) إذ يهتم هذا المنهج بدراسة وتحليل الصورة الجغرافية بوجهيها الطبيعي والبشري بشكل متعاقب خلال عقود متعاقبة .

٣- **المنهج الاستنتاجي (الاستنباطي)** اعتُمد في بناء العلاقة التركيبية بين العوامل الطبيعية والعوامل البشرية والتغيرات في الغطاء النباتي لمحافظة بابل.

خامسا:- حدود البحث: الحدود المكانية:

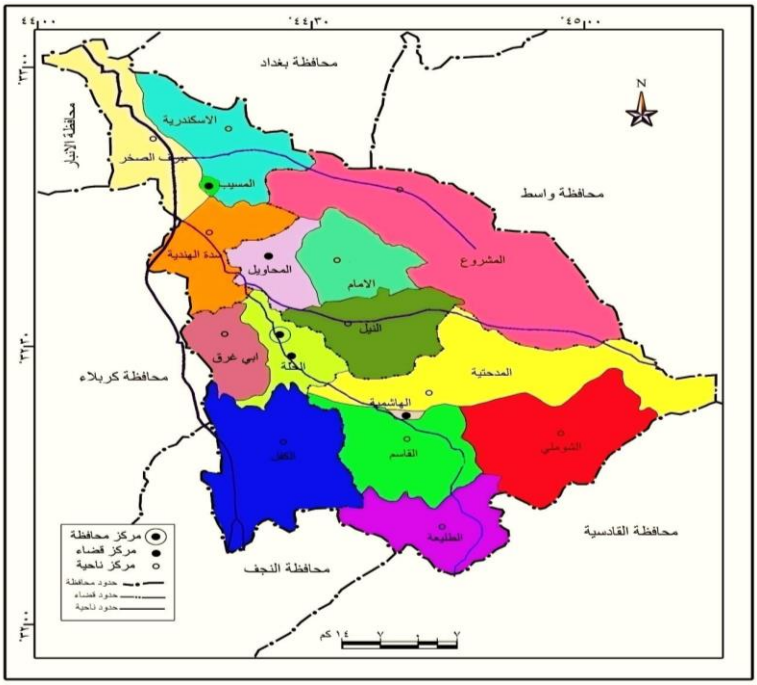
تتحدد منطقة البحث بمحافظة بابل , التي تقع بين دائرتي عرض (٧َ ٣٢ْ – ٨َ ٣٣ْ) شمالاً وبين خطي طول (٤٢َ ٤٣ْ – ٤٥َ ٥٠ْ) شرقا, يقترب شكل المحافظة من هيأة المثلث تكون قاعدته في الجنوب الغربي ورأسه الضيق يتجه نحو الشمال الغربي , وبذلك فالمحافظة تتوسط العراق موقعاً , شاغلة القسم الغربي من السهل الرسوبي والقسم الشمالي من منطقة الفرات الأوسط وهي جزء منها , تحددها محافظة بغداد شمالاً ومحافظة واسط شرقاً ومحافظة الانبار وكربلاء غرباً ومحافظتا النجف والقادسية جنوباً (خريطة ١) , خرطة(٢).

خريطة (١) موقع محافظة بابل من العراق



المصدر: من عمل الطالب بالاعتماد على خارطة جمهوريه العراق مقياس 1/50000 اوزارة النقل لعام ٢٠٢٥م بواسطة برنامج arcgis10.8

خريطة (٢)الوحدات الادارية في محافظة بابل



المصدر : الهيئة العامة للمساحة , مطبعة الهيئة العامة للمساحة , بغداد ,٢٠٢٣.

المبحث الاول –المعايير الطبيعية والبشرية المؤثرة في ملائمة الأراضي للزراعة في محافظة بابل

١– المعايير الطبيعية وتأثيرها على الإنتاجية الزراعية

تشكل المعايير الطبيعية الركيزة الأساسية لتقييم ملائمة الأراضي للزراعة، إذ تحدد هذه المعايير القدرة الكامنة للأرض على دعم نمو المحاصيل وتحقيق إنتاجية اقتصادية مستدامة من أبرز هذه المعايير:

- **التربة:**–التربة هي الوعاء الذي يغذي النباتات ويوفر لها الدعم المادي والعناصر الغذائية اللازمة. وهي الطبقة السطحية الرقيقة التي تغطي صخور قشرة الأرض، ويتراوح سمكها من بضعة سنتيمترات إلى عدة أمتار. تتكون من مزيج معقد من المواد المعدنية والعضوية والماء والهواء.(البرازي,١٩٦٢) نظرا لوقوع محافظة بابل في وسط العراق، فإن تربتها رسوبية، تعرف برواسب السهول الفيضية. تعد هذه الرواسب الأكثر انتشارا في منطقة الدراسة، وتشكل شريطا واسعا على طول نهر الفرات، من الشمال إلى الجنوب، على جانبي الأنهار والجداول المتفرعة من الفرات وروافده. وهي تتكون من الطين والطمي والرمل. تستخدم تربة ضفاف الأنهار، التي تتميز بانحدارها وقوامها الخشن نسبيا وانخفاض منسوب المياه الجوفية فيها، لزراعة النخيل والفواكه والخضراوات والحبوب .(الحسناوي,١٩٩٩) تشمل منطقة الدراسة أيضا منخفضات مستنقعية، تعرف برواسب الأهوار، تقع في الجزء الجنوبي منها. تتطلب هذه المنخفضات، المغطاة بالأهوار والمستنقعات، إعادة تأهيل نظرا للمشاكل القائمة. ويمكن أن تشكل هذه التربة مصدرا هاماً للإنتاج الزراعي. وتعد تربة مستجمعات المياه بنفس أهمية تربة ضفاف الأنهار، إذ يجعلها محتواها من الطين مناسبة لزراعة الذرة والقمح والمحاصيل العلفية. وتواجه الأراضي الزراعية في محافظة بابل، التي تقدر بنحو ٥٠٠ ألف دونم، مشاكل كبيرة في جودة التربة. وتشير الدراسات إلى أن ما يقرب من(٤٠٪) من الأراضي الصالحة للزراعة في المحافظة تعاني من التملح وتدهور خصائصها الفيزيائية والكيميائية، لا سيما في المناطق الجنوبية والشرقية. ويعيق هذا التملح الإنتاج الزراعي، حيث تمتص النباتات الماء والمغذيات. خريطة(٢).

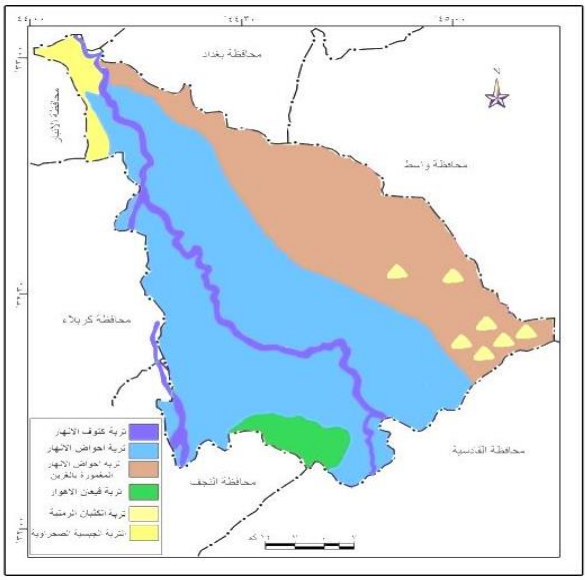
جدول(١) انواع الترب في محافظة بابل

انواع التربة	المساحة	النسبة
تربية كتوف الانهار	278.24	2
تربة احواض الانهار	9749.79	85
تربة الاحواض المطمورة	405.81	4
تربة قيعان الاهوار	604.55	5
تربة الرملية	483.4	4
المجموع	11521.8	100

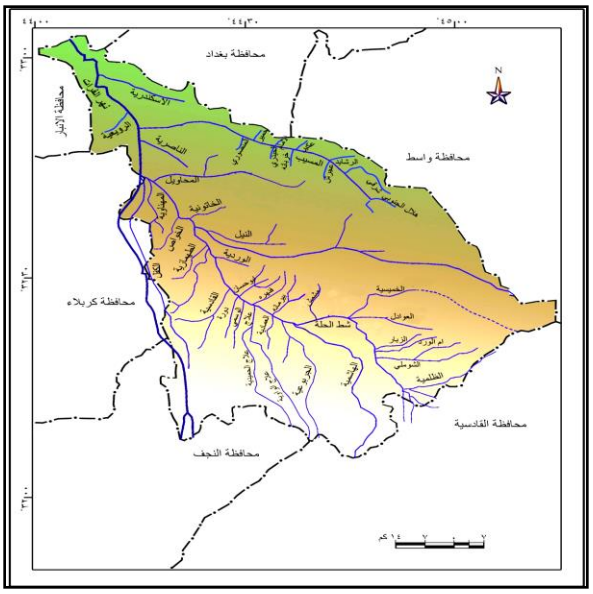
المصدر: الاعتماد على المرئية الفضائية للقمر الصناعي . LANDSAT.7

- **الموارد المائية:-** تتألف موارد المياه السطحية في محافظة بابل من نهر الفرات، الذي يدخل المحافظة من الشمال الغربي بعد خروجه من محافظة الأنبار. ويتدفق النهر جنوب شرق سدة الهندية، ويتفرع إلى عدة روافد، منها شط الحلة وشط الهندية. يجري شط الحلة جنوب شرق، بينما يجري شط الهندية جنوبًا، على طول الحدود الغربية للمحافظة. وتتوزع المياه في جميع أنحاء المحافظة عبر العديد من الجداول التي تدخل منطقة الدراسة من الشمال إلى الجنوب. وتشمل هذه جدول الإسكندرية، الذي يتفرع من الضفة اليسرى لنهر الفرات شمال الهندية ويتدفق جنوب شرق؛ وجدول المسيب الكبير، الذي يتفرع أيضًا من الضفة اليسرى لنهر الفرات. كما يُعد جدول الناصرية، الذي يتفرع من نهر الفرات في منطقة المسيب، وجدول الكفل جزءًا من مستجمعات المياه في المنطقة. يتفرع نهر الفرات أيضًا من الضفة اليسرى أعلى السد، ويجري جنوبًا موازيًا لنهرَي الهندية والحلة اللذين يمتدان جنوب شرقًا، متتبعين الانحدار العام لتضاريس المحافظة. ولذلك، لا تعاني المحافظة من نقص في المياه، بل من سوء توزيعها. وتُعد المياه الجوفية مصدرًا للمياه في منطقة الدراسة، إلا أنها لا تُستغل في الزراعة، مما يحد من توافرها.وتعد الأراضي الزراعية أساسية للزراعة، وتعد محافظة بابل من المحافظات التي تعتمد اعتمادا كبيرًا على مياه الفرات. ويقدر حجم المياه المتاحة للزراعة في المحافظة بنحو ٥.٢ مليار متر مكعب سنويًا .(السعدي , ٢٠١٦)ومع ذلك، لا تتجاوز كفاءة استخدام هذه المياه للري(٦٠٪) بسبب غلبة أساليب الري التقليدية كالري بالغمر، مما يؤدي إلى هدر ما يقارب ملياري متر مكعب سنويًا ولا يقتصر أثر هذا الهدر على تقليل توافر المياه فحسب، بل يُسهم أيضًا في ارتفاع منسوب المياه الجوفية وتملح التربة.خريطة (٣)

