بناء نموذج مكاني لقياس مؤشر التنمية الريفية (RDI) في قضاء شيخان

أحمد محمد يونس

ahmedmohammeed@gmail.com

طالب دكتوراه – جامعة دهوك / كلية العلوم الإنسانية / قسم الجغرافية

موظف في مديرية إحصاء محافظة دهوك

أ.د. مزگين محمد حسن

mizgen.hesen@uod.ac

أستاذ – جامعة دهوك / كلية التربية الأساسية / قسم الجغرافية

Spatial Modeling for Measuring the Rural Development Index (RDI) in Shekhan District

Ahmed Mohammed Younis

PhD Student – University of Duhok / College of Humanities / Department of Geography

Employee – Duhok Governorate Statistics Office

Prof. Dr. Mizgeen Muhammed Hesen

Professor – University of Duhok / College of Basic Education / Department of Geography

المستخلص

تهدف هذه البحث إلى بناء نموذج مكاني لقياس مؤشر التنمية الريفية (Rural Development Index - RDI) في قضاء شيخان، من خلال توظيف أدوات التحليل المكاني وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) إلى جانب منهجية التحليل الهرمي (Analytic Hierarchy Process - AHP). جُمعت بيانات متعددة المصادر تغطي الجوانب الطبيعية، البشرية، والاقتصادية، وتم تطبيعها وتحليلها باستخدام أدوات متقدمة ضمن بيئة (ArcGIS Pro)، أبرزها (Model Builder) و (Zonal Statistics).

اعتمدت البحث على (١٨) متغيرًا موزعًا على ثلاث مجموعات رئيسة، حُددت أوزانها النسبية بناءً على تقييمات الخبراء ومقارنات زوجية وفق تقنية (AHP). بعد دمج المتغيرات في نموذج مركب، تم تصنيف النتائج إلى خمس فئات معيارية تعكس التفاوت المكاني في مستويات التنمية الريفية. أظهرت النتائج تركز مستويات التنمية المرتفعة في وسط القضاء والمناطق المحيطة بمركز شيخان، في حين برزت مناطق شمالية تعاني من ضعف حاد في التنمية بسبب التضاريس الوعرة وضعف البنية التحتية.

توصل البحث إلى تطوير أداة تحليلية كمية ومرئية تمكّن صُنّاع القرار من توجيه الموارد نحو المناطق ذات الأولوية، وتعزز العدالة المكانية في توزيع الخدمات، بما يساهم في تحقيق مؤشر التنمية الريفية (RDI) اعتمادًا على بيانات مكانية دقيقة وموثوقة.

الكلمات المفتاحية

التحليل المكاني (Spatial Analysis)، نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، العملية التحليلية الهرمية (AHP)، مؤشر التنمية الريفية (RDI)، قضاء شيخان.

Abstract

This study aims to develop a spatial model for measuring the Rural Development Index (RDI) in the Shekhan District by utilizing spatial analysis tools and Geographic Information Systems (GIS) in conjunction with the Analytic Hierarchy Process (AHP). Multisource data covering the natural, human, and economic aspects were collected, normalized, and analyzed using advanced tools within the ArcGIS Pro environment, including Model Builder and Zonal Statistics.

The study relied on 18 variables grouped into three main dimensions, whose relative weights were determined through expert evaluations and pairwise comparisons using the AHP methodology. After integrating the variables into a composite model, the results were classified into five standardized categories reflecting spatial disparities in rural development levels. The findings revealed that higher development levels are concentrated in the central parts of the district, particularly around the Shekhan center, while northern areas suffer from severe developmental deficiencies due to rugged terrain and weak infrastructure.

The study concluded with the development of a quantitative and visual analytical tool that enables decision-makers to direct resources toward priority areas, enhances spatial equity in service distribution, and contributes to achieving the Rural Development Index (RDI) based on accurate and reliable spatial data.

Keywords: Spatial Analysis – Geographic Information Systems (GIS) – Analytic Hierarchy Process (AHP) – Rural Development Index (RDI) – Sheikhan District

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

تُعد التنمية الريفية من المفاهيم الجوهرية في التخطيط الجغرافي، إذ تهدف إلى تحسين مستوى معيشة السكان في المناطق الريفية عبر تعزيز كفاءة استخدام الموارد الطبيعية والبشرية والاقتصادية (المنعم، ٢٠٢٢). ويُبرز الواقع الميداني في قضاء شيخان وجود تفاوت مكاني واضح في مقومات التنمية، الأمر الذي يستدعي بناء نماذج كمية دقيقة قادرة على تشخيص هذا التفاوت، ووضع آليات لمعالجته على نحو علمي موضوعي.

وفي هذا الإطار، يُعد مؤشر التنمية الريفية (RDI) أداة مركّبة لقياس الإمكانيات التنموية، كونه يدمج بين أبعاد طبيعية، بشرية، واقتصادية ضمن نموذج تحليلي موحّد (الجاسم، ٢٠٢٢). ولتحقيق هذا الهدف، تم توظيف تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وأساليب التحليل متعدد المعايير (MCDA)، ولا سيما التحليل الهرمي (AHP)، الذي يتيح إسناد أوزان نسبية للمتغيرات استنادًا إلى المقارنات الزوجية(Aftab Kar، ٢٠٢٣)

وقد تم تطوير النموذج المكاني باستخدام بيئة (ArcGIS Pro)، مع توظيف أدوات تحليلية مثل (Model Builder) و(Zonal Statistics) لدمج المتغيرات وتحليل الفروقات المكانية بدقة عالية. ويسهم هذا النموذج في تقديم تمثيل مرئي وكمّي للفروقات التنموية بين المقاطعات والمستوطنات في قضاء شيخان، ويوفّر أداة مرجعية لصُنّاع القرار لتحديد أولويات التدخل التنموي (محمود، ٢٠٢١)

مشكلة البحث

تتمثل مشكلة هذا البحث في التساؤل التالية:

١- ما مستوى التنمية الريفية في قضاء شيخان وفق مؤشر التنمية الريفية (RDI)؟

٢- كيف يمكن توظيف تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وأساليب التحليل الهرمي (AHP) لبناء نموذج مكاني متكامل؟

٣- ما طبيعة التباين الجغرافي في قيم المؤشر بين المقاطعات الزراعية في قضاء شيخان؟

فرضية البحث

يفترض البحث ما يلي:

١- تفاوت مكاني ملحوظ في مستويات التنمية الريفية بين مناطق قضاء شيخان، يمكن قياسه بدقة باستخدام مؤشر التنمية الريفية (RDI) الذي يدمج بين المتغيرات الطبيعية والبشرية والاقتصادية في إطار تحليلي موحّد.

٢- إن توظيف تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وأسلوب التحليل الهرمي (AHP) يسهم في بناء نموذج مكاني مركّب قادر على تمثيل الواقع التنموي بدقة وموضوعية عالية.

٣- إن التفاوت المكاني في مؤشر التنمية الريفية (RDI) بين الوحدات الجغرافية في قضاء شيخان يمكن تصنيفه إلى فئات مكانية معيارية تكشف بوضوح مناطق القصور التنموي ومراكز التمركز، بما يدعم اتخاذ قرارات تخطيطية وتنموية موجهة.

