مجلة جامعة الملك عبد العزيز: علوم تصاميم البيئة، م ١٧، ص ص: ١-٤٢ (٢٠٢٥م)
DOI: 10.4197 / Env.16-2.1

تقييم ملاءمة بيئة القرى للاستيطان الريفي في منطقة المدينة المنورة باستخدام طريقة التحليل الهرمي ونظم المعلومات الجغرافية

مليحة حامد عبدالله العبدلي

قسم الجغرافيا، جامعة أم القرى، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية

maleehah92@hotmail.com

المستخلص. تهدف الدراسة الى تقييم ملاءمة بيئة القرى للاستيطان الريفي في منطقة المدينة المنورة وفق ثلاثة نماذج ملاءمة طبيعية وبشرية وشامل، واعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي القائم على الأسلوبين الكمي والكارتوغرافي في نظم المعلومات الجغرافية، وتدرجت المنهجية من جمع وتهيئة البيانات، وتحديد الاوزان بطريقة التحليل الهرمي، ودمج طبقات النماذج حسب اوزانها بواسطة (Calculator GIS) لإنتاج خرائط لتقييم ملاءمة بيئة القرى للاستيطان الريفي. توصلت نتائج الدراسة لتراوح ملاءمة المؤشر الشامل للاستيطان الريفي بين ٢٠ – ٧٨%، وتتركز أكثر من ٥٠% من القرى بمنطقة تتسم بملاءمة معتدلة بين ٣٥ –٤٠%. ولا توجد قرية تقل بها نسبة الملاءمة عن ٢٥%. وبلغ عدد القرى في المنطقة التي تتصف بملاءمة بنسبة بين ٢٥–٣٥% نحو ٤٦ قرية بنسبة ٢٩,٤٩% من إجمالي القرى. والقرى التي تتراوح ملاءمة بيئتها بين ٤٠ – ٤٥% نحو ٢٤ قرية، هي بنسبة ١٥,٣٩% من إجمالي القرى. والقرى التي تتجاوز ملاءمة بيئتها للاستيطان عن ٤٥% نحو أربعة قرى، بنسبة ٢,٥٦% من إجمالي عددها. وتظهر نتائج علاقة توزيع القرى بالملاءمة الشاملة للاستيطان عن وجود علاقة عكسية ضعيفة جدا تصل الى–٠,١٨ ليس لها دلالة احصائية. وتوصي الدراسة بتركيز خطط التنمية الريفية على عكس أنماط العلاقات الوظيفية ورفع قوتها، بما يضمن التكامل الوظيفي بين القرى والمدن في تحقيق التنمية المستدامة.

كلمات مفتاحية: الاستيطان الريفي، مؤشر ملاءمة البيئة الطبيعية، مؤشر ملاءمة البيئة البشرية، مؤشر الملاءمة الشامل، عملية التحليل الهرمي، نظم المعلومات الجغرافية.

١- المقدمة

تلعب القرى دورًا مهمًا كمناطق لعيش للسكان، وتهدف الى توفير بيئة مريحة وصحية وآمنة للإنسان، وفي ظل العولمة أثرت عدة عوامل خارجية في الظواهر الريفية بشكل متزايد (Paniagua, 2001, p. 43). ونتج عن تفاعل مختلف الجهات الفاعلة، أشكالًا مستحدثة وجديدة في الريف (Woods, 2007, p. 487). لذا أصبحت المستوطنات الريفية المستدامة محور بحثي مهم، يهدف لتحسين نوعية الحياة وتعزيز التنمية (Chen, et al., 2023, p. 1).

ومنذ ظهر مفهوم الصحة والسلامة والبيئة في خمسينيات القرن الماضي، أصبح محورًا لمجالات البحث في علم الاستيطان البشري (Hoffmann, 2022, p. 2). والتخطيط الحضري والريفي (Luo, et al., 2021, p.7). وقد نتج عن اكتشاف البترول والتصنيع والتحضر نزوح سكان الريف نحو المدن، وتغير المجالات الاقتصادية والاجتماعية والاستيطانية الريفية، وأصبح الركود الاقتصادي امر لا مفر منه بسبب هجرة السكان للأراضي الزراعية. وظهور قرى شبة فارغة، وبسبب الحاجة لتكامل الموارد الحضرية والريفية، اهتمت خطط المملكة ٢٠ – ٣٠ م بإستراتيجية التنمية الشاملة.

ولإجراء تقييم علمي للمستوطنات الريفية في المنطقة، وتحسين استغلال الموارد، استخدمت الدراسة نظم المعلومات الجغرافية في التحليل المكاني وتقييم ملاءمة بيئتها. بما يساعد في البحث عن توزيع مناسب لها (Younes et al., 2022, p. 9). وجاءت الحاجة لهذه الدراسة بسبب تغير انماط التنمية الريفية وستركز الدراسة على تقييم ملاءمة بيئة القرى، بمؤشرات وأنظمة تقييم الملاءمة. ومن منظور تقييم قابلية العيش في المناطق الريفية (Ma, et al., 2022, p. 55). لذلك تسعى الدراسة لتقييم ملاءمة المساحات الإنتاجية والمعيشية والبيئية في القرى الموجودة ومراعاة ذلك عند تحديد مواقعها في المستقبل المنطقة، من خلال إنشاء نظام مؤشر تقييم لملاءمة القرى بمنطقة المدينة متعددة الأبعاد بما في ذلك الملاءمة البيئية والإنتاجية والمعيشية.

كانت الدراسات المبكرة حول مدى ملاءمة المستوطنات الريفية تستند بشكل أساسي إلى البيانات الإحصائية الرسمية على نطاق واسع (Xia, et al., 2020, p.292). ومع ظهور نظم المعلومات الجغرافية، بدأ العديد من الباحثين في إجراء دراسات دقيقة حول مدى ملاءمة المستوطنات بناءً على بيانات الراستر (Chen, et al., 2021, p. 5988)، وركزت هذه الدراسات بشكل أساسي على تحليل مدى ملاءمة البيئات الطبيعية، مثل التضاريس والبيئة الهيدرولوجية والغطاء النباتي (Zhao and Zhang, 2022, p. 3). وهناك دراسات قليلة عملت تقييم شامل لمدى ملاءمة البيئة البشرية (Yang and Zhang, 2016, 2146).

٢- الدراسات السابقة

قامت الدراسة بمراجعة الادبيات السابقة لفهم التقدم البحثي حول ملاءمة بيئة المستوطنات الريفية في المناطق الجافة وشبة الجافة وعلى النحو الاتي:

دراسة (Luo, et al., 2021) ملاءمة المستوطنات البشرية في المناطق الجبلية، واعتمدت على معايير التضاريس، والغطاء الأرضي، والحرارة، وموارد المياه، والتحليل المكاني بنظم المعلومات الجغرافية للتحقق كميًا من تباين ملاءمة المستوطنات البشرية.

دراسة (Be and Yang, 2022) إعادة بناء المستوطنات الريفية على أسس الملاءمة متعددة المعايير، واقترحت الدراسة إطار لإعادة بناء المستوطنات الريفية على أساس معايير تجمع بين البيئة والإنتاج وسبل العيش، وأظهرت النتائج أن معايير الملاءمة المختلفة تؤدي إلى اختلاف عدد وحجم وتوزيع المستوطنات الريفية التي يمكن نقلها مكانيًا، والتي بلغت ٧٤ مستوطنة ريفية، وهو ما يمثل ٦٧٪ من إجمالي عددها.

دراسة (Chen, et al., 2023) تحليل خصائص وملاءمة الاستيطان البشري في القرى التقليدية حالة مقاطعة هونان، ولأجل تقييم ملاءمة المستوطنات حددت العوامل المحتملة المكونة من ثمانية عوامل، واعتمدت على تحليل القرار متعدد المعايير لتقييم درجات وخصائص ملاءمة ٦٨٨ قرية، وتوصلت نتائج الدراسة الى أن كثافة المرافق التجارية، وتباين الغطاء النباتي والحرارة، والدخل، وسعر المسكن من العوامل المهمة التي تدفع الى تغيرات مكانية للقرى.

دراسة (Kılıc, et al., 2023) منهج تحليل القرار متعدد المعايير القائم على نظم المعلومات الجغرافية لاختيار موقع الاستيطان الريفي وتصميم القرى البيئية في إرزينجان، تركيا، وطورت الدراسة معايير تقنية واجتماعية وثقافية واقتصادية لاختيار المناطق الملائمة، وتم تحليل المواقع البديلة بواسطة تحليل القرار متعدد المعايير وطريقة التحليل الهرمي، وتم اختيار المناطق الأكثر ملاءمة للمستوطنات الريفية وحساب تكلفة وتصميم قرية بيئية ثلاثية الأبعاد.

دراسة (Geng, et al., 2023) الملاءمة البيئة للاستيطان البشري في المناطق الجافة بالاعتماد على عملية التحليل الهرمي، في تحديد أوزان ١٢ مؤشرًا للتقييم وبناء نموذج تقييم بيئة الاستيطان البشري من بعدين البيئة الطبيعة والبشرية، وتم اجراء التقييم لكل مؤشر بناءً على نظم المعلومات الجغرافية، وتظهر نتائج الملاءمة الشاملة للاستيطان البشري تناقصها بالتدريج من المنطقة الحضرية المركزية إلى المناطق المحيطة، ويتراوح مؤشر ملاءمة البيئة للاستيطان بين ٢٦ – ٧١% وصنفت إلى خمس فئات.

مشكلة الدراسة وأهميتها: مع استمرارية تدهور الموارد البيئية في المناطق الريفية بالذات الزراعية بسبب هجر القرى نحو المدن، وظهور بعض المشكلات البيئية في المدن بسبب التحضر المتزايد إلى مستويات عالية، كل هذه المشاكل البيئية تنعكس سلبا على التنمية المستدامة التي تمثل جوهر خطط التنمية المستقبلية في المملكة، وتسعى هذه الدراسة لتقييم ملاءمة مواقع القرى للاستيطان الريفي في منطقة المدينة المنورة بالاعتماد على ١٢ متغير تندرج ضمن مؤشرين البيئة الطبيعية وملاءمتها ومخاطرها، والبشرية بمكوناتها المختلفة الاجتماعية والاقتصادية والتنموية والثقافية، وسيتم تقييم ملاءمة مواقع القرى الموجودة، وتحديد المناطق التي تتوفر فيها امكانيات التنمية الريفية المستدامة في المستقبل.

منطقة الدراسة: تقع منطقة الدراسة جغرافيا (شكل ١) غرب المملكة العربية السعودية، وفلكيًّا بين دائرتي عرض ١٠": ٣٥': ٢٢° – ١٥": ٣٨: ٢٧° شمالاً، وخطي طول ٢٥": ٥٦': ٣٦° – ٤٢": ٥٩': ٤١° شرقًا، وتبلغ مساحتها نحو ١٧٦٧٤٣,٢ كم^{٢}، وتضم ١٥٦ قرية يلاحظ تركزها وسط ووسط غرب المنطقة.

٢ – ١ أهداف الدراسة

– تقييم ملاءمة بيئة القرى للاستيطان الريفي حسب مؤشر البيئة الطبيعية (NEIi).

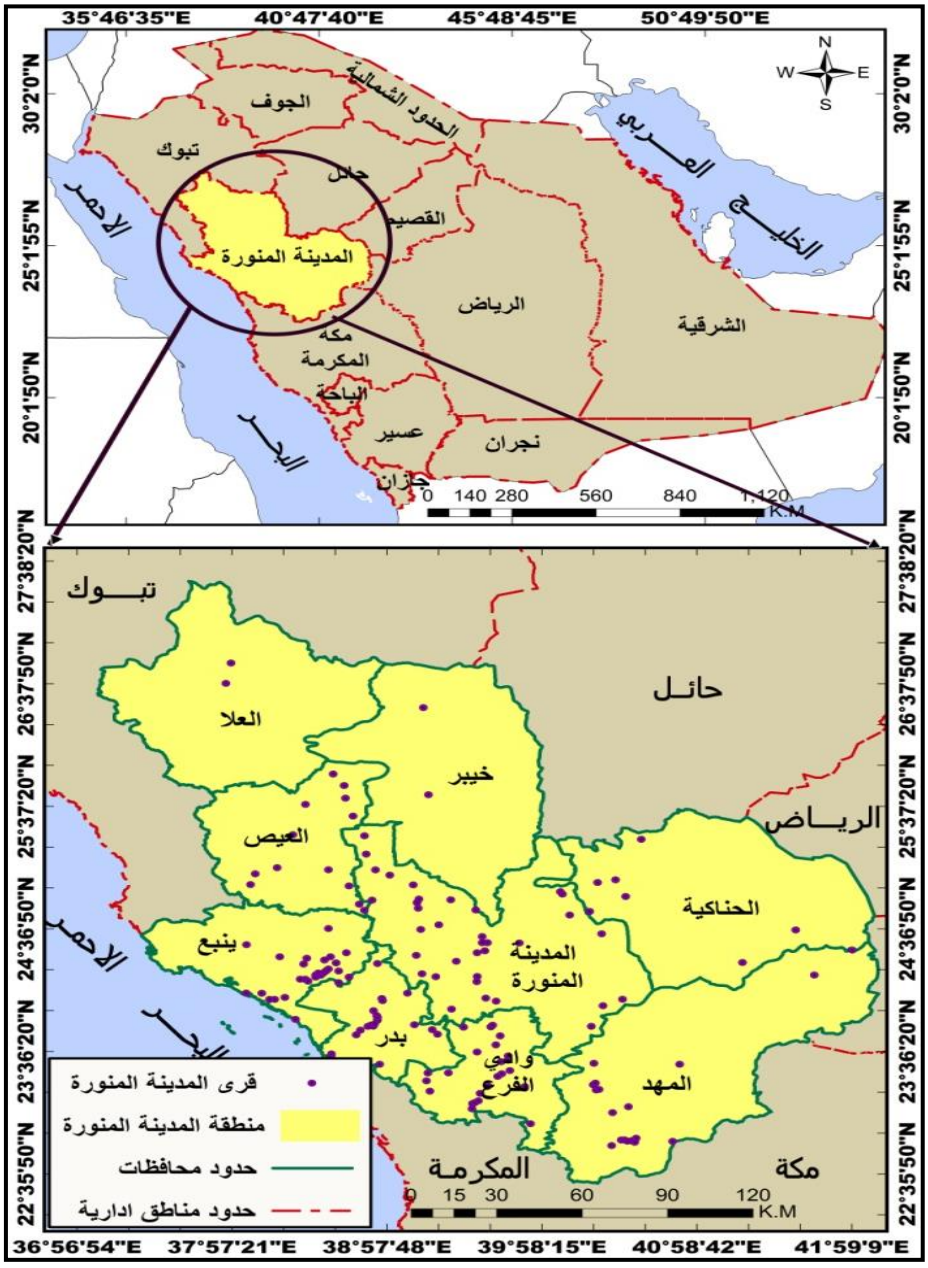
– تقييم ملاءمة بيئة القرى للاستيطان الريفي وفقاً لمؤشر البيئة البشرية (CEIi).