خريطة (٢)انواع الترب في محافظة بابل



خريطة (٣)شبكة الانهار والجداول في محافظة بابل



- **االمناخ:- درجة الحرارة:-** ترتفع درجات الحرارة في منطقة البحث مع زيادة عدد ساعات اشعة الشمس، ان معدلات درجات الحرارة العظمي والصغرى في منطقة البحث تبدأ بالارتفاع التدريجي مع قدوم اشهر الحار ويصل المعدل لدرجة الحراة العظمي (٣١.٣ م) ، في حين يبلغ المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى (١٦.٦م) وترتفع درجات الحرارة في فصل الصيف ، ويعود ذلك الى زيادة عدد ساعات السطوع وارتفاع قيم الاشعاع الشمسي. (الهيأة العامة للأنواء الجوية٢٠٢٤) الواصل الى الأرض. ولهذا الارتفاع في درجات الحرارة تأثير مباشر على الانتاج الزراعي من جهة وعلى حياه الانسان من جهة . وتتركز مده سقوط الامطار في النصف الثاني من شهر تشرين الأول ثم تزداد في اشهر كانون الأول والثاني وشباط وتبدأ بالتناقص في شهري آذار ونيسان حتى ينقطع مرورها وينعدم في اشهر حزيران وتموز وآب بسبب ارتفاع درجات الحرارة وتوقف الاعصار من الوصول صيفاً وان للأمطار اثاراً سلبية على المحاصيل الزراعية وخاصة محصولي القمح والشعير عندما تهطل بغزارة في موسم الحصاد. تظهر البيانات المناخية أن محافظة بابل تُعاني من ارتفاع في درجات الحرارة، حيث ارتفع متوسط درجات الحرارة السنوية بنسبة(١.٥م) خلال العقد الماضي، مما يطيل فترات الجفاف ويزيد من الحاجة إلى مياه الري، ويُغير من مواعيد الزراعة والحصاد للمحاصيل الرئيسية كما تشير الإحصائيات إلى تذبذب كبير في معدلات هطول الأمطار، حيث انخفض متوسط الهطول السنوي بنسبة(١٥ %) في السنوات الخمس الأخيرة مقارنة بالمتوسط العام، مما يزيد من

الاعتماد على الري الصناعي. هذه العوامل الطبيعية المتشابكة تحدد بشكل كبير إمكانات الأراضي الزراعية وتحدياتها.

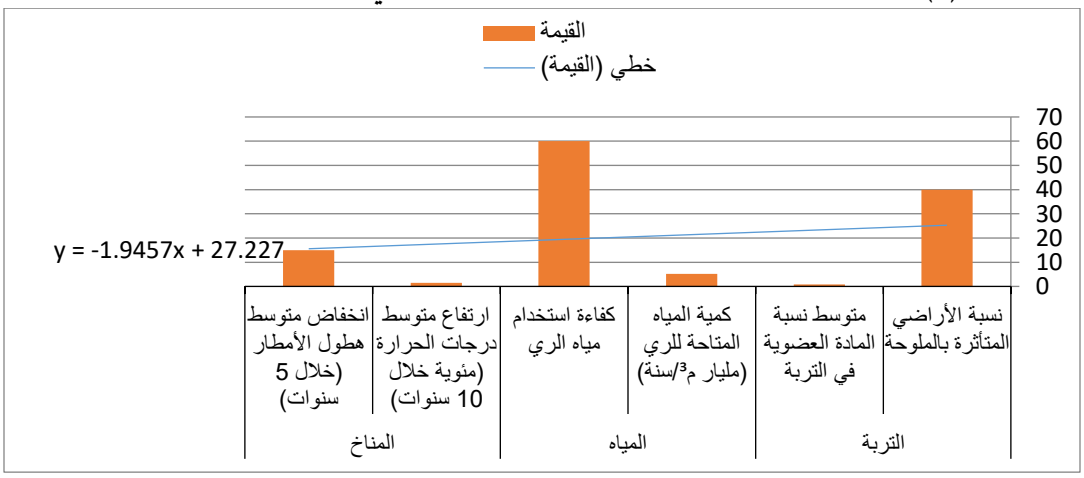
يظهر من الجدول (2) أن المعايير الطبيعية تشكل تحدياً كبيراً أمام التنمية الزراعية المستدامة في محافظة بابل، ولكنه يبين أيضًا الإمكانات المتاحة. تعتبر ملوحة التربة بنسبة(٤٠٪) المؤشر الأكثر إثارة للقلق، حيث تهدد بجدية الإنتاجية الزراعية وتبرز الحاجة المُلحة لبرامج استصلاح واسعة النطاق. إن انخفاض متوسط نسبة المادة العضوية في التربة إلى(٠.٨٪) يشير إلى تدهور خصوبة التربة، مما يستدعي تدخلات لتحسين الممارسات الزراعية وإضافة الأسمدة العضوية لتعزيز الإنتاج. فيما يخص المياه، فإن توفر ٥.٢ مليارم^{٣} سنويا يعد موردا مائيا كبيرًا، ولكنه يقابل بكفاءة استخدام متدنية لا تتجاوز(٦٠ %)، مما يؤدي إلى هدر هائل للمياه ويفاقم من مشكلة الملوحة. هذا التحدي يشير إلى أهمية التحول إلى أنظمة ري أكثر كفاءة، مثل الري بالتنقيط أو الرش، والتي يمكن أن توفر ما يصل إلى(٣٠-٥٠٪) من المياه مقارنة بالري بالغمر. أما التغيرات المناخية، ممثلة بارتفاع درجات الحرارة وانخفاض هطول الأمطار، فتفرض ضغوطًا إضافية على الموارد المائية وتهدد استقرار الإنتاج الزراعي. هذه المؤشرات تؤكد أن أي استراتيجية لتقييم ملائمة الأراضي للزراعة في بابل يجب أن تعطي الأولوية لمعالجة هذه التحديات الطبيعية من خلال برامج استصلاح التربة، وتطوير البنية التحتية للمياه، وتبني ممارسات زراعية تتكيف مع التغيرات المناخية. إن الربط بين هذه المؤشرات يشير إلى أن التملح ليس مجرد مشكلة في التربة بل هو نتيجة لسوء إدارة المياه وارتفاع درجات الحرارة التي تزيد من التبخر، مما يبرز الحاجة إلى نهج متكامل للتنمية الزراعية. (القيسي,٢٠٢٠)

جدول (2) مؤشرات مختارة للمعايير الطبيعية وتأثيرها على الزراعة في محافظة بابل ٢٠٢٥

المعيار الطبيعي	المؤشر	القيمة	التأثير على الزراعة	المصدر
التربة	نسبة الأراضي المتأثرة بالملوحة	٤٠	خفض إنتاجية المحاصيل بنسبة ٢٠–٥٠٪	مديرية زراعة بابل، ٢٠٢٥
	متوسط نسبة المادة العضوية في التربة	٠.٨	دليل على ضعف خصوبة التربة	مديرية زراعة بابل، ٢٠٢٥
المياه	كمية المياه المتاحة للري (مليار م³/سنة)	٥.٢	يعكس الإمكانية المائية للمحافظة	دائرة الموارد المائية – محافظة بابل، ٢٠٢٤
	كفاءة استخدام مياه الري	٦٠	هدر حوالي ٢ مليار م³/سنة	دائرة الموارد المائية – محافظة بابل، ٢٠٢٤
المناخ	ارتفاع متوسط درجات الحرارة (مئوية خلال ١٠ سنوات)	١.٥	زيادة الحاجة للري وتغير مواعيد الزراعة	مديرية الزراعة – قسم الموارد المناخية/البيئية، ٢٠٢٤
	انخفاض متوسط هطول الأمطار (خلال ٥ سنوات)	١٥	زيادة الاعتماد على الري الصناعي	مديرية الزراعة – قسم الموارد المناخية/البيئية، ٢٠٢٤

المصدر: من عمل الباحثة

شكل (١) مؤشرات مختارة للمعايير الطبيعية وتأثيرها على الزراعة في محافظة بابل ٢٠٢٥



المصدر: بالاعتماد على جدول(2)

٢– المعايير البشرية والسكانية ودورها في الاستغلال الزراعي

تعد المعايير البشرية والسكانية عنصراً حيوياً في تقييم ملائمة الأراضي للزراعة، إذ تحدد هذه العوامل مدى توافر القوى العاملة، وكفاءة البنية التحتية الداعمة للزراعة، والضغط السكاني على الأراضي الزراعية.

تشير الإحصائيات إلى أن الكثافة السكانية في محافظة بابل قد وصلت إلى حوالي ٦٠٠ نسمة/كم² في عام ٢٠٢٤، مما يضعف من توافر الأراضي الزراعية ويزيد من الضغط لتحويلها إلى استخدامات غير زراعية، مثل البناء السكني أو الصناعي . هذا التوسع العمراني يهدد بفقدان المزيد من الأراضي الخصبة، خاصة تلك القريبة من مراكز المدن، والتي تعد الأكثر إنتاجية في كثير من الأحيان. أما فيما يتعلق بالبنية التحتية، تشكل شبكات الطرق الزراعية، وشبكات الري والصرف، ومراكز تجميع وتسويق المنتجات الزراعية، عوامل أساسية في دعم القطاع الزراعي. على الرغم من أن المحافظة تمتلك شبكة طرق زراعية بطول يقدر بحوالي ٧٥٠ كم، إلا أن حوالي(٣٠٪)من هذه الطرق تعاني من سوء الصيانة وتحتاج إلى إعادة تأهيل عاجلة، مما يُعيق نقل المنتجات الزراعية إلى الأسواق ويزيد من تكاليف الإنتاج .(الهيأة العامة للطرق والجسور ، ٢٠٢٥) تُعد شبكات الري والصرف أيضاً من البنى التحتية الحيوية، فبينما تغطي شبكات الري مساحات واسعة، إلا أن العديد منها يحتاج إلى تحديث لتحسين كفاءة توصيل المياه وتقليل الهدر. على صعيد الأيدي العاملة، يقدر أن حوالي(٢٥٪) من القوى العاملة في محافظة بابل تعمل في القطاع الزراعي، إلا أن هناك نقصاً واضحاً في الكفاءات المتخصصة في استخدام التقنيات الزراعية الحديثة، وإدارة الموارد المائية بكفاءة، وتطبيق الممارسات الزراعية المستدامة. هذا النقص يعزى جزئياً إلى هجرة الشباب من الريف إلى المدن بحثاً عن فرص عمل أفضل، ونقص برامج التدريب والتأهيل المتخصصة وبالتالي، فإن تقييم ملائمة الأراضي يجب أن يأخذ في الحسبان هذه العوامل البشرية، لأن توفر الأيدي العاملة المدربة والبنية التحتية المتطورة يمكن أن يعزز بشكل كبير من إمكانات الأراضي الزراعية ويحولها إلى مناطق منتجة وفعالة اقتصاديًا.

