Analysing and Planning Agricultural Land Uses to Achieve Sustainable Development in Mafraq Governorate Using Geographic Information Systems and Remote Sensing

Ayman A. Al-Taani[(1)*] **Rahaf A. S. Kleib**[(2)]

(1) Prof., Department of Applied Geography, Faculty of Arts and Humanities, Al al-Bayt University, Mafraq – Jordan.
(2) Researcher, Jordan.

Received: 12/10/2025
Accepted: 16/11/2025
Published: 9/3/2026

* *Corresponding Author:*
aymentaani123@aabu.edu.jo

DOI:https://doi.org/10.59759/art.v5i1.1507

Abstract

The study aimed to identify the pattern of the geographical distribution of farms in Mafraq Governorate, and to achieve sustainable development by determining the most suitable location for establishing farms based on Analytic Hierarchy Process (AHP) analysis. The study employed the descriptive-analytical method to examine farm distribution by illustrating the geographical distribution patterns of farms and the appropriate sites for establishing farms in Mafraq Governorate using Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing. An AHP analysis was conducted for both natural and human factors.

The study reached several key findings, most notably: farms in Mafraq Governorate exhibited a relatively random and dispersed geographical distribution pattern, with a value of 1.025166. The areas identified are located in the western part of northern Badiya District near Umm Al-Jimal and Al-Khalidiyah, in addition to all parts of Al-Ba'aj, Al-Nahda, Sama Al-Sarhan District, Hosha District, Buraika, Roush, and all parts of Mafraq District including Irhab, Bal'ama, and Al-Manshiya. These areas cover an area of 3,212.2 km² (12.1%), within which 17 farms are currently located. Furthermore, the areas that presently and in the future require the establishment of farms cover 1,466.9 km² (5.5%), represented in the northern part of Al-Qasaba and the northeastern part of northwestern Badiya.

The study recommends launching awareness campaigns for farmers on the importance of adopting sustainable agricultural practices, along with providing training on modern agricultural techniques to enhance productivity while preserving natural resources. It also calls for strengthening environmental sustainability by implementing programs to protect soils from degradation and reduce desertification risks through the establishment of green belts and increasing vegetation cover in arid areas by 20%.

Keywords: Sustainable Development, Land Uses, Farms, AHP.

(قدم هذا المشروع بدعم من عمادة البحث العلمي في جامعة آل البيت)

تحليل وتخطيط استعمالات الأرض الزراعية لتحقيق التنمية المستدامة في محافظة المفرق باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

أيمن عبد الكريم الطعاني[1] رهف عدنان سليم كليب[2]

(1) أستاذ، قسم الجغرافيا التطبيقية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة آل البيت، المفرق – الأردن.

(2) باحثة، الأردن.

ملخص

هدفت الدراسة إلى الكشف عن نمط التوزيع الجغرافي للمزارع في محافظة المفرق، تحقيق التنمية المستدامة من خلال تحديد الموقع المناسب لإقامة مزارع بالاعتماد على تحليل الهرمي AHP. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لدراسة توزيع المزارع، وذلك من خلال بيان نمط التوزيع الجغرافي للمزارع والموقع المناسب لإقامة مزارع في محافظة المفرق باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. وإجراء تحليل الهرمي AHP للعوامل الطبيعية والبشرية. وتوصلت الدراسة إلى أهم النتائج المتمثلة ب: أن المزارع في محافظة المفرق شهدت نمط توزيع جغرافي متقارب عشوائي مشتت بقيمة 1.025166. وأن المناطق التي تحتاج إلى عدد مرتفع من المزارع (تنمية مستدامة مرتفعة) والتي تتمثل في غرب لواء البادية الشمالية بالقرب من أم جمال وقضاء الخالدية بالإضافة إلى كافة أجزاء الباعج والنهضة وقضاء سما السرحان وقضاء حوشا وبريقا ورش وكافة أجزاء لواء المفرق بما فيها قضاء ارحاب وبلعما والمنشية وذلك بمساحة 3212.2 كم^2 وبنسبة (12.1%) والتي يتواجد ضمنها حالياً (17) مزرعة، حيث تمثل هذه المناطق ما مساحته 1466.9 كم2 وبنسبة (5.5%) وتتمثل في شمال القصبة وشمال شرقي البادية الشمالية الغربية.

وتوصي الدراسة إلى إطلاق حملات توعية للمزارعين حول أهمية اعتماد أساليب الزراعة المستدامة، مع تقديم تدريبات على التقنيات الزراعية الحديثة لزيادة الإنتاجية مع الحفاظ على الموارد الطبيعية وتعزيز الاستدامة البيئية من خلال تنفيذ برامج لحماية التربة من التدهور وتقليل مخاطر التصحر، عبر زراعة الأحزمة الخضراء وزيادة الغطاء النباتي في المناطق القاحلة بنسبة 20%.

الكلمات المفتاحيّة: التنمية المستدامة، استعمالات الأرض، المزارع، التحليل الهرمي.

- **المقدمة**

تعتبر قضايا التخطيط المكاني واستخدامات الأراضي من الدعائم الجوهرية لتحقيق التنمية المستدامة، حيث يساهم الاستغلال الأمثل للموارد الطبيعية في الحد من الآثار السلبية على البيئة، مع تحقيق توازن ضروري بين النمو الاقتصادي والحفاظ على البيئة. وتتجلى أهمية هذه القضايا بشكل واضح في المناطق الجافة وشبه الجافة، مثل محافظة المفرق، التي تواجه تحديات متعددة ناجمة عن التوسع العمراني، تغير أنماط الاستخدام الزراعي، وزيادة الضغط على الموارد الأرضية. من هنا تبرز الحاجة إلى توظيف التقنيات الحديثة، مثل نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، والاستشعار عن بعد (RS)، التي تساعد على رصد التغيرات وتحليل الأنماط المكانية، مما يدعم صياغة خطط تنموية مستدامة (الغزوي والشرفات، 2014؛ العبادي، 2019).

وقد شكلت هذه الأدوات محوراً أساسياً في العديد من الدراسات المتعلقة بالتخطيط العمراني والزراعي. فمثلاً، اعتمدت دراسة Al-Shalabi et al. (2006) منهجية التحليل الهرمي (AHP) لتحديد المواقع الأنسب للتوسع العمراني، في حين تناولت دراسة Saaty (2008) دور AHP في دعم اتخاذ القرارات المتعلقة بالمواقع والمشاريع المكانية. كما ركزت دراسة Mendoza & Martins (2006) على تقييم العوامل البيئية والاجتماعية التي تؤثر على الاستخدامات المستدامة للأراضي. على الصعيد المحلي، برزت أبحاث في الأردن مثل دراسة الخطيب (2015) التي تناولت أثر التغيرات المناخية على الإنتاج الزراعي، ودراسة العبادي (2019) التي قيمت الغطاء النباتي باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد.

وفي هذا السياق، تهدف الدراسة إلى تحليل وتخطيط استخدامات الأراضي في محافظة المفرق، مع التركيز بشكل خاص على القطاع الزراعي. ويتم ذلك عبر الاستفادة من تقنيات GIS وRS واستخدام منهجية التحليل الهرمي (AHP) لتقييم الأنماط الحالية وفهم المؤثرات الرئيسية. كما تهدف إلى تقديم حلول مبتكرة تسهم في تعزيز استدامة الإنتاج الزراعي مع الحفاظ على الموارد البيئية، بما يتماشى مع أهداف التنمية المستدامة.

- **مشكلة الدراسة**

تتمثل مشكلة الدراسة في تحليل التغيرات التي تطرأ على أنماط استخدام الأراضي في محافظة

المفرق، التي تواجه تحديات في تحقيق التنمية المستدامة بسبب تحول استخدامات الأراضي. وتحتوي المنطقة على مزارع للألبان والمواشي والخضار، مما يستدعي ضرورة تحقيق تنمية مستدامة. حيث ستعتمد هذه الدراسة على استخدام طريقة التحليل متعدد المعايير (AHP) لتوجيه تخطيط استخدامات الأراضي، بما يسهم في تحقيق التوازن بين تنمية القطاع الزراعي وحماية الموارد البيئية في المنطقة.

- **أهمية الدراسة**

تتجلى أهمية هذه الدراسة في تحديد المناطق الأكثر ملاءمة لتطوير المزارع في محافظة المفرق، من خلال تحليل التغيرات في أنماط استخدام الأرض باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. وستساهم الدراسة في تقديم توصيات مدعومة بالبيانات حول المواقع المثلى التي يمكن استغلالها بشكل مستدام، مما يساعد وزارة الزراعة والمزارعين في اتخاذ قرارات استراتيجية لتحقيق التنمية المستدامة. بالإضافة إلى ذلك، سيساعد تحديد المواقع المناسبة في توجيه الاستثمارات الزراعية بشكل فعال، مما يضمن الاستفادة القصوى من الأراضي المتاحة مع الحفاظ على الموارد الطبيعية.

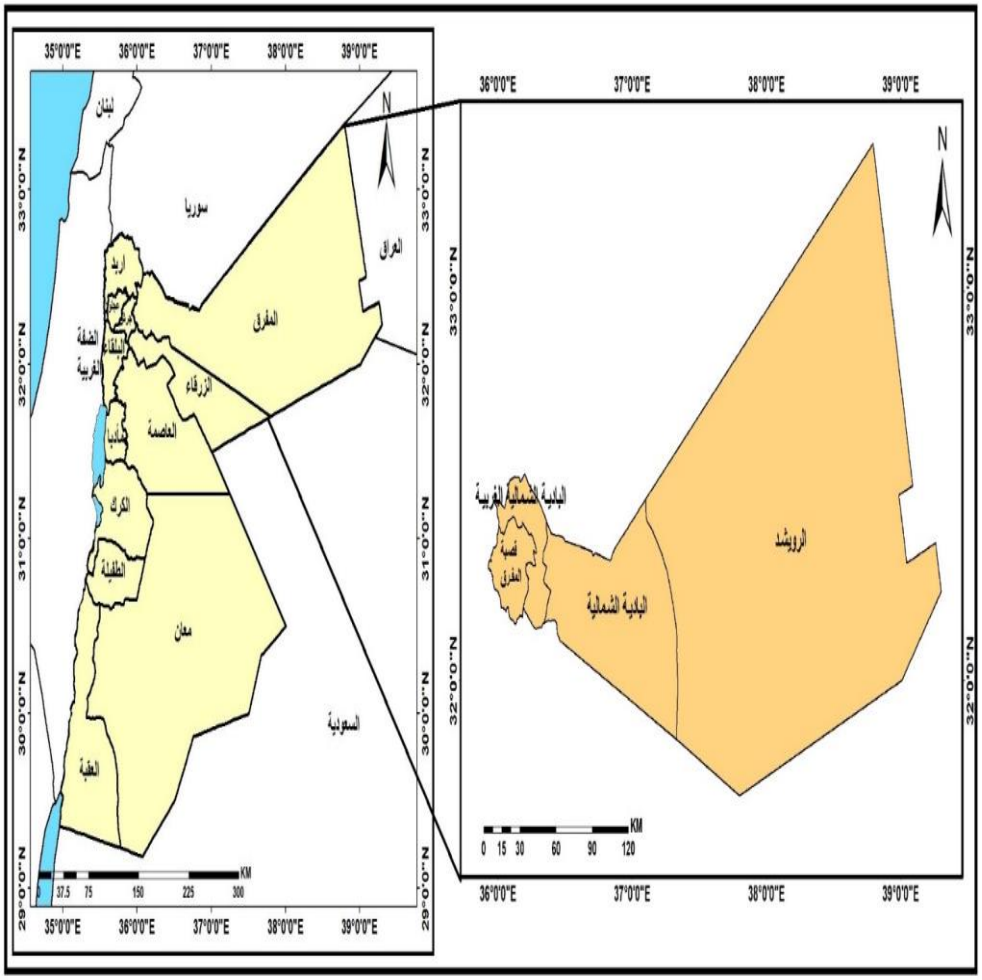
- **أهداف الدراسة**

1- الكشف عن نمط التوزيع الجغرافي للمزارع (الخضار، المواشي، الدواجن) في محافظة المفرق.
2- بيان العوامل الطبيعية والبشرية المؤثرة في عملية التنمية في منطقة الدراسة.
3- تحليل نمط استعمالات الأرض لمحافظة المفرق لسنة 2024.
4- تحديد الموقع المناسب لإقامة مزارع من اجل تحقيق التنمية المستدامة بالاعتماد على تحليل الهرمي AHP.