أهداف البحث

يهدف هذا البحث إلى:

١. **بناء نموذج مكاني مركّب** لقياس مؤشر التنمية الريفية (RDI) في قضاء شيخان، بالاعتماد على بيانات كمية ومكانية متعددة المصادر تغطي الأبعاد الطبيعية والبشرية والاقتصادية.

٢. **توظيف تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS)** وأسلوب **التحليل الهرمي (AHP)**لتحديد الأوزان النسبية للمتغيرات وتحليلها مكانيًا ضمن بيئة ArcGIS) (Proبدقة وموضوعية.

٣. **تصنيف الوحدات الجغرافية** في منطقة الدراسة إلى فئات مكانية معيارية وفقًا لمستويات مؤشر التنمية الريفية(RDI) ، بهدف تحديد مناطق القصور التنموي ومواطن القوة.

٤. **تقديم أداة تحليلية كمية ومرئية** تدعم صُنّاع القرار، وتعزز فعالية التخطيط الريفي المستدام، وتوجه الموارد نحو المناطق ذات الأولوية لتحقيق العدالة المكانية.

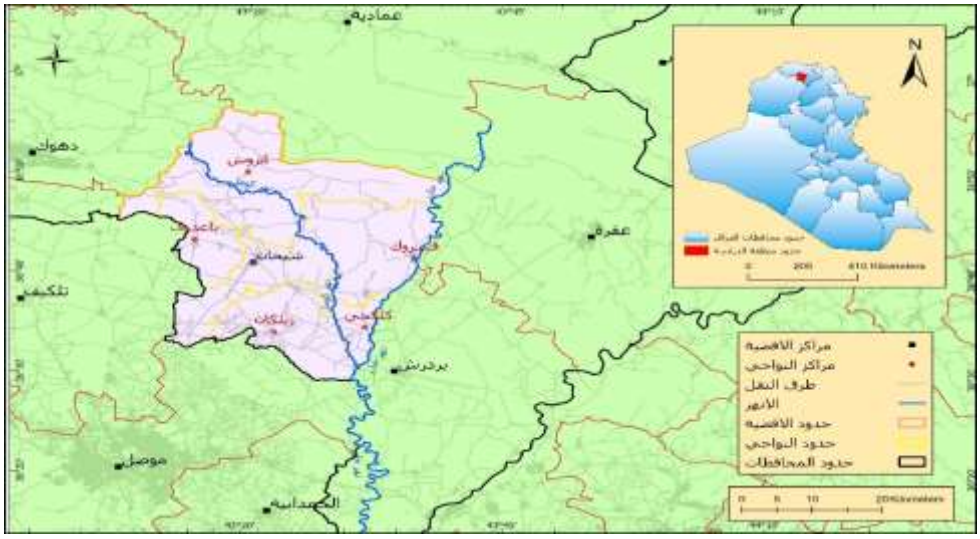
الموقع والمساحة

يتمتع قضاء شيخان بموقع جغرافي استراتيجي في الجزء الجنوبي الغربي من محافظة دهوك، ويُعد نقطة وصل مهمة بين محافظتي دهوك ونينوى، مما يمنحه دورًا محوريًا في تعزيز التفاعل الإقليمي والحركة الاقتصادية والبشرية. يحدّه شمالًا قضاء العمادية، وشمال غربه قضاء دهوك، وغربه قضاء سيميل، فيما يتصل جنوبًا بمحافظة نينوى عبر قضائي الموصل وتلكيف، ويحدّه شرقًا قضاءا آكري وبردرش، ويفصل بينهما نهر الخازر الذي يُعد حدًا طبيعيًا واضحًا في المشهد المكاني للمنطقة.

تمتد منطقة البحث فلكيًا بين دائرتي عرض ("٥٧ '٥٥ °٣٦) شمالًا، وتحديدًا عند قرية (خرزا)، ودائرة عرض("٥٧ '٢٩ °٣٦) جنوبا، عند أقصى نقطة في جنوب المنطقة وهي قرية (قيماوة). أما من حيث خطوط الطول فتقع المنطقة بين خطي طول ("٣٥ '٨ °٤٣) غربا عند قرية (باساوا) ، و("٤٧ '٣٨ °٤٣)شرقًا، عند قرية (نيروك) في الشرق.، كما هو موضح في الخريطة (١).

تتألف منطقة البحث من ست نواحٍ إدارية: (أتروش، قسروك، زيلكان، عين سفني، باعدري، وكلكجي)، وتضم ما مجموعه (٢١٢) مستوطنة ريفية، تنتشر على مساحة قدرها (١٣٢٣ كم²)، وهو ما يمثل نحو (١٢٪) من المساحة الكلية لمحافظة دهوك. وتُعد ناحية أتروش الأكبر من حيث المساحة بـ (٤٨٤ كم²)أي (٣٦.٦١٪)، تليها قسروك بـ (٢٦٢ كم²)، بينما تُعد كلكجي الأصغر بمساحة (٦٠ كم²)، كما تحتوي القضاء على (١٨٩) مقاطعة زراعية .

الخريطة (١) الموقع الجغرافي لقضاء شيخان



المصدر: عمل الباحث اعتمادا على حكومة إقليم كوردستان ،وزارة التخطيط، هيئة إحصاء إقليم كوردستان العراق، مديرية إحصاء دهوك، قسم (GIS)خريطة لعام ٢٠٢٤.

منهجية البحث

يتطلب قياس التنمية الريفية فهماً شاملاً لمجموعة معقدة من العوامل الطبيعية والبشرية والاقتصادية، لما لها من تأثير مباشر في رسم ملامح الفجوة التنموية بين المناطق الريفية. وانطلاقًا من هذا التصور، تم بناء منهجية مركبة تعتمد على التكامل بين تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والتحليل الهرمي (AHP) بهدف تطوير نموذج مكاني يعكس درجة التنمية الريفية بدقة موضوعية (الدين، ٢٠٢٢).