– تقييم ملاءمة بيئة القرى للاستيطان الريفي حسب مؤشر الملاءمة الشامل الذي يتضمن معايير الصحة والسلامة والبيئة (HEIi).

٣– منهجية البحث

وتحقيقا لأهداف الدراسة تدرجت منهجيتها من القيام بجمع البيانات المبينة بجدول (١) وهي بنوعين: الاولى (Raster) منها نموذج الارتفاع الرقمي من المساحة الجيولوجية الامريكية (https://earthexplorer.usgs.gov). وبيانات عناصر المناخ كالحرارة والرطوبة والأمطار وجسيمات الغبار (PM2.5)، فضلا عن بيانات تخزين المياه الجوفية والغطاء النباتي وجميعها تم الحصول عليها من موقع ناسا، بيانات مناخ الأرض (https://giovanni.gsfc.nasa.gov). وتم الحصول على بيانات السكان على شكل ملفات EXCEL من موقع تعداد السعودية ٢٠٢٢ (https://portal.saudicensus.sa/portal). وبيانات الناتج المحلي الإجمالي من المنصة الموحدة لعرض وتحليل البيانات الاقتصادية والاجتماعية الخاصة بالمملكة (https://datasaudi.mep.gov.sa/ar). وتمت معالجة هذه البيانات سواء من خلال اعادة ارجاع الطبقات والاقتطاع

والدمج وتحويلها الى طبقات (Shapfile) لتوحيد الدقة المكانية لجميع الطبقات عند دقة (٥٠٠ م × ٥٠٠ م). اما النوع الثاني من البيانات فهمي من نوع (Vector) كالحدود الإدارية والقرى من هيئة المساحة والمعلومات الجيومكانية (https://www.geosa.gov.sa/ar/).. وجمعت بيانات المياه والمخاطر والطرق ونقاط الاهتمام والخدمات والحدائق والسياحة والتراث من ازري (https://www.arcgis.com/index.html).



شكل (١) مواقع منطقة الدراسة.

المصدر: الباحثة بالاعتماد على طبقات (Shapfile)، هيئة المساحة والمعلومات الجيومكانية، (٢٠٢٤)

جدول ١. مصادر بيانات الدراسة.

نوع البيانات	البيانات	المصدر	الدقة	السنة
Raster data	نموذج ارتفاع رقمي	https://earthexplorer.usgs.gov/	٣٠ م	٢٠٢٤
	الحرارة والرطوبة النسبية	https://giovanni.gsfc.nasa.gov	١ – ٢٧ كم	٢٠٢٤
	الأمطار والمياه الجوفية	https://giovanni.gsfc.nasa.gov	١ – ١٠ كم	٢٠٢٤
	الغطاء النباتي	https://giovanni.gsfc.nasa.gov	١٠ كم	٢٠٢٤
	الغبار PM 2.5	https://giovanni.gsfc.nasa.gov	١ كم	٢٠٢٤
Vector data	الحدود الادارية والقرى	هيئة المساحة والمعلومات الجيومكانية	–	٢٠٢٤
	المياه السطحية	ازري (ArcGIS Online)	–	٢٠٢٤
	المخاطر الجيولوجية	ازري (ArcGIS Online)	–	٢٠٢٤
	الصدوع	المساحة الجيولوجية السعودية	–	٢٠٢٤
	الطرق ونقاط الاهتمام والتسوق والخدمات والحدائق والسياحة والتراث	ازري (ArcGIS Online)	–	٢٠٢٤
	كثافة السكان عام ٢٠٢٢م	https://portal.saudicensus.sa/portal		٢٠٢٤
	الناتج المحلي الإجمالي	https://datasaudi.mep.gov.sa/ar		

المصدر: الباحثة.

وتمثلت الخطوة الثانية بتحديد متغيرات مؤشرات النماذج، وبسبب اختلاف مصادر وتنسيق البيانات والأساليب، فقد خضعت لتحويل الإسقاط وتصحيحه والاستيفاء المكاني، والاقتطاع وفق حدود المنطقة لتشكيل قاعدة بيانات أساسية بدقة (٥٠٠ ×٥٠٠ م). وتم توحيد طبقات المؤشرات بطريقة توحيد النطاق، للقضاء على أي تأثير بعدي لاختلاف البيانات، والتغلب على عدم دقة تقييم العامل الواحد، ففي حالة المتغيرات الإيجابية كراحة المناخ والمياه والنبات وجودة الهواء وإمكانية الوصول والحيوية الاقتصادية والخدمة الاجتماعية والمناظر والتراث اعتمدت صيغة توحيد التأثير الأقصى بالصيغة الرياضية:

$$Si = (xi - x_{min}) = (x_{max} - x_{min}) \quad \textbf{معادلة رقم (١)}$$

أي كلما زادت القيمة، زادت الملاءمة، والعكس حيث تم استخدام صيغة توحيد التأثير الأدنى مع المتغيرات العكسية كالتضاريس والمخاطر، فكلما زادت القيمة، قلت الملاءمة، والعكس صحيح.

$$Si = (x_{max} - xi) = (x_{max} - x_{min}) \quad \textbf{معادلة رقم (٢)}$$

في الصيغ Si القيمة الطبيعية لمؤشر معين من طبقة (Raster)؛ xi القيمة الأصلية للطبقة؛ X_{max} القيمة القصوى للطبقة؛ X_{min} القيمة الدنيا. ولأجل بناء نماذج تقييم ملاءمة بيئة القرى للاستيطان حسب المؤشرات

الطبيعية والبشرية والصحة والسلامة والبيئة، اعتمدت الدراسة طريقة التحليل الهرمي (AHP) لتحديد أوزان متغيرات تقييم ملاءمة مواقع القرى، وتم إنشاء إطار لتقييم مدى ملاءمة المستوطنات الريفية من خلال بناء مصفوفة الحكم التي تعتبر في (AHP) خطوة أساسية لتحديد أوزان متغيرات المؤشرات المختلفة. وبالتالي تحديد مدى اتساق مصفوفة المقارنة الزوجية لتجنب خضوعها للقيود الذاتية.

في الخطوة الاخيرة دمجت طبقات متغيرات كل مؤشر حسب أوزانها بنظم المعلومات الجغرافية، وصنفت نتائج الدمج الى فئات، وتم تقييم ملاءمة بيئة القرى، وقسمت الدراسة نماذج ملاءمة بيئة القرى للاستيطان إلى خمس فئات: عالية جدا، عالية، ومعتدلة، منخفضة، ومنخفضة جدا.

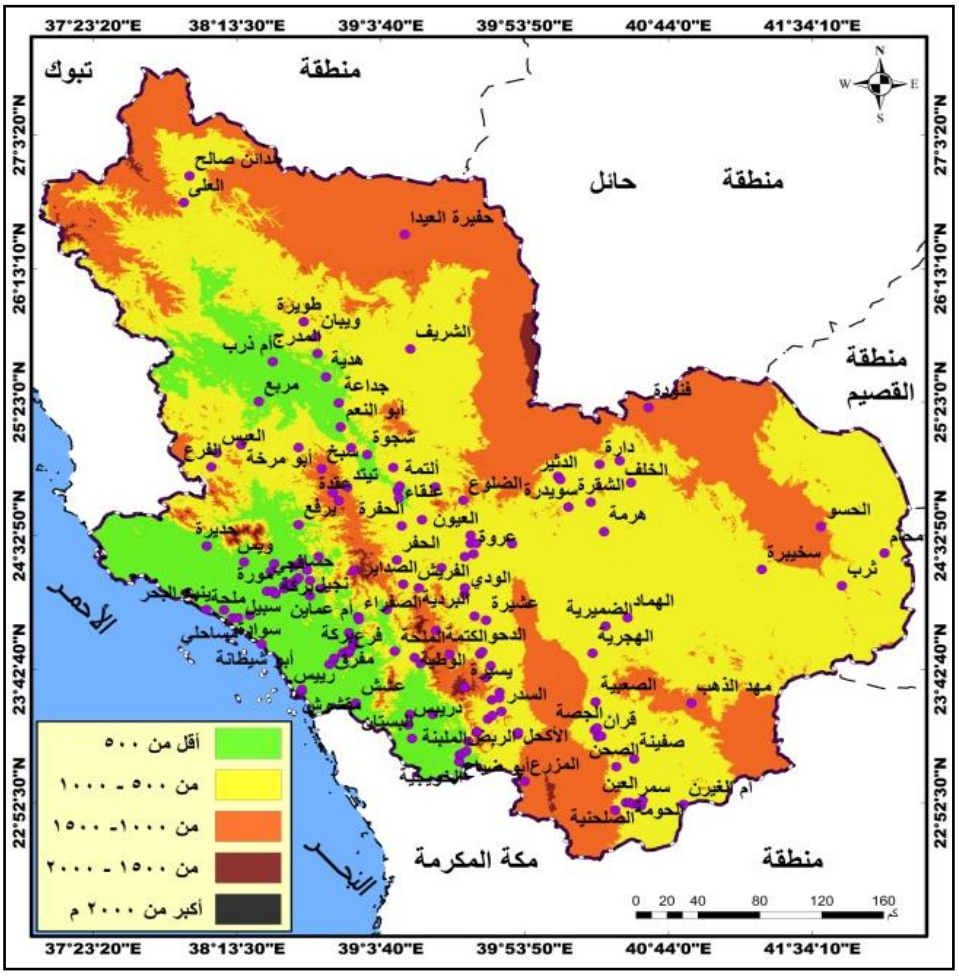
٤- مناقشة نتائج الدارسة

أولاً: ملاءمة البيئة الطبيعية: تشير الى مدى توفر ظروف البيئة الطبيعية المناسبة لعيش السكان في القرى، وتعد الوظيفة البيئية عاملاً مهمًا يؤثر على تخطيط المستوطنات الريفية، وتعكس الملاءمة البيئية الظروف الطبيعية للتخطيط المكاني للمستوطنات الريفية؛ وتشمل الارتفاع والانحدار والموارد المائية ومخاطر الكوارث الجيولوجية (Tian, et al., 2018, p. 3).

١) **مؤشر ملاءمة التضاريس (RDLS):** مؤشر التضاريس واحد من المؤشرات الحاسمة لتقييم مدى ملاءمة المستوطنات البشرية، وكذلك الموارد والقدرة في الحفاظ على البيئة، وتلعب التضاريس دورا مهما في تحديد مواقع القرى وأنماط توزيعها وتطورها. فالتضاريس الجبلية تؤثر في عدم انتظام وتوازن توزيع الموارد الأرضية الزراعية، وتجعل من الصعب إنشاء مساحات زراعية وسكنية متجاورة (Bi and Yang, 2022, p. 5). ويؤثر الارتفاع بشكل مباشر على اختيار الموقع وحجم وبنية القرية من خلال التأثير على العوامل البيئية الطبيعية كالمناخ والنباتات والتربة. وبذلك تظهر نتائج تحليل التضاريس تراوح الارتفاع بين ٠-٢٣٥٤ م فوق مستوى سطح البحر. وتظهر نتائج تقييم مواقع القرى شكل (٢) وقوع ٦٦ قرية بنسبة ٤٢,٣% في الارتفاع الذي يقل عن ٥٠٠ م. ويقع حيث يتراوح الارتفاع بين ٥٠٠- ١٠٠٠ م نحو ٧٧ قرية بنسبة ٤٩,٣٦%. ونحو ١٢ قرية بنسبة ٧,٧% في المنطقة التي يتراوح ارتفاعها بين ١٠٠٠- ١٥٠٠ م. وتضم الفئات الثلاثة ١٥٥ قرية بنسبة ٩٩,٣٥% من إجمالي قرى المدينة، مما يعني عكسية علاقة المتغيرين.