- **منطقة الدراسة**

تقع محافظة المفرق في شمال شرق الأردن، ضمن الإحداثيات (″35 ′03 °32) شمالاً و(″90 ′56 °35) شرقاً، وتغطي ما يعادل 29.6% من مساحة المملكة، بمساحة تقارب 26,551 كم²، مما يجعلها ثاني أكبر المحافظات من حيث المساحة بعد محافظة معان. تحدها سوريا من الشمال، العراق والسعودية من الشرق، والسعودية أيضاً من الجنوب. تمتاز المحافظة بتنوع طبيعتها، إذ تضم

مناطق صحراوية غنية بالمياه الجوفية شرقاً وأراضي زراعية خصبة غرباً، مما يساهم بشكل كبير في جعلها أحد المصادر الرئيسية للإنتاج الزراعي والحيواني في المملكة بعد منطقة الأغوار وفق تقرير وزارة الداخلية لعام 2024 . والشكل (1) يبين منطقة الدراسة.



الشكل (1): محافظة المفرق

المصدر: إعداد الباحثين باستخدام Arc map

- **منهجية الدراسة**

أولاً: مصادر البيانات، من خلال الجدول (1) نوضح المصادر التي تم اعتمادها في الدراسة

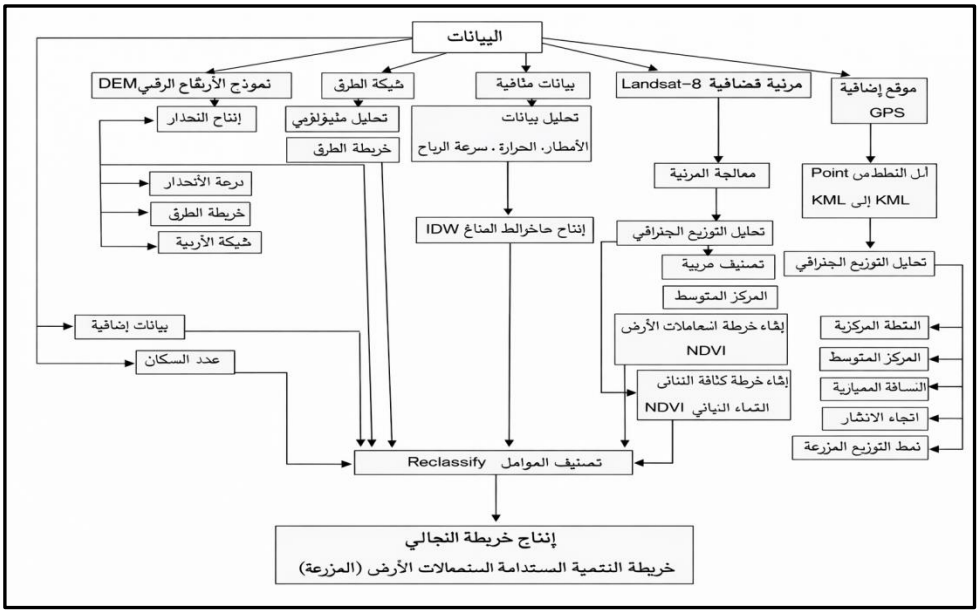
الجدول (1): مصادر بيانات الدراسة

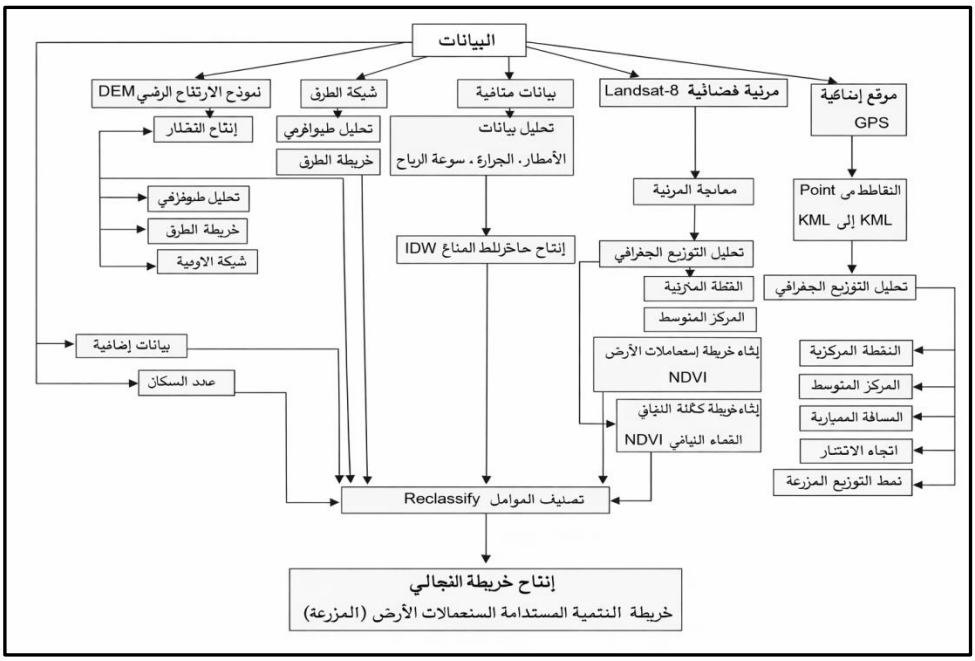
البيانات	مصدرها	الفترة
نوع التربة	اطلس ترب الأردن	2012
عدد السكان	دائرة الإحصاءات العامة	2024
مرئيات فضائية نوع لاندسات 9-8	هيئة المسح الجيولوجي الأمريكي United States Geological Survry (USGS)	2024
نموذج ارتفاع رقمي بدقة 30*30	هيئة المسح الجيولوجي الأمريكي United States Geological Survry (USGS)	2024
بيانات مناخية (الأمطار، الحرارة، سرعة الرياح)	دائرة الرصاد الجوية	2024-2000
شبكة الطرق	بلدية المفرق	2024

المصدر: إعداد الباحثين

ثانياً: منهجية الدراسة

استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لدراسة توزيع المزارع، وذلك من خلال بيان نمط التوزيع الجغرافي للمزارع (المواشي، الدواجن، الألبان، والخضار) والموقع المناسب لإقامة مزارع في محافظة المفرق باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. بالإضافة إلى إجراء الاختبارات الإحصائية الموجودة في البرمجية ومنها: – النقطة المركزية، – الموقع المتوسط، المسافة المعيارية، – اتجاه توزيع الظاهرة، – نمط توزيع الظاهرة (الجار الأقرب). وإجراء تحليل الهرمي AHP للعوامل الطبيعية والمتمثلة ب (كثافة الغطاء النباتي NDVI، الارتفاعات DEM، درجة الانحدار Slope، اتجاه السفوح Aspect، البعد عن شبكة الأودية Distance from the valley network، ونوع التربة Soil Type ودرجة الحرارة temperature، والأمطار Rainfall، وسرعة الرياح Wind speed) والعوامل البشرية (استعمالات الأرض Land use وشبكة الطرق Roads، وعدد السكان population). والشكل (2) يشير إلى مخطط المنهجية.





الشكل (2): مخطط منهجية الدراسة

- **إجراءات الدراسة**

المرحلة الأولى: جمع البيانات

تمت عملية جمع البيانات المكانية من خلال تحديد إحداثيات المزارع (الخضروات، المواشي، الألبان) باستخدام تقنية GPS عبر برنامج Google Earth Pro. بالإضافة إلى ذلك، تم الحصول على المرئيات الفضائية من القمر الصناعي Landsat (الإصدارات 8 و9) لعام 2024 بدقة تصل إلى 30 مترًا، ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM) المستمد من القمر الصناعي SRTM1. كذلك، تمت الاستفادة من شبكة الطرق التي حصلت عليها من البلدية، وخرائط التربة المأخوذة من أطلس الأردن. أما البيانات المناخية مثل معدلات الأمطار، درجات الحرارة، وسرعة الرياح، فقد جُمعت اعتمادًا على محطات المفرق والصفاوي والرويشد خلال الفترة الزمنية الممتدة من عام 2000 إلى 2024.

المرحلة الثانية: تبويب البيانات

تم تحويل البيانات الجغرافية إلى نظام الإحداثيات الأردني (Jordan JTM)، وتمت معالجة الصور الفضائية عبر عمليات الدمج، إنشاء الموزاييك، والاقتطاع. بالإضافة إلى ذلك، تم استخراج خرائط الانحدار واتجاه المنحدر باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي. كما تم إنتاج خرائط للعوامل الطبيعية والبشرية مثل الأمطار، درجات الحرارة، الرياح، التربة، شبكة الطرق، وتوزيع السكان باستخدام تقنيات التحليل المكاني المتوفرة في برنامج ArcGIS 10.8 ، كما تم إنتاج خريطة كثافة الغطاء النباتي من خلال المؤشر NDVI كما في المعادلة التالية (Rouse, 1973)

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \dots\dots\dots\dots (1)$$

NDVI: مؤشر كثافة الغطاء النباتي.

RED: انعكاس في طيف الأشعة الحمراء، ويمثل الباند 4.

NIR: انعكاس في طيف الأشعة تحت الحمراء القريب الباند 5.

المرحلة الثالثة: التحليل والمناقشة

تم دراسة نمط توزيع المزارع من خلال استخدام أدوات الإحصاء المكاني، والتي تشمل النقطة المركزية، المركز المتوسط، المسافة المعيارية، اتجاه الانتشار، وطريقة الجار الأقرب. بالإضافة إلى

ذلك، تم تطبيق منهجية التحليل الهرمي (AHP) لتحديد الأوزان النسبية للعوامل الطبيعية والبشرية. وقد اعتمدت هذه العملية على الأدبيات السابقة وآراء الخبراء. تعتمد المنهجية على إجراء مقارنات ثنائية بين المعايير، وفقًا للمقياس الموضح في الجدول رقم (2).

الجدول (2): المقياس المستخدم في المقارنات في AHP

درجة الأهمية	التعريف
1	متساويان في الأهمية
3	أهمية متوسطة
5	أهمية قوية
7	أهمية قوية جدا
9	أهمية قصوى

المصدر: saaty, 1980

ثم يتم بناء مصفوفة المقارنات المزدوجة، ومن ثم تحديد كفاءة التحليل من خلال حساب نسبة الثبات CR كما يلي (saaty,1980):

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots (2)$$

إذ تشير CI إلى مؤشر الثبات والذي يحسب من خلال:

$$CI = \frac{\lambda max - n}{n-1} \dots\dots\dots (3)$$

تعبر λmax عن القيمة الأساسية للمصفوفة أو أكبر قيمة، و n عدد العناصر التي يتم مقارنتها.

وبعد الحصول على قيم مؤشر الثبات يتم مقارنتها مع قيم مؤشر الثبات العشوائي RI، وذلك لتحديد نسبة الثبات التي يجب أن تحقق المعيار $CR \leq 0.10$. الجدول (3).

جدول (3): قيم مؤشر الثبات العشوائي

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.58

المصدر: (saaty, 1980)

حيث أن قيمة مؤشر الثبات العشوائي كانت (1.48) بناء على عدد المعايير في هذه الدراسة، وفي النهاية، تم دمج الطبقات وفق أوزانها باستخدام أداة Overlay لإنتاج خريطة الملاءمة النهائية للتنمية المستدامة، وذلك بالمعادلة:

$$LS = \sum_{i=1}^{n} WiXi \dots\dots\dots\dots (4)$$

إذ تشير LS إلى الملائمة النهائية للتنمية المستدامة وWi إلى أوزان المعايير وXi إلى درجات المعايير، وقُسمت النتائج إلى خمس درجات تبدأ من منخفضة جداً وتنتهي بمرتفعة جداً.

التحليل والمناقشة

يعد التوزيع الجغرافي أساساً مهماً في الدراسات الجغرافية، حيث يمثل محوراً رئيسياً لفهم الظواهر المكانية وتحليلها (خير، 2000). لطالما اعتُبرت الجغرافيا علماً يهتم بتوزيع الظواهر وأنماطها على سطح الأرض وتفسيرها (السرياني والصالح، 2000). في إطار هذه الدراسة، تم التركيز على توزيع المزارع بمختلف أنواعها (مثل الخضار، المواشي، والدواجن) مع الاستعانة بتقنية GPS لتحديد مواقعها، كما هو مُوضح في الجدول رقم (4).