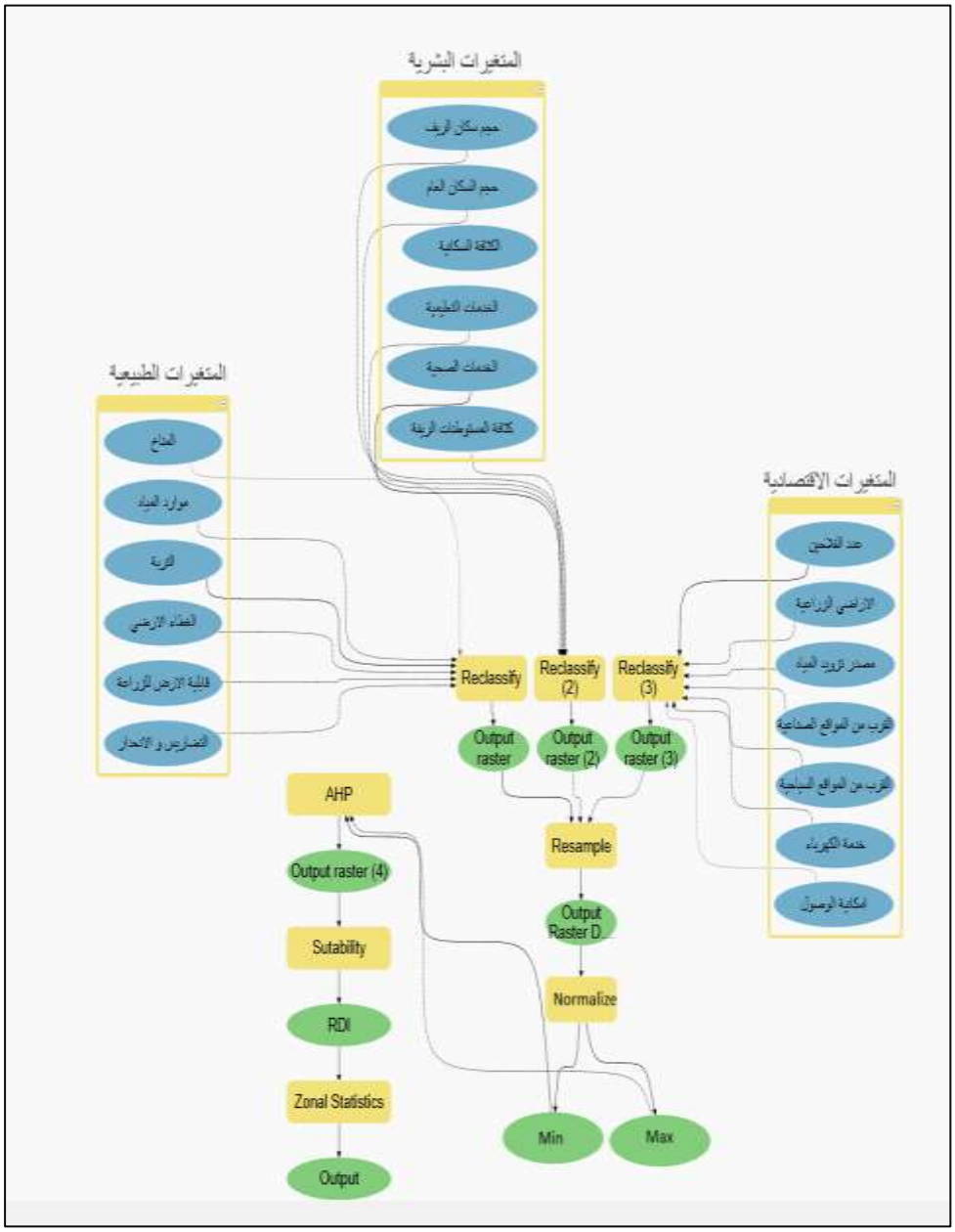
تم في هذا السياق تحديد مجموعة من المتغيرات المكانية المصنفة إلى ثلاث مجموعات رئيسية: المتغيرات الطبيعية (مثل الانحدار، التربة، المياه، المناخ)، والمتغيرات البشرية (كحجم السكان والخدمات الصحية والتعليمية)، والمتغيرات الاقتصادية (كعدد الفلاحين، الأراضي الزراعية، الكهرباء، الوصول للخدمات) (الستار، ٢٠٢٣). وقد خضعت هذه المتغيرات لعمليات تحويل وتحليل داخل بيئة ArcGIS Pro عبر سلسلة من الأدوات، بدءًا من إعادة التصنيف (Reclassify) وتوحيد الدقة المكانية (Resample)، وصولاً إلى احتساب الأوزان النسبية باستخدام AHP (Aftab Kar &.، ٢٠٢٣).

في المرحلة اللاحقة، تم دمج الطبقات النقطية (Raster Layers) المُعادة تصنيفها وفقًا لأوزانها داخل نموذج الملاءمة المكانية (Suitability Modeler) لإنتاج خريطة شاملة لمؤشر التنمية الريفية (RDI). وتم تعزيز النتائج من خلال تطبيق أداة Zonal Statistics، والتي مكّنت من تحليل التباينات المكانية داخل حدود النواحي والمستوطنات الريفية في قضاء شيخان.

ويمر بناء هذا النموذج المكاني بعدد من المراحل التحليلية المترابطة، تبدأ بمرحلة تطبيع البيانات بهدف توحيد وحدات القياس وتحييد تأثير التباينات الكمية بين

المتغيرات، تليها مرحلة تحديد الأوزان النسبية لكل متغير وفقًا لدرجة تأثيره في التنمية الريفية، بالاعتماد على أسلوب التحليل الهرمي (AHP)، ثم دمج المتغيرات داخل بيئة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتكوين نموذج مركّب يعكس التباين التنموي بين الوحدات المكانية، كما هو موضح في الشكل (١). وفيما يلي استعراض تفصيلي لتلك المراحل التحليلية:

الشكل (١) المخطط المنهجي لبناء مؤشر التنمية الريفية (RDI) في قضاء شيخان



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على المفاهيم النظرية لمؤشر التنمية الريفية (RDI) وتطبيقات التحليل المكاني باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (ArcGIS Pro) وأداة (Model Builder)، 2024.

اولا: تحديد المتغيرات وأوزانها (Identification of Variables and Weight Assignment)

تُعد عملية تحديد المتغيرات وإسناد الأوزان خطوة أساسية في بناء مؤشر التنمية الريفية (RDI)، إذ تعكس مدى أهمية كل متغير في التأثير على النموذج التحليلي. في هذا الفقرة، تم استخدام (أسلوب التحليل الهرمي – AHP) لتحديد الأوزان النسبية لـ (المتغيرات الطبيعية، البشرية، والاقتصادية)، بالاعتماد على مقارنات زوجية بين المتغيرات داخل كل مجموعة (الموسوى، ٢٠٢٢).

تُظهر تقنية (AHP) فاعليتها في دمج الخبرة النوعية مع التحليل الكمي، مع إمكانية التحقق من (اتساق التقييمات). وتُسهم هذه الأوزان في دمج المتغيرات داخل (نموذج مكاني متوازن) يعكس الواقع التنموي بدقة ويدعم اتخاذ القرار والتخطيط المكاني بناءً على أولويات تنموية واضحة (Saaty، 1980). وقد وُزعت الأوزان على مستويين؛ داخلي يحدد أهمية كل متغير داخل بُعده، وكلي يعكس مساهمته في النموذج الشامل. كما هو موضح في الجدول (١)و الخريطة (٢)

الجدول (١) توزيع أوزان المتغيرات الطبيعية والبشرية والاقتصادية مع مبرراتها العلمية في تقييم التنمية الريفية لقضاء شيخان