يعد الانحدار من أهم محددات تخطيط القرية من خلال تأثيره على ظروف المرور ومخاطر الانهيارات الأرضية وما إلى ذلك. وبذلك تبين نتائج تحليل الانحدار تراوحه بين ٠ - ٧٧,٤° درجة. وتظهر نتائج تقييم القرى شكل (٣) وقوع ١٢٤ قرية بنسبة ٧٩,٤٩% حيث يقل الانحدار عن ٧°. ونحو ١٠ قرى بنسبة ٦,٤١% حيث

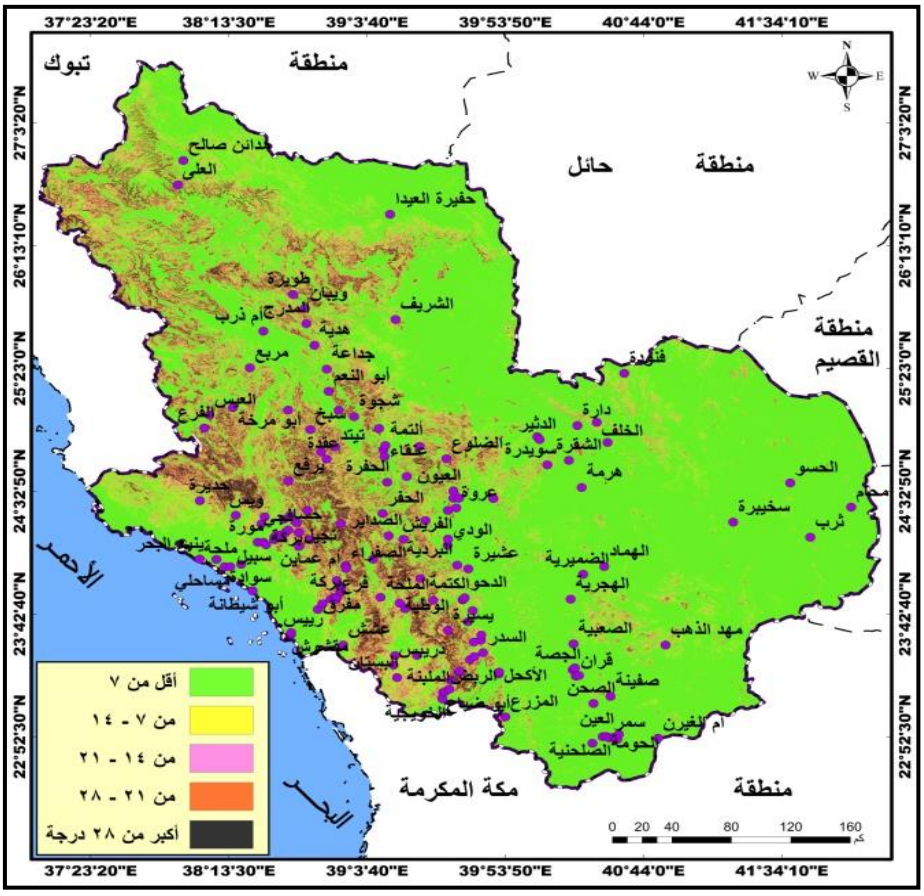
الانحدار بين ٧–١٤°. ونحو ٩ قرى بنسبة ٥,٧٧% حيث يتراوح الانحدار بين ١٤–٢١°. وعلى انحدار ما بين ٢١–٢٨° يقع نحو ٧ قرى بنسبة ٤,٤٨%. وهناك ٦ قرى بنسبة ٣,٨٤% تقع في الانحدار الذي يتجاوز ٢٨°، وتعكس هذه النتائج علاقة عكسية تامة بينهما.



شكل ٢. ملاءمة القرى حسب ارتفاع التضاريس.

ويعتبر مؤشر فينج لتحديد ملاءمة التضاريس للاستيطان (RDLS) تمثيل شامل للارتفاع وتقطع سطح الأرض وانحدارها، وهو نموذج أساسي للتحليل المنهجي لملاءمة القرى للاستيطان البشري، ومنذ اقتراح مفهوم (RDLS)، أصبح استخدامه كمؤشر مهم لتصنيف الأنماط الجيومورفولوجية الملائمة للاستيطان، ويحسب بالصيغة:

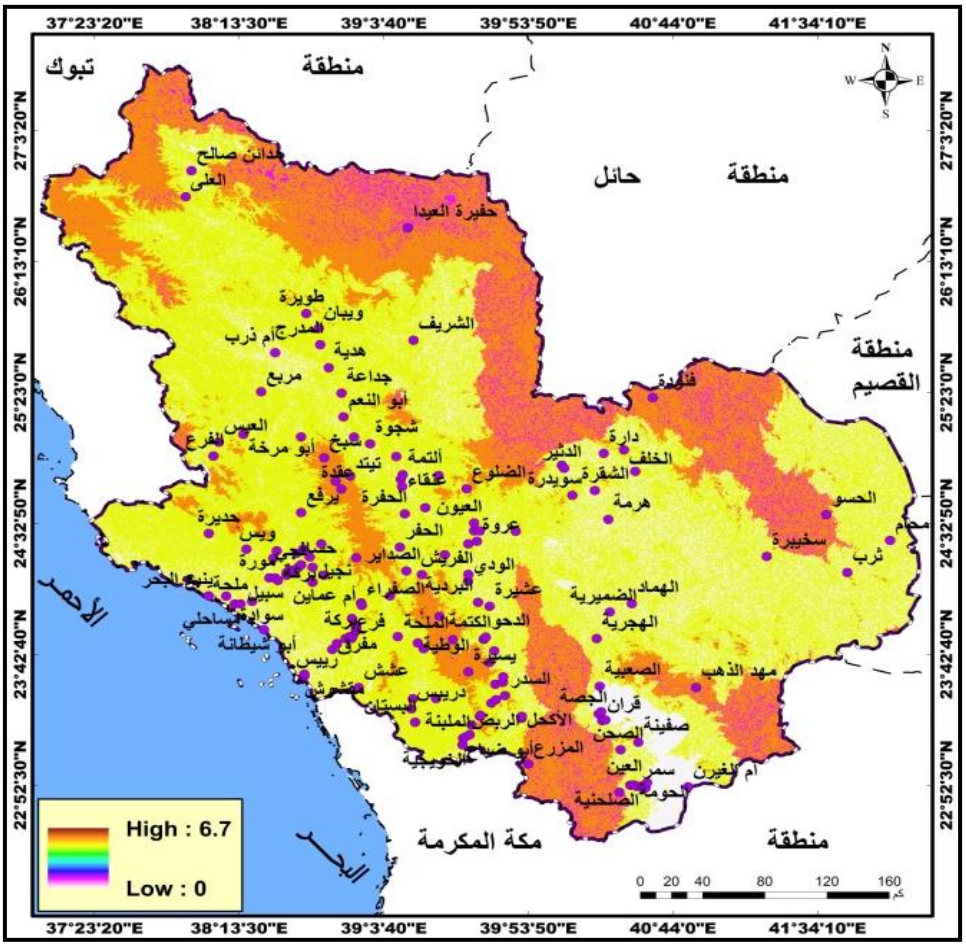
$$\mathbf{RDLS}=\frac{ALT}{1000}+\frac{\{(H)max-(H)min*[1-\frac{P(A)}{A}]\}}{500(\text{Feng,et al.,2008})}$$ معادلة رقم(3).



شكل ٣. ملاءمة القرى حسب انحدار التضاريس.

في الصيغة: يمثل (RDLS) مؤشر ملاءمة التضاريس؛ يمثل (ALT) متوسط الارتفاع داخل منطقة معينة متمركزة على وحدة شبكية معينة؛ ويمثل كل من (H_{max}) (H_{min}) أعلى وأدنى ارتفاع؛ A مساحة المنطقة؛ P(A) المنطقة التي يقل انحدارها عن ٥°.

يعرض شكل (٤) نتائج تطبيق مؤشر ملاءمة التضاريس وخصائص توزيع الانحدار الشديد شمال وجنوب غرب ووسط غرب المنطقة، وتضاريس قليلة الانحدار وسط وغرب وشرق المنطقة، وتراوح مؤشر التضاريس بين ٠– ٦,٧، ويقع ضمن التضاريس الجبلية المنحدرة ١٠ قرى، بنسبة ٦,٤٢% من إجمالي عددها في المنطقة. ويقع ضمن التضاريس المنخفضة شبة المستوية غرب وجنوب غرب ووسط منطقة المدينة ٩٣,٥٨% من إجمالي عدد القرى، مما يعني تفضيل غالبية القرى للتضاريس المنخفضة المستوية وشبة المستوية.



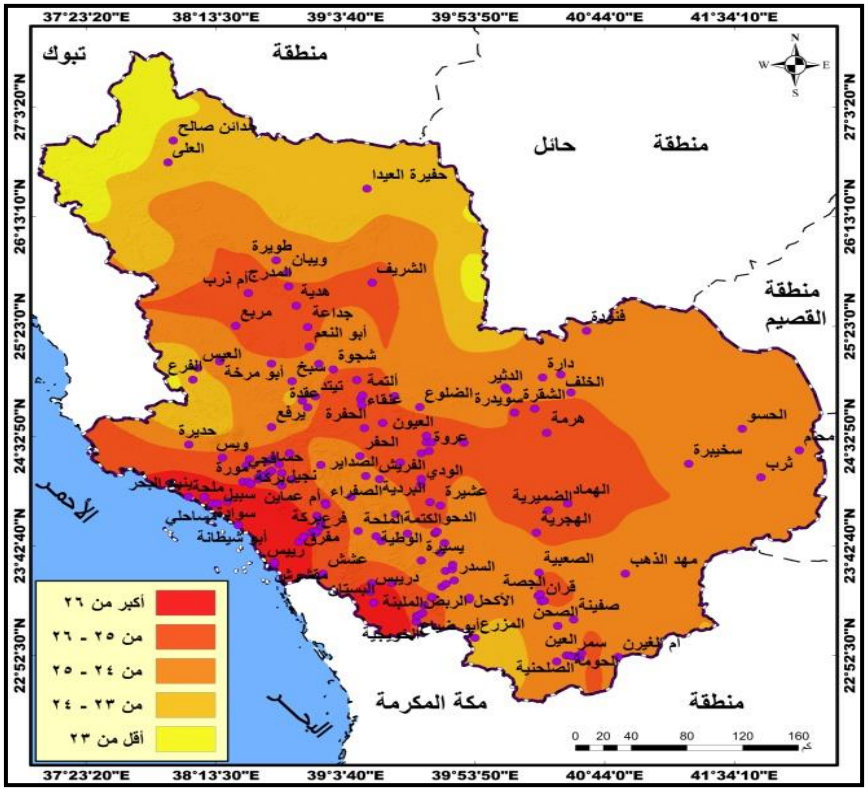
شكل ٤. ملاءمة القرى حسب مؤشر التضاريس.

٢) مؤشر ملاءمة المناخ (CI): يعتبر مؤشر ملاءمة القرى من اهم مؤشرات ملاءمة القرى للعيش. وتؤدي تفاعلات الحرارة والرطوبة إلى الإجهاد الحراري الذي يواجهه السكان، مما يؤدي إلى الأمراض والوفيات بالإجهاد الحراري (Linares, et al., 2019, p. 5). هو أحد المؤشرات المهمة لتقييم ملاءمة القرى ومدى قابليتها للعيش، واعتمدت الدراسة على مؤشر الانزعاج الحراري، وهو تأثير شامل للحرارة والرطوبة النسبية على جسم الانسان؛ وبدمج نتائج المؤشرين يتحدد مستوى الراحة المناخية للسكان في القرى. وتستخدم درجة الحرارة والرطوبة كأهم عناصر المناخ لتقييم مدى ملاءمة المناخ للصحة والسلامة والبيئة (Feng and Zhen, 2022). وتم حساب مؤشر ملاءمة المناخ بالصيغة الاتية:

معادلة رقم (٤) $$CI=T-(0.55-0.0055*Rh)(T-14.5)$$ **(Azevedo, et al., 2017, p.557)**

حيث (CI) مؤشر (الانزعاج) الذي يعكس تأثير الحرارة والرطوبة على الإدراك الحراري البشري؛ (T) درجات الحرارة م، (Rh) الرطوبة النسبية. وبذلك تراوح المعدل السنوي للحرارة في المنطقة بين عامي ١٩٩٣–٢٠٢٣ م بين ٢٠,٧ – ٣١,٣° م. وتؤثر درجة الحرارة على توزيع القرى من خلال تأثير على راحة مناخ السياحة وبيئة معيشة سكانها.