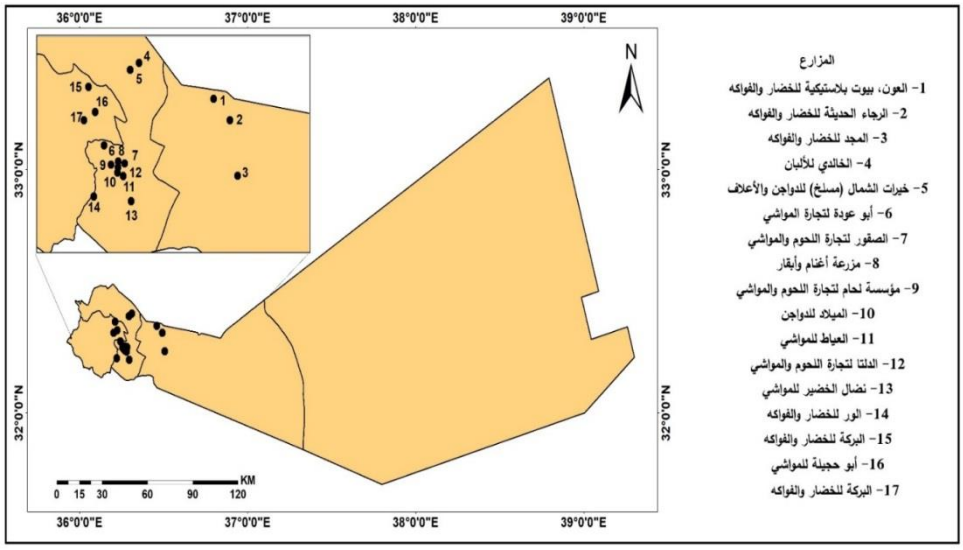
الجدول (4): المزارع في محافظة المفرق

اسم المزرعة	الموقع الفلكي
المجد للخضار والفواكه	32°19′27 N 36°29′67″ E
العون، بيوت بلاستيكية للخضار والفواكه	32°21′79 N 36°27′95″ E
الغدير للخضار والفواكه	32°22′53 N 36°12′09″ E
البركة للخضار والفواكه	32°19′74 N 36°12′46″ E
الرجاء الحديثة للخضار والفواكه	32°15′01 N 36°30′78″ E
الور للخضار والفواكه	32°13′74 N 36°12′40″ E
خيرات الشمال (مسلخ) للدواجن والأعلاف	32°24′23 N 36°17′36″ E
الميلاد للدواجن	32°16′85 N 36°16′83″ E
مزرعة أغنام وأبقار	32°15′59 N 36°16′95″ E
الصقور لتجارة اللحوم والمواشي	32°15′82 N 36°16′37″ E
العياط للمواشي	32°15′20 N 36°16′37″ E

اسم المزرعة	الموقع الفلكي
الخالدي للألبان	32°23′92 N 36°17′42″ E
الدلتا لتجارة اللحوم والمواشي	32°15′67 N 36°16′88″ E
أبو عودة لتجارة المواشي	32°17′19 N 36°14′07″ E
أبو حجيلة للمواشي	32°20′98 N 36°13′12″ E
نضال الخضير للمواشي	32°16′85 N 36°16′87″ E
مؤسسة لحام لتجارة اللحوم والمواشي	32°13′88 N 36°17′47″ E

المصدر: إعداد الباحثين، باستخدام GPS, Google earth pro، 2024

يبين الجدول (4) أن إجمالي عدد المزارع المشمولة بالدراسة هو 17مزرعة، حيث توجد 3 مزارع (17.6%) في منطقة قصبة المفرق، و3 مزارع أخرى (17.6%)في لواء البادية الشمالية، بينما تقع الأغلبية، وهي 11مزرعة(64.8%) ، في لواء البادية الشمالية الغربية. ويعرض الشكل (3) التوزيع الجغرافي لهذه المزارع ضمن منطقة الدراسة.



الشكل (3): التوزيع الجغرافي للمزارع في محافظة المفرق

المصدر: إعداد الباحثين باستخدام Arc Map

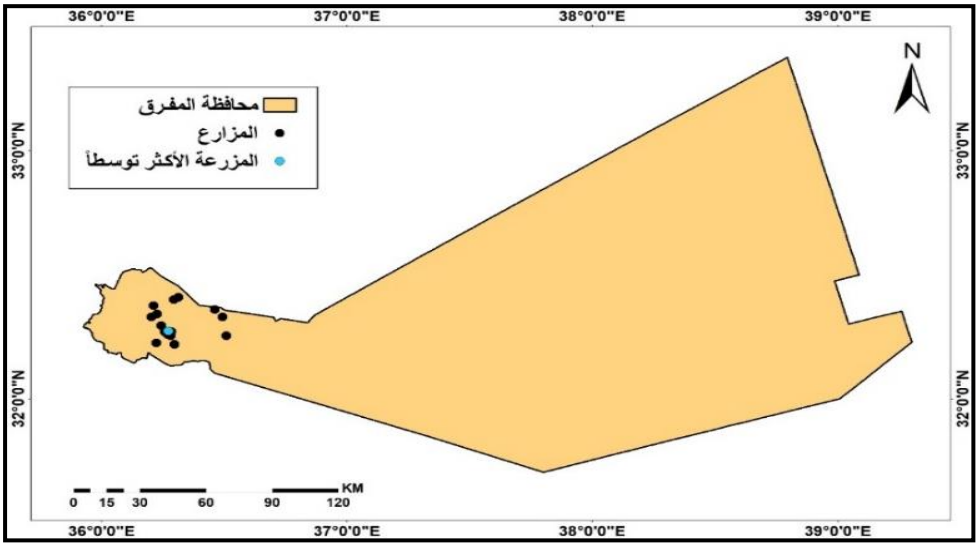
أما فيما يتعلق بالتحليل الجغرافي للمزارع في منطقة الدراسة فتناول تقييم العناصر المكانية باستخدام مجموعة من المقاييس التي تساهم في فهم نمط توزيعها، وذلك استنادًا إلى تقنيات النزعة المركزية والتشتت المكاني (داود، 2012). كما يلي:

- **المزرعة الأكثر توسطًا (Central Feature)** تمثل نقطة الوسط بين جميع المزارع في المنطقة، وقد أسفر التحليل عن تحديد مزرعة الميلاد للدواجن كالمزرعة الأكثر توسطًا، كما يتضح في الشكل (4).
- **الموقع المركزي (Mean Center)** يحدد على أساس التوزيع الجغرافي للمزارع، وتم التعرف عليه عند الإحداثيات (**32°02´71" N 36°49´14" E**) أقرب المزارع إلى هذا الموقع هي مزرعة نضال الخضير من الجنوب ومزرعة مؤسسة لحام من الشمال، كما أُشار إلى ذلك في الشكل (5).
- **اتجاه انتشار المزارع (Directional Distribution)** يُبرز الشكل العام للتوزيع المكاني، وقد أظهر التحليل ميلًا نحو انتشار بيضوي إهليجي باتجاه الغرب، باستثناء وجود مزرعتين هما البركة والور. التفاصيل موضحة في الشكل (6).
- **المسافة المعيارية(Standard Distance)** ، وهي نصف قطر المنطقة التي تحتوي المزارع حول الموقع المركزي، قد بلغت 6.9 كم، حيث شملت هذه المنطقة 11 مزرعة من إجمالي 17 بنسبة تركز بلغت 64.8% وفق الشكل (7).
- **صلة الجوار (Average Nearest Neighbor)** تستخدم لقياس مدى تجمع أو تباعد المزارع، وأظهرت النتائج قيمة قدرها 1.025166، مما يدل على أن توزيع المزارع في المفرق يتسم بالعشوائية والتشتت، كما أُوضح في الشكل (8) والجدول (5)

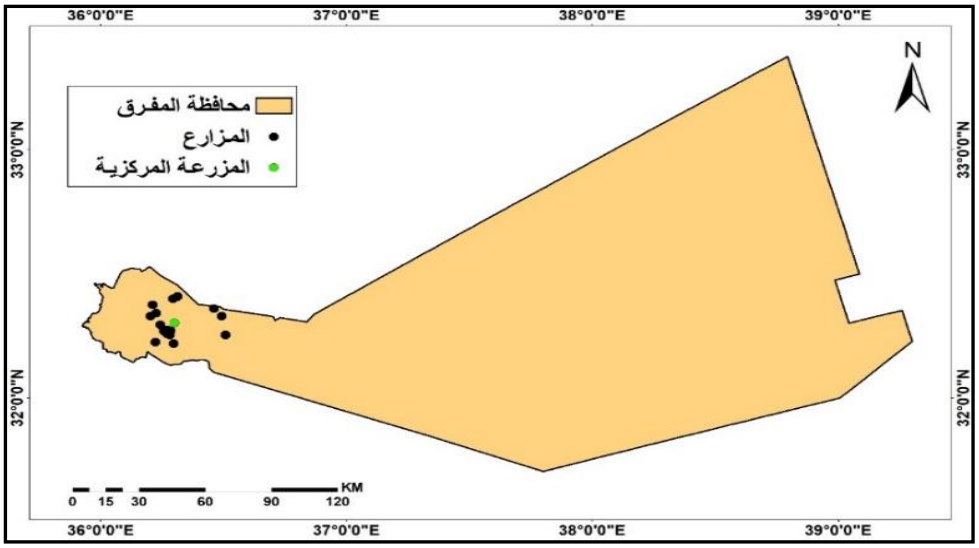
الجدول (5): قيمة صلة الجوار ونمطها

نمط التوزيع	قيم المعامل الإحصائي
متجمع	0.09- 00.0
متقارب عنقودي	0.49- 1.0
متقارب عشوائي	0.99- 0.50
عشوائي مشتت	1.19- 1.00
متباعد	2.15- 1.20

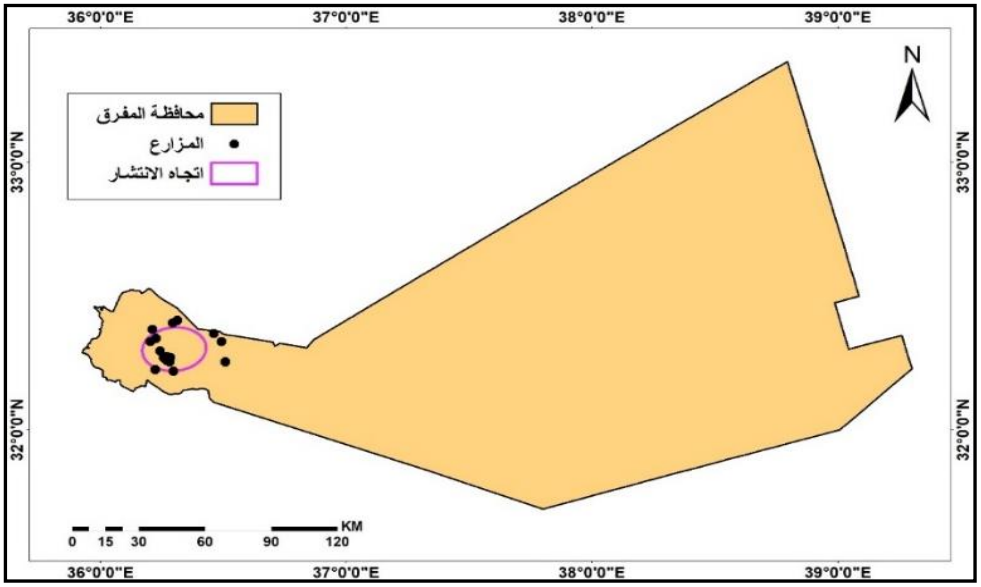
المصدر: (داود، 2012)



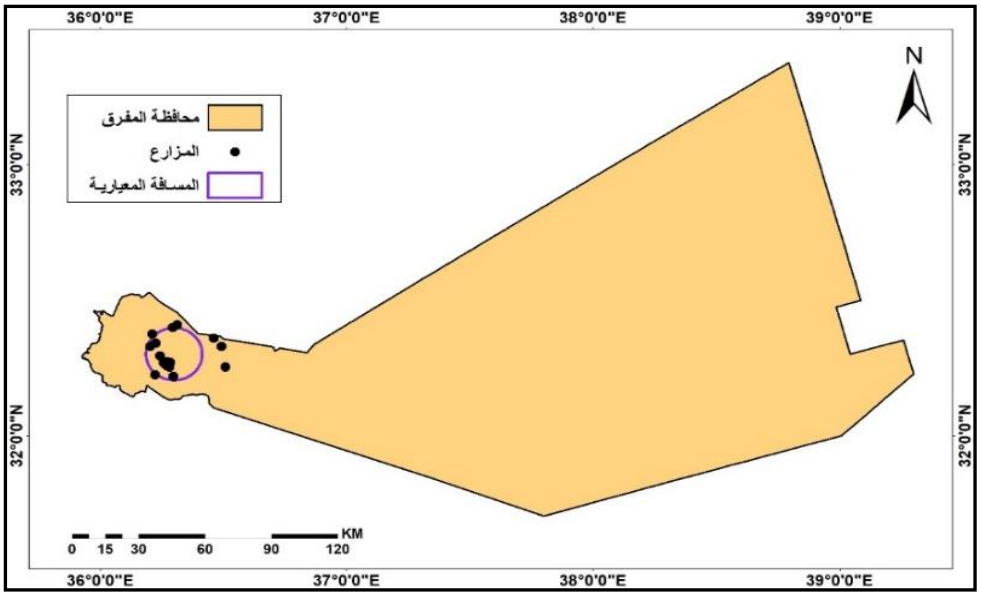
الشكل (4): موقع المزرعة الأكثر توسطاً في منطقة الدراسة