المتغيرات الطبيعية	الوزن الداخلي (%)	الوزن الكلي (%)	السبب العلمي والمنطقي
التضاريس والانحدار	٣٠	١٠.٥	تحدد سهولة البناء والزراعة وتأثيرها الكبير على الاستيطان.
موارد المياه	٣٠	١٠.٥	مورد أساسي للحياة والزراعة، يؤثر بشكل مباشر على توزيع السكان.
قابلية الأرض للزراعة	٢٠	٧	تعكس مدى صلاحية الأرض للزراعة وتأثيرها الاقتصادي.
المناخ	١٠	٣.٥	يؤثر على ظروف الحياة والنمو الزراعي لكنه أقل حسمًا من التضاريس والمياه.
التربة	٧	٢.٤٥	تؤثر على إنتاجية الأراضي الزراعية وجودة المحاصيل.
الغطاء الأرضي	٣	١.٠٥	يعكس نوع الغطاء النباتي وحالة البيئة المحيطة.
المجموع	١٠٠	٣٥	تم تمثيل الوزن لتحقيق توازن مع العوامل البشرية والاقتصادية.
المتغيرات البشرية	الوزن الداخلي (%)	الوزن الكلي (%)	السبب العلمي والمنطقي
حجم سكان الريف	٣٠	١٠.٥	يمثل القوة البشرية المتوفرة للنشاط الزراعي والتنمية.
حجم السكان العام	٢٥	٨.٧٥	يعكس الطلب الكلي على الخدمات والبنية التحتية.
الكثافة السكانية الريفية	٢٠	٧	يؤثر على تنظيم المستوطنات وتوزيع الخدمات.
الخدمات التعليمية	١٠	٣.٥	يعكس تغيرات سكانية قد تؤثر على التخطيط التنموي.
الخدمات الصحية	١٠	٣.٥	يوضح انتشار وتوسع المستوطنات.
كثافة المستوطنات الريفية	٥	١.٧٥	مؤشر على البنية التحتية العمرانية ومستوى النشاط السكني.
المجموع	١٠٠	٣٥	متغيرات بشرية تعكس جوهر التنمية وأثرها المباشر في تخطيط وتوزيع المستوطنات.
المتغيرات الاقتصادية	الوزن الداخلي (%)	الوزن الكلي (%)	السبب العلمي والمنطقي
عدد الفلاحين	٢٠	٦	يعكس قوة العمل الزراعية ومساهمتها في الاقتصاد الريفي.
الأراضي الزراعية	٢٠	٦	الموارد الأساسية للإنتاج الزراعي.
مصدر تزويد المياه	١٥	٤.٥	يؤثر على استدامة الزراعة والاقتصاد الريفي.
خدمات الكهرباء	١٠	٣	تدعم الأنشطة الاقتصادية وتحسن جودة الحياة.
القرب من المواقع الصناعية	٧	٢.١	يوفر فرص عمل وتنمية غير زراعية.
القرب من المواقع السياحية	٣	٠.٩	يساهم في تنويع مصادر الدخل من خلال السياحة.
إمكانية الوصول	٢٥	٧.٥	عامل حاسم في إيصال الخدمات والربط بين المستوطنات والمراكز الاقتصادية.
المجموع	١٠٠	٣٠	يعكس التحول نحو تنمية اقتصادية مستدامة وتكامل مع البعدين الطبيعي والبشري.

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات تقنية التحليل الهرمي (Analytic Hierarchy Process – AHP)، 2024.

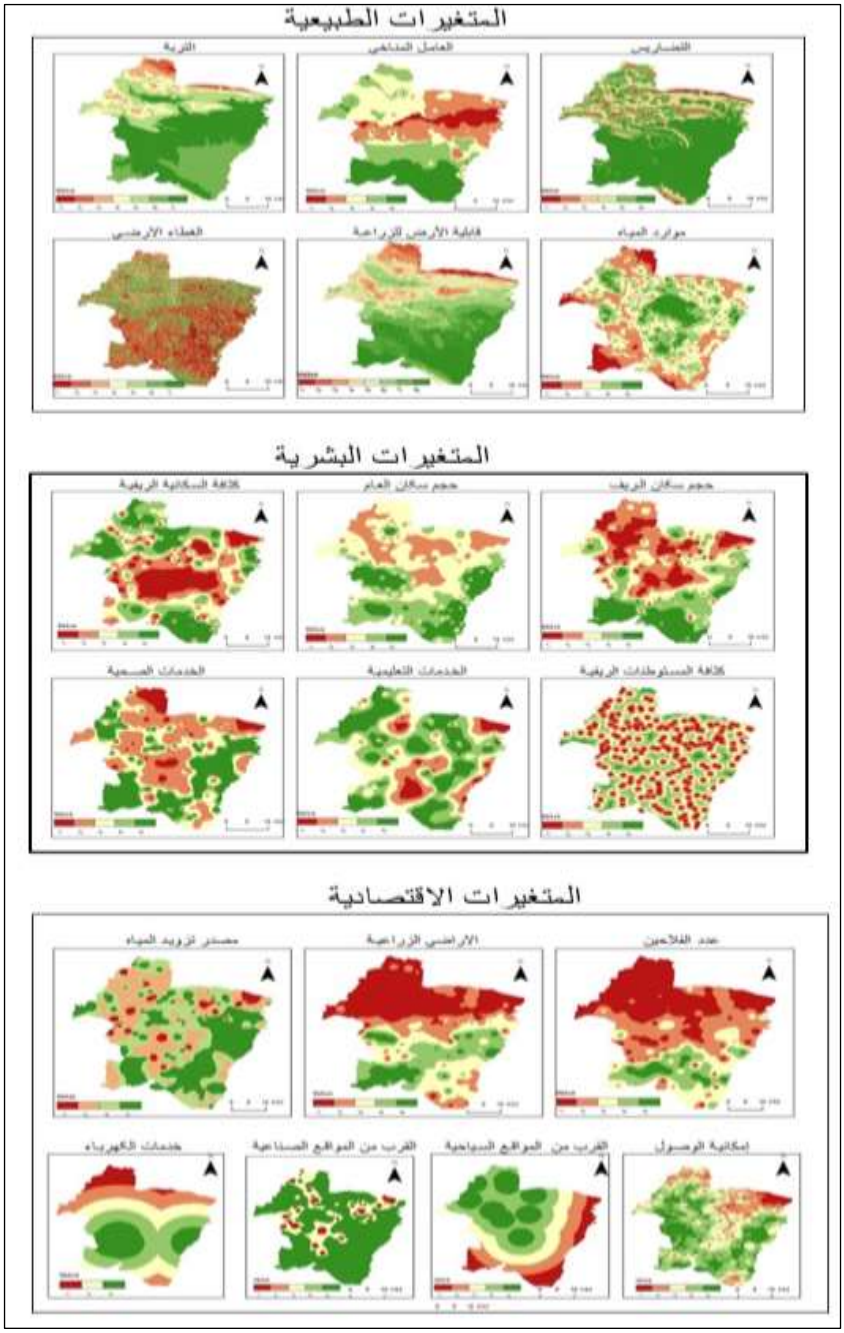
ثانيا: توحيد الدقة المكانية (Resample)

نظراً لاختلاف الدقة المكانية للطبقات الشبكية(Raster) المستخدمة (مثل الانحدار، التربة، الغطاء الأرضي)، فقد جرى توحيدها باستخدام أداة (Resample) ضمن بيئة (ArcGIS Pro) إلى دقة مكانية موحدة (٣٠م × ٣٠م). ويُعدّ هذا الإجراء خطوة ضرورية لضمان اتساق التحليل المكاني وإمكانية دمج المتغيرات المختلفة داخل النموذج المركب لمؤشر التنمية الريفية (RDI).

ثالثا: إعادة التصنيف (Reclassify) للمتغيرات

تُعدّ إعادة التصنيف (Reclassification) خطوة أساسية في بناء النماذج المكانية، إذ تهدف إلى تحويل القيم الأصلية للمتغيرات إلى فئات معيارية قابلة للمقارنة والتحليل داخل بيئة نظم المعلومات الجغرافية (Al-Shalabi، ٢٠٠٦). وفي هذه البحث، جرى إعادة تصنيف المتغيرات الطبيعية والبشرية والاقتصادية إلى فئات معيارية تمثل مستويات مختلفة من الملاءمة التنموية، بحيث تشير القيم الأعلى إلى مناطق ذات إمكانيات تنموية مرتفعة، بينما تعكس القيم الأدنى مناطق ضعف نسبي (Saleh، ٢٠٢٠). قد ساعد هذا التدرج التصنيفي على إبراز الفروق المكانية بوضوح بين الوحدات الجغرافية، كما شكّل أساسًا لعملية تحليل الأولويات في النماذج المكانية، ودعم دقة التمثيل المكاني للتفاوتات التنموية. وتوضح الخرائط (٢)، توزيع كل متغير بعد إعادة التصنيف ضمن الفئات المعيارية، بما يعكس الاختلافات المكانية بين مناطق البحث.