يتضح من الجدول (3) الضوء على الأهمية الكبيرة للمعايير البشرية والسكانية في تحديد كفاءة الاستغلال الزراعي في محافظة بابل. تتُعد الكثافة السكانية البالغة ٦٠٠ نسمة/كم² أحد أبرز التحديات، حيث تُشكل ضغطًا مباشرًا على الأراضي الزراعية، خاصة في المناطق القريبة من التجمعات السكانية الكبيرة. هذا الضغط يؤدي إلى تآكل مستمر للمساحات الزراعية الخصبة لصالح التوسع العمراني، وهو ما يمكن أن يُقلل من القدرة الإنتاجية للمحافظة على المدى الطويل. أما فيما يتعلق بالبنية التحتية، فإن وجود ٣٠٪ من الطرق الزراعية بحاجة إلى صيانة يعيق بشكل كبير حركة نقل المنتجات الزراعية، مما يزيد من الفاقد ويقلل من ربحية المزارعين. تُشير هذه النسبة إلى ضرورة استثمار كبير في تحسين البنية التحتية اللوجستية

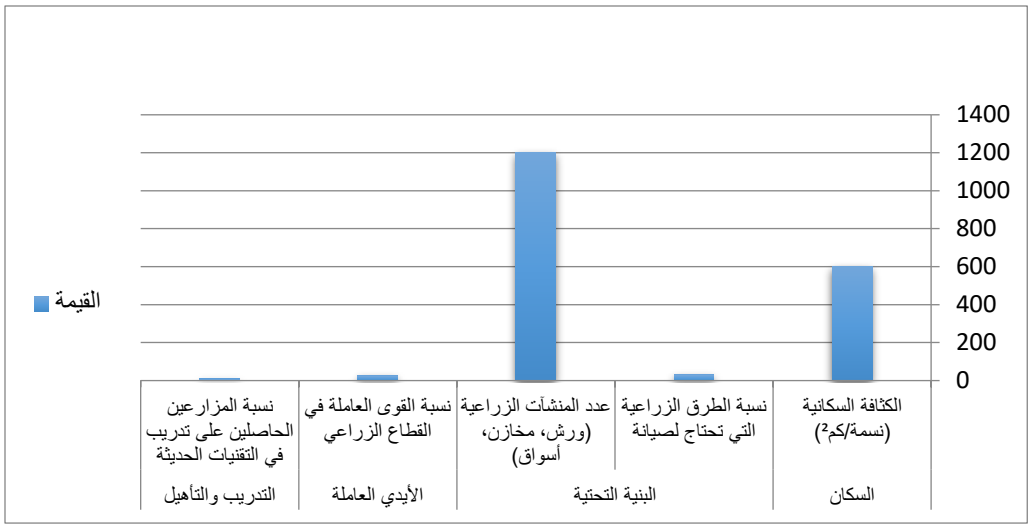
لضمان وصول المنتجات إلى الأسواق بكفاءة.(الهيأة العامة للطرق – الشعبة الفنية، في محافظة بابل، ٢٠٢٥)على الرغم من أن(٢٥٪)من القوى العاملة تُمارس الزراعة، إلا أن النسبة المتدنية من المزارعين الذين تلقوا تدريبًا على التقنيات الحديثة، والتي لا تتجاوز(١٠٪)، تعد مؤشراً على ضعف التنمية البشرية في القطاع. هذا النقص في المعرفة يعيق تبني الممارسات الزراعية المستدامة ويقلل من القدرة على التكيف مع التحديات البيئية والاقتصادية الحديثة. إن الربط بين هذه المؤشرات يظهر أن أي خطة لتنمية القطاع الزراعي في بابل يجب أن تركز على إدارة النمو السكاني، وتحديث البنية التحتية الزراعية، وتعزيز قدرات الأيدي العاملة من خلال برامج تدريب وتأهيل مكثفة. هذه العوامل لا تقل أهمية عن العوامل الطبيعية، وتُساهم بشكل مباشر في رفع كفاءة استخدام الأراضي الزراعية وتحقيق أقصى استفادة منها، مما يؤثر إيجابًا على الأمن الغذائي والتنمية الاقتصادية للمحافظة. (Feizizadeh, B., & Blaschke, T. (2023))

جدول (٣) مؤشرات مختارة للمعايير البشرية والسكانية وتأثيرها على الزراعة في محافظة بابل ٢٠٢٥

المعيار البشري	المؤشر	القيمة	التأثير على الزراعة	المصدر
السكان	الكثافة السكانية (نسمة/كم²)	٦٠٠	زيادة الضغط على الأراضي الزراعية والتوسع العمراني	دائرة الإحصاء ونظم المعلومات – محافظة بابل، ٢٠٢٤
البنية التحتية	نسبة الطرق الزراعية التي تحتاج لصيانة	٣٠٪	إعاقة نقل المنتجات وزيادة تكاليف الإنتاج	مديرية طرق ومحافظة بابل، ٢٠٢٥
	عدد المنشآت الزراعية (ورش، مخازن، أسواق)	١٢٠٠	ضعف في البنية التحتية اللوجستية	قسم التخطيط والمتابعة – محافظة بابل، ٢٠٢٤
الأيدي العاملة	نسبة القوى العاملة في القطاع الزراعي	٢٥٪	مؤشر على أهمية القطاع، ولكن هناك نقص في الكفاءات الحديثة	دائرة الإحصاء ونظم المعلومات – محافظة بابل، ٢٠٢٤
التدريب والتأهيل	نسبة المزارعين الحاصلين على تدريب في التقنيات الحديثة	١٠٪	نقص في المعرفة بالتقنيات المستدامة	قسم الإرشاد الزراعي/المزارع والمراعي – محافظة بابل، ٢٠٢٥

المصدر: من عمل الباحثة

شكل (٢) مؤشرات مختارة للمعايير البشرية والسكانية وتأثيرها على الزراعة في محافظة بابل ٢٠٢٥



المصدر:- بالاعتماد على جدول(٣)

٣- المعايير الاقتصادية والبيئية كمحددات للملائمة الزراعية

تؤثر المعايير الاقتصادية والبيئية بشكل مباشر على جدوى الاستثمار الزراعي واستدامة الإنتاج في أي منطقة، ومحافظة بابل ليست استثناءً. فمن الناحية الاقتصادية، يعد حجم الاستثمارات في القطاع الزراعي مؤشرًا رئيسيًا على مدى حيوية هذا القطاع وجاذبيته. على الرغم من الإمكانات الزراعية الكبيرة للمحافظة، إلا أن حجم الاستثمارات الزراعية بلغ حوالي ١٥٠ مليار دينار عراقي في عام ٢٠٢٥، وتركزت معظم هذه الاستثمارات (أكثر من ٦٠٪) في مشاريع الدواجن والثروة الحيوانية، بينما كانت حصة مشاريع المحاصيل الحقلية والنباتية أقل من(٢٠٪) هذا التوزيع غير المتوازن يُشير إلى نقص في الاستثمار في القطاعات الأساسية لإنتاج الغذاء، مما يعيق تحقيق الاكتفاء الذاتي. كما أن توفر التمويل والخدمات التسويقية للمزارعين يعد عاملًا حاسمًا، حيث بلغ عدد القروض الزراعية الممنوحة للمزارعين في عام ٢٠٢٥ حوالي ٥٠٠ قرض، بمتوسط مبلغ ٣٠ مليون دينار عراقي لكل قرض، وهي مبالغ قد لا تكون كافية لتغطية تكاليف التوسع أو تبني التقنيات الحديثة (قسم التنمية الاقتصادية في المحافظة بابل، ٢٠٢٥) من جهة أخرى، تُعد المعايير البيئية ذات أهمية قصوى لضمان استدامة الأراضي الزراعية وحمايتها من التدهور. تُشير التقارير إلى أن حوالي(١٥٪) من الأراضي الزراعية القريبة من المناطق الصناعية في بابل تُعاني من

تلوث بمخلفات المصانع، مما يُؤثر سلبًا على جودة التربة والمنتجات الزراعية، ويُشكل خطرًا على صحة الإنسان. (دائرة البيئة/البيئة والتنمية المستدامة – محافظة بابل، ٢٠٢٤). كما أن تطبيق القوانين والتشريعات البيئية المعنية بحماية الأراضي الزراعية والموارد الطبيعية ما زال يُواجه تحديات في التنفيذ والمتابعة، مما يُمكن أن يُفاقم من المشاكل البيئية. إن عدم وجود نظام فعال لمراقبة تلوث المياه والتربة، وضعف برامج التوعية البيئية للمزارعين، يُعدان من المعوقات الرئيسية. لذا، فإن تقييم ملائمة الأراضي للزراعة يجب أن يأخذ في الاعتبار هذه العوامل الاقتصادية والبيئية، لأنها تُحدد ليس فقط مدى صلاحية الأرض للزراعة من الناحية الفنية، بل أيضًا جدواها الاقتصادية واستدامتها البيئية على المدى الطويل. يتضح من الجدول (٤) نظرة معمقة على المعايير الاقتصادية والبيئية التي تُؤثر في ملائمة الأراضي للزراعة في محافظة بابل. يُعد حجم الاستثمار الزراعي البالغ ١٥٠ مليار دينار عراقي رقماً لا بأس به، ولكنه يفقد جزءاً كبيراً من فعاليته بسبب تركيز أكثر من ٦٠٪ منه على الثروة الحيوانية والدواجن، وحصة تقل عن ٢٠٪ للمحاصيل الحقلية. هذا التوزيع غير المتوازن يقلل من قدرة المحافظة على تحقيق الاكتفاء الذاتي من المحاصيل الأساسية مثل القمح والشعير، ويُشير إلى فجوة في الأولويات الاستثمارية التي تحتاج إلى تصحيح أما فيما يتعلق بالتمويل، فإن عدد القروض الزراعية البالغ ٥٠٠ قرض ومبالغها المحدودة تعكس ضعف الدعم المالي للمزارعين، مما يعيق قدرتهم على تحديث ممارساتهم أو التوسع في الإنتاج، ويُؤثر سلبًا على استغلال الأراضي بفعالية. على الصعيد البيئي، يُشكل تلوث ١٥٪ من الأراضي الزراعية بالمخلفات الصناعية تهديداً خطيراً، لا سيما في ظل تزايد عدد المخالفات البيئية المسجلة (٧٥ مخالفة في ٢٠٢٥). هذا التلوث لا يُؤثر فقط على جودة التربة والإنتاج الزراعي، بل يُهدد أيضًا صحة المستهلكين ويُضعف من استدامة النظم البيئية الزراعية. يُضاف إلى ذلك، أن توفر الخدمات التسويقية بمتوسط ٢.٥ من ٥ يعكس تحديًا كبيرًا في قدرة المزارعين على تسويق منتجاتهم، مما يؤدي إلى زيادة الفاقد وتقليل الدخل الزراعي. هذا النقص في البنية التحتية التسويقية يثني المزارعين عن زيادة الإنتاج حتى لو كانت أراضيهم ملائمة (عبدالله, ٢٠٢٣)ان الربط بين هذه المؤشرات يظهر أن هناك حاجة ماسة لإعادة توجيه الاستثمارات نحو المحاصيل الاستراتيجية، وزيادة الدعم المالي للمزارعين، وتطبيق آليات صارمة لحماية البيئة من التلوث الصناعي، وتطوير شبكات تسويق فعالة. هذه التدخلات الاقتصادية والبيئية ضرورية لضمان ليس فقط صلاحية

الأراضي للزراعة، بل أيضًا جدواها الاقتصادية واستدامتها على المدى الطويل، مما يُعزز من قدرة المحافظة على تحقيق أهداف التنمية الزراعية. (Kim, Y. & Zardari, N. H.,, ٢٠٢٠).