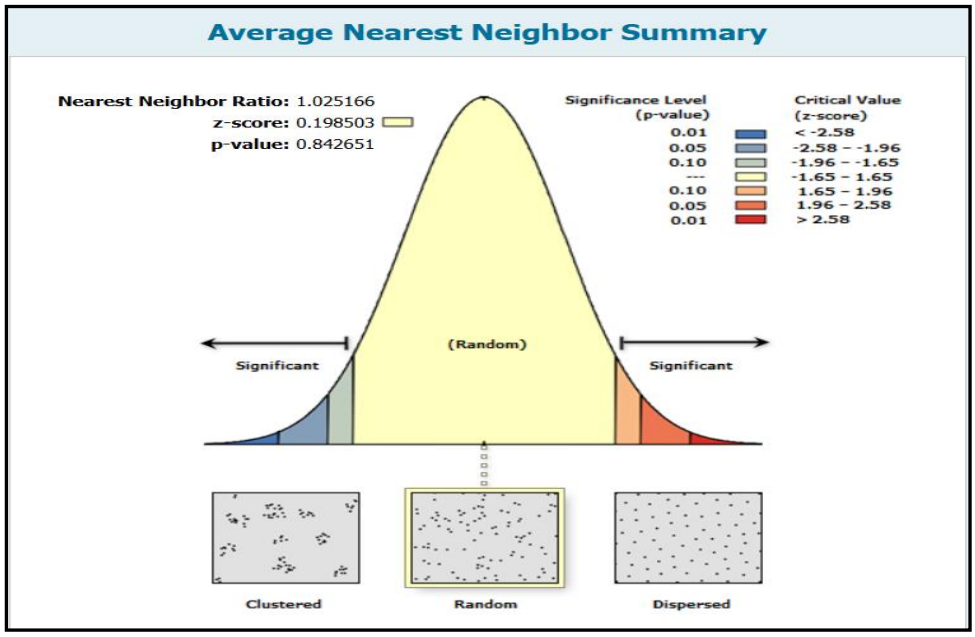
الشكل (5): موقع المزرعة المركزية في منطقة الدراسة



الشكل (6): اتجاه توزيع المزارع في منطقة الدراسة



الشكل (7): المسافة المعيارية للمزارع في منطقة الدراسة



الشكل (8): تحليل صلة الجوار للمزارع في محافظة المفرق

المصدر: إعداد الباحثين باستخدام Arc Map

ثانياً: العوامل الطبيعية والبشرية المساهمة في إقامة المزارع في محافظة المفرق

تمتاز محافظة المفرق بتنوع طبيعي وبشري ينعكس بشكل واضح على أنماط استخدام الأراضي فيها. تلعب العوامل الطبيعية دوراً محورياً في هذا السياق، حيث تشمل التضاريس السهلية والهضابية، المناخ شبه الجاف، إلى جانب خصائص التربة وتوفر المياه، مما يؤثر بشكل مباشر على الأنشطة الزراعية واستدامة الأراضي وفقاً للمتطلبات البيئية (وزراعة الزراعة، 2021). ومن جهة أخرى، تساهم العوامل البشرية في إعادة تشكيل استخدامات الأراضي، مثل النمو السكاني المتزايد، التوسع العمراني، والأنشطة الاقتصادية المختلفة التي تشكل دعامة رئيسية للتغيير المكاني واستغلال الموارد (البلبيسي، 2012). وفيما يلي سنعرض هذه العوامل:

- **العوامل الطبيعية**

تعتبر من المكونات الرئيسية التي تساهم في تحديد استخدامات الأراضي في محافظة المفرق،

حيث تؤثر التضاريس بشكل مباشر على توزيع الأنشطة البشرية. والأراضي السهلية تُعدّ أكثر ملاءمة للزراعة وتربية المواشي، في حين أن المناطق المرتفعة غالباً ما تكون عائقاً أمام التوسع العمراني. بالإضافة إلى ذلك، يؤثر المناخ شبه الجاف وتوفر الموارد الطبيعية كالمياه الجوفية والغطاء النباتي بشكل كبير على طبيعة الأنشطة الاقتصادية في المنطقة ومدى استدامتها.

- **عامل الارتفاع عن سطح البحر Elevation**

يعتبر الارتفاع عن سطح البحر أحد العوامل الأساسية التي تُؤثر في استخدام الأراضي وإنشاء المزارع، حيث يلعب دوراً مهماً في تحديد درجات الحرارة، جودة التربة، وتوافر المياه، مما ينعكس على الأنشطة الزراعية وتربية الحيوانات والدواجن (الطفيلي وإسماعيل، 2020). فعلى سبيل المثال، توفر المناطق المرتفعة مراعي طبيعية وتنوعاً نباتياً يُلائم المواشي، إلى جانب تربة خصبة تُناسب زراعة بعض المحاصيل. ومع ذلك، فإن انخفاض درجات الحرارة في هذه المناطق قد يجعلها أقل جدوى لتربية الدواجن (الذرعاني، 2013). يظهر الجدول رقم (6) توزيع نسب ومساحات الارتفاع ضمن منطقة الدراسة.

الجدول (6): قيم ومساحة الارتفاع في محافظة المفرق

فئة الارتفاع (متر)	المساحة	
	$كم^2$	%
440- 680	4794	18.1
680- 750	7419.5	27.9
750- 840	8240.8	31
840- 960	5619.8	21.2
960- 1200	477.1	1.8
المجموع	**26551**	**100**

المصدر: اعداد الباحثين

تظهر بيانات الارتفاع عن سطح البحر في محافظة المفرق أن غالبية أراضيها تقع ضمن نطاق الارتفاعات المتوسطة. يشكل ارتفاعا (680–750 متر) و(750–840 متر) حوالي 58.9%، من إجمالي مساحة المحافظة، ما يعكس طبيعة أرضها السهلية وشبه السهلية التي توفر ظروفاً ملائمة للزراعة وتربية المواشي. أما المناطق منخفضة الارتفاع (680–440) متر، فتغطي نحو

18.1% من المساحة وهي أكثر عرضة لمشاكل الجفاف والتصحر. في المقابل، المناطق ذات الارتفاعات العالية (960–1000) متر تشكل ما نسبته 1.8% فقط، وتتميز بكونها مناسبة لزراعة الأشجار المثمرة لكنها تتطلب اهتماماً بالحماية البيئية لضمان استدامتها. ويوضح الشكل (9) هذا التوزيع الجغرافي، مما يعزز أهمية أخذ طبيعة التضاريس في الاعتبار خلال عملية التخطيط للتنمية المستدامة في المنطقة.

- **عامل درجة الانحدار Slope**

يؤثر الانحدار بشكل ملحوظ على أنماط استخدام الأراضي، حيث تعد الأراضي ذات الانحدار الحاد أقل مناسبة للأنشطة الزراعية بسبب تعرضها لانجراف التربة وصعوبة عمليات الري. في المقابل، تعتبر الأراضي ذات الانحدار المعتدل أكثر ملاءمة لإقامة المزارع الزراعية وإنشاء المصاطب، كما أنها تسهّل عملية رعي المواشي. من ناحية أخرى، فإن تأثير الانحدار على تربية الدواجن يُعد محدودًا نظرًا لأن مزارعها غالبًا ما تُقام في مناطق مستوية. ولتصنيف درجات الانحدار، استخدمت منهجية Zink (1999) التي تعتمد على تقسيم الانحدار إلى خمس مستويات. يوضح الجدول (7) التصنيفات المختلفة للانحدار، بينما يُظهر الجدول (8) المساحات التي تشغلها كل فئة في منطقة الدراسة.

الجدول (7): تصنيف درجات الانحدار حسب طريقة ZINK

الفئة	الدرجة	التصنيف/ الشكل
1	1.9 – 0	مسطح
2	7.9 – 2	متموج خفيف
3	15.9 – 8	متموج
4	29.9 – 16	مقطعة
5	>30	مقطعة بدرجة عالية

المصدر: Stan. 1999

الجدول (8): قيم ومساحة درجة الانحدار في محافظة المفرق

درجة الانحدار	المساحة	
	كم^2	%
1.9 – 0	15350.5	57.8
7.9 – 2	8630.1	32.5
15.9 – 8	1877.8	7.1
29.9 – 16	475.4	1.8
>30	217.2	0.8
المجموع	**26551**	**100**

المصدر: إعداد الباحثين

تظهر بيانات انحدار الأراضي في محافظة المفرق أن غالبية المساحة تقع ضمن فئة الانحدار المنبسط (°1.9–0) بنسبة 57.8%، مما يجعلها ملائمة للأنشطة الزراعية والرعوية. يلي ذلك الفئة ذات الانحدار المتوسط (°7.9–2) بنسبة 32.5%، مع الحاجة إلى اتخاذ إجراءات للحفاظ على التربة في هذه المناطق. أما الأراضي ذات الانحدار الشديد (°15.9–8) فتشكل حوالي 7.1%، في حين تشكل الأراضي الحادة (°29.9–16) نسبة 1.8%، وتبلغ المناطق شديدة الانحدار (°30<) 0.8%. هذه الفئات الأخيرة تُعد بيئيًا حساسة وتتطلب إعداد تدابير خاصة للحماية. يبين الشكل (10) توزيع هذه الفئات بوضوح، مما يبرز أهمية إدارة الأراضي بشكل مستدام في المناطق ذات الانحدار المنبسط والمعتدل، مع ضمان حماية إضافية للمناطق الأكثر عرضة للتدهور البيئي.

- **عامل اتجاه السفوح Aspect**

يتضح أن اتجاه السفوح يلعب دورًا بارزًا في تشكيل أنماط استخدام الأراضي في محافظة المفرق، حيث يؤثر بشكل أساسي على توزيع الأنشطة الزراعية وتربية المواشي، وفقًا لدراسة قبها (2014). المناطق الجنوبية تستفيد من التعرض الكثيف لأشعة الشمس، مما يجعلها ملائمة لزراعة المحاصيل الحرارية، بينما تتميز المناطق الشمالية بظروف أكثر برودة ورطوبة، مما يتيح زراعة المحاصيل المعتدلة ويوفر بيئة مثالية للرعي خلال موسم الصيف. الجدول رقم (9) يقدم تفصيلًا لمساحات الفئات المختلفة من اتجاه السفوح في منطقة الدراسة، مؤكداً أهمية هذه البيانات في التخطيط لاستدامة استخدام الأراضي على المدى الطويل.

الجدول (9): قيم ومساحة اتجاه السفوح في محافظة المفرق

الاتجاه	المساحة	
	كم^2	%
شبه مستوية	3374.9	12.7
الشمالي	2747.8	10.3
الشمال الشرقي	2349.9	8.9
الشرق	2766.8	10.4
الجنوبي الشرقي	3580.6	13.5
الجنوبي	3372.8	12.7
الجنوبي الغربي	2914.2	10.9
الغربي	2948.5	11.2
الشمال الغربي	2495.3	9.4
المجموع	**26551**	**100**

المصدر: إعداد الباحثين

توضح بيانات اتجاه السفوح في محافظة المفرق أن المساحة الأكبر تتركز في الاتجاه الجنوبي الشرقي بنسبة 13.5%، يتبعها الاتجاهان شبه المستوي والجنوبي بنسبة 12.7% لكل منهما، مما يبرز الطبيعة السهلية السائدة في المنطقة. أما السفوح الشمالية والشمالية الشرقية فتشكل نسباً تبلغ 10.3% و8.9% على التوالي، وهي ملائمة للأنشطة الزراعية بفضل انخفاض درجات الحرارة وارتفاع مستوى الرطوبة. من جهة أخرى، السفوح الغربية والشمالية الغربية، التي تبلغ نسبتها 11.2% و9.4%، تتميز بهطول مطري أكبر يدعم الزراعة. يعكس الشكل (11) توزيع هذه الاتجاهات ويوضح أهمية الاستفادة من السفوح المنبسطة في الأنشطة الزراعية والمناطق الجنوبية والشرقية في مشاريع الطاقة المتجددة.