الخريطة (٢): المتغيرات المكانية المستخدمة في بناء نموذج مؤشر التنمية الريفية (RDI) في قضاء شيخان



المصدر: إعداد الباحث بالاستناد إلى بيانات الجدول (١) ومخرجات التحليل المكاني، ٢٠٢٤.

رابعا: التصنيف المكاني ودمج الأبعاد الرئيسة (Spatial Classification and Integration of RDI Dimensions)

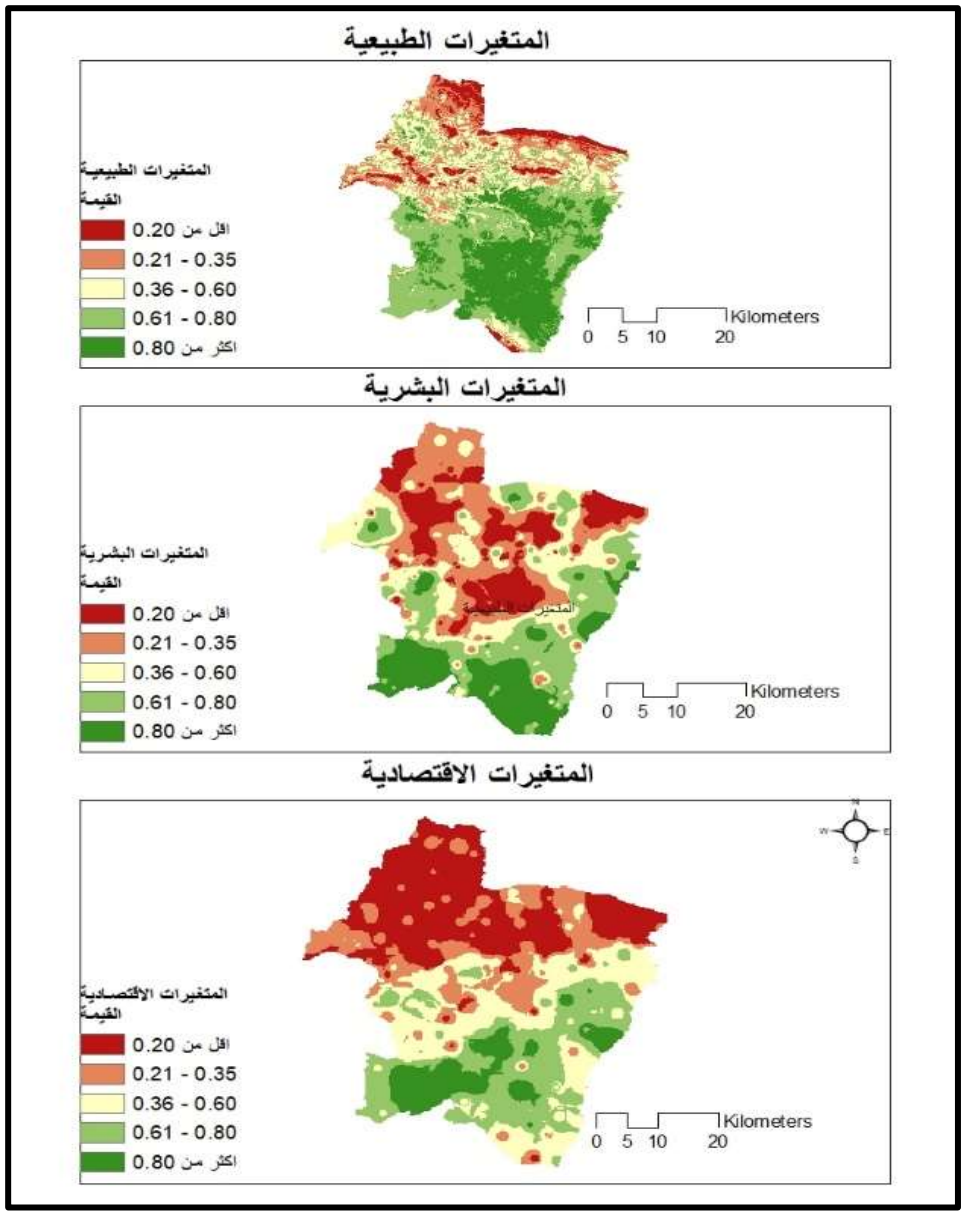
يُعدّ تصنيف مؤشر التنمية الريفية (RDI) خطوة أساسية في تحليل التفاوت المكاني، إذ يتيح تحويل القيم الرقمية إلى فئات معيارية ضمن مدى (٠–١)، بدءًا من (٠.٠٠–٠.٢٠) للدلالة على إمكانيات ضعيفة جدًا، وصولًا إلى (٠.٨١–١.٠٠) التي تعكس إمكانيات ممتازة (Nations، ٢٠٢١). وقد جرى تحليل المتغيرات المستقلة وتصنيفها في ثلاثة نماذج فرعية تمثّل الأبعاد الطبيعية والبشرية والاقتصادية. ووفقًا لنتائج التحليل الهرمي (AHP)، بلغت الأوزان النسبية لهذه الأبعاد (٣٥٪ للبعد الطبيعي، ٣٥٪ للبعد البشري، ٣٠٪ للبعد الاقتصادي)، كما هو موضح في الجدول (٢). وقد كشف هذا التصنيف عن تفاوت مكاني واضح في الإمكانيات التنموية بين الوحدات المكانية في قضاء شيخان، كما يوضحه التوزيع المكاني في الخريطة (٣). ويسهم هذا التدرج في رفع دقة التحليل المكاني، ويُعد أداة فاعلة لدعم التخطيط التنموي المستند إلى البيانات، خصوصًا في البيئات الريفية ذات الخصوصية الطبيعية المعقدة مثل قضاء شيخان.

الجدول (٢): مصفوفة الأوزان النسبية للمتغيرات الرئيسة لبناء نموذج مؤشر التنمية الريفية (RDI)

المتغيرات	الاوزان النسبية
الطبيعية	٣٥
البشرية	٣٥
الاقتصادية	٣٠
المجموع	١٠٠

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات تقنية التحليل الهرمي (Analytic Hierarchy Process – AHP)، 2024.

الخريطة (3): التوزيع المكاني لمجاميع المتغيرات الثلاثة (الطبيعية، البشرية، والاقتصادية) في قضاء شيخان



المصدر: إعداد الباحث بالاستناد إلى بيانات الجدول (٢) ومخرجات التحليل المكاني، ٢٠٢٤.