وبذلك تظهر نتائج تقييم بيئة القرى حسب الحرارة شكل (٥) وقوع ١٣ قرية بنسبة ٨,٣٣% بمناطق تتجاوز حرارتها ٢٦ °م. ونحو ٧٤ قرية بنسبة ٤٧,٤٤% بمناطق تتراوح حرارتها بين ٢٦–٢٥ °م. ونحو ٦٢ قرية بنسبة ٤٧,٤٤% بمناطق تتراوح حرارتها بين ٢٥– ٢٤° م. وستة قرى بنسبة ٣,٨٤% بمناطق حرارتها تتراوح بين ٢٤ – ٢٣ °م. ولا توجد قرية حيث تقل الحرارة عن ٢٣ °م. وتظهر نتائج تحليل ارتباط توزيع القرى بالحرارة عن علاقة طردية قوية ٠,٦ ليس لها دلالة إحصائية بين المتغيرين.

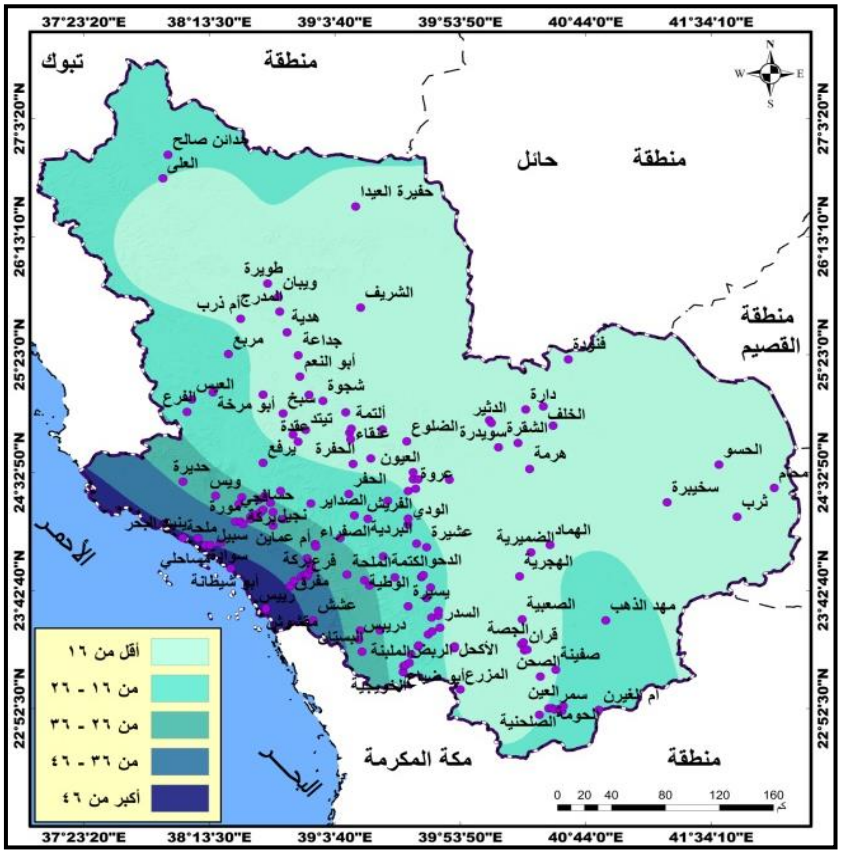


شكل ٥. ملاءمة القرى حسب درجات الحرارة.

من جهة آخرى تراوحت الرطوبة النسبية في المنطقة بين عامي ١٩٩٣–٢٠٢٣ م بين ١٤,٢ – ٦٣,٧% سنويا. وتظهر نتائج تقييم بيئة القرى حسب الرطوبة شكل (٦) وقوع ٥٧ قرية بنسبة ٣٦,٥٤% بمناطق تقل رطوبتها عن ١٦%، ونحو ٤٩ قرية، بنسبة ٣١,٤% بمناطق تتراوح رطوبتها بين ١٦–٢٦%. ونحو ٢٨ قرية

بنسبة ١٧,٩٥% بمناطق رطوبتها بين ٢٦ –٣٦%، وحوالي ١٦ قرية بنسبة ١٠,٢٦% حيث تتراوح الرطوبة بين ٣٦ – ٤٦%. وخمسة قرى بنسبة ٣,٢% حيث تتجاوز الرطوبة النسبية ٤٦%.

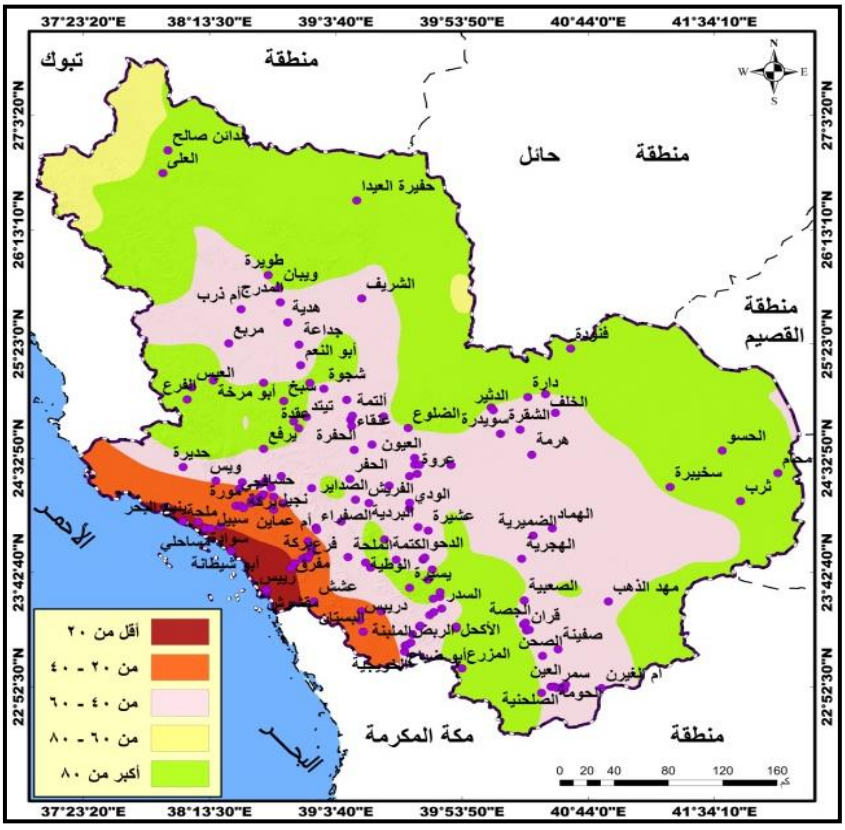
وتظهر نتائج تحليل ارتباط توزيع القرى والرطوبة النسبية علاقة عكسية قوية جدا $^{-}$٠,٩٩١ ذات دلالة احصائية عند مستوى ٠,٠١، أي أن عدد القرى يقل مع زيادة الرطوبة بنسبة ٩٩,١%، وهذه العلاقة جوهرية وليست بفعل الصدفة بمستوى ثقة ٩٩%.



شكل ٦. ملاءمة القرى حسب الرطوبة النسبية.

بناء على ذلك تؤكد نتائج تطبيق مؤشر راحة المناخ تراوح المؤشر بين ١٧,٩ –٢٧,٨ °م. وتظهر نتائج تقييم بيئة القرى حسب ملاءمة مؤشر المناخ (شكل ٧) عدم وجود أي قرية في المنطقة التي تتسم براحة مائلة للبرودة حيث تقل قيمة مؤشر الراحة عن ١٨. ويقع في المنطقة التي تتصف براحة مناخية تامة حيث يتراوح المؤشر بين ١٨–٢١ حوالي ٢٩ قرية بنسبة ١٨,٥٩% من قرى المنطقة. ونحو ١١٠ قرية بنسبة ٧٠,٥٢% من إجمالي القرى بمناطق ذات راحة مناخية مائلة للحرارة ٢١–٢٤. ونحو ١٧ قرية بنسبة ١٠,٩% حيث الانزعاج المائل للحرارة، ولا توجد أي قرية بمنطقة الانزعاج شديد للحرارة حيث تتجاوز قيمة المؤشر ٢٧. وتظهر نتائج

تحليل علاقة توزيع القرى بملاءمة مناخ المنطقة للاستيطان الريفي عن وجود علاقة طردية ضعيفة جدا ٠,١٥ ليس لها دلالة، مما يعني أن عدد القرى يزداد بنسبة ١٥% مع زيادة ملاءمة مؤشر الراحة المناخية للاستيطان.



شكل ٧. ملاءمة القرى حسب مؤشر الراحة المناخية.

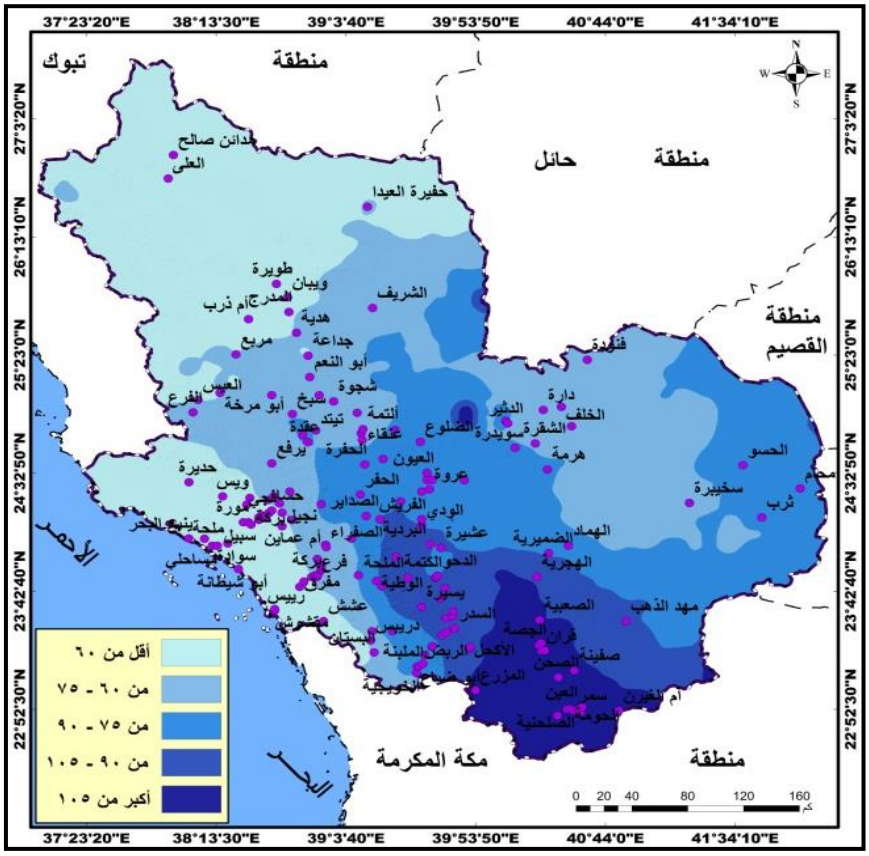
٣) مؤشر ملاءمة المياه (HI): تحد شحه الموارد المائية من وجود وتطور المستوطنات الريفية، وتعتبر الموارد المائية بالمناطق الجافة من العوامل المهمة التي تضمن بقاء سكان الريف ونمو القرى ونوعية حياة وبيئة معيشة سكان القرى. وتعتبر الأمطار والمياه السطحية مؤشرين مهمين لوفرة الموارد المائية، بينما تعكس المسافة بين القرى والموارد المائية مدى صعوبة او سهولة الوصول اليها (Wang et al., 2017). ولتوصيف آثر الموارد المائية على قرى منطقة المدينة حسب المؤشر الهيدرولوجي بالاعتماد على الامطار والبعد من موارد المياه كالسدود والخزانات والبرك وتخزين المياه الجوفية بالصيغة الرياضية:

معادلة رقم (٥) $$HI = aNAP+bWA+gNWD \text{ (Loritz, etal.,2019)}$$

HI هو مؤشر ملاءمة المياه؛ ويعكس هذا المؤشر مدى توازن المياه من خلال متغيري هطول الأمطار ودرجة الحرارة، ويستخدم كأداة لقياس الجفاف الجوي والهيدرولوجي عبر المكان والزمان. NAP معدل الأمطار؛ WA

موارد المياه السطحية؛ NWD المسافة من موارد المياه السطحية؛ GW نسبة تخزين المياه الجوفية ملم، a وb وg، أوزان الأمطار، والبعد من موارد المياه، وتخزين المياه على التوالي.

وبذلك تظهر نتائج تحليل توزيع الامطار بين عامي ١٩٩٣–٢٠٢٣ م تراوح معدلها بين ٢٩,٩ – ١٤١,٩ ملم سنويا. وتبين نتائج تقييم بيئة القرى حسب الامطار شكل (٨) وقوع ٣٧ قرية بنسبة ٢٣,٧٢% من الإجمالي بمناطق يقل امطارها عن ٦٠ ملم سنويا. ونحو ٧٣ قرية بنسبة ٢٧,٥٧% حيث تتراوح الأمطار بين ٦٠ –٧٥ ملم. ونحو ٣٨ قرية بنسبة ٢٤,٣٦% من القرى حيث تتراوح الأمطار بين ٧٥ – ٩٠ ملم.