- **عامل البعد عن شبكة الأودية Distance from the valley network**

يشكل الابتعاد عن شبكة الأودية عاملاً أساسياً في تخطيط استخدام الأراضي الزراعية بمحافظة المفرق، خاصة في المناطق ذات الطبيعة الجافة وشبه الجافة. تلعب الأودية دوراً مهماً في توفير المياه السطحية بشكل مؤقت لتلبية احتياجات ري المحاصيل الموسمية، إلا أن القرب منها يرافقه تهديدات

محتملة مثل الفيضانات وتآكل التربة وفقاً لما أورده لطفي (2023). ويتم الاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتحليل الخصائص المكانية للأودية وتحديد المواقع المثلى لإقامة المزارع، بما يحقق توازناً بين استغلال الموارد المائية وتقليل المخاطر البيئية المحتملة.

الجدول (10): قيم ومساحة البعد عن شبكة الأودية في محافظة المفرق

البعد عن شبكة الأودية (متر)	المساحة	
	كم^2	%
18 -46	6145.2	23.1
47 -75	11165.6	42.1
76 -100	3347.2	12.6
100 -130	5574.7	20.9
130 -160	318.3	1.3
المجموع	**26551**	**100**

يوضح الجدول مدى تأثير المسافة عن الأودية على استخدامات الأراضي بشكل واضح: الأراضي القريبة من الأودية (18–46) م، بنسبة 23.1% وتعتبر الأكثر ملاءمة للزراعة البعلية، حيث تعتمد على الأمطار بشكل أساسي. أما الأراضي التي تبعد بين 47– 75 م (42.1%) فتُعد مثالية لمزارع الدواجن والمواشي، نظراً لتوازن عوامل المياه والمخاطر البيئية فيها. على النقيض، الأراضي الواقعة بين 76–100 م (12.6%) تُظهر كفاءة أقل في استخدام الري السطحي، في حين أن المناطق الأبعد من 100 م (43.3%) تفتقر إلى ملاءمة الزراعة المكثفة وتتمتع بفرص أفضل للمراعي أو المشاريع التي لا تعتمد على الري بشكل كبير. الشكل (13) يقدم تصوراً بصرياً لهذا التوزيع الجغرافي والاستخدامات المختلفة.

- **عامل نوع التربة Soil Type**

نوع التربة يُعتبر واحداً من العوامل الطبيعية الأساسية التي تؤثر على تحديد استخدامات الأراضي والأنشطة الزراعية، كما ذكر الجبوري والمشهدي (2020). تتميز التربة بخصائص مختلفة بناءً على محتواها من الرمل، الطين، والمواد العضوية، مما يؤثر على قدرتها على الاحتفاظ بالماء ومستوى خصوبتها. فالتربة الطينية تُعد مرغوبة للمحاصيل التي تحتاج إلى كميات كبيرة من الماء لكنها

تواجه مشكلات التصريف، في حين أن التربة الرملية تمتاز بجيد التصريف لكنها تتطلب عمليات ري متكررة. أما التربة التي تحتوي نسبة عالية من المواد العضوية فهي تُسهم في تحسين الإنتاجية الزراعية بشكل ملحوظ. على الجانب الآخر، التربة الفقيرة أو المالحة تحتاج إلى تدخلات لتطوير خصوبتها. الجدول رقم (11) يقدم تفصيلاً لمساحة التربة ضمن منطقة الدراسة.

الجدول (11): قيم ومساحة نوع التربة في محافظة المفرق

نوع التربة	المساحة	
	كم^2	%
Xerochrept	3323.1	12.5
Torriorthent	6054.2	22.8
Camborthid	16679.6	62.8
Paleorthid	361.6	1.4
Calciorthid	132.5	0.5
المجموع	**26551**	**100**

المصدر: إعداد الباحثين

تظهر بيانات أنواع التربة في محافظة المفرق أن تربة "Camborthid" تمثل أكبر نسبة بحوالي 62.8%. هذه التربة تتميز بجفافها وضعف تطورها، مما يجعلها بحاجة إلى إدارة مائية فعّالة لتحسين إنتاجيتها. تليها تربة "Torriorthent" بنسبة 22.8%، وهي تربة ضحلة وغنية بالحجارة، تُستخدم بشكل رئيسي للمراعي. أما تربة "Xerochrept"، فتغطي نحو 12.5% من المنطقة، وتشكل خيارًا ملائمًا للزراعة البعلية. بالمقابل، تربة "Paleorthid" و"Calciorthid" تسجل نسبًا صغيرة تبلغ 1.4% و0.5% على التوالي، وتتطلب تحسينات زراعية لتوظيفها بكفاءة. يعكس هذا التوزيع ضرورة تبني استراتيجيات مستدامة في إدارة التربة بما يتماشى مع خصائص الأنواع المختلفة لتحقيق تنمية بيئية طويلة الأمد، كما هو موضح في الشكل (14).

- **عامل كثافة الغطاء النباتي NDVI**

يُعتبر الغطاء النباتي من العناصر الطبيعية الأساسية التي تلعب دورًا محوريًا في استخدام الأراضي

واستدامتها، حيث يساند في حماية التربة من التآكل، ويعزز خصوبتها، ويساهم في تنظيم دورة المياه، إلى جانب توفير موئل مناسب للنباتات والحيوانات، وفق ما ورد في دراسة الحميداوي والجصاني (2020) أما الجدول رقم (12) فيستعرض توزيع كثافة الغطاء النباتي في محافظة المفرق، إذ تشغل الأراضي ذات الكثافة المتوسطة الحصة الأكبر بنسبة 41.3%، تليها الأراضي ذات الكثافة القليلة بنسبة 36.8%، ثم الأراضي ذات الكثافة القليلة جدًا بنسبة 21.5% بالمقابل، تشكل الأراضي ذات الكثافة العالية ما نسبته 0.4% فقط، بينما تكاد الأراضي التي تخلو تمامًا من الغطاء النباتي تكون شبه معدومة بنسبة 0.01%. هذا التوزيع يلقي الضوء على العلاقة الوثيقة بين أنماط الاستخدام الزراعي وتربية المواشي وكثافة الغطاء النباتي في المنطقة، وهو ما يظهر بشكل واضح في الشكل رقم (15).

الجدول (12): قيم ومساحة كثافة الغطاء النباتي في محافظة المفرق

الغطاء النباتي/ الكثافة	قيمة NDVI	المساحة	
		كم^2	%
لا يوجد نبات	0.4 -0	2.4	0.01
قليل الكثافة جداً	0.11 -0.4	5702.6	21.5
قليل الكثافة	0.20 -0.11	9781.5	36.8
متوسط الكثافة	0.29 -0.20	10967.7	41.3
كثافة عالية	0.38 -0.29	97.8	0.4
المجموع		**26551**	**100**

المصدر: إعداد الباحثين

- **عامل هطول الأمطار Rain Fall**

تعد الأمطار أحد العوامل المناخية الأساسية المؤثرة على أنماط استخدام الأراضي في محافظة المفرق. كمية الهطول وتوزيعها يلعبان دورًا حيويًا في تحديد النشاط الزراعي والمراعي بالمنطقة. وفقًا لبيانات الفترة بين 2000 و2024، سجلت محطة المفرق أعلى معدل للهطول بمقدار 172.3 ملم، في حين تقل النسبة تدريجيًا باتجاه الشرق لتصل إلى 56.2 ملم في محطة الرويشد و60.7 ملم في محطة الصفاوي. ومن حيث التوزيع المكاني للأمطار، تُهيمن الفئة المطرية 56–79 ملم على حوالي 60.1% من إجمالي مساحة المحافظة، تليها الفئة 80–100 ملم بنسبة 28%. أما الفئات الأعلى من 100 ملم، مثل 100–130 ملم، 130–150 ملم، و150–170 ملم، فتشكل

نسبًا أقل، تبلغ 3%، 2.2%، و6.7% على التوالي، كما يُوضح الجدول 13. يعكس هذا التباين المناخي طبيعة الجفاف وشبه الجفاف السائدة في المنطقة، مما يستدعي توجيه خطط التنمية نحو المناطق ذات الهطولات الأعلى لتعزيز الإنتاج الزراعي وضمان استدامة الموارد الطبيعية بشكل أفضل

الجدول (13): قيم ومساحة كمية هطول الأمطار في محافظة المفرق

كمية هطول الأمطار (ملم)	المساحة	
	كم^2	%
56- 79	15931.5	60.1
80- 100	7447.4	28
100- 130	808.9	3
130- 150	588.6	2.2
150- 170	1774.4	6.7
المجموع	**26551**	**100**

المصدر: إعداد الباحثين

- **عامل درجة الحرارة Temperature**

تلعب درجة الحرارة دوراً أساسياً في تحديد نوعية المحاصيل الزراعية واختيار طرق الري المناسبة، إذ تزداد احتياجات النباتات والمراعي إلى المياه في المناطق ذات المناخ الحار، بينما تهيِّئ المناطق المعتدلة ظروفاً مثالية للزراعة البعلية وتربية المواشي (Lal, 2020). وقد أظهرت البيانات للفترة الممتدة بين عامي 2000 و2024 اختلافاً واضحاً في معدلات الحرارة بين المناطق. فعلى سبيل المثال، سجلت محطة المفرق أقل معدل للحرارة بواقع 16.6°م، في حين شهدت محطتا الصفاوي والرويشد ارتفاعاً ملموساً، حيث بلغ متوسط الحرارة فيهما 19.4°م و20.5 على التوالي.

أما توزيع مساحة المحافظة وفقًا لمعدل درجات الحرارة يظهر هيمنة كبيرة للفئة 21°–20م، حيث تغطي 87.9% من المساحة الإجمالية، بينما لا تتجاوز الفئة 16–17°م نسبة 6.2% أما الفئات الأخرى (17–18°م، 18–19°م، 19–20°م) فتشكل نسبًا منخفضة تبلغ 1.7% و1.6% و2.6% على التوالي، وتتركز في المناطق المرتفعة والشمالية كما هو مُوضح في الجدول رقم 14. هذا التوزيع يعكس الطبيعة شبه الجافة للمحافظة وتأثيرها البارز على استغلال الأراضي. تُركز

المحاصيل المقاومة للجفاف بشكل رئيسي في المناطق ذات الحرارة المرتفعة، فيما تُستخدم المناطق ذات المناخ المعتدل للزراعة الموسمية وتربية المواشي

الجدول (14): قيم ومساحة درجة الحرارة في محافظة المفرق

معدل درجة الحرارة (°م)	المساحة	
	كم^2	%
16- 17	1639.3	6.2
17- 18	456.9	1.7
18- 19	452.5	1.6
19- 20	678.8	2.6
20- 21	23323.6	87.9
المجموع	**26551**	**100**

المصدر: إعداد الباحثين

- **عامل سرعة الرياح Wind speed**

تلعب سرعة الرياح دورًا مؤثرًا في الأنشطة الزراعية، إذ يمكن للرياح القوية أن تلحق الضرر بالمحاصيل وتزيد من فقدان الرطوبة في التربة. كما تسهم في نقل الغبار والرمال، مما يؤدي إلى انخفاض خصوبة الأراضي الزراعية. للتخفيف من هذه التأثيرات، يمكن استخدام مصدات الرياح أو زراعة أنواع نباتية مقاومة للجفاف (Harrison & Pearce, 2021) وتشير بيانات الفترة بين عامي 2000 و2024 إلى وجود تباين مكاني واضح في سرعة الرياح؛ حيث سجلت محطة الصفاوي أعلى معدل بسرعة بلغت 6.8 متر/ثانية، مقابل انخفاض ملحوظ في السرعة نحو منطقتي المفرق والرويشد.

أما توزيع مساحة المحافظة بناءً على سرعة الرياح يُظهر أن الفئة 3.5–4.2 م/ث تشكل 53.1% من إجمالي المساحة، مما يجعلها مناطق ذات رياح هادئة نسبياً وتعد مناسبة للأنشطة الزراعية. في المقابل، الفئات 4.3–4.8، 4.9–5.5، و5.6–6.1 م/ث تشكل نسباً تبلغ 15%، 8.8%، و8.9% على التوالي. أما الفئة الأعلى بمدى 6.8–6.2م/ث فتشغل نسبة 14.2%من مساحة المحافظة، وهي مناطق تتعرض لرياح قوية تتطلب اتخاذ إجراءات وقائية للحد من آثار الانجراف والتصحر وفق البيانات الواردة في الجدول 15.