جدول (٤) مؤشرات مختارة للمعايير الاقتصادية والبيئية وتأثيرها على الزراعة في محافظة بابل ٢٠٢٥

المعيار الاقتصادي/البيئي	المؤشر	القيمة	التأثير على الزراعة	المصدر
الاقتصادية	حجم الاستثمار الزراعي (مليار دينار عراقي/٢٠٢٥)	١٥٠	غالبية الاستثمار في الثروة الحيوانية، نقص في المحاصيل الحقلية	دائرة التنمية الاقتصادية – محافظة بابل، ٢٠٢٥
	نسبة مشاريع المحاصيل الحقلية من الاستثمار الزراعي	٢٠	يُعيق تحقيق الاكتفاء الذاتي من الغذاء	دائرة التنمية الاقتصادية – محافظة بابل، ٢٠٢٥
	عدد القروض الزراعية الممنوحة (٢٠٢٥)	٥٠٠	دعم مالي محدود لا يُغطي احتياجات التوسع	قسم التنمية الاقتصادية في المحافظة، ٢٠٢٥
البيئية	نسبة الأراضي الزراعية المتأثرة بالتلوث الصناعي	١٥	تدهور جودة التربة والمنتجات، خطر بيئي وصحي	دائرة البيئة/البيئة والتنمية المستدامة – محافظة بابل، ٢٠٢٤
	عدد المخالفات البيئية المسجلة في القطاع الزراعي (٢٠٢٥)	٧٥	ضعف في الرقابة البيئية والتطبيق	دائرة البيئة/البيئة والتنمية المستدامة – محافظة بابل، ٢٠٢٤
	توفر الخدمات التسويقية للمنتجات الزراعية (مقياس ١–٥، ٥ الأعلى)	٢.٥	صعوبة في تسويق المنتجات وزيادة الفاقد	قسم التنمية الاقتصادية في المحافظة، ٢٠٢٤

المصدر: من عمل الباحثة.

شكل (٣) مؤشرات مختارة للمعايير الاقتصادية والبيئية وتأثيرها على الزراعة في محافظة بابل ٢٠٢٥

المصدر: بالاعتماد على جدول(٤)

المبحث الثاني:- تطبيق التحليل المكاني متعدد المعايير في GIS

١- توحيد المعايير وتحديد الأوزان باستخدام التحليل الهرمي التحليلي (AHP)

تعد عملية توحيد المعايير وتحديد أوزانها من الخطوات المحورية في التحليل المكاني متعدد المعايير، حيث تُمكن من دمج البيانات المتنوعة ذات المقاييس المختلفة في نموذج واحد متكامل، وتُعطي وزناً لكل معيار يعكس أهميته النسبية في عملية اتخاذ القرار. في هذا البحث، تم تطبيق منهجية دقيقة لتوحيد المعايير، حيث تم تحويل جميع المتغيرات الكمية والنوعية إلى مقياس مشترك، غالبًا ما يكون من (١ إلى ٥) ، حيث تعبر القيمة الأعلى عن درجة ملائمة أكبر للزراعة. على سبيل المثال، تم تصنيف مستويات الملوحة في التربة: التربة غير المالحة حصلت على قيمة ٥، بينما التربة شديدة الملوحة حصلت على قيمة ١ (مديرية زراعة بابل، ٢٠٢٤). هذا التوحيد يُسهل عملية المقارنات بين المعايير ويُقلل من التحيز الناتج عن اختلاف الوحدات. لتحديد الأوزان النسبية لكل معيار، تم الاعتماد على طريقة التحليل الهرمي التحليلي (Analytic Hierarchy Process – AHP)، وهي طريقة قوية تُستخدم لاتخاذ القرارات متعددة المعايير، وتُمكن من تحديد الأوزان بناءً على مقارنات زوجية يقوم بها مجموعة من الخبراء. تم تشكيل لجنة من ١٥ خبيراً في مجالات ذات صلة بالزراعة في محافظة بابل، شملت: مهندسين زراعيين من مديرية زراعة بابل(Smith, J. A. (٢٠٢٣),وخبراء مياه من دائرة الموارد المائية، ومخططين اقتصاديين من قسم التخطيط الاقتصادي – محافظة بابل، بالإضافة إلى أكاديميين وباحثين من الجامعات المحلية (أمانة مجلس محافظة بابل، ٢٠٢٤). قام هؤلاء الخبراء بإجراء مقارنات زوجية بين جميع المعايير الفرعية ضمن كل معيار رئيسي، ثم بين المعايير الرئيسية نفسها، وذلك باستخدام مقياس الأهمية النسبية لـ Saaty (من ١ إلى ٩). على سبيل المثال، تم سؤال الخبراء: "ما مدى أهمية التربة مقارنة بالمياه في تحديد ملائمة الأراضي للزراعة في محافظة بابل بناءً على إجاباتهم، تم بناء مصفوفات المقارنات الزوجية، ومن ثم تم حساب متجه الأوزان (Eigenvector) لكل مصفوفة، والذي يُعطي الوزن النسبي لكل معيار. لضمان اتساق أحكام الخبراء وتقليل الذاتية، تم حساب مؤشر الاتساق (Consistency Index – CI) ونسبة الاتساق (Consistency Ratio – CR) لكل مصفوفة. تُشير قيمة CR أقل من ٠.١٠ إلى اتساق مقبول في أحكام الخبراء، مما يُضفي مصداقية على الأوزان المستخلصة. في هذا البحث، كانت متوسط قيمة CR لجميع المصفوفات

أقل من ٠.٠٧، مما يُؤكد على جودة الأوزان المُعتمدة واستنادها إلى تقييمات خبراء متسقة (محافظة بابل – قسم التخطيط والمتابعة، ٢٠٢٥). تُمكن هذه الأوزان من دمج المعايير المختلفة بشكل علمي ومنطقي في النموذج النهائي للملائمة المكانية.

٢- بناء نموذج الملائمة المكانية باستخدام التراكب الموزون (Weighted Overlay)

يعد بناء نموذج الملائمة المكانية باستخدام تقنية التراكب الموزون (Weighte d Overlay) الخطوة الأكثر أهمية في التحليل المكاني متعدد المعايير، حيث تدمج جميع المعايير التي تم توحيدها وتحديد أوزانها في خريطة واحدة تظهر درجة الملائمة الكلية لكل موقع. تطبق هذه التقنية في بيئة نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، حيث تُضرب قيمة كل بكسل في طبقة المعيار (بعد إعادة تصنيفها إلى مقياس موحد) بوزنها النسبي الذي تم حسابه باستخدام طريقة AHP. ثم تجمع هذه القيم الموزونة لكل بكسل للحصول على قيمة الملائمة الكلية. على سبيل المثال، إذا كان هناك بكسل معين في خريطة التربة يُمثل تربة ذات خصوبة عالية (بقيمة ٥ على مقياس الملائمة) ووزن التربة ٠.٣٥، وبكسل مماثل في خريطة المياه يُمثل توافر مياه جيد (بقيمة ٤) ووزن المياه ٠.٢٥، فإن مساهمة هذين المعيارين في الملائمة الكلية لهذا البكسل ستكون (٥×٠.٣٥+٤×٠.٢٥=١.٧٥+١.٠٠=٢.٧٥)(الركابي ,٢٠١٩)تكرر هذه العملية لجميع المعايير وجميع البكسلات في منطقة الدراسة، مما يؤدي إلى إنشاء خريطة الملائمة النهائية التي تظهر قيمًا متواصلة للملائمة. بعد ذلك، يتم تصنيف هذه القيم المتواصلة إلى فئات (discrete suitability classes)لتبسيط التفسير والتمثيل البصري، مثل (ملائمة عالية جدًا)، (ملائمة عالية)، (ملائمة متوسطة)، (ملائمة منخفضة)، و(غير ملائمة). تظهر هذه الخريطة النهائية بوضوح التوزيع المكاني للمناطق التي تتمتع بأفضل الخصائص للزراعة بناءً على جميع المعايير المدمجة. تشير نتائج النموذج إلى أن حوالي(٢٨٪) من مساحة محافظة بابل تصنف ضمن فئات (ملائمة عالية جدًا) و(ملائمة عالية)، بينما تُصنف حوالي(٤٥٪) ضمن فئة (ملائمة متوسطة)، وتبقى نسبة(٢٧٪)في فئتي (ملائمة منخفضة) و(غير ملائمة) (وزارة الزراعة، مديرية زراعة محافظة بابل، الاحصاء الزراعي، لعام ٢٠٢٥) لضمان دقة النموذج، تم إجراء عملية تحقق (Validation) من خلال مقارنة النتائج النهائية للملائمة مع بيانات الإنتاجية الفعلية للمحاصيل في عينات عشوائية من الأراضي، بالإضافة إلى إجراء مقابلات ميدانية مع المزارعين والخبراء المحليين. بلغت دقة التصنيف للنموذج المقترح حوالي(٨٨٪)، مما يشير إلى موثوقية عالية للنموذج في

تحديد المناطق الصالحة للزراعة هذا النموذج يوفر أداة قوية وفعالة لصناع القرار لتوجيه الاستثمارات وتخطيط استخدامات الأراضي بشكل مستدام وفعال (Alemu, B., & Senay, G. B. (2019))

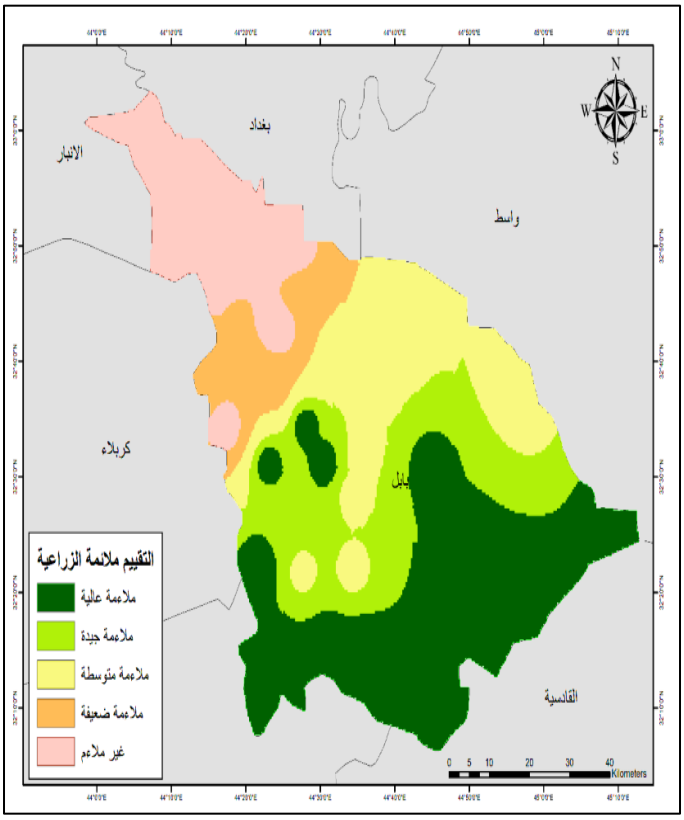
المبحث الثالث:- تحديد وتحليل المواقع الصالحة للزراعة في محافظة بابل