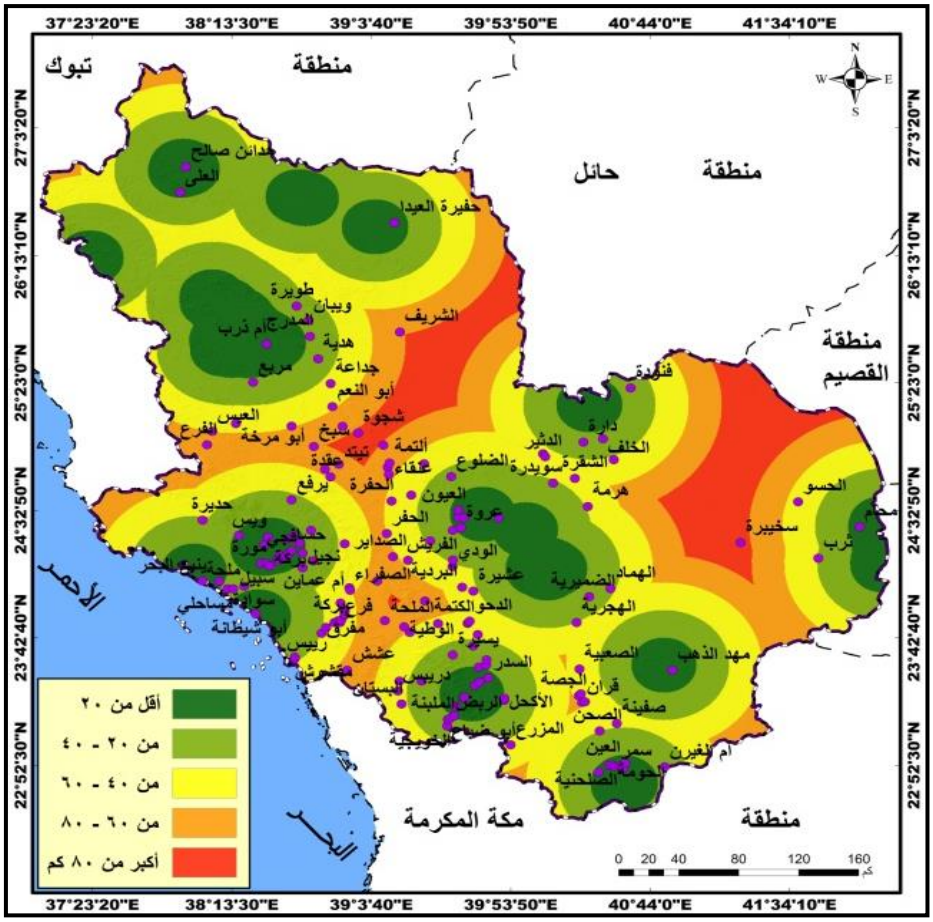


شكل ٨. ملاءمة القرى حسب توزيع الأمطار.

وتقع ٢١ قرية بنسبة ١٣,٤٦% حيث تتراوح بين ٩٠–١٠٥ ملم. وبلغ عدد القرى التي تقع بمناطق تجاوز الأمطار ١٠٥ ملم نحو ١٧ قرية، بنسبة ١٠,٨٩% من إجمالي القرى.

وتظهر نتائج تقييم علاقة القرى بتوزيع الأمطار عن وجود علاقة عكسية قوية ليس لها دلالة إحصائية $^{-}$ ٠,٧٢، أي ان عدد القرى يقل مع زيادة كمية الامطار بنسبة ٧٢%. لذا من المهم ان تعمل خطط التنمية على تعديل خلل العلاقة بما يضمن التنمية المستدامة لوظيفة القرى.

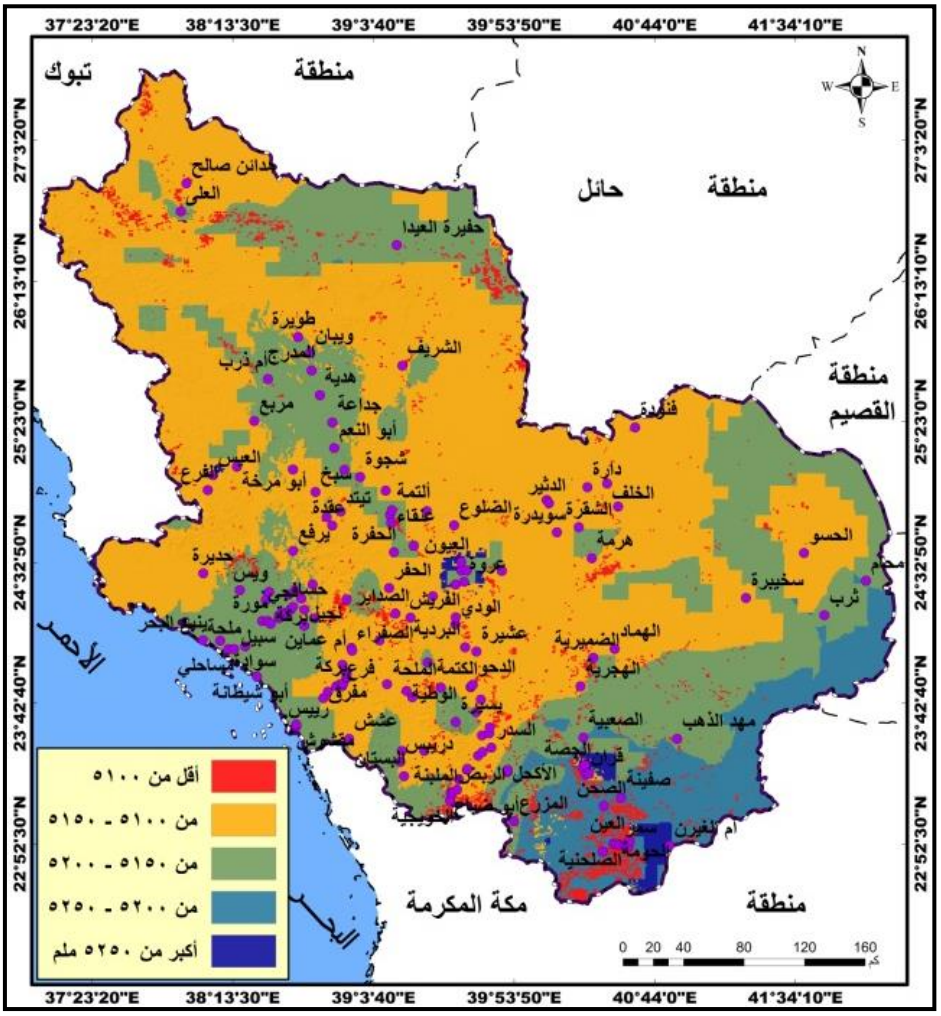
من جانب آخر تظهر نتائج تحليل بعد القرى عن موارد المياه السطحية تراوح بعدها بين ٠ – ١١٣,٥ كم. ويوضح شكل (٩) تقييم بيئة القرى حسب بعدها من موارد المياه حيث بلغ عدد القرى في المنطقة التي يقل بعدها من المياه السطحية عن ٢٠ كم ٤٨ قرية بنسبة ٣٠,٧٧% من قرى المنطقة. ونحو ٣٨ قرية بنسبة ٢٤,٣٦% من القرى تبعد عن مصادر المياه السطحية بين ٢٠ – ٤٠ كم. ويقع في المنطقة التي تبعد من موارد المياه بين ٤٠– ٦٠ كم ٥١ قرية بنسبة ٣٢,٧% القرى. وبلغ عدد القرى التي يتراوح بعدها من المياه السطحية بين ٦٠– ٨٠ كم حوالي ١٧ قرية بنسبة ١٠,٩% من الإجمالي. وقريتين بنسبة ١,٢٨% من القرى حيث يتجاوز البعد من موارد المياه عن ٨٠ كم.



شكل ٩. ملاءمة القرى حسب البعد من موارد المياه.

وتبين نتائج تحليل علاقة توزيع القرى بالبعد من موارد المياه السطحية عن وجود علاقة عكسية قوية جدا ٠,٨٨- ليس لها دلالة احصائية، وبالتالي يزداد عدد القرى بنسبة ٨٨% مع قلة البعد من الموارد المائية السطحية والعكس.

وتوضح نتائج تحليل تخزين المياه الجوفية بين عامي ١٩٩٣–٢٠٢٣ م تراوحها بين ٤٣٠٥,٧–٥٤٩٥,٨ ملم يوميا. وتظهر نتائج تقييم بيئة القرى ضمن فئات تخزين المياه شكل (١٠) أن هناك ١٢ قرية بنسبة ٧,٧% من اجمالي القرى تقع ضمن النسبة التي تقل بها نسبة تخزين المياه عن ٥١٠٠ ملم/يوم. ونحو ٨١ قرية بنسبة ٥١,٩٢% حيث يتراوح التخزين بين ٥١٠٠–٥١٥٠ ملم/يوم. ونحو ٥٤ قرية بنسبة ٣٤,٦٢% اينما يتراوح تخزين المياه بين ٥١٥٠–٥٢٠٠ ملم/يوم.

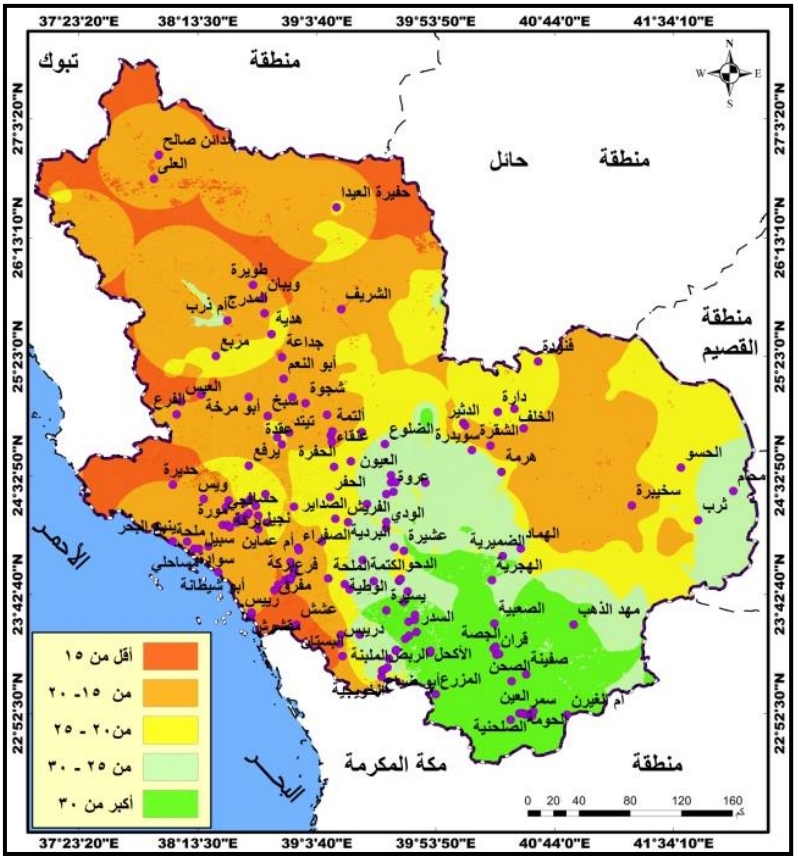


شكل (١٠) ملاءمة القرى حسب تخزين المياه الجوفية

ويقع في المنطقة التي يتراوح تخزين المياه بها بين ٥٢٠٠–٥٢٥٠ ملم/يوم ٤ قرى بنسبة ٢,٥٦%. ونحو ٤ قرى بنسبة ٢,٥٦% حيث يتجاوز التخزين ٥٢٥٠ ملم/يوم.

وتؤكد نتائج تقييم علاقة توزيع القرى بتخزين المياه الجوفية وجود علاقة عكسية معتدلة ليس لها دلالة ٠,٤٣-. أي ان عدد القرى يقل بنسبة ٤٢% مع زيادة تخزين المياه الجوفية وإمكانيات توافرها في المنطقة، ولأجل تحقيق تنمية مستدامة للقرى ينبغي معالجة الخلل في علاقة المتغيرين.

وتوصلت نتائج تطبيق مؤشر ملاءمة الموارد المائية للاستيطان الريفي تراوح قيمة المؤشر بين ٠- ٥٠%. ويوضح شكل (١١) تقييم مواقع بيئة القرى حسب فئات ملاءمة مؤشر الموارد المائية، وقوع ٦ قرى بنسبة ٣,٨٤% من الإجمالي بمنطقة تتصف بملاءمة منخفضة جدا للاستيطان حيث تقل ملاءمة المؤشر عن ١٥%. ونحو ٦١ قرية بنسبة ٣٩,١% بمنطقة تتسم بملاءمة منخفضة حيث تتراوح ملاءمة مؤشر المياه بين ١٥-٢٠%. وتضم المنطقة التي تتسم بملاءمة معتدلة حيث ملاءمة مؤشر المياه بين ٢٠-٢٥% نحو ٢٩ قرية، بنسبة ١٨,٥٩% من قرى المنطقة.



شكل ١١. ملاءمة القرى حسب مؤشر الموارد المائية.

وتضم المنطقة التي تتصف بملاءمة عالية لمؤشر المياه بين ٢٥–٣٠% حوالي ٣٢ قرية، بنسبة ٢٠,٥١%. ونحو ٢٨ قرية، بنسبة ١٧,٩٥% تقع بمنطقة ملاءمة عالية جدا حيث تتجاوز ملاءمة مؤشر ملاءمة المياه للاستيطان ٣٠%.