الجدول (15): قيم ومساحة سرعة الرياح في محافظة المفرق

معدل سرعة الرياح (م/ث)	المساحة	
	كم^2	%
4.2 -3.5	14100.8	53.1
4.8 -4.3	3979.9	15
5.5 -4.9	2328.6	8.8
6.1 -5.6	2366.7	8.9
6.8 -6.2	3775	14.2
المجموع	**26551**	**100**

المصدر: إعداد الباحثين

- **العوامل البشرية**

تعتبر محوراً رئيسياً في تشكيل استخدامات الأراضي بمحافظة المفرق، إذ يساهم كل من النمو السكاني والكثافة السكانية في زيادة الطلب على الأراضي لأغراض السكن والزراعة. كذلك تلعب الأنشطة الاقتصادية، مثل الزراعة وتربية الماشية، دوراً في صياغة نمط الاستخدام بالأرياف، بينما تسهم البنية التحتية والخدمات العامة كالطرق والكهرباء في توجيه التنمية العمرانية. بالإضافة إلى ذلك، تبرز أهمية سياسات التخطيط العمراني الحكومية في تنظيم مناطق التوسع السكني وتحديد المشاريع التنموية المستقبلية.

- **عامل الطرق Roads**

يُعتبر البعد عن شبكة الطرق أحد العوامل البشرية المؤثرة على استخدامات الأراضي في محافظة المفرق، حيث يلعب دورًا رئيسيًا في سهولة الوصول إلى المزارع والخدمات الزراعية والمرافق الإنتاجية. تُظهر البيانات المدرجة في الجدول (16) أن الفئة الأكثر قربًا من الطرق (0–71 متر) تستحوذ على نسبة 36.6% من مساحة المحافظة، مما يسهم في تسهيل استخدام الأراضي للأنشطة الزراعية مثل الزراعة وتربية المواشي والدواجن. يليها الفئة التي تبعد بين 72–84 متر بنسبة 24.3%، وهي مناطق تتميز بقربها النسبي الذي يوفر إمكانية جيدة للوصول إلى الخدمات المختلفة. أما الفئة الممتدة بين 85–97 متر فتشكّل حوالي 18.3% من المساحة. في المقابل، تُظهر الفئتان

الأبعد من الطرق، وهما ضمن نطاقي 98–109 متر و109–121 متر، نسبًا أقل تبلغ 13.5% و7.3% على التوالي، حيث تواجه هذه المناطق تحديات كبيرة في النقل والتسويق نتيجة بعدها عن البنية التحتية. يعكس هذا التوزيع الحاجة الملحّة لتحسين الوصول إلى الأراضي البعيدة بهدف تعزيز استغلالها الأمثل ودعم مسارات التنمية المستدامة بشكل أكثر شمولية.

الجدول (16): قيم ومساحة البعد عن الطرق في محافظة المفرق

البعد عن الطرق (متر)	المساحة	
	كم^2	%
0– 71	9732.7	36.6
72– 84	6449.8	24.3
85– 97	4848.7	18.3
98– 109	3580.9	13.5
109– 121	1938.9	7.3
المجموع	**26551**	**100**

المصدر: إعداد الباحثين

- **عامل استعمالات الأرضLand Use**

يعتبر تنظيم استخدام الأراضي عنصرًا حيويًا في استغلال الموارد الطبيعية وضمان تحقيق التنمية المستدامة. يؤثر تغيير الاستخدام الأرضي بشكل مباشر على البيئة والإنتاجية الزراعية؛ فعلى سبيل المثال، تحويل الأراضي الزراعية إلى مناطق سكنية أو صناعية يؤدي إلى تقليص المساحات المزروعة، مما يضر بالتربة وجودة المياه. على الجانب الآخر، يساهم الاستخدام المستدام للأراضي، مثل الزراعة العضوية والمحافظة على الغطاء النباتي، في تعزيز التنوع البيولوجي وتحسين جودة الموارد الطبيعية (محمود، 2020). تشير بيانات الجدول (17) إلى أن محافظة المفرق يغلب عليها التربة المكشوفة والصخور التي تشكل 79.9% من مساحتها، تليها الأراضي الجرداء بنسبة 15.4%. أما الأراضي المبنية فتشكل 3.1% فقط، والمحاصيل العشبية 1.6%، في حين أن المياه والمراعي تشغل نسبًا طفيفة جدًا، مما يعكس الطبيعة الصحراوية للمنطقة وشح الموارد المائية المتاحة. هذه الحقائق تُبرز أهمية التخطيط المدروس لإدارة استخدام الأراضي بما يناسب الظروف المحلية.

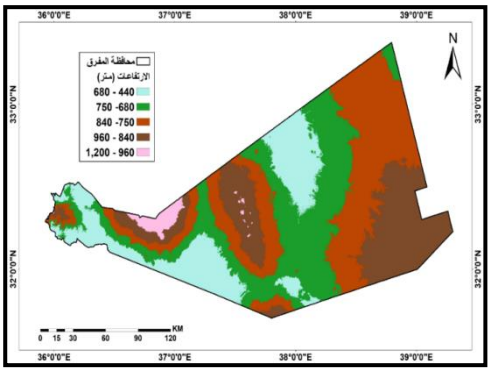
الجدول (17): قيم ومساحة استعمالات الأرض في محافظة المفرق

نوع استعمال الأرض	المساحة	
	كم^2	%
المياه	3.1	0.1
المراعي	2.5	0.01
محاصيل عشبية (مروية وبعلية)	421.7	1.6
الأراضي المبنية	830.6	3.1
أراضي جرداء	4085.5	15.4
تربة مكشوفة وصخور	21207.6	79.9
المجموع	**26551**	**100**

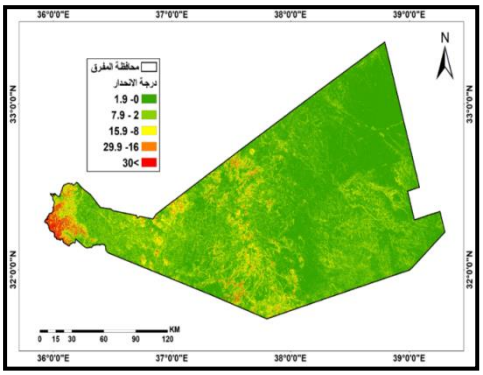
المصدر: إعداد الباحثين

- **عامل عدد السكان Population**

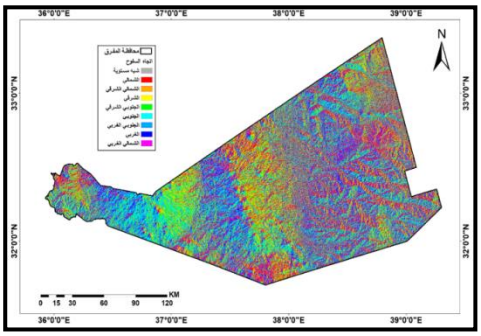
يعتبر عدد السكان عاملًا حيويًا يؤثر بشكل مباشر على أنماط استخدام الأراضي وتوزيع الأنشطة البشرية. فارتفاع الكثافة السكانية يؤدي إلى زيادة الطلب على الأراضي لاستخدامات متعددة مثل الإسكان، الخدمات، والزراعة، مما ينجم عنه تقليص المساحات الزراعية وضغط متزايد على الموارد الطبيعية. بالإضافة إلى ذلك، يرتبط عدد السكان بالتوسع الزراعي لتلبية الاحتياجات الغذائية المتزايدة، إلى جانب أهمية تعزيز البنية التحتية والخدمات العامة بهدف الحفاظ على جودة الحياة (عباس ومنوبية، 2016). وفقًا لبيانات الجدول (18)، تحتل غالبية مساحة المحافظة الفئة السكانية بين 16,000 و110,000 نسمة بنسبة 36.8%. تليها فئة السكان بين 10,000 و16,000 نسمة بنسبة 33.4%. تتميز المناطق ذات الكثافة السكانية المتوسطة إلى العالية بتركيز الأنشطة الزراعية نظرًا لتوفر العمالة والأسواق المحلية فيها، بينما تتسم المناطق ذات الكثافة الأكبر (220,000–270,000 نسمة) بنسبة 6.4% بالطابع العمراني والخدمي الواضح. أما المناطق ذات الكثافة المنخفضة (10,000–16,000 نسمة)، فتستفيد من المساحات الشاسعة لتخصصها في تربية المواشي ومزارعها.



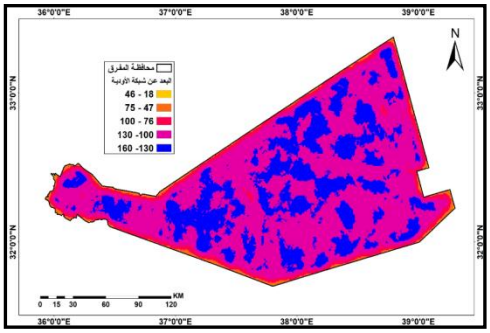
الشكل (9): عامل الارتفاع عن سطح البحر في محافظة المفرق



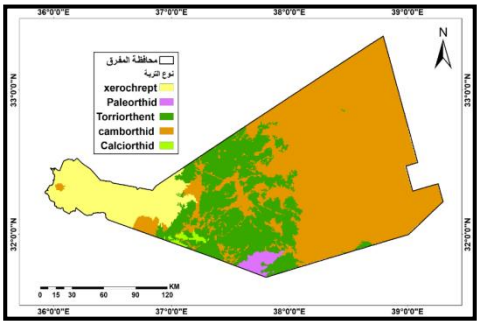
الشكل (10): عامل درجة الانحدار في محافظة المفرق



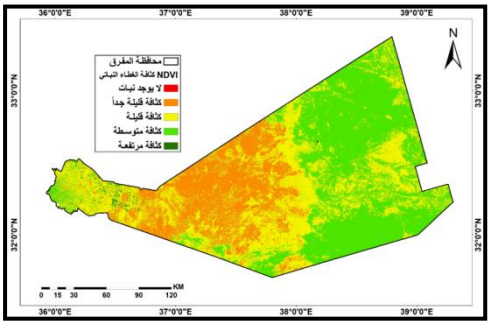
الشكل (11): عامل اتجاه السفوح في محافظة المفرق



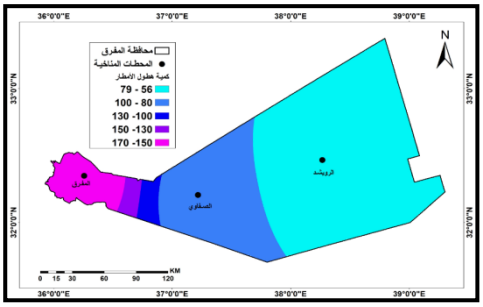
الشكل (12): عامل البعد عن شبكة الأودية في محافظة المفرق



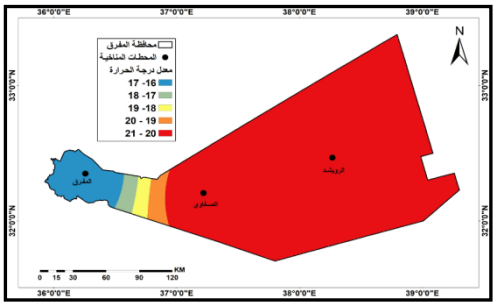
الشكل (13): عامل نوع التربة في محافظة المفرق



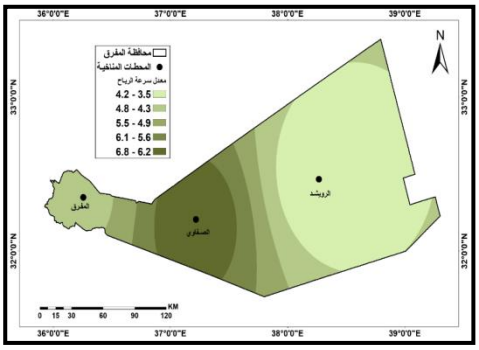
الشكل (14): عامل كثافة الغطاء النباتي NDVI في محافظة المفرق