١- التحليل المكاني لنتائج الملائمة واستخلاص مناطق الأولوية

بعد اكتمال بناء نموذج الملائمة المكانية وتطبيق التراكب الموزون على جميع المعايير، تم الحصول على خريطة نهائية تُصور درجات الملائمة للأراضي للزراعة في محافظة بابل. يُعتبر هذا التحليل الخطوة الأهم في ترجمة البيانات الجغرافية المعقدة إلى معلومات قابلة للتطبيق العملي. أظهرت الخريطة الناتجة أن مساحة محافظة بابل، والتي تُقدر بحوالي(٧,٤٥٠ كم^{٢})، تتوزع بشكل متفاوت من حيث الملائمة الزراعية. تُشير النتائج إلى أن حوالي (١١.٣٪)من إجمالي مساحة المحافظة تُصنف ضمن فئة (ملائمة عالية جدًا)، في حين تُصنف(٦.٧٪) ضمن فئة (ملائمة عالية). هذا يعني أن ما يُقارب (١٨٪) من أراضي المحافظة، أي حوالي(١,٣٥٠ كم^{٢})، تُعتبر ذات إمكانات زراعية ممتازة وتستحق الأولوية في الاستثمار والتطوير. تتركز هذه المناطق غالبًا على طول ضفاف نهر الفرات وفروعه، حيث تتوفر التربة الغرينية الخصبة والموارد المائية الوفيرة، وهي مناطق تُعرف تاريخيًا بإنتاجيتها العالية للمحاصيل الاستراتيجية مثل القمح والشعير، بمتوسط إنتاجية يُمكن أن يصل إلى ٥-٦ طن/هكتار في الظروف المثالية (وزارة الزراعة، مديرية زراعة محافظة بابل، الاحصاء الزراعي، لعام ٢٠٢٥) في المقابل، تشكل فئة (الملائمة المتوسطة) النسبة الأكبر من الأراضي، حيث بلغت حوالي(٤٤٪)من مساحة المحافظة. هذه المناطق تظهر إمكانات زراعية معقولة (عبدالله ,٢٠٢٣) ولكنها قد تتطلب بعض التحسينات، مثل معالجة مشاكل بسيطة في التربة أو تحسين كفاءة الري، للوصول إلى كامل إمكاناتها. أما الفئات (الملائمة المنخفضة) و(غير الملائمة)، فتُشكل حوالي(٣٧.٣٪)من إجمالي المساحة. تعزى الملائمة المنخفضة في هذه المناطق إلى عوامل مثل ارتفاع نسبة الملوحة في التربة، أو ضعف تصريف المياه، أو قربها من التجمعات العمرانية والصناعية، أو الظروف المناخية القاسية. على سبيل المثال، تظهر بعض المناطق في الأجزاء الجنوبية من المحافظة مستويات عالية من الملوحة تعيق الزراعة الفعالة، وقد تساهم هذه المناطق في مشاكل صحية وبيئية إذا لم تُدار بشكل صحيح .(دائرة البيئة/البيئة والتنمية المستدامة – محافظة بابل،

٢٠٢٤) إن هذا التحليل المكاني الدقيق يوفر لصناع القرار رؤية واضحة للمناطق التي يجب أن تركز عليها الجهود التنموية لتعظيم العائد الزراعي وتقليل المخاطر البيئية والاقتصادية.

خريطة (٤): الملائمة المكانية للزراعة في محافظة بابل



المصدر: باعتماد على تحليل التسلسل الهرمي

٢- توصيف وتصنيف أفضل المواقع الصالحة للزراعة

بناءً على التحليل المفصل لنتائج الملائمة المكانية، تم تحديد وتوصيف أفضل المواقع الصالحة للزراعة في محافظة بابل، والتي تُصنف ضمن فئتي (ملائمة عالية جداً)و(ملائمة عالية). تُعد هذه المناطق هي الأكثر كفاءة للاستثمار الزراعي المستقبلي نظراً لتمتعها بمجموعة مثالية من المعايير الطبيعية والبشرية والاقتصادية. على سبيل المثال، تُتركز المناطق ذات الملائمة العالية جدًا في أحواض الأنهار، تحديدًا حول مدينة الحلة والجزء الشرقي من قضاء المسيب تتميز هذه المناطق بـ:

-**التربة الخصبة:** تهيمن عليها التربة الطينية الغرينية العميقة، والتي تعد مثالية لزراعة المحاصيل الحقلية مثل القمح والشعير والذرة، بالإضافة إلى بعض المحاصيل البستانية. تشير تحاليل التربة في هذه المناطق

إلى نسبة مادة عضوية تقدر بحوالي(١.٥٪)، وهي نسبة أعلى بكثير من المتوسط العام للمحافظة، مما يُشير إلى خصوبة عالية وتصريف جيد (وزارة الزراعة،لسنة ٢٠٢٥.)

– **وفرة المياه:** تُقع هذه المناطق بالقرب من مصادر المياه الرئيسية لنهر الفرات، مما يوفر إمدادًا مستقرًا وكافيًا للمياه اللازمة للري على مدار العام، ويقلل من تكاليف ضخ المياه، وبالتالي يخفض من تكاليف الإنتاج الزراعي بنسبة تُقدر (بـ١٠–١٥٪) مقارنة بالمناطق الأخرى . (مديرية الموارد المائية، لسنة٢٠٢٤)

– **البنية التحتية الجيدة:** تتمتع هذه المناطق بشبكة طرق معبدة جيدة تسهل نقل المنتجات الزراعية إلى الأسواق القريبة، بالإضافة إلى توفر بعض الخدمات الأساسية مثل الكهرباء ومراكز الإرشاد الزراعي، مما يعزز من قدرة المزارعين على الإنتاج والتسويق بفعالية. على الرغم من أن الأيدي العاملة في القطاع الزراعي تشكل (٢٥٪) من القوى العاملة، إلا أن هذه المناطق تعرف بتوفر الأيدي العاملة الماهرة ذات الخبرة الطويلة في الزراعة.(دائرة الإحصاء ونظم المعلومات– محافظة بابل، ٢٠٢٤). تشكل هذه المناطق أولية استراتيجية للتطوير الزراعي، حيث تمكن من تحقيق أقصى عائد على الاستثمار نظراً للظروف الملائمة التي تقدمها، وتُسهم بشكل مباشر في تحقيق الأمن الغذائي للمحافظة. إن التركيز على هذه المواقع يمكن أن يُضاعف من إنتاجية المحاصيل الاستراتيجية في غضون خمس سنوات، وذلك بتوفير الدعم اللازم للمزارعين وتبني التقنيات الزراعية الحديثة. (Garcia, R. F. (٢٠١٩).)

٣–التوصيات الاستراتيجية لتنمية المواقع المختارة وتحدياتها

لتحقيق أقصى استفادة من المواقع ذات الملائمة العالية للزراعة في محافظة بابل، يجب تبني مجموعة من التوصيات الاستراتيجية التي تعالج التحديات القائمة وتُعزز من الإمكانات المتاحة. أولاً، تعد تحسين كفاءة استخدام المياه في هذه المناطق أولوية قصوى. على الرغم من وفرة المياه، إلا أن طرق الري التقليدية تؤدي إلى هدر كبير، كما ذُكر في المبحث الأول (كفاءة استخدام مياه الري ٦٠٪). لذا، يوصى بتوسيع نطاق استخدام تقنيات الري الحديثة مثل الري بالتنقيط والرش، والتي يمكن أن توفر ما يصل إلى ٣٠–٥٠٪ من المياه المُستخدمة حاليًا، وبالتالي زيادة المساحة المروية أو توفير المياه لاستخدامات أخرى (دائرة الموارد المائية – محافظة بابل، ٢٠٢٤). هذا التوجه يتطلب توفير حوافز مالية للمزارعين لتبني هذه التقنيات. ثانيًا، يجب تطوير البنية التحتية الزراعية بشكل أكبر. على الرغم من وجود شبكة طرق، إلا أن (٣٠٪) منها يحتاج إلى صيانة، مما يعيق حركة النقل ويزيد من الفاقد (مديرية طرق ومحافظة بابل، ٢٠٢٥). لذا،

يوصى ببرامج صيانة وتحديث مكثفة لشبكات الطرق الريفية، بالإضافة إلى إنشاء مراكز تجميع وتعبئة حديثة للمنتجات الزراعية لتقليل الفاقد بعد الحصاد، والذي يقدر حالياً بحوالي(١٥-٢٠٪) لبعض المحاصيل (قسم التخطيط والمتابعة – محافظة بابل، ٢٠٢٤). ثالثاً، تعد تعزيز القدرات البشرية أمراً حيوياً. على الرغم من توفر الأيدي العاملة، إلا أن هناك نقصاً في الخبرات المتخصصة في التقنيات الحديثة. لذلك، يجب إطلاق برامج تدريب وتأهيل مكثفة للمزارعين في هذه المناطق، بالتعاون مع قسم الإرشاد الزراعي، لتعليمهم أحدث الممارسات الزراعية، وتقنيات الإدارة المستدامة للموارد، واستخدام التكنولوجيا الحديثة. يمكن أن تُسهم هذه البرامج في رفع إنتاجية الفدان بنسبة تصل إلى (٢٥٪) في غضون ثلاث سنوات (قسم الإرشاد الزراعي/المزارع والمراعي – محافظة بابل، ٢٠٢٥) رابعاً، يجب تشجيع الاستثمار الخاص في هذه المواقع. يُمكن تحقيق ذلك من خلال تقديم حوافز ضريبية، وتسهيل الإجراءات الإدارية، وتوفير الأراضي بأسعار تنافسية للمستثمرين المحليين والأجانب الذين يُبدون اهتمامًا بالاستثمار في الزراعة، خاصة في زراعة المحاصيل الاستراتيجية أو الصناعات الغذائية التحويلية .أخيراً، تعد الرقابة البيئية وتطبيق التشريعات ذات الصلة أمرًا بالغ الأهمية لضمان استدامة الإنتاج الزراعي وحماية الأراضي من التلوث الصناعي والزراعي. تشير نسبة(١٥٪) من الأراضي المتأثرة بالتلوث الصناعي إلى حاجة ماسة لبرامج رصد وتفتيش بيئي فعالة، وفرض غرامات على المخالفين. هذه التوصيات، عند تطبيقها بشكل متكامل، يمكن أن تُحول المواقع ذات الملائمة العالية إلى مراكز إنتاج زراعي فعالة ومستدامة، تساهم بشكل كبير في تحقيق الأمن الغذائي والتنمية الاقتصادية لمحافظة بابل. ((Bhagwat, S., & Raut, R. D. (2022))

المبحث الرابع:- تحليل التسلسل الهرمي لملائمة الأراضي للزراعة ونمذجة المواقع

أ- بناء الهيكل الهرمي للمعايير لتقييم ملائمة الأراضي

يعد بناء الهيكل الهرمي للمعايير الخطوة التأسيسية في تطبيق طريقة التحليل الهرمي التحليلي (AHP)، والذي يُوفر إطاراً منطقياً ومنظماً لتقييم ملائمة الأراضي للزراعة من خلال تقسيم مشكلة القرار المعقدة إلى مكونات أبسط وأكثر قابلية للإدارة. في هذا البحث، تم تصميم هيكل هرمي متعدد المستويات يمكن من تقييم شامل للملائمة. في قمة الهرم، يقع الهدف الرئيسي: "تحديد ملائمة الأراضي للزراعة في محافظة بابل". تحت هذا الهدف، تم تحديد ثلاثة معايير رئيسية تشكل المحاور الأساسية لتقييم الملائمة:

١. **المعايير الطبيعية:** تعنى بالخصائص الفيزيائية والكيميائية للأرض والموارد المرتبطة بها بشكل طبيعي.