وأظهرت نتائج تحليل علاقة توزيع القرى بمدى ملاءمة مؤشر الموارد المائية للاستيطان الريفي عن وجود علاقة طردية ضعيفة جدا ٠,١ ليس لها دلالة بينهما. وهذا يعني ان خطط التنمية الريفية مستقبلا ينبغي ان تعزز من قوة علاقة القرى بمؤشر ملاءمة الموارد المائية للاستيطان الريفي بما يضمن استدامة تنمية القرى.

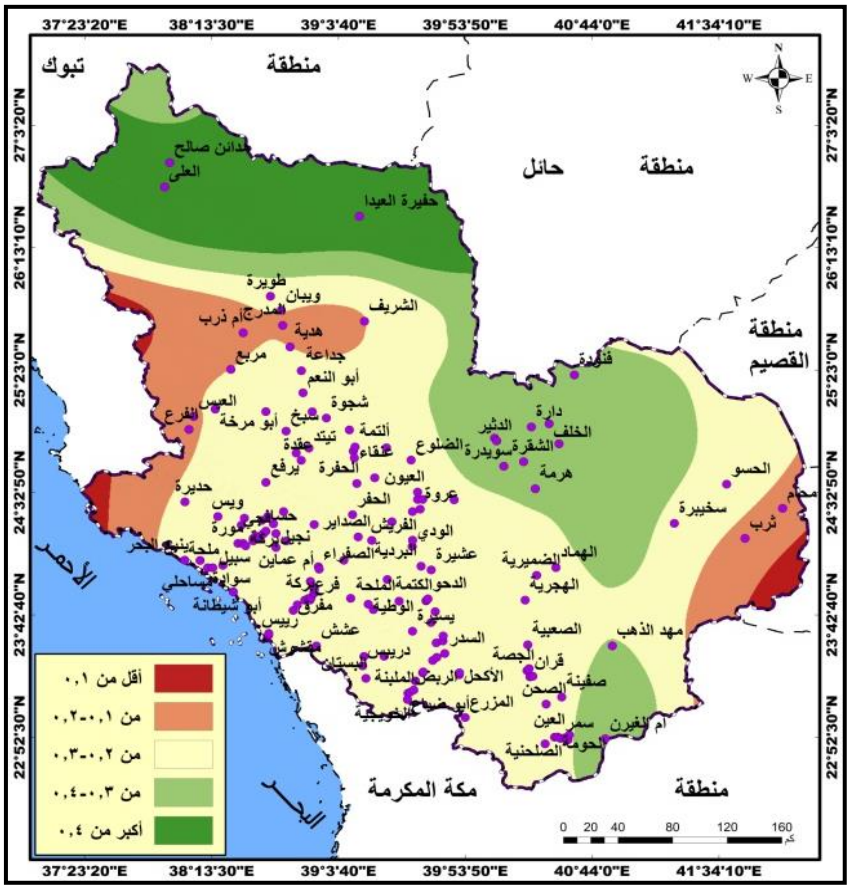
٤) مؤشر ملاءمة النبات (VI): تسهم البيئة النباتية الجيدة في ايجاد بيئة أكثر ملاءمة للاستيطان الريفي. فالمستوطنات البشرية تميل للتركز بمناطق ذات تغطية نباتية عاليه نسبيًا (Guo et al., 2023). وعليه فقد تراوح مؤشر الاختلاف الخضري للغطاء النباتي بين ⁻١ – ٠,٧٣. وتظهر نتائج تقييم بيئة القرى حسب توزيع الغطاء النباتي شكل (١٢) وقوع ١٣٥ قرية بنسبة ٨٦,٥٤% في منطقة تتصف بملاءمة نباتية معتدلة، حيث يتراوح مؤشر النبات بين ٠,٢– ٠,٣. ولا توجد أي قرية ضمن الفئة التي تتصف بملاءمة منخفضة جدا للاستيطان حيث تقل قيمة المؤشر عن ٠,١. وبلغ عدد قرى المنطقة التي تتسم بملاءمة منخفضة حيث يتراوح المؤشر بين ٠,١ – ٠,٢ نحو ٧ قرى بنسبة ٤,٤٨%. والقرى التي تتسم بملاءمة نباتية عالية حيث تتراوح قيمة مؤشر الغطاء النباتي بين ٠,٣ – ٠,٤ نحو ١١ قرية، بنسبة ٧,٠٥% من الإجمالي. ونحو ٣ قرى بنسبة ١,٩٢% بمنطقة ذات ملاءمة نباتية عالية جدا للاستيطان الريفي حيث تتجاوز قيمة المؤشر عن ٠,٤ من إجمالي عدد قرى منطقة المدينة.

وأسفرت نتائج تحليل علاقة توزيع القرى بمؤشر ملاءمة الغطاء النباتي للاستيطان الريفي عن وجود علاقة عكسية ضعيفة ليس لها دلالة ⁻٠,٣٣، وبالتالي يقل عدد القرى بنسبة ٣٣% مع زيادة ملاءمة الغطاء النباتي للاستيطان والعكس، ولتحقيق التنمية الريفية المستدامة للقرى ينبغي أن تتبع خطط تنمية الريف ما يمكن ان يعدل شكل وقوة علاقة متغيري ملاءمة النبات والقرى.

٥) مؤشر ملاءمة جودة الهواء (AQI): جودة الهواء لا تؤثر على صحة السكان فقط، بل إنها عامل أساسي يؤثر على اختيارهم للسكن (Liu and Yu, 2020, p. 5). وتعتبر جسيمات الغبار (PM2.5) أكثر ملوثات الهواء شيوعًا في المناطق الجافة وشبة الجافة. مما يشكل تهديدا خطيرا للبيئة المعيشية والتنمية المستدامة الإقليمية (Feng and Zhen, 2022). ويعتبر الغبار عنصر رئيس لجودة الهواء في نظام تقييم ملاءمة الصحة والسلامة والبيئة، ويحسب مؤشر جودة الهواء بالصيغة:

$$AQI = \frac{\frac{(PM2.5)max}{PM2.5}}{\frac{(PM2.5)max}{(PM2.5)min}}$$

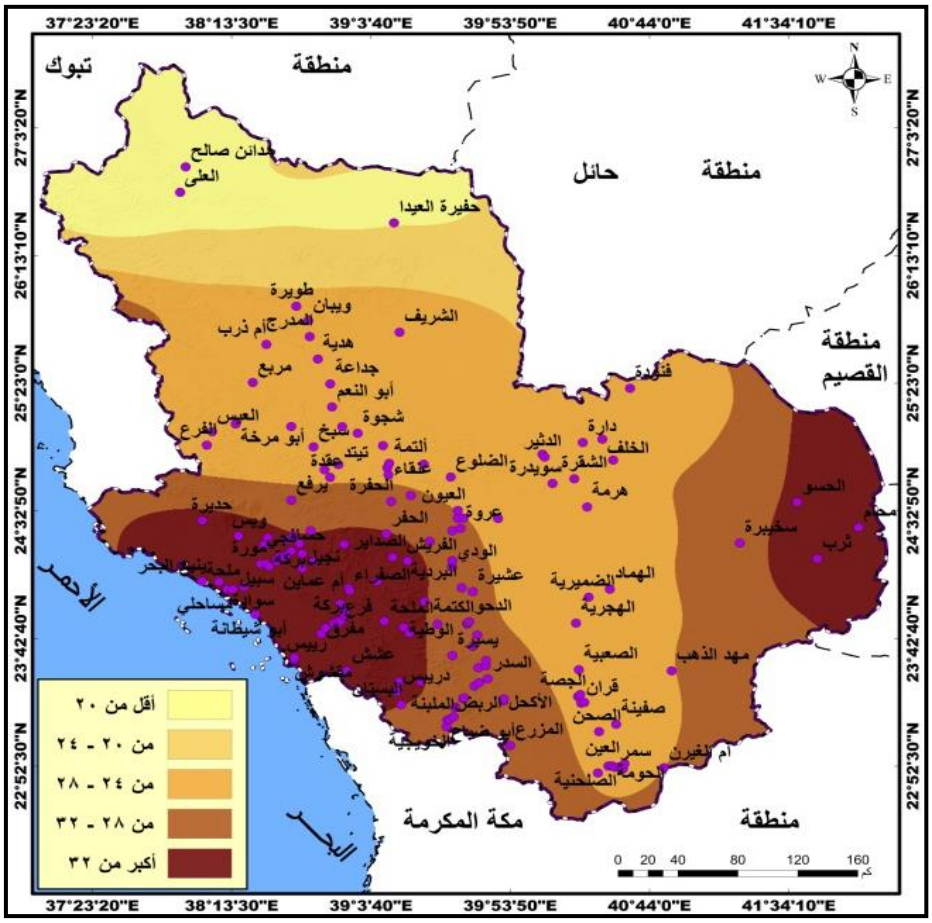
معادلة رقم (٦) (Geng,et al.,2023)



شكل ١٢. ملاءمة القرى حسب مؤشر الغطاء النباتي.

في الصيغة: AQI مؤشر جودة الهواء؛ $(PM2.5)_{max}$ $(PM2.5)_{min}$ الحدين الأعلى والأدنى للمؤشر. وبذلك فقد تراوح معدل الغبار (PM2.5) بين عامي ١٩٩٣– ٢٠٢٣ م بين ١٧,٥–٣٧,٢ مبكروجرام/م^3 سنويا. وتظهر نتائج تقييم بيئة القرى بتوزيع الغبار شكل (١٣) وقوع ثلاثة قرى بنسبة ١,٩٢% بمنطقة يقل غبارها عن ٢٠ مبكروجرام/م^3. ولا يقع في المنطقة التي تتصف يتراوح فيها الغبار بين ٢٠–٢٤ مبكروجرام/م^3 أي قرية. ونحو ٥٦ قرية بنسبة ٣٥,٩% حيث يتراوح الغبار بين ٢٤–٢٨ مبكروجرام/م^3. ونحو ٣٧ قرية، بنسبة ٢٣,٧٢% من إجمالي القرى اينما يتراوح الغبار بين ٢٨–٣٢ مبكروجرام/م^3. ونحو ٦٠ قرية بنسبة ٣٨,٤٧% من إجمالي القرى حيث يتجاوز الغبار ٣٢ مبكروجرام/م^3.

وتظهر نتائج تحليل علاقة توزيع القرى بتركز الغبار علاقة طردية قوية جدا ٠,٨٤ ليس لها دلالة إحصائية، حيث يلاحظ تزايد عدد القرى بنسبة ٨٤% مع زيادة تركز الغبار والعكس. وتعكس هذه العلاقة وقوع معظم القرى حيث يشكل الغبار خطر على صحة وسلامة سكان القرى مما ينعكس سلبا على التنمية الريفية.

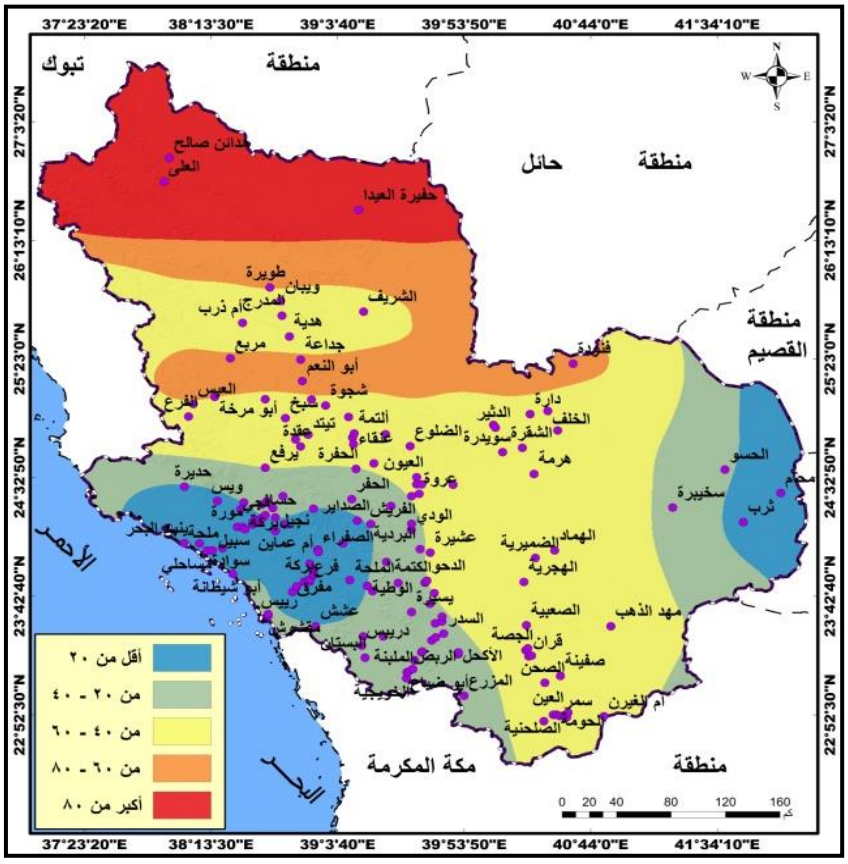


شكل ١٣. ملاءمة القرى حسب توزيع الغبار.