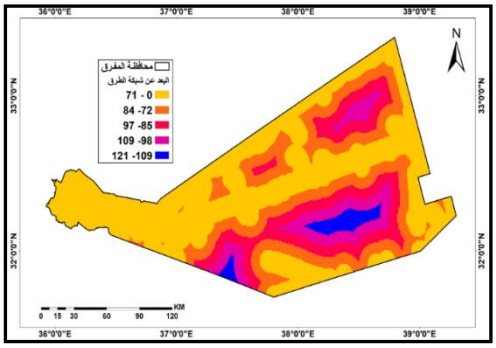
الشكل (15): عامل هطول الأمطار
في محافظة المفرق



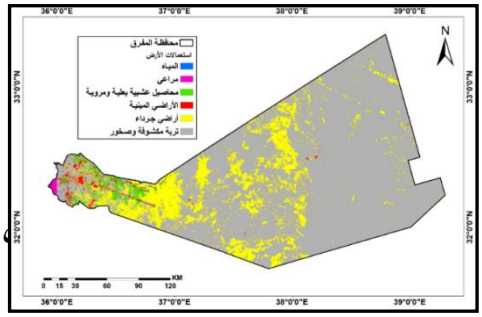
الشكل (16): عامل درجة الحرارة
في محافظة المفرق



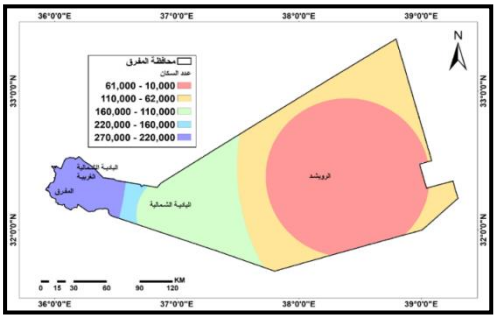
الشكل"(17) عامل سرعة الرياح في
محافظة المفرق



الشكل: (18) عامل البعد عن شبكة الطرق
في محافظة المفرق



الشكل (19): عامل استعمالات الأرض
محافظة المفرق



الشكل (20): عامل عدد السكان
في محافظة المفرق

ثالثاً: مصفوفة الأوزان لعوامل التنمية المستدامة لاستخدامات الأرض (المزارع) من خلال التحليل الهرمي المتسلسل AHP.

تمت إعادة تصنيف العوامل الاثني عشر المؤثرة في التنمية المستدامة لاستخدامات الأراضي بمحافظة المفرق باستخدام أداة Reclassify ضمن بيئة .Arc Map خُصص لكل عامل تصنيف رقمي يتراوح بين 1 و9، حيث يشير التصنيف 9 إلى مستوى تأثير مرتفع للغاية على عملية التنمية، في حين يعكس التصنيف 1 تأثيرًا منخفضًا للغاية. وفي المرحلة التالية، تم توظيف تقنية التحليل الهرمي المتسلسل (AHP) لمعالجة جميع هذه العوامل وتحديد الأوزان المناسبة لكل واحد منها. وفقًا للجدول (18)، تُعتبر عوامل مثل كمية هطول الأمطار، درجة الحرارة، كثافة الغطاء النباتي، عدد السكان، واستعمالات الأراضي الأكثر تأثيرًا في تخطيط استخدامات الأراضي وإنشاء المزارع لتحقيق التنمية المستدامة. في المقابل، تُعد الطرق ودرجة الانحدار الأقل تأثيرًا بالمقارنة مع بقية العوامل. بعد ذلك، تم إعداد تصنيف يبرز مستوى تأثير كل عامل على النحو الموضح في الجدول (19)

الجدول (18): المقارنات الزوجية للعوامل

العوامل	الارتفاع	درجة الانحدار	اتجاه السفوح	البعد عن شبكة الأودية	نوع التربة	كثافة الغطاء النباتي	الأمطار	درجة الحرارة	سرعة الرياح	استعمالات الأرض	البعد عن شبكة الطرق	عدد السكان	وزن العامل %
الارتفاع	1	7	7	9	9	9	7	7	7	7	9	7	%6
درجة الانحدار	1/7	1	1/5	1/3	9	7	5	5	5	7	9	7	%5
اتجاه السفوح	1/7	5	1	9	7	7	5	5	5	7	9	7	%5
البعد عن شبكة الأودية	1/9	3	1/9	1	1/5	7	1/5	1/5	1/5	3	1/3	3	%6
نوع التربة	1/9	1/9	1/7	5	1	9	1/9	1/9	1/5	1/5	1/3	1/3	%10
كثافة الغطاء النباتي	1/9	1/7	1/7	1/7	1/9	1	1/7	1/7	1/7	1/9	1/5	5	%12
الأمطار	1/7	1/5	1/5	5	9	7	1	3	3	3	3	5	%15
درجة الحرارة	1/7	1/5	1/5	5	9	7	1/3	1	5	5	3	7	%13
سرعة الرياح	1/7	1/5	1/5	5	7	7	1/3	1/5	1	1/5	1/3	3	%6
استعمالات الأرض	1/7	1/7	1/7	1/3	5	9	1/3	1/5	5	1	1/3	7	%8
البعد عن شبكة الطرق	1/9	1/9	1/9	3	5	5	1/3	1/3	3	3	1	7	%5
عدد السكان	1/7	1/7	1/7	3	3	5	1/5	1/7	3	7	7	1	%9
المجموع	2 4/9	17 ¼	9 3/5	43 1/7	64 1/3	75 1/5	20	22 1/3	34 7/8	36 2/3	35 2/3	59 1/3	%100

المصدر: اعداد الباحثين بالاعتماد على الدراسات السابقة وذوي الخبرة والمختصين وأصحاب المزارع.

الجدول (19): العوامل المؤثرة على إقامة المزارع لتحقيق التنمية المستدامة في تخطيط استعمالات الأرض في محافظة المفرق

الرقم	العامل المحفز Factor	التصنيف Class	درجة التصنيف	مستوى التنمية المستدامة في تخطيط استعمالات الأرض وإقامة المزارع	الوزن %
1	الارتفاعات	680 -440	9	مرتفعة جداً	%6
		750 -680	7	مرتفعة	
		840 -750	5	متوسطة	
		960 -840	3	منخفضة	
		1200 -960	1	منخفضة جداً	
2	درجة الانحدار	0 – 1.9	9	مرتفعة جداً	%5
		2 – 7.9	7	مرتفعة	
		8 – 15.9	5	متوسطة	
		16 – 29.9	3	منخفضة	
		30 <	1	منخفضة جداً	
3	اتجاه الانحدار	شبه مستوية	7	مرتفعة	%6
		الشمالي	9	مرتفعة جداً	
		الشمال الشرقي	7	مرتفعة	
		الشرق	7	مرتفعة	
		الجنوبي الشرقي	5	متوسطة	
		الجنوبي	3	منخفضة	
		الجنوبي الغربي	5	متوسطة	
		الغربي	5	متوسطة	
		الشمال الغربي	9	مرتفعة جداً	
4	البعد عن شبكة الأودية	46 -18	9	مرتفعة جداً	%5
		75 -47	7	مرتفعة	
		100 -76	5	متوسطة	
		130 -100	3	منخفضة	
		160 -130	1	منخفضة جداً	
5	نوع التربة	Xerochrept	9	مرتفعة جداً	%10
		Torriorthent	5	متوسطة	
		Camborthid	7	مرتفعة	
		Paleorthid	3	منخفضة	
		Calciorthid	1	منخفضة جداً	
5	كثافة الغطاء النباتي	لا يوجد نبات	1	منخفضة جداً	%12
		كثافة قليلة جداً	3	منخفضة	

الرقم	العامل المحفز Factor	التصنيف Class	درجة التصنيف	مستوى التنمية المستدامة في تخطيط استعمالات الأرض وإقامة المزارع	الوزن %
		كثافة قليلة	5	متوسطة	
		كثافة متوسطة	7	مرتفعة	
		كثافة مرتفعة	9	مرتفعة جداً	
6	الهطول المطري	79 -56	1	منخفضة جداً	%15
		100 -80	3	منخفضة	
		130 -100	5	متوسطة	
		150 -130	7	مرتفعة	
		170 -150	9	مرتفعة جداً	
7	درجة الحرارة	17 -16	1	منخفضة جداً	%13
		18 -17	3	منخفضة	
		19 -18	5	متوسطة	
		20 -19	7	مرتفعة	
		21 -20	9	مرتفعة جداً	
8	سرعة الرياح	4.2 -3.5	9	مرتفعة جداً	%6
		4.8 -4.3	7	مرتفعة	
		5.5 -4.9	5	متوسطة	
		6.1 -5.6	3	منخفضة	
		6.8 -6.2	1	منخفضة جداً	
9	البعد عن شبكة الطرق	71-0	9	مرتفعة جداً	%5
		84 -72	7	مرتفعة	
		97 -85	5	متوسطة	
		109 -98	3	منخفضة	
		121 -109	1	منخفضة جداً	
10	استعمالات الأرض	المياه	1	منخفضة جداً	%8
		مراعي	7	مرتفعة	
		محاصيل عشبية (مروية وبعلية)	9	مرتفعة جداً	
		الأراضي المبنية	3	منخفضة	
		أراضي جرداء	9	مرتفعة جداً	
		تربة مكشوفة وصخور	7	مرتفعة	
11	عدد السكان	16,000 -10,000	1	منخفضة جداً	%9
		110,000 -16,000	3	منخفضة	
		160,000 -110,000	5	متوسطة	
		220,000-160,000	7	مرتفعة	
		270,000-220,000	9	مرتفعة جداً	

المصدر: اعداد الباحثين

يتضح أن العديد من العوامل الطبيعية والبشرية تلعب دورًا رئيسيًا في اختيار مواقع إقامة المزارع في محافظة المفرق، بهدف تحقيق التنمية المستدامة. تأتي عوامل مثل كمية هطول الأمطار ودرجة الحرارة وكثافة الغطاء النباتي ونوعية التربة في مقدمة المؤثرات، إذ تؤثر مباشرة على توفر المياه، وتحديد مدى ملاءمة الأرض للزراعة، وتوفير الأعلاف الطبيعية لتغذية المواشي. في المقابل، تؤثر عوامل أخرى مثل البعد عن شبكات الطرق وسرعة الرياح ودرجة الارتفاع والانحدار بشكل ثانوي أو متوسط الأهمية، حيث تؤثر على سهولة الوصول إلى الأسواق، توفر الخدمات، واستقرار التربة. أما اتجاه السفوح والبعد عن شبكة الأودية فتعتبر ذات تأثير أقل نسبيًا. أظهرت نتائج التحليل المكاني تصنيف المناطق حسب مدى حاجتها لإقامة المزارع، كما يلي: الشكل (21)

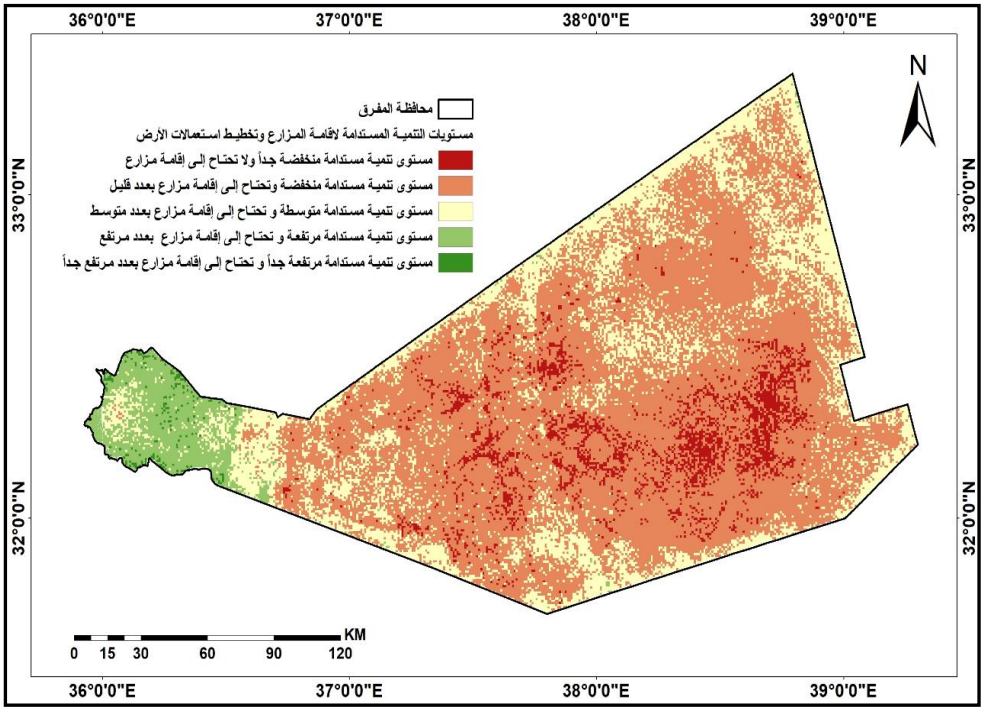
الأحمر الداكن (18.1%): مناطق منخفضة الإمكانية، تتميز بضعف الموارد الطبيعية تقريبًا وخلوها من المزارع.