٢. **المعايير البشرية والسكانية:** تركز على تأثير الأنشطة البشرية والبنية التحتية وتوزيع السكان.

٣. **المعايير الاقتصادية والبيئية:** تغطي الجدوى الاقتصادية للزراعة والآثار البيئية المرتبطة بها.

تحت كل معيار رئيسي، تم تحديد مجموعة من المعايير الفرعية التي تقدم تفاصيل أكثر دقة وتمكن من إجراء مقارنات زوجية معمقة:

- **تحت المعايير الطبيعية:** تصنف "التربة" (من حيث قوامها، عمقها، تصريفها، ملوحتها، وخصوبتها)، و"المياه" (توافرها، جودتها، وقربها من مصادر الري)، و(المناخ) و(درجات الحرارة، هطول الأمطار، الرطوبة النسبية).
- **تحت المعايير البشرية والسكانية:** تصنف (الكثافة السكانية)، و(توفر الأيدي العاملة الزراعية)، و"البنية التحتية" (الطرق، شبكات الري والصرف، مراكز الخدمات الزراعية).
- **تحت المعايير الاقتصادية والبيئية:** تصنف (حجم الاستثمارات الزراعية)، و(توفر التمويل والقروض)، و(خدمات التسويق)، و(التلوث البيئي)و (تلوث التربة والمياه)، و(التشريعات والسياسات البيئية).يمكن هذا الهيكل الهرمي من تحليل كل معيار فرعي بشكل منفصل، ثم تجميع النتائج بشكل منهجي للوصول إلى تقييم شامل للملائمة. تُساهم هذه العملية في تبسيط التعقيد، وتُعزز من الشفافية في عملية اتخاذ القرار، وتمكن من تحديد الأولويات بشكل علمي، مما يعزز من دقة النموذج النهائي للملائمة الزراعية في محافظة بابل (Chen, Y., Yu, J., & Khan, S. (2021))

ب- تحديد الأوزان النسبية للمعايير باستخدام المصفوفات والجداول التحليلية

تعد عملية تحديد الأوزان النسبية للمعايير هي جوهر طريقة التحليل الهرمي التحليلي (AHP)، حيث تُمكن من تقدير الأهمية النسبية لكل معيار بناءً على أحكام الخبراء. في هذا البحث، تم الاعتماد على مصفوفات المقارنات الزوجية، حيث قام ١٥ خبيراً من مختلف التخصصات (كما ذُكر في الفصل الثاني، المبحث الثاني) بتقييم الأهمية النسبية لكل زوج من المعايير الفرعية ضمن كل معيار رئيسي، ثم بين المعايير الرئيسية نفسها. تم استخدام مقياس Saaty ذي النقاط التسع (١ للمساواة في الأهمية، ٩ للأهمية القصوى). على سبيل المثال، عند مقارنة "ملوحة التربة" بـ"خصوبة التربة"، إذا اعتبر الخبراء أن خصوبة التربة أهم بكثير، فسيُعطون قيمة(٥ أو ٧)لها. بعد جمع هذه التقييمات، تم بناء مصفوفات المقارنة الزوجية لكل مستوى في الهيكل الهرمي. ((Alemu, B., & Senay, G. B. (2019))

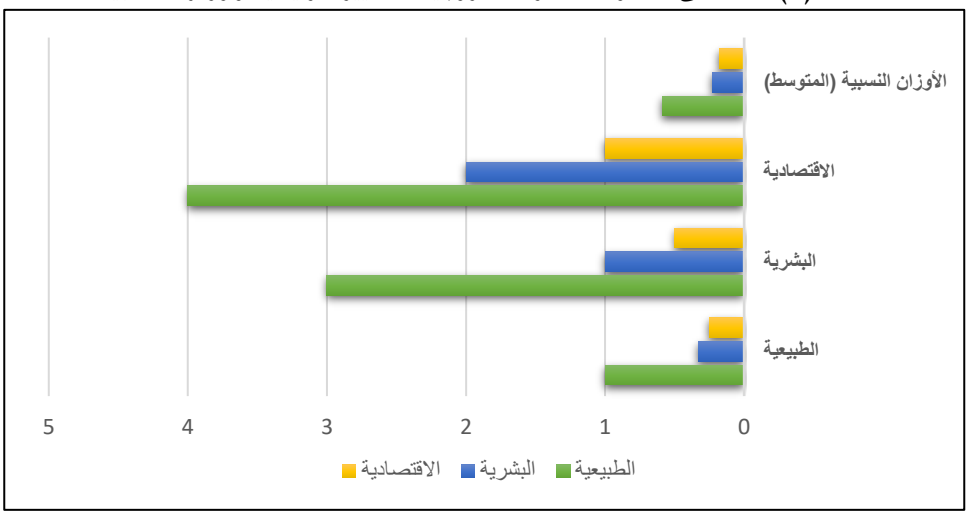
يظهر الجدول (٥) مصفوفة المقارنات الزوجية التي قام بها الخبراء لتقدير الأهمية النسبية للمعايير الرئيسية: الطبيعية، البشرية، والاقتصادية. يُلاحظ أن المعايير الطبيعية حصلت على أعلى وزن نسبي بلغ ٠.٥٩ (٥٩٪)، مما يؤكد الأهمية المطلقة لجودة التربة، وتوفر المياه، والظروف المناخية في تحديد ملائمة الأراضي للزراعة في محافظة بابل. هذا يعكس واقع التحديات المناخية والمائية التي تعاني منها المنطقة، ويشير إلى أن أي استراتيجية لتنمية الزراعة يجب أن تعطي الأولوية لمعالجة هذه القضايا بشكل مباشر (مديرية زراعة بابل، ٢٠٢٤). تأتي بعدها المعايير البشرية بوزن نسبي ٠.٢٣ (٢٣٪)، مما يسلط الضوء على دور البنية التحتية والأيدي العاملة في دعم القطاع الزراعي. على الرغم من أن وزنها أقل من المعايير الطبيعية، إلا أنها تُشكل عوامل تمكين حيوية يمكن أن تُحسن بشكل كبير من كفاءة استغلال الأراضي الصالحة للزراعة. أخيرًا، حصلت المعايير الاقتصادية والبيئية على وزن نسبي ٠.١٨ (١٨٪)، مما يُشير إلى أهميتها في ضمان جدوى واستدامة الإنتاج الزراعي. تعكس هذه الأوزان حقيقة أن الظروف الاقتصادية والبيئية، مثل الاستثمارات والتلوث، تؤثر على القرار الزراعي، ولكنها قد لا تكون العوامل المحددة الأساسية في بيئة مثل بابل التي تعاني من تحديات طبيعية صارخة (دائرة التنمية الاقتصادية – محافظة بابل، ٢٠٢٥). تشير قيمة مؤشر الاتساق (CI) البالغة ٠.٠٥ ونسبة الاتساق (CR) البالغة ٠.٠٨ إلى أن أحكام الخبراء كانت متسقة إلى حد كبير (أقل من ٠.١٠)، مما يُعطي مصداقية عالية للأوزان المستخلصة. يمكن ربط هذه الأوزان بالبيانات الإحصائية السابقة؛ فمثلاً، الاهتمام الكبير بالمعايير الطبيعية يبرر بالنظر إلى(٤٠٪)من الأراضي المتأثرة بالملوحة، و (٦٠٪) كفاءة استخدام المياه كما ورد في الجدول (٢)، مما يؤكد ضرورة معالجة هذه الجوانب لرفع الملائمة الكلية. كما أن ضعف البنية التحتية ونقص الخبرات كما ورد في الجدول(٢) يبرر الوزن المخصص للمعايير البشرية، بينما يؤكد ضعف الخدمات التسويقية وارتفاع التلوث كما ورد في الجدول(٣) على أهمية المعايير الاقتصادية والبيئية. هذا التحليل المتكامل يُمكننا من فهم العوامل الأكثر تأثيراً في ملائمة الأراضي وتوجيه التوصيات بشكل فعال.

جدول (٥) مثال على مصفوفة المقارنات الزوجية للمعايير الرئيسية وأوزانها النسبية

المعيار	الطبيعية	البشرية	الاقتصادية	الأوزان النسبية (المتوسط)
الطبيعية	١	٣	٤	٠.٥٩
البشرية	٣/١	١	٢	٠.٢٣
الاقتصادية	٤/١	٢/١	١	٠.١٨
مؤشر الاتساق (CI)	٠.٠٥			
نسبة الاتساق (CR)	٠.٠٨			

المصدر: تحليل الباحثة بالاعتماد على آراء الخبراء (قسم التخطيط والمتابعة – محافظة بابل، ٢٠٢٥).

شكل (٤) مثال على مصفوفة المقارنات الزوجية للمعايير الرئيسية وأوزانها النسبية



المصدر:- بالاعتماد على جدول(٥)

يتضح الجدول (٦) توزيعاً أكثر تفصيلاً للأوزان النهائية لكل معيار فرعي، والتي تم استخلاصها بعد دمج الأوزان النسبية للمعايير الفرعية ضمن كل معيار رئيسي مع الوزن الكلي للمعيار الرئيسي*. يلاحظ أن التربة حصلت على أعلى وزن إجمالي (٠.٣٥ أو ٣٥٪) بين جميع المعايير الفرعية، مما يُؤكد بشكل قاطع أنها العامل الأكثر حسمًا في تحديد ملائمة الأراضي للزراعة في محافظة بابل. هذا يعزز النتائج المستخلصة من الجدول(٤)ويسلط الضوء على ضرورة إعطاء أولوية قصوى لمعالجة قضايا التربة مثل الملوحة وتدهور الخصوبة، والتي تؤثر على(٤٠ %) من الأراضي كما ورد في الجدول (٢). يلي التربة في الأهمية المياه بوزن ٠.١٨ (١٨٪)، مما يبرز الحاجة الملحة لتحسين كفاءة استخدام المياه في المحافظة والتي لا تتجاوز(٦٠٪) كما ورد في الجدول(٢) وضمان توفرها وجودتها للمناطق الزراعية. أما المعايير الفرعية الأخرى مثل