وبذلك تظهر نتائج تطبيق مؤشر جودة الهواء تراوح المؤشر بين ٠ – ١٠٠%. وتظهر نتائج تقييم بيئة القرى حسب جودة الهواء شكل (١٤) وقوع ٣٩ قرية بنسبة ١,٩٢% من إجمالي القرى في المنطقة ذات ملاءمة منخفضة جدا حيث يقل مؤشر جودة الهواء عن ٢٠%. ونحو ٥١ قرية بنسبة ٣٦,٧% بمنطقة تتصف بملاءمة منخفضة للقرى حيث يتراوح المؤشر بين ٢٠–٤٠%. ونحو ٥٧ قرية بنسبة ٣٦,٥٣% في المنطقة التي تتسم بملاءمة معتدلة حيث يتراوح مؤشر جودة هواءها بين ٤٠–٦٠%. ويقع في المنطقة التي تتسم بملاءمة عالية للاستيطان من حيث نسبة المؤشر بما يتراوح بين ٦٠–٨٠% نحو ٦ قرى بنسبة ٣,٥٤% من الإجمالي. وثلاثة قرى بنسبة ١,٩٢% تتصف بملاءمة عالية جدا لجودة الهواء أكثر من ٨٠%.

وتوصلت نتائج تحليل علاقة توزيع القرى بملاءمة جودة الهواء للاستيطان الريفي عن وجود علاقة عكسية قوية $^{-}$٠,٧٣ ليس لها دلالة، وعليه يقل عدد القرى بنسبة ٧٣% مع زيادة ملاءمة مؤشر جودة الهواء للاستيطان

الريفي والعكس. وللحفاظ على صحة سكان القرى من أي مخاطر محتملة، ينبغي ان تتضمن خطط التنمية الريفية في المستقبل، اصلاح الخلل في علاقة المتغيرين.



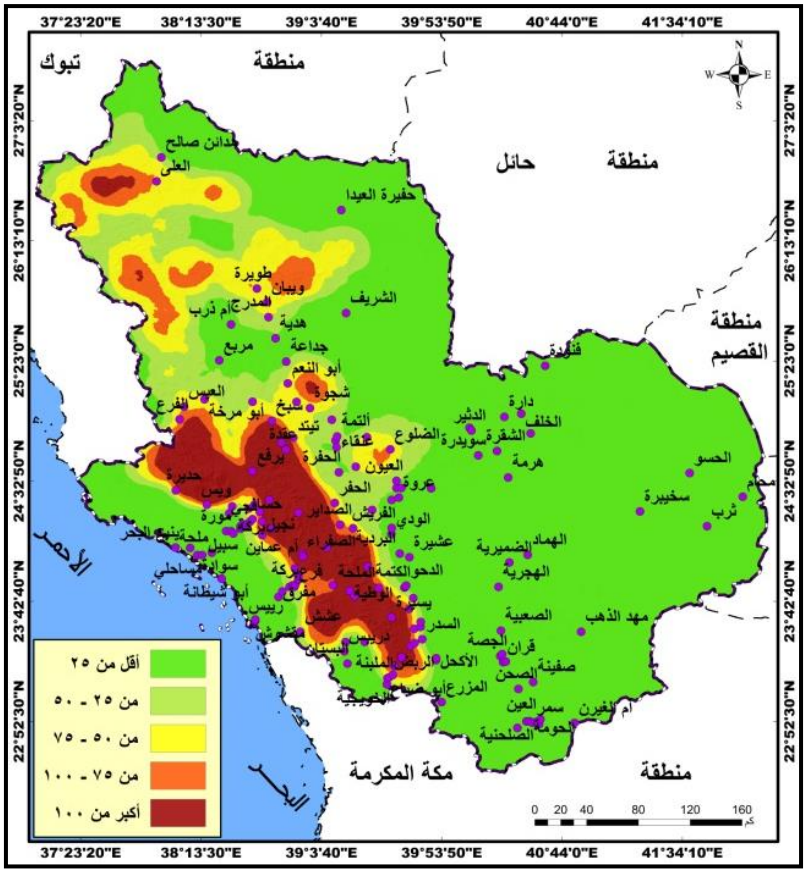
شكل ١٤. ملاءمة القرى حسب مؤشر جودة الهواء.

٦) مؤشر ملاءمة المخاطر (DRI)**:** تشير مخاطر الكوارث إلى احتمال تعرض أي شخص لخطر بسبب الكوارث الطبيعية التي تتضمن الانهيارات والشقوق الأرضية، والمنحدرات. وبسبب وقوع بعض مناطق المدينة ضمن تضاريس وبنية جيولوجية معقدة؛ وإن إدراج الدراسات السابقة لمؤشر مخاطر الكوارث الجيولوجية ضمن نظم تقييم ملاءمة الصحة والسلامة والبيئة لسكان القرى، كان لابد من ادراج المخاطر ضمن معايير البيئة الطبيعية. وحسب مؤشر مخاطر الكوارث الطبيعية بالصيغة الاتية:

معادلة رقم (٧) $$DRI = jDZZH+wDLD \text{ (Geng, et al., 2023)}$$

DRI مؤشر مخاطر الكوارث، DZZH كثافة المخاطر، DLD البعد من الصدوع، j و w أوزان DZZH و DLD.

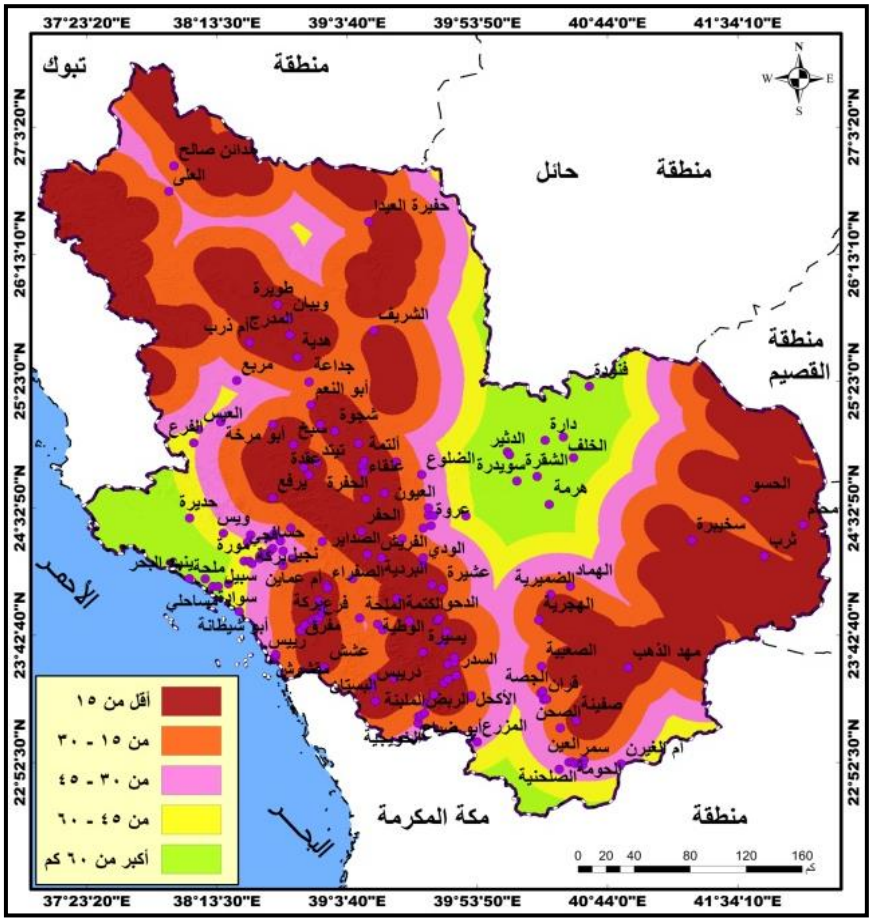
وبذلك توضح نتائج تحليل كثافة المخاطر (DZZH) الجيولوجية تراوح كثافتها بين ٠ – ٢٩٢,٤ موقع/كم٢. وتبين نتائج تقييم بيئة القرى في فئات كثافة المخاطر شكل (١٥) وقوع ٦٨ قرية بنسبة ٤٣,٥٩% من إجمالي القرى حيث تقل كثافة المخاطر الجيولوجية عن ٢٥ موقع/كم٢. ونحو ٢٩ قرية بنسبة ١٨,٥٨% اينما تتراوح كثافة المخاطر بين ٢٥ – ٥٠ موقع/كم٢. وبلغ عدد القرى حيث تتراوح كثافة المخاطر بين ٥٠–٧٥ موقع/كم٢ نحو ٢٣ قرية، بنسبة ١٤,٧٤% من الإجمالي. ونحو ١٦ قرية بنسبة ١٠,٢٦% من القرى حيث كثافة المخاطر بين ٧٥ –١٠٠ موقع/كم٢. وبلغت عدد القرى حيث تتجاوز كثافة المخاطر الجيولوجية ١٠٠ موقع/ كم٢ ١٩ قرية بنسبة ١٢,١٧% من عدد القرى.



شكل ١٥. ملاءمة القرى حسب المخاطر الجيولوجية.

وأسفرت نتائج تحليل علاقة توزيع القرى بكثافة المخاطر الجيولوجية عن وجود علاقة عكسية معتدلة - ٠,٥٣ ليس لها دلالة بينهما، وعليه يزداد عدد القرى بنسبة ٥٣% مع تراجع كثافة مخاطر الكوارث الجيولوجية والعكس، وتتناسب هذه العلاقة مع متطلبات تحقيق التنمية الريفية المستدامة التي تتطلب مواقع أكثر امانا من المخاطر الطبيعية.

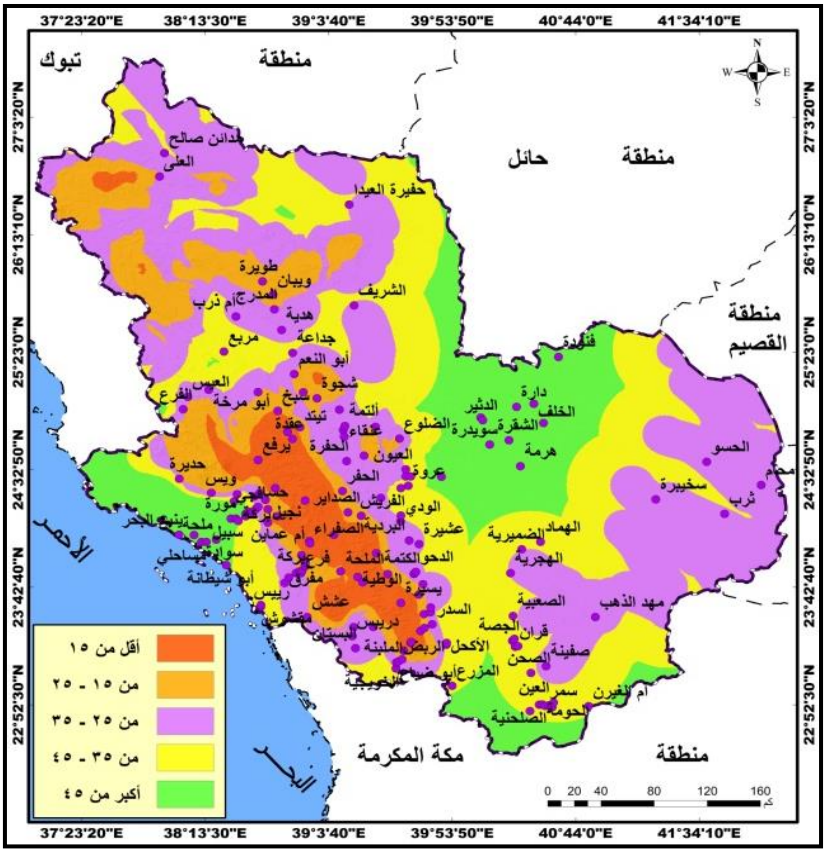
من جانب آخر تظهر نتائج تحليل بعد القرى من الصدوع (DLD) تراوحه بين ٠- ١٢٣ كم. وتوضح نتائج تقييم بيئة القرى حسب بعدها من الصدوع شكل (١٦) أن هناك ٦٩ قرية بنسبة ٤٤,٢٣% من الإجمالي يقل بعدها من الصدوع عن ١٥ كم. ونحو ٣٤ قرية بنسبة ٢١,٨% من يتراوح بعدها من الصدوع بين ١٥- ٣٠ كم. وعدد قرى حيث يتراوح البعد من الصدوع بين ٣٠ – ٤٥ كم ٢٩ قرية بنسبة ١٨,٥٩% من الإجمالي. ونحو ١٠ قرى بنسبة ٦,٤١% حيث يتراوح البعد من الصدوع بين ٤٥ –٦٠ كم. وبلغت قرى المنطقة التي يتجاوز بعدها من الصدوع ٦٠ كم ١٤ قرية بنسبة ٨,٩٧% من إجمالي قرى منطقة المدينة.



شكل ١٦. ملاءمة القرى حسب البعد من الصدوع.

وتوصلت نتائج تحليل علاقة القرى بالبعد من الصدوع عن وجود علاقة عكسية قوية $^{-}$٠,٧٢ ليس لها دلالة، وبالتالي يقل عدد القرى مع زيادة البعد من الصدوع بنسبة ٩١% والعكس. وتعكس هذه العلاقة وقوع كثير من القرى بمناطق قريبة من الصدوع؛ مما قد يعرضها لمخاطر تعيق تحقيق التنمية المستدامة فيها.