البرتقالي (33.7%): مناطق ذات إمكانيات منخفضة، تستلزم تحسين البنية التحتية لدعم الزراعة.

الأصفر (30.6%): مناطق متوسطة الإمكانيات، قابلة لإقامة عدد متوسط من المزارع بشرط تعزيز الموارد الطبيعية.

الأخضر الفاتح (12.1%): مناطق ذات إمكانيات مرتفعة، مناسبة لإنشاء مزارع مستدامة وتضم حاليًا 17 مزرعة.

لأخضر الداكن (5.5%) مناطق ذات إمكانيات عالية جدًا لإنشاء مزارع مستقبلية، وتقع في الجزء الشمالي من المحافظة. هذا التوزيع يعكس ارتباط إمكانيات الأرض بالخصائص الطبيعية والبشرية، حيث تتركز المزارع الحالية في المناطق ذات الإمكانات المرتفعة. بينما تحتاج المناطق ذات الإمكانات المتوسطة والمنخفضة إلى تحسين في الموارد والبنية التحتية لضمان تحقيق التنمية المستدامة للنشاط الزراعي داخل المحافظة.



الشكل (21): تصنيف المناطق التي تحتاج إلى تخطيط استعمالات الأرض، المزارع (الخضار، المواشي، الدواجن) في محافظة المفرق مستقبلاً

- **نتائج الدراسة**

1- وجود تباين مكاني للمزارع في منطقة الدراسة، حيث تواجدت ضمن لوائي القصبة والبادية الشمالية الغربية، بينما تخلو لوائي الرويشد والبادية الشمالية من المزارع.

2- شهدت المزارع في محافظة المفرق نمط توزيع جغرافي متقارب عشوائي مشتت بقيمة 1.025166.

3- تتركز المزارع (الخضار، المواشي، الدواجن) في المناطق ذات الانحدارات المعتدلة والارتفاعات المتوسطة، مما يشير إلى أن هذه المناطق توفر الظروف المناسبة للاستغلال الزراعي المستدام، بما في ذلك سهولة الوصول إلى الموارد المائية والتربة الخصبة، مما يسهم في تعزيز إنتاجية المزارع وتوفير بيئة ملائمة للأنشطة الزراعية.

4- تبين أن أكثر العوامل دوراً في اختيار مواقع المزارع لتحقيق التنمية المستدامة في منطقة الدراسة

هي: (كمية هطول الأمطار، درجة الحرارة، كثافة الغطاء النباتي، نوع التربة، عدد السكان، استعمالات الأرض) في حين نجد أن العوامل الأقل دوراً في ذلك هي (البعد عن شبكة الطرق والبعد عن شبكة الأودية).

5- تبين أن المناطق التي لا تحتاج إلى إقامة مزارع حيث تكاد تخلو من سهولة الوصول وتتواجد ضمن أقل درجات الحرارة والأقل في كميات هطول الأمطار بالإضافة إلى قلة الغطاء النباتي ولم يتواجد أي مزارع ضمن هذه الفئة التي شكلت مساحة (4805.2) كم^2 وبنسبة 18.1% وتواجدت في لواء الرويشد في الأجزاء الجنوبية والغربية.

6- لوحظ أن المناطق التي تحتاج إلى عدد مرتفع من المزارع (تنمية مستدامة مرتفعة) والتي تتمثل في غرب لواء البادية الشمالية بالقرب من أم جمال وقضاء الخالدية بالإضافة إلى كافة أجزاء الباعج والنهضة وقضاء سما السرحان وقضاء حوشا وبريقا ورش وكافة أجزاء لواء المفرق بما فيها قضاء ارحاب وبلعما والمنشية وذلك بمساحة 3212.2 كم^2 وبنسبة (12.1%) والتي يتواجد ضمنها حالياً (17) مزرعة.

7- تبين أن المناطق تحتاج في الوقت الحالي ومستقبلاً لإقامة مزارع (تنمية مستدامة مرتفعة جداً)؛ حيث تمثل هذه المناطق ما مساحته 1466.9 وبنسبة (5.5%) وتتمثل في شمال القصبة وشمال شرقي البادية الشمالية الغربية.

- **توصيات الدراسة**

1- وضع خطة تنموية شاملة تهدف إلى زيادة المساحات الزراعية المستدامة في محافظة المفرق بنسبة 25% خلال السنوات الخمس القادمة، مع التركيز على المناطق ذات الإمكانيات العالية بناءً على نتائج التحليل المكاني.

2- إنشاء قاعدة بيانات جغرافية ديناميكية يتم تحديثها كل عامين، تشمل معلومات عن استخدامات الأراضي، التربة، الموارد المائية، وكثافة الغطاء النباتي، لدعم القرارات التخطيطية والاستثمارية.

3- تحسين البنية التحتية للقطاع الزراعي من خلال تطوير شبكات الطرق الريفية، مما يسهم في زيادة كفاءة النقل وتقليل زمن وصول المنتجات الزراعية إلى الأسواق المحلية بنسبة 30%.

4- إطلاق برامج تحفيزية للاستثمار في القطاع الزراعي تركز على استصلاح الأراضي غير

المستغلة، مع توفير دعم مالي وفني لإنشاء 15 مشروعاً زراعياً جديداً في المناطق المناسبة خلال السنوات الثلاث المقبلة.

5- تعزيز الاستدامة البيئية من خلال تنفيذ برامج لحماية التربة من التدهور وتقليل مخاطر التصحر، عبر زراعة الأحزمة الخضراء وزيادة الغطاء النباتي في المناطق القاحلة بنسبة 20%.

6- تطوير أنظمة ري حديثة تعتمد على تقنيات الاستشعار عن بعد لترشيد استهلاك المياه، مما يسهم في تحسين كفاءة الري وتقليل الفاقد المائي بنسبة 35%.

7- تعزيز استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وأدوات التحليل المكاني في تخطيط استخدامات الأراضي، مع دمج تقنيات التحليل الهرمي (AHP) لتحديد المواقع المثلى للأنشطة الزراعية.

8- إطلاق حملات توعية للمزارعين حول أهمية اعتماد أساليب الزراعة المستدامة، مع تقديم تدريبات على التقنيات الزراعية الحديثة لزيادة الإنتاجية مع الحفاظ على الموارد الطبيعية.

9- تعزيز التعاون بين القطاعات المتنوعة من خلال التنسيق بين الجهات الحكومية والأكاديمية والقطاع الخاص، لضمان تحقيق تنمية مستدامة تستند إلى بيانات دقيقة وتخطيط شامل.

10- تطوير مناطق زراعية نموذجية تعتمد على الطاقة المتجددة وتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في الزراعة، بهدف زيادة الإنتاجية وتقليل الأثر البيئي السلبي.

• قائمة المصادر والمراجع العربية

كتب ومصادر مطبوعة:

- السرياني، أ.، & الصالح، ب. (2000). *الجغرافية الكمية والإحصائية أسس وتطبيقات بالأساليب الحاسوبية الحديثة* (ط. 2). مكتبة العبيكان.
- خير، ص. (2000). *البحث الجغرافي ومناهجه وأساليبه*. دار المريخ.
- داود، ج. (2012). *أسس التحليل المكاني في إطار نظم المعلومات الجغرافية GIS*. مكة المكرمة.

مقالات في مجلات علمية:

- البلبيسي، ح. (2012). تحديد التغيرات في استعمالات الأرض وأنماط الغطاء الأرضي ومراقبة تدهور الأراضي في وسط الأردن خلال عقدين من الزمن باستخدام المرئيات الفضائية. *المجلة الأردنية للعلوم الاجتماعية، 5*(1)، 133-149.

- الجبوري، أ.، & المشهدي، ج. (2020). التحليل المكاني لصفات التربة وأثرها في تحديد قابلية أراضي ناحية الرشيد: دراسة في جغرافية التربة. *مجلة كلية التربية للنبات، 31*(2)، 104-121.
- الحميداوي، ش.، & الجصاني، ن. (2020). دراسة وتحليل مؤشر اختلاف الغطاء النباتي NDVI في مناطق مختارة من العراق. *مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية، 1*(5)، 38-50.
- الخطيب، م. (2015). تأثير التغيرات المناخية على الإنتاج الزراعي في المناطق الجافة. *مجلة الجغرافيا التطبيقية، 12*(2)، 45-67.
- العبادي، م. (2019). استخدام نظم المعلومات الجغرافية في السيطرة على استعمالات الأرض (منطقة الدراسة – مدينة سامراء). *مجلة الهندسة والتنمية المستدامة، 23*(5)، 299-316.
- العيساوي، إ. (2016). التوسع العمراني وأثره في استعمالات الأرض الزراعية في ريف ناحية الصقلاوية مقاطعة أبو اسديرة انموذجاً. *مجلة اتحاد الجامعات العربية للآداب، 13*(1)، 173-198.
- العزوي، ف.، & الشرفات، ع. (2014). واقع التنمية المستدامة في البادية الأردنية (دراسة ميدانية) على منطقة البادية الشمالية الغربية. *مجلة اتحاد الجامعات العربية للآداب، 11*(2)، 757-800.
- الطفيلي، ظ.، & إسماعيل، ش. (2020). تحليل جغرافي لاستعمالات الأرض الزراعية في منطقة البراكية. *مجلة بحوث كلية الآداب، 122*، 3-38.
- عباس، س.، & منوبية، ق. (2016). مظاهر تأثير النمو السكاني على البيئة الحضرية في العالم. *مجلة علوم الإنسان والمجتمع، 5*(4)، 139-161.
- مال الله، ع.، & عنوز، أ. (2019). أثر طرق النقل البري في توزيع استعمالات الأرض في محافظة النجف الأشرف. *مجلة آداب الكوفة، 1*(39)، 11-39.
- لطفي، م. (2023). أثر التعديات على الأراضي الزراعية، دراسة حالة لمحافظة البحيرة. *المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، 33*(3)، 1104-1123.

رسائل ماجستير غير منشورة:

- الذرعاني، ر. (2013). *التغير في استخدام الأراضي الزراعية في مشاريع الاستيطان الزراعي في ليبيا، دراسة حالة سهل المرج* (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية الآداب، جامعة بنغازي، ليبيا.
- قبها، م. (2014). *أثر الزحف العمراني في مدينة جنين على الأراضي الزراعية* (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية الدراسات العليا، جامعة النجاح الوطنية، فلسطين.

مصادر إلكترونيّة:

- محمود، هـ. (2020). إدارة استعمالات الأراضي الحضرية وعلاقتها في التنمية المستدامة لطرق المدن (مدينة بغداد) حالة دراسية. *المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء*. https://publication-cpas-egypt.com
- وزارة الداخلية. (2024). *محافظة المفرق*. وزارة الداخلية الأردنية. https://moi.gov.jo
- وزارة الزراعة. (2021). *الخطة الوطنية لإدارة الأراضي والمراعي*. وزارة الزراعة الأردنية. https://www.moa.gov.jo

- **المصادر والمراجع الأجنبية**

مقالات في مجلات علمية:

- Al-Shalabi, M., Billa, L., Pradhan, B., Mansor, S., & Al-Sharif, A. A. (2006). GIS-based multi-criteria analysis for land suitability assessment in Amman, Jordan. *Applied Geography, 30*(1), 110-125.
- Mendoza, G. A., & Martins, H. (2006). Multi-criteria decision analysis in natural resource management: A critical review of methods. *Forest Ecology and Management, 230*(1-3), 1-22.
- Saaty, T. (1980). Decision making with the analytic hierarchy process. *Journal of Services Sciences, 1*(1), 29.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences, 1*(1), 83-98.

كتب ومصادر مطبوعة:

- Food and Agriculture Organization (FAO). (2020). Water and agriculture: Sustainability, markets and policies. FAO Publications.
- Harrison, R. M., & Pearce, F. (2021). Climate change and land degradation. Wiley-Blackwell.
- Lal, R. (2020). Climate change and soil degradation: Causes, effects, and solutions. CRC Press.
- Stan Moraine, Ed. (1999). GIS solution in natural resource management. Tenewable Natural Resource Foundation and National Academy of Sciences, National Research Council, Washington.

تقارير وأوراق بحثية:

- Rouse Jr, J., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1973). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. NASA Special Publication, 351, 309