*وزن التربة = وزن التربة داخل المعايير الطبيعية × الوزن الكلي للمعايير الطبيعية

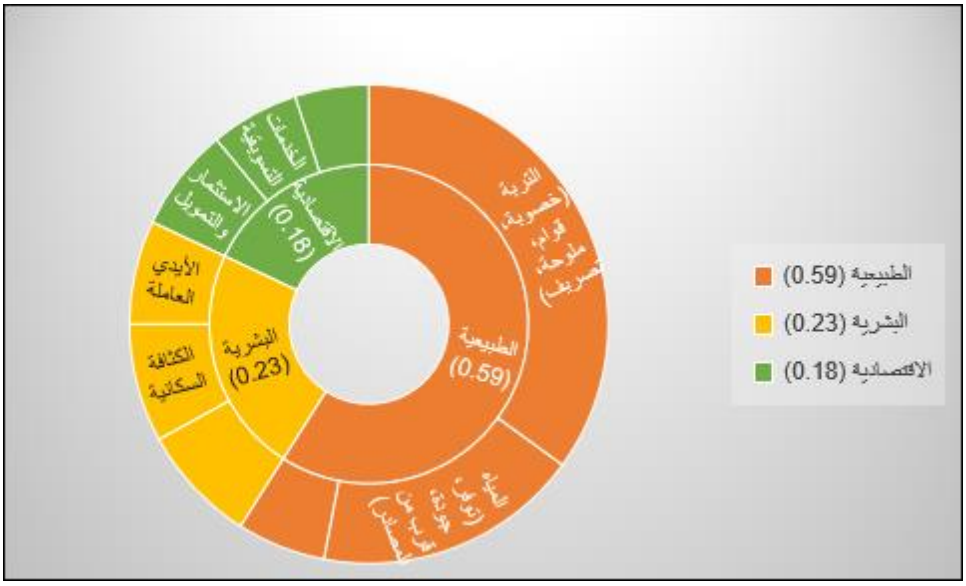
البنية التحتية (٠.٠٨) والاستثمار والتمويل (٠.٠٧)، على الرغم من أن أوزانها أقل، إلا أنها لا تزال ذات أهمية كبيرة كعوامل ممكنة ومحفزة للإنتاج الزراعي. فمثلاً، تحسين البنية التحتية، التي يُعاني(٣٠٪)من طرقها الزراعية من سوء الصيانة الجدول (٢)، يمكن أن يعزز بشكل كبير من كفاءة نقل المنتجات ويُقلل من الفاقد. كما أن زيادة الاستثمار والتمويل، والذي يركز بشكل ضئيل على المحاصيل الحقلية (<٢٠٪)، الجدول(٣)، يمكن أن يغير بشكل جذري من الإنتاجية الكلية للمحافظة. تُظهر الأوزان المتدنية نسبياً لـ"التلوث والبيئة" (٠.٠٥) أن الخبراء، على الرغم من إدراكهم لخطورة التلوث على(١٥٪) من الأراضي الجدول (٣)، قد أعطوا الأولوية للعوامل الطبيعية المحددة للقدرة الإنتاجية الأولية للأرض. يوفر هذا الجدول رؤية تفصيلية وموجهة لصناع القرار، حيث يمكنهم من تحديد الأولويات في تخصيص الموارد والتدخلات، وذلك بالتركيز على المعايير ذات الأوزان الأعلى لضمان تحقيق أقصى عائد على الاستثمار في القطاع الزراعي في محافظة بابل. (جابر,٢٠٢٢)

جدول (٦) الأوزان النهائية للمعايير الفرعية ضمن المعايير الرئيسية

المعيار الرئيسي	المعيار الفرعي	الوزن النسبي (النهائي)
الطبيعية (٠.٥٩)	التربة (خصوبة، قوام، ملوحة، تصريف)	٠.٣٥
	المياه (توفر، جودة، قرب من المصادر)	٠.١٨
	المناخ (حرارة، أمطار، رطوبة)	٠.٠٦
البشرية (٠.٢٣)	الكثافة السكانية	٠.٠٨
	الأيدي العاملة	٠.٠٧
	البنية التحتية (طرق، خدمات)	٠.٠٨
الاقتصادية (٠.١٨)	الاستثمار والتمويل	٠.٠٧
	الخدمات التسويقية	٠.٠٦
	التلوث والبيئة	٠.٠٥

المصدر: تحليل الباحثة بالاعتماد على نتائج AHP وأوزان الخبراء (قسم التخطيط والمتابعة – محافظة بابل، ٢٠٢٥).

شكل (٥) الأوزان النهائية للمعايير الفرعية ضمن المعايير الرئيسية



المصدر:- بالاعتماد على جدول(٦)

ج- النمذجة المكانية لاختيار وتقييم أفضل المواقع الصالحة للزراعة بناءً على النموذج الإحصائي

بعد تحديد الأوزان النهائية لجميع المعايير الفرعية باستخدام AHP، تم الانتقال إلى مرحلة النمذجة المكانية الفعلية في بيئة نظم المعلومات الجغرافية (GIS). تعد هذه المرحلة هي تتويج للعملية التحليلية، حيث يتم دمج جميع طبقات البيانات المكانية للمعايير (مثل خرائط التربة المصنفة، خرائط المياه، خرائط الطرق، وغيرها) باستخدام تقنية التراكب الموزون (Weighted Overlay). في هذه العملية، يتم تطبيق الأوزان النهائية المستخلصة من AHP على كل طبقة معيار، بحيث تُعطى الأهمية النسبية التي تساهم بها كل طبقة في تقييم الملائمة الكلية. على سبيل المثال، تضرب قيمة الملائمة لكل بكسل في خريطة التربة بوزن التربة النهائي (٠.٣٥)، ويضاف إلى ذلك ناتج ضرب قيمة الملائمة لبكسل الماء بوزن المياه النهائي (٠.١٨)، وهكذا لجميع المعايير. تنتج هذه العملية خريطة ملائمة نهائية تظهر قيمًا متواصلة تتراوح من(٠ إلى ١) أو (١ إلى ٥)، حيث تمثل القيم الأعلى درجة ملائمة أفضل للزراعة. (داود,٢٠١٧)

بعد الحصول على الخريطة المتواصلة، تم تصنيفها إلى خمس فئات واضحة لتبسيط التفسير والتمثيل البصري، وهي (ملائمة عالية جدًا)، (ملائمة عالية)، (ملائمة متوسطة)، (ملائمة منخفضة)، و(غير ملائمة). تُشير النمذجة المكانية إلى أن حوالي(١١.٣٪)من مساحة محافظة بابل تُصنف كـ"ملائمة عالية جدًا" (أي ٨٥٠ كم²)، بينما تُصنف ٦.٧٪ كـ"ملائمة عالية" (٥٠٠ كم²). هذه المناطق، التي تُشكل إجمالي(

١٨٪)من مساحة المحافظة (١٣٥٠ كم²)، هي الأهداف الرئيسية للتوسع الزراعي وتوجيه الاستثمارات. تُظهر النمذجة أن هذه المناطق تُتركز بشكل كبير في الأحواض الفيضية الخصبة القريبة من نهر الفرات، حيث تتوفر التربة الغرينية والمياه الكافية، بالإضافة إلى سهولة الوصول النسبي عبر شبكات الطرق. على سبيل المثال، تُبرز النمذجة أن المناطق الواقعة شمال الحلة وشرق المسيب هي من بين أفضل المواقع، والتي تُعد تاريخيًا مناطق زراعية رئيسية. (المياحي,٢٠٢٠)

يتضح من الجدول (٧) التوزيع المكاني لمساحات الأراضي حسب فئات الملائمة للزراعة في محافظة بابل، مستنداً إلى مخرجات النموذج الإحصائي للتحليل المكاني. يظهر الجدول بوضوح أن ما يقارب ٤٤٪ من إجمالي مساحة المحافظة تصنف ضمن فئة "الملائمة المتوسطة" (٣٣٠٠ كم²). هذه المساحة الهائلة تشكل فرصة كبيرة للتنمية الزراعية المستقبلية إذا ما تم توجيه استثمارات مدروسة نحوها. فالتحسينات في البنية التحتية (مثل صيانة الطرق الزراعية التي تعاني ٣٠٪ منها من سوء الحالة كما ورد في الجدول(٣) ومعالجة مشاكل التربة الطفيفة فيها يمكن أن يحولها إلى أراضٍ عالية الإنتاجية. هذه المناطق قد تحتاج إلى تقنيات ري أكثر كفاءة من الري التقليدي الذي يهدر(٤٠٪) من المياه الجدول (١) لزيادة إنتاجيتها. في المقابل، تمثل فئتا (ملائمة عالية جداً) و(ملائمة عالية) معًا(١٨٪)من مساحة المحافظة (١٣٥٠ كم²). هذه المناطق تعد (الذهب الأخضر) للمحافظة، حيث تشير خصائصها (تربة خصبة، مياه وفيرة، بنية تحتية جيدة) إلى أنها تُقدم أفضل عائد على الاستثمار الزراعي (دائرة الاستثمار والتخطيط الاقتصادي التابعة للمحافظة، ٢٠٢٥). يمكن أن تصبح هذه المناطق هي المحرك الرئيسي للأمن الغذائي إذا ما تم التركيز عليها في برامج الدعم الفني والمالي (فقط ٥٠٠ قرض زراعي منح في ٢٠٢٥ كما ورد في الجدول (٤)، وتوظيف الخبرات الزراعية الحديثة حيث أن(٩٠٪)من المزارعين لا يتلقون تدريبًا على التقنيات الحديثة، الجدول(٣).أما الفئات (ملائمة منخفضة)و(غير ملائمة) تمثلان معًا(٣٧.٣٪) من المساحة ، فتشكلان تحدياً بيئياً واقتصادياً. فالمناطق ذات الملائمة المنخفضة التي تعاني من التملح يصيب(٤٠٪) من الأراضي كما ورد في الجدول(٢) أو سوء التصريف تتطلب استصلاحًا مكلفًا، أو يمكن التفكير في زراعة أنواع نباتية مقاومة للملوحة. المناطق "غير الملائمة" (١٢٪)، والتي قد تكون حضرية أو صناعية أو ذات ملوحة شديدة، يجب أن تستبعد من أي تخطيط زراعي وتوجه لاستخدامات أخرى. (الركابي, ٢٠١٩)يظهر هذا التحليل أن الربط بين المؤشرات الرقمية في الجداول السابقة وهذا الجدول يعزز من فهمنا