خامسا: تطبيع البيانات (Normalization)

يُعدّ تطبيع البيانات خطوة أساسية في بناء المؤشرات المركبة، إذ يهدف إلى تحويل القيم الأصلية لمتغيرات ذات وحدات ونطاقات مختلفة إلى مقياس موحّد (٠–١) بما يسهّل المقارنة ودمجها داخل النماذج المكانية (Esri, Normalization for choropleth maps. ArcGIS Blog). وتبرز أهمية هذه العملية في منع انحياز النتائج نحو المتغيرات ذات القيم المطلقة الكبيرة وضمان عدالة التمثيل داخل النموذج المركب (الجبوري، ٢٠٢١).وما يُسهم التطبيع في تحقيق مساهمة متوازنة لجميع المتغيرات في بناء مؤشر التنمية الريفية (RDI) دون هيمنة أي منها، وهو ما يجعل هذه الخطوة ضرورية لرفع دقة التحليل المكاني (صالح، ٢٠٢٠). ويساعد التطبيع على إزالة هذه الفروقات، ويضمن مساهمة متوازنة لجميع المتغيرات في بناء مؤشر التنمية الريفية (RDI)، دون هيمنة أي مؤشر بسبب اختلاف وحدته أو مداه.وكما تزداد أهمية هذه العملية في الدراسات الجغرافية والبيئية التي تعتمد على نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، حيث تُدمج بيانات متعددة المصادر ضمن إطار تحليلي مكاني موحّد (Esri، ٢٠٢٥). وفي هذه البحث، تم اعتماد طريقة (Min–Max Normalization)، التي تقوم بتحويل جميع القيم إلى نطاق يتراوح بين(٠ و١)، بما يُمكّن من دمجها ضمن نموذج التحليل المكاني بطريقة موضوعية ومتزنة.

وتُستخدم المعادلة الآتية لتطبيق عملية التطبيع:

$$X_{normalized} = \frac{(X - X_{min})}{(X_{max - X_{min}})}$$

حيث ان:

- **X: القيمة الأصلية للمتغير.**
- **X_min: أقل قيمة مسجلة للمتغير.**
- **X_max: أعلى قيمة مسجلة للمتغير.**
- **X_normalized: القيمة بعد التطبيع (بين ٠ و١).**

سادسا: التحليل المكاني لمؤشر التنمية الريفية (Spatial Analysis of RDI)

تم في هذه المرحلة دمج النماذج الفرعية الثلاثة (الطبيعي، البشري، والاقتصادي) داخل نموذج مركّب لمؤشر التنمية الريفية (RDI) في قضاء شيخان، وذلك بالاعتماد على الأوزان النسبية التي تم تحديدها مسبقًا وفق منهجية التحليل الهرمي (AHP). وقد مكّن هذا الدمج من إنتاج خريطة تركيبية تعكس التفاوت التنموي بين الوحدات المكانية بصورة أكثر شمولية ودقة، حيث مثّل كل بُعد جزءًا من المعادلة الكلية للنموذج المكاني وفق أهميته النسبية. وبعد بناء النموذج المركّب، تم استخدام أداة (Zonal Statistics) لتجميع النتائج وتوزيعها على مستوى المقاطعات الزراعية بالاعتماد على المعدل الحسابي، مما أتاح تحليل التباينات التنموية بدقة مكانية محسّنة.ويُعتمد في بناء هذا النموذج على معادلة رياضية مركّبة تدمج بين المتغيرات الثلاث بحسب أوزانها النسبية، كما هو موضّح في الصيغة الآتية:

معادلة مؤشر التنمية الريفية (RDI):

$$RDI = W_x \times N + W_Л \times H + W^e \times E$$

N: المؤشر الفرعي للمتغيرات الطبيعية (Natural variables)

H: المؤشر الفرعي للمتغيرات البشرية (Human variables)

E: المؤشر الفرعي للمتغيرات الاقتصادية (Economic variables)

W_x، $W_Л$، و W^e هي الأوزان النسبية لكل مجموعة متغيرات بحيث يكون مجموعها (١٠٠٪).

الجدول (3)تصنيف درجات مؤشر التنمية الريفية (RDI) في قضاء شيخان

الفئة	درجات مؤشر التنمية الريفية (RDI)	عدد المقاطعات	%	المساحة كم٢	%	السكان	%
اقل من ٠.٢٠	ضعيفة جدًا	١٨	9.52	٩٨	7.41	٢١٤٠	٢.٨٧
٠.٢١ – ٠.٣٥	ضعيفة	٥٤	28.57	٣٠٩	23.36	٧١٩٧	٩.٦٦
٠.٣٦ – ٠.٦٠	متوسطة	١٩	10.05	١٣٤	10.13	٧٦٣٢	١٠.٢٥
٠.٦١ –٠.٨١	جيدة	٤٨	25.40	٣٥٨	27.06	١٦٠٥٦	٢١.٥٦
اكثر من ٠.٨١	جيد جدا	٥٠	26.46	٤٢٤	32.05	٤١٤٥٨	٥٥.٦٦
المجموع		١٨٩	١٠٠	100.00	١٣٢٣	٧٤٤٨٣	١٠٠

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على الخريطتين (٤) و(٥)، ٢٠٢٤.

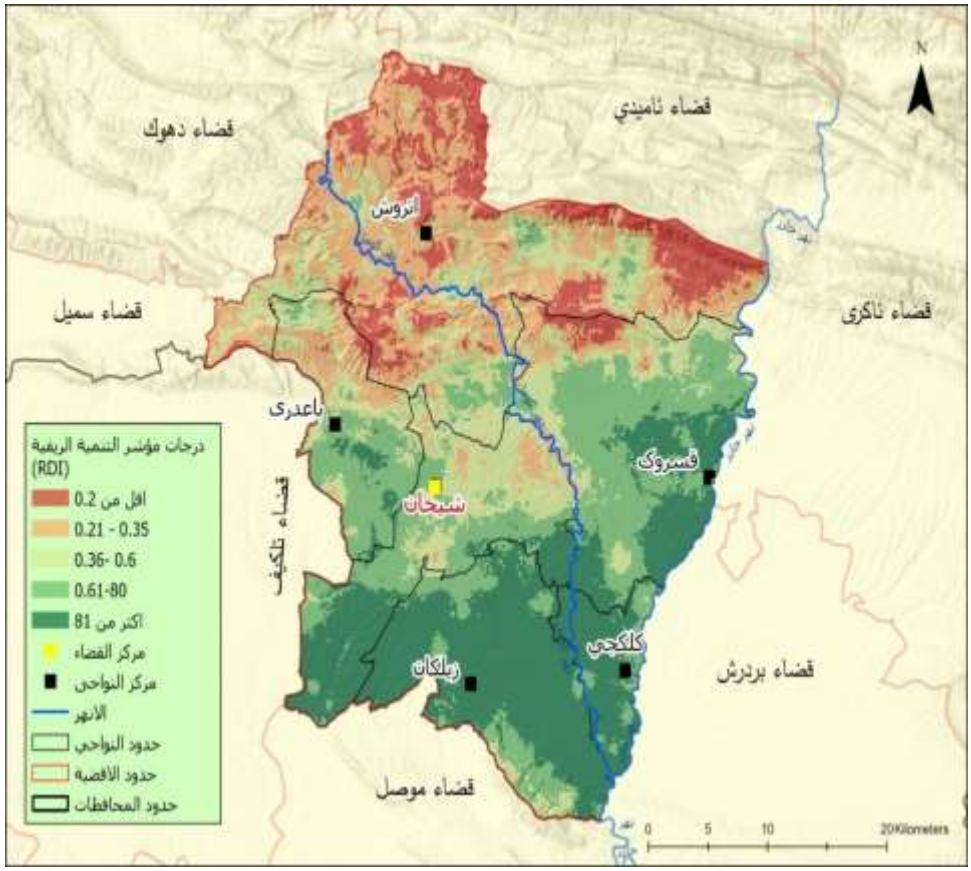
وبناءً على ما ورد في جدول (٣) وخريطتي (٤) و(٥)، يمكن استخلاص مجموعة من الاستنتاجات التي توضّح طبيعة التوزيع المكاني لمؤشر التنمية الريفية (RDI)، وأوجه القصور والقوة في التركيب التنموي للمنطقة، وذلك على النحو الآتي:

١- **لفئة الضعيفة جدًا لمؤشر التنمية الريفية (Very Weak RDI):** تضم هذه الفئة (١٨) مقاطعة بنسبة (٩.٥٢٪) من إجمالي المقاطعات، وتشغل مساحة قدرها (٩٨ كم²) تمثل (٧.٤١٪) من المساحة الكلية للقضاء، ويقطنها (٢,١٤٠) نسمة بنسبة (٢.٨٧٪) من مجموع السكان. تتركز في شمال ناحية أتروش، حيث تسود وعورة التضاريس، وضعف البنية التحتية، وغياب شبه كامل للخدمات التعليمية والصحية، مما يحد من فرص الاستثمار والاستيطان. ويستوجب هذا الواقع تدخلات تنموية عاجلة تشمل ربط هذه المناطق بشبكات نقل فعّالة، وإنشاء منظومات مستدامة لإدارة المياه، ودعم الزراعة الجبلية.

٢- **الفئة الضعيفة لمؤشر التنمية الريفية (Weak RDI):** تشمل (٥٤) مقاطعة بنسبة (٢٨.٥٧٪) من المقاطعات، بمساحة قدرها (٣٠٩ كم²) تمثل (٢٣.٣٦٪) من المساحة الإجمالية، ويقطنها (٧,١٩٧) نسمة بنسبة (٩.٦٦٪). تنتشر هذه المقاطعات

في نواحي قسروك وباعدري وجنوب ناحية أتروش. ورغم توفر بعض الخدمات الأساسية جزئيًا، إلا أن قصور البنية التحتية التعليمية والصحية، ومحدودية فرص الوصول إلى الأسواق وفرص العمل، يؤديان إلى ضعف الجاذبية السكانية والتنموية، الأمر الذي يتطلب خططًا لتحسين الخدمات وتطوير المشاريع الصغيرة والمتوسطة.

الخريطة (4) التوزيع المكاني لمؤشر التنمية الريفية (RDI) في قضاء شيخان



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات أداة (Suitability Modeler) ضمن برنامج (ArcGIS Pro) للتحليل المكاني، ٢٠٢٤.

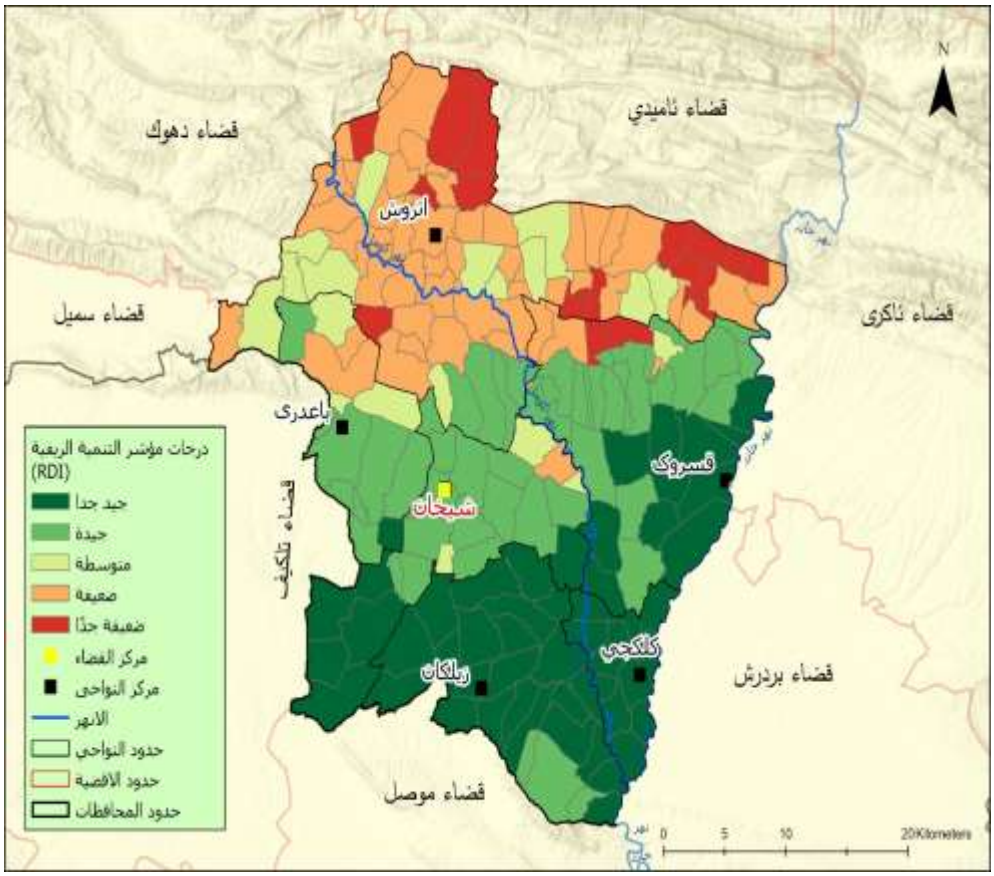
٣- **الفئة المتوسطة لمؤشر التنمية الريفية (Medium RDI)**: تضم (١٩) مقاطعة بنسبة (١٠.٠٥٪) من المقاطعات، وتغطي مساحة قدرها (١٣٤ كم²) بنسبة (١٠.١٣٪) من المساحة الكلية، ويبلغ عدد سكانها (٧,٦٣٢) نسمة بنسبة (١٠.٢٥٪). وتتركز هذه المقاطعات في شمال القضاء، حيث تتوفر خدمات أساسية بمستوى متوسط، مثل الطرق والمدارس، غير أن غياب التكامل بين البنية التحتية والأنشطة الاقتصادية يحد من إمكانات التنمية المستدامة، مما يتطلب الاستثمار في تحسين الوصول إلى الأسواق وتطوير القطاعات الزراعية والحرفية.

٤- **الفئة الجيدة لمؤشر التنمية الريفية (Good RDI)**: تضم (٤٨) مقاطعة بنسبة (٢٥.٤٠٪) من المقاطعات، وتشغل مساحة قدرها (٣٥٨ كم²) بنسبة (٢٧.٠٦٪) من المساحة الكلية، ويقطنها (١٦,٠٥٦) نسمة بنسبة (٢١.٥٦٪). وتتركز هذه المقاطعات في نواحي قسروك وباعدري ومركز القضاء، وتمتاز ببنية تحتية جيدة نسبيًا وارتباط فعّال بشبكات النقل والخدمات الحكومية، مما يجعلها مؤهلة للانتقال إلى مستويات أعلى من التنمية من خلال تعزيز الاستثمار وتنمية رأس المال البشري.