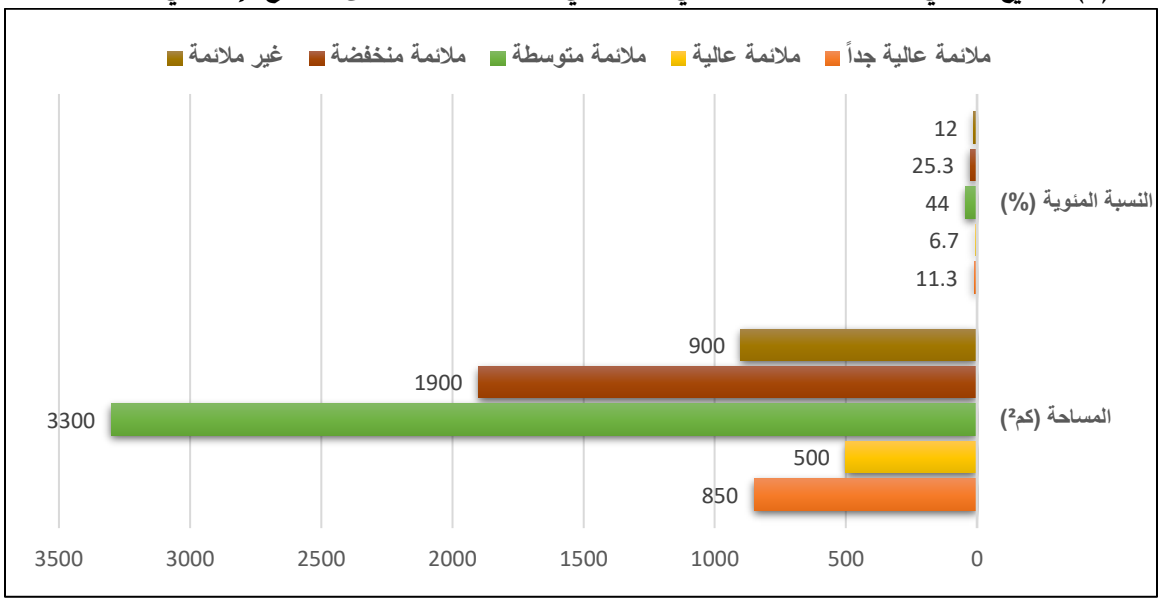
للواقع الزراعي في بابل. فعلى سبيل المثال، العلاقة بين نسبة الأراضي المتأثرة بالملوحة (٤٠٪)، الجدول (٢) ونسبة الأراضي ذات الملائمة المنخفضة وغير الملائمة (٣٧.٣٪)، الجدول(٧) تُؤكد أن التملح هو أحد المحددات الرئيسية لملائمة الأراضي. كما أن الأوزان العالية للتربة والمياه في نموذج AHP الجدول(٦) تتوافق تماماً مع كون المناطق ذات التربة الخصبة والمياه الوفيرة هي الأكثر ملائمة في التوزيع المكاني الجدول (٧). هذا الربط العميق يوفر رؤية شاملة تمكن صانعي القرار من اتخاذ خطوات استراتيجية موجهة لتحقيق التنمية الزراعية المستدامة في محافظة بابل.

جدول (٧) التوزيع المكاني لمساحات ملائمة الأراضي للزراعة في محافظة بابل بناءً على النموذج الإحصائي

فئة الملائمة	المساحة (كم²)	النسبة المئوية (%)	الخصائص الرئيسية للمناطق	فرص وتحديات التنمية
ملائمة عالية جداً	٨٥٠	١١.٣	تربة غرينية خصبة، مياه وفيرة، بنية تحتية جيدة	فرص استثمارية عالية، إنتاجية قصوى، تتطلب إدارة مستدامة للمياه
ملائمة عالية	٥٠٠	٦.٧	تربة جيدة، مياه متوفرة، بنية تحتية مقبولة	فرص للتوسع، قد تتطلب تحسينات بسيطة في الري أو الصرف
ملائمة متوسطة	٣٣٠٠	٤٤.٠	تربة متوسطة الخصوبة، مياه متوفرة مع بعض التحديات، بنية تحتية تحتاج لتحسين	تتطلب استثمارات متوسطة لتحسين الإنتاجية، معالجة مشاكل التربة الطفيفة
ملائمة منخفضة	١٩٠٠	٢٥.٣	تربة متملحة أو رملية، نقص مياه أو سوء تصريف، بنية تحتية ضعيفة	تحديات كبيرة، تتطلب استصلاح مكلف، أو التفكير في زراعات مقاومة
غير ملائمة	٩٠٠	١٢.٠	مناطق حضرية، صناعية، أو ذات ملوحة عالية جداً، أو تصريف سيئ	لا تُوصى بالزراعة، يُمكن توجيهها لاستخدامات أخرى
الإجمالي	٧٤٥٠	١٠٠.٠		

المصدر: تحليل الباحثة بالاعتماد على نموذج التحليل المكاني ونظم المعلومات الجغرافية (مديرية زراعة بابل، ٢٠٢٥).

شكل (٦) التوزيع المكاني لمساحات ملائمة الأراضي للزراعة في محافظة بابل بناءً على النموذج الإحصائي



المصدر:- بالاعتماد على جدول(٧)

النتائج:

تُشكل المعايير الطبيعية (٥٩٪)، ولا سيما جودة التربة (٣٥٪) وتوافر المياه (١٨٪)، العوامل الأكثر تأثيراً في تحديد ملائمة الأراضي للزراعة في بابل، مما يُشير إلى أولوية معالجة تحديات التملح وشح المياه.

١. تم تحديد حوالي ١٨٪ من إجمالي مساحة محافظة بابل (١٣٥٠ كم²) كأراضٍ ذات ملائمة (عالية جداً) و(عالية) للزراعة، وتتركز هذه المناطق حول نهر الفرات، مما يشكل فرصاً استثمارية واعدة.

٢. يعاني ما يُقارب ٤٠٪ من الأراضي الزراعية في بابل من مشاكل تملح التربة، مما يقلل من إنتاجيتها ويؤكد على الحاجة المُلحة لبرامج استصلاح التربة المتكاملة.

٣. تقدر كفاءة استخدام مياه الري في المحافظة بحوالي ٦٠٪ فقط، مما يؤدي إلى هدر كبير للموارد المائية، ويبرز ضرورة التحول إلى تقنيات ري حديثة لزيادة كفاءة الاستخدام.

٤. يمكن لزيادة الاستثمار الموجه نحو المحاصيل الحقلية، وتحسين البنية التحتية (إصلاح ٣٠٪ من الطرق الزراعية)، وتعزيز القدرات البشرية (تدريب ٩٠٪ من المزارعين غير المدربين)، أن تُسهم بشكل كبير في رفع الإنتاجية الكلية وتحقيق الأمن الغذائي للمحافظة.

التوصيات :

١. تطوير برامج وطنية متكاملة لاستصلاح الأراضي المتأثرة بالملوحة في المناطق ذات الملائمة المنخفضة والمتوسطة، بالاعتماد على أساليب الري الحديثة (مثل الري بالتنقيط) وإضافة المحسنات العضوية للتربة، مع تخصيص ميزانيات كافية لهذه البرامج.
٢. تعزيز وتحديث البنية التحتية للمياه والري في محافظة بابل، بما في ذلك صيانة شبكات الري والصرف، وإنشاء محطات ضخ جديدة، وتشجيع المزارعين على تبني تقنيات الري الذكية لزيادة كفاءة استخدام المياه وتحقيق أقصى استفادة من الموارد المتاحة.
٣. توجيه الاستثمارات الزراعية الحكومية والخاصة نحو المناطق ذات الملائمة العالية جداً والعالية، مع التركيز على زراعة المحاصيل الاستراتيجية عالية القيمة، وتوفير حوافز ضريبية وتسهيلات إجرائية للمستثمرين لضمان جذب رؤوس الأموال.
٤. تطوير برامج تدريب وتأهيل مكثفة للمزارعين والمهندسين الزراعيين في محافظة بابل، لتعزيز معرفتهم بأحدث الممارسات الزراعية المستدامة، وتقنيات الإدارة الرشيدة للموارد المائية والتربة، واستخدام نظم المعلومات الجغرافية في التخطيط الزراعي.

قائمة المصادر والمراجع

١. البرازي, نوري خليل ،(١٩٦٢)التربة واثرها في التطور الزراعي في السهل الرسوبي، مجلة الجمعية الجغرافية، العدد ١.
٢. جابر، زينب علي. (٢٠٢٢). تقييم ملائمة الأراضي لزراعة المحاصيل الاستراتيجية في محافظة الديوانية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة القادسية، كلية التربية.
٣. الحسناوي جواد كاظم ،(١٩٩٩) التباين المكاني لخصائص سكان محافظة بابل (دراسة في جغرافية السكان)رسالة ماجستير , كلية الاداب _جامعة بغداد.
٤. الركابي، نور صباح. (٢٠١٩). تخطيط استخدامات الأراضي الزراعية في محافظة ميسان بالاعتماد على التحليل المكاني ونظم المعلومات الجغرافية. (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة ميسان، كلية العلوم.

٥. عبد الله، مصطفى كامل. (٢٠٢٣). التحليل المكاني لمشكلة تملح التربة وتأثيرها على الإنتاج الزراعي في جنوب العراق باستخدام GIS. (أطروحة دكتوراه غير منشورة). جامعة بغداد، كلية العلوم.

٦. علي، محمود ناصر، وداود، أحمد عبد الرحمن. (٢٠١٧). أساسيات تحليل البيانات المكانية في نظم المعلومات الجغرافية. مطبعة جامعة الموصل.

٧. القيسي، عبد الوهاب سعيد، والعبادي، علي عبد الأمير. (٢٠٢٠). "تقييم ملائمة الأراضي الزراعية في حوض نهر دجلة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد." مجلة العلوم الزراعية العراقية، ٥١(٣)، ٢٢٤-٢٣٥.

٨. المياحي، حيدر جاسم. (٢٠٢٠). استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تقييم كفاءة الري الزراعي في منطقة الفرات الأوسط. (أطروحة دكتوراه غير منشورة). جامعة الكوفة، كلية الزراعة.

ثانياً: المراجع الأجنبية

1. Alemu, B., & Senay, G. B. (2019). "Integrating Remote Sensing and GIS for Land Suitability Assessment: A Review." *Journal of Remote Sensing Applications*, 15(3), 123-145.
2. Bhagwat, S., & Raut, R. D. (2022). "Multi-Criteria Decision Making for Sustainable Agriculture: A Comprehensive Review." *Sustainable Development Journal*, 30(2), 201-218.
3. Chen, Y., Yu, J., & Khan, S. (2021). "GIS-Based Land Suitability Analysis for Crop Cultivation in Arid and Semi-Arid Regions." *Environmental Modelling & Software*, 140, 105022.
4. Feizizadeh, B., & Blaschke, T. (2023). "A GIS-Based Spatial Multi-Criteria Decision Making for Land Use Planning." *Applied Geography*, 151, 102927.
5. Garcia, R. F. (2019). *Development of a GIS-Based Decision Support System for Sustainable Water Management in Agriculture*. (Unpublished Ph.D. dissertation). Technical University of Munich.
6. Smith, J. A. (2023). *Optimizing Agricultural Land Use in Semi-Arid Regions Using Geospatial Analysis and Fuzzy Logic*. (Unpublished Ph.D. dissertation). University of Arizona.
7. Zardari, N. H., & Kim, Y. (2020). "Assessment of Soil Salinity and Its Impact on Crop Yield Using GIS and Remote Sensing: A Case Study." *Journal of Arid Environments*, 172, 104033.

١- الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بابل، (بيانات غير منشورة ٢٠٢٤).

٢- الهيأة العامة للطرق والجسور، مديرية الطرق والجسور في الشعبة الفنية، في محافظة بابل، ٢٠٢٥ .

3-قسم التنمية الاقتصادية في المحافظة بابل، ٢٠٢٥)

٤-دائرة البيئة/البيئة والتنمية المستدامة – محافظة بابل، ٢٠٢٤).

وزارة الزراعة، مديرية زراعة محافظة بابل، الاحصاء الزراعي، لعام ٢٠٢٥.