٥- **الفئة الجيدة جدًا لمؤشر التنمية الريفية (Very Good RDI)**: تشمل (٥٠) مقاطعة بنسبة (٢٦.٤٦٪) من المقاطعات، وهي الأكبر من حيث المساحة (٤٢٤ كم²) بنسبة (٣٢.٠٥٪) من المساحة الكلية، ويقطنها (٤١,٤٥٨) نسمة بنسبة (٥٥.٦٦٪). وتتركز هذه المقاطعات حول مركز القضاء وأجزاء من ناحيتي كلكجي وزيلكان، وتمتاز بتكامل نسبي للبنية التحتية، وتوافر الخدمات التعليمية والصحية، وسهولة الوصول إلى الفرص الاقتصادية، مما يجعلها مراكز محورية للتنمية الشاملة على مستوى القضاء.الخلاصة: تشير النتائج إلى أن الفئتين الجيدة والجيدة جدًا تستحوذان على (٥١.٨٦٪) من إجمالي المقاطعات، و(٥٩.١١٪) من المساحة، و(٧٧.٢٢٪) من السكان، مما يعكس تمركز التنمية في مناطق محددة. في المقابل،

تمثل الفئتان الضعيفة جدًا والضعيفة (٣٨.٠٩٪) من المقاطعات، و(٣٠.٧٧٪) من المساحة، و(١٢.٥٣٪) من السكان، وهو ما يؤكد وجود فجوة تنموية ومكانية تتطلب سياسات موجهة لتحقيق العدالة المكانية وتعزيز فرص التنمية المتوازنة.

الخريطة (٥): التوزيع المكاني لمؤشر التنمية الريفية (RDI) على مستوى المقاطعات



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على الخريطة (٤)، وباستخدام أداة (Zonal Statistics Table) ضمن برنامج (ArcGIS Pro) لتحليل البيانات المكانية وتصنيفها وفق مؤشر التنمية الريفية (RDI) في قضاء شيخان، ٢٠٢٤.

الاستنتاجات

١- أظهر النموذج المكاني لمؤشر التنمية الريفية (RDI) في قضاء شيخان وجود تفاوت مكاني حاد بين الوحدات الجغرافية، حيث تتركز قيم المؤشر العالية في مركز القضاء والمناطق القريبة من شبكات الطرق الرئيسة، بينما تسود القيم المتدنية في الأطراف الشمالية ذات التضاريس الصعبة.

٢- كشفت النتائج عن مركزية تنموية واضحة، إذ تستحوذ الفئات ذات التنمية العالية ("الجيدة" و"الجيدة جدًا") على أكثر من نصف السكان والمساحة، في حين أن الفئات الضعيفة جدًا والضعيفة تغطي مساحات واسعة لكنها لا تضم سوى نسب ضئيلة من السكان.

٣- بيّنت البحث محدودية الفئة "المتوسطة"، الأمر الذي يعكس غياب التدرج التنموي ووجود فجوة واضحة بين مناطق متقدمة ومناطق مهمّشة.

٤- أوضحت النتائج أن العوامل الطبيعية وحدها لا تفسر مستوى التنمية، بل إن العوامل البشرية والمؤسسية (التعليم، الصحة، البنية التحتية، النقل) تؤدي دورًا حاسمًا في تحديد قيم المؤشر.

٥- أثبتت منهجية الدمج بين تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والتحليل الهرمي (AHP) فاعليتها في بناء مؤشر مركّب قادر على تشخيص الفجوة التنموية بدقة مكانية عالية.

التوصيات

١- توجيه الاستثمارات التنموية نحو المناطق الطرفية والجبلية، خصوصًا في ناحية أتروش، عبر تحسين شبكات النقل الثانوية وتوفير الخدمات الصحية والتعليمية.

٢- اعتماد مؤشر التنمية الريفية (RDI) كأداة كمية في رسم السياسات المحلية وتحديد أولويات توزيع الموارد والبرامج التنموية.

٣- العمل على دعم الفئات المتوسطة والضعيفة عبر تطوير المشاريع الصغيرة والمتوسطة، وتعزيز التكامل بين البنية التحتية والأنشطة الاقتصادية المحلية.

٤- ضرورة إدماج نتائج النماذج المكانية (GIS–AHP) في التخطيط الريفي المستدام على مستوى المحافظات العراقية كافة، لتوسيع نطاق الاستفادة وتعزيز إمكانية تطبيق المنهجية في بيئات جغرافية مختلفة.

٥- تبنّي مفهوم العدالة المكانية (Spatial Equity) كإطار موجه للخطط القطاعية، بما يضمن تقليص الفجوة التنموية بين المركز والأطراف.

المراجع

المصادر العربية

١. الجاسم، مهند حاتم. (٢٠٢٢). مؤشرات التنمية الريفية وتطبيقاتها باستخدام GIS. مجلة البحوث الجغرافية، ٣٧(٢)، ٢١١–٢٣٠.

٢. الجبوري، علي حسن. (٢٠٢١). التحليل المكاني للتنمية الحضرية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. بغداد: دار المعتز. ص. ٨٧.

٣. الزين الدين، عبد الله. (٢٠٢٢). استخدام نظم المعلومات الجغرافية في قياس الفجوات التنموية. مجلة العلوم الجغرافية، ٣٤(١)، ١٢٧–١٤٩.

٤. الموسوي، زهراء عبد الكريم. (٢٠٢٢). منهجية بناء مؤشرات مركبة للتنمية باستخدام AHP وGIS. مجلة البحوث الجغرافية، ٣٦(٢)، ١٤٢–١٦٥.

٥. عبد المنعم، سهى محمد. (٢٠٢٢). أدوات التخطيط الجغرافي في تقييم التنمية المحلية. مجلة التخطيط الحضري، ١٨(١)، ٧٧–٩٤.

٦. عبد الستار، عيسى. (٢٠٢٣). تحليل مركب لمؤشرات التنمية باستخدام AHP وGIS. مجلة التخطيط الإقليمي، ١٩(٢)، ٨٤–١٠١.

٧. محمود، ندى عباس. (٢٠٢١). تحليل الفروقات المكانية في مؤشرات التنمية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. مجلة الجغرافيا التطبيقية، ٢٩(٤)، ١٤٤–١٦٥.

٨. صالح، محمد أحمد. (٢٠٢٠). دور نظم المعلومات الجغرافية في تحليل التفاوت المكاني للخدمات. مجلة التخطيط والتنمية، ٢٦(١)، ٧٣–٩٢. ص. ٨١.

المصادر الأجنبية

9. Al-Shalabi, M., Mansor, S., Ahmed, N., Shiriff, R., & Shariff, A. R. M. (2006). GIS-based multicriteria analysis for industrial site selection in Malaysia. International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 36(4), 79–84.

10. Esri. (2025). Normalization for choropleth maps. ArcGIS Blog. Retrieved from: https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-pro/mapping/normalization-for-choropleth-maps

11. FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). Handbook on the integrated planning for rural development using spatial tools. Rome: FAO.

12. Hazra, S., & Kar, A. (2023). Accessibility and service area analysis of rural service centers using GIS: A study of Indian villages. GeoJournal, 88(1), 111–126.

13. Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. New York: McGraw-Hill.

14. Saleh, H. A. (2020). Spatial modeling for rural development indicators using GIS. Journal of Planning and Development, 26(2), 113–128.