بناء على ذلك تراوح مؤشر مخاطر الكوارث (DRI) بين ١٠–٥٠%. وتبين نتائج تقييم بيئة القرى حسب ملاءمة مؤشر المخاطر الطبيعية شكل (١٧) وقوع ١٧ قرية بنسبة ١٠,٩% من الإجمالي بمنطقة ذات ملاءمة منخفضة جدا حيث يقل المؤشر عن ١٥%. ونحو ٢٥ قرية بنسبة ١٦,٠٢% بمنطقة تتصف بملاءمة منخفضة حيث يتراوح مؤشر المخاطر بين ١٥ –٢٥%. وعدد القرى في المنطقة التي تتصف بملاءمة معتدلة حيث يتراوح المؤشر بين ٢٥–٣٥% ٥٧ قرية بنسبة ٣٦,٥٣% من الإجمالي. ونحو ٣٥ قرية بنسبة ٢٢,٤٤% بمنطقة ذات ملاءمة عالية حيث يتراوح مؤشر المخاطر بين ٣٥ –٤٥%. وعدد القرى في المنطقة التي تتسم بملاءمة عالية جدا للاستيطان الريفي، حيث تتجاوز نسبة ملاءمة مخاطر الكوارث ٤٥%، نحو ٢٠ قرية بنسبة ١٢,٨٢% من إجمالي قرى المنطقة.



شكل ١٧. ملاءمة القرى حسب مؤشر مخاطر الكوارث.

وتوصلت نتائج تقييم علاقة توزيع القرى بملاءمة مؤشر مخاطر الكوارث الطبيعية للاستيطان الريفي الى وجود علاقة طردية ضعيفة جدا ليس لها دلالة ٠,١٦ بينهما، وبذلك يزداد عدد القرى بنسبة ١٦% مع زيادة ملاءمة مؤشر مخاطر الكوارث والعكس.

ثانيا: ملاءمة البيئة البشرية: تعكس البيئة البشرية اختيارات السكان وتكيفهم مع ظروف البيئة الطبيعية في أماكن معينة، وتدل مؤشرات البيئة البشرية للمستوطنات الريفية مدى ملاءمتها بحسب امكانية او سهولة الوصول، وظروف المعيشة (الاقتصادية)، وتوفر الخدمات.

أ) مؤشر إمكانية الوصول للطرق (TAI**):** تؤثر الطرق على ملاءمة بيئة القرى للعيش من خلال الوقت والتكلفة الاقتصادية، وتعد الطرق وسيلة نقل رئيسية في منطقة المدينة، ويمكن الحكم على تأثير إمكانية الوصول إلى وسائل النقل من خلال حساب عدد قرى ضمن مسافات مختلفة من الطرق. ويتم تقييم مدى ملاءمة الوصول إلى المستوطنات الريفية من خلال بعض المؤشرات المتعلقة بالمسافة، مثل البعد من الطريق الرئيس والبعد من المدينة (Wang, et al., 2016, p. 487).

وبالتالي تؤثر إمكانية الوصول إلى وسائل النقل على التنمية، وراحة سكان القرى. واستخدمت الدراسة تكلفة المسافة لحساب امكانية وصول سكان القرى الى الطرق لأنها تؤدي إلى نتائج أكثر دقة من المسار الأقصر، وتم حساب قيمة هذا المؤشر بالصيغ:

$$\mathbf{COST}=\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{V}} \qquad \text{معادلة رقم}(\mathbf{8})$$

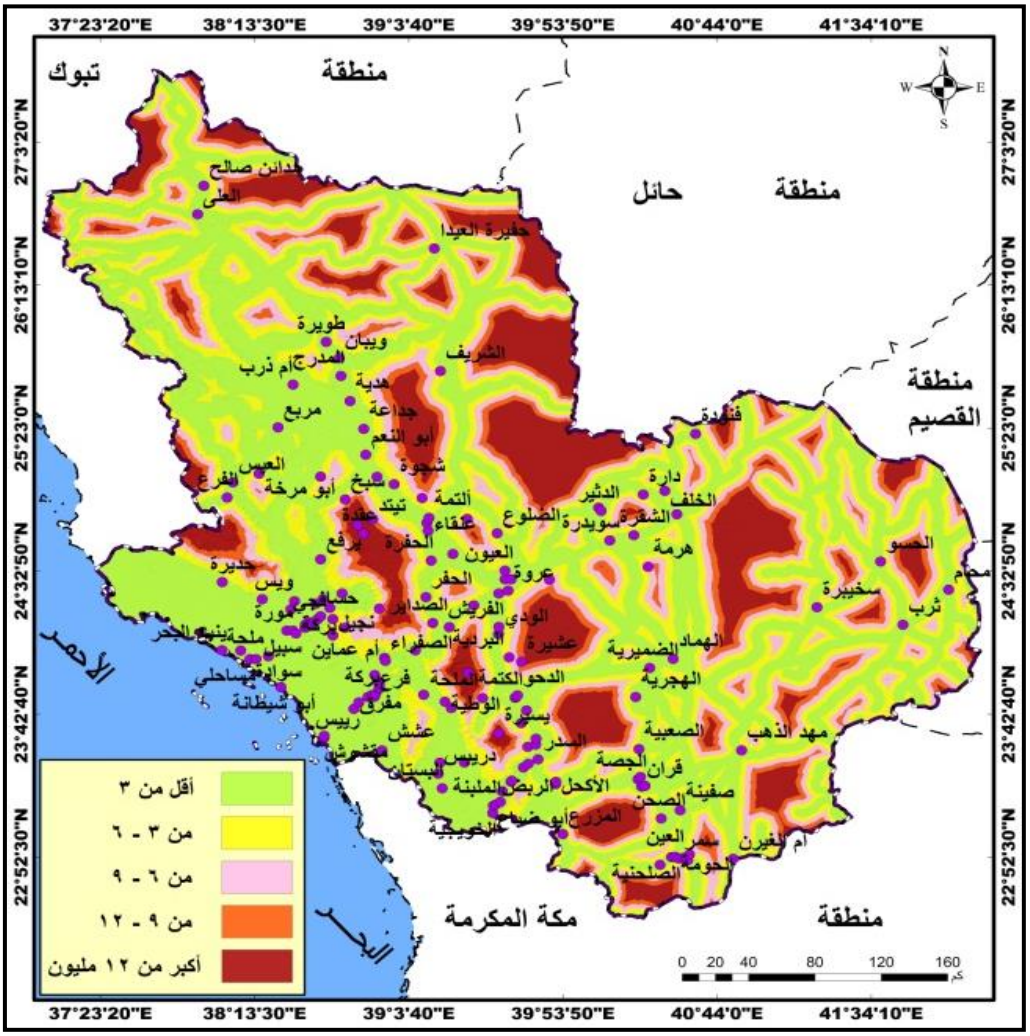
$$\mathbf{TAI}=\frac{\mathbf{(COST)\ max}-\mathbf{(COST)}}{\mathbf{(COST)\ max}-\mathbf{(COST)min}}\ \mathbf{(Geng, et\ al.,\ 2023)} \qquad \text{معادلة رقم } (\mathbf{9})$$

وتوضح نتائج تحليل كلفة الوصول إلى الطرق (Cost Distance) تراوحها بين ٣ – ٤٦ م. وتبين نتائج تقييم القرى حسب كلفة الوصول شكل (١٨) وقوع ١٣٠ قرية بنسبة ٨٣,٣٤% من الإجمالي حيث تقل تكلفة الوصول عن ٣. ونحو ١٣ قرية بنسبة ٨,٣٣% من القرى حيث تتراوح تكلفة الوصول بين ٣– ٦. وعدد قرى المنطقة التي تتصف بملاءمة معتدلة حيث تكلفة الوصول تتراوح بين ٦ –٩ نحو ٦ قرى بنسبة ٣,٨٤% من القرى. وتقع قريتين ضمن المنطقة التي تتراوح تكلفة الوصول اليها بين ٩ – ١٢. وبلغ عدد القرى التي تتجاوز تكلفة الوصول للطرق عن ١٢ نحو ٤ قرى بنسبة ٢,٥٧% من القرى.

وتوصلت نتائج تقيم علاقة توزيع القرى بتكلفة الوصول من القرى الى الطرق لوجود علاقة طردية عكسية معتدلة ٠,٤٢‾ ليس لها دلالة بينهما، وعليه يزداد عدد القرى بنسبة ٤٢% مع انخفاض كلفة الوصول للطرق والعكس.

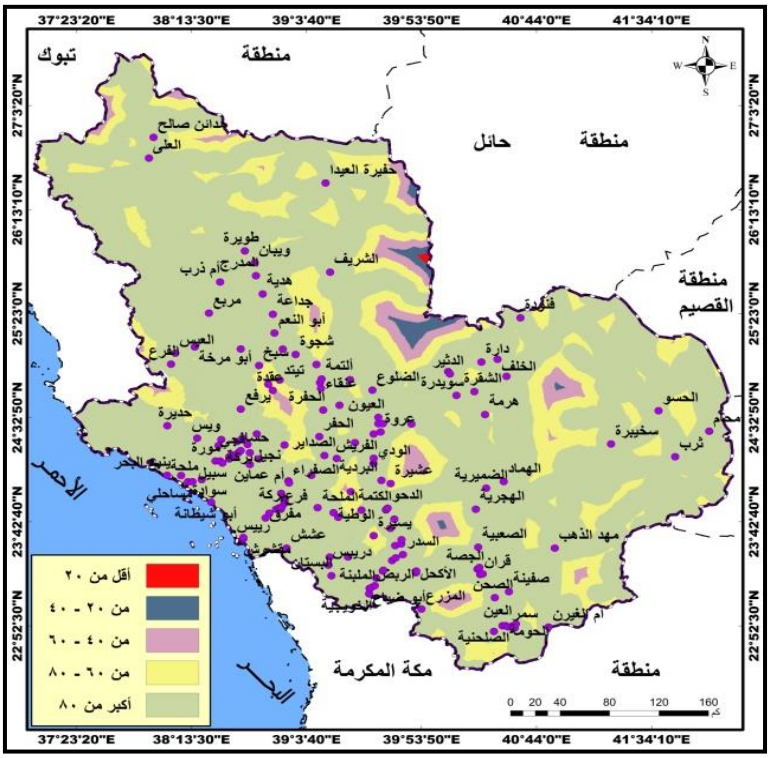
وبذلك تراوحت ملاءمة مؤشر إمكانية الوصول (TAI) بين ٠–١٠٠%. ويظهر شكل (١٩) تقييم بيئة القرى حسب ملاءمة الوصول عدم وجود أي قرية في المنطقتين اللتان تتسمان بملاءمة منخفضة جدا حيث يقل مؤشر الوصول عن ٢٠%، ومنخفضة حيث يتراوح المؤشر بين ٢٠–٤٠%. وبلغ عدد القرى التي تتصف بملاءمة

معتدلة حيث يتراوح مؤشر إمكانية الوصول بين ٤٠–٦٠% قريتين بنسبة ١,٢٨% من إجمالي عدد القرى. ونحو ٤ قرى بنسبة ٢,٥٦% من القرى تقع ضمن منطقة تتصف بملاءمة عالية للقرى حيث يتراوح مؤشر الوصول بين ٦٠ –٨٠%. وبلغ عدد القرى التي تتسم بملاءمة عالية جدا حيث يتجاوز مؤشر الوصول ٨٠%، نحو ١٥٠ قرية، بنسبة ٩٦,١٦% من إجمالي قرى منطقة المدينة.



شكل ١٨. ملاءمة القرى حسب كلفة الوصول للطرق.

وأسفرت نتائج تقييم علاقة توزيع القرى بملاءمة مؤشر إمكانية الوصول للاستيطان الريفي عن وجود علاقة طردية قوية جدا ٠,٩٥، وبالتالي يزاد عدد القرى مع زيادة ملاءمة الوصول للطرق بنسبة ٩٥% والعكس، وتتسم هذه العلاقة بمعنوية عند مستوى ٠,٠٥، وبالتالي فان هذه العلاقة جوهرية، وليست ناتجة عن الصدفة بنسبة ثقة ٩٥%، وتتوافق هذه العلاقة مع امكانيات تحقيق التنمية المستدامة للقرى في المنطقة.



شكل ١٩. ملاءمة حسب مؤشر امكانية الوصول.

ب) مؤشر الحيوية الاقتصادية (EDI): يتضمن نقاط الاهتمام التي تحتوي على مواقع وخصائص المرافق المهمة في المنطقة. وتعد كثافة واتجاه توزيعها من المظاهر المهمة للحيوية الاقتصادية (Feng and Zhen, 2022). وبما ان نقاط الاهتمام تعكس الموقع فقط، ولا تمثل كثافة الأنشطة الاقتصادية، لذا فإن مؤشر الحيوية يجمع الناتج المحلي وكثافة نقاط الاهتمام بالصيغة:

$$EDI = Nf\ h(x) + NGDP / 2 \qquad \text{معادلة رقم (١٠)}$$

وتحسب f h(x) بالصيغة

$$f\ h(x) = \frac{1}{nh} * \sum_{i=1}^{n} k \quad \frac{x-xi}{h} \qquad \text{معادلة رقم (١١)}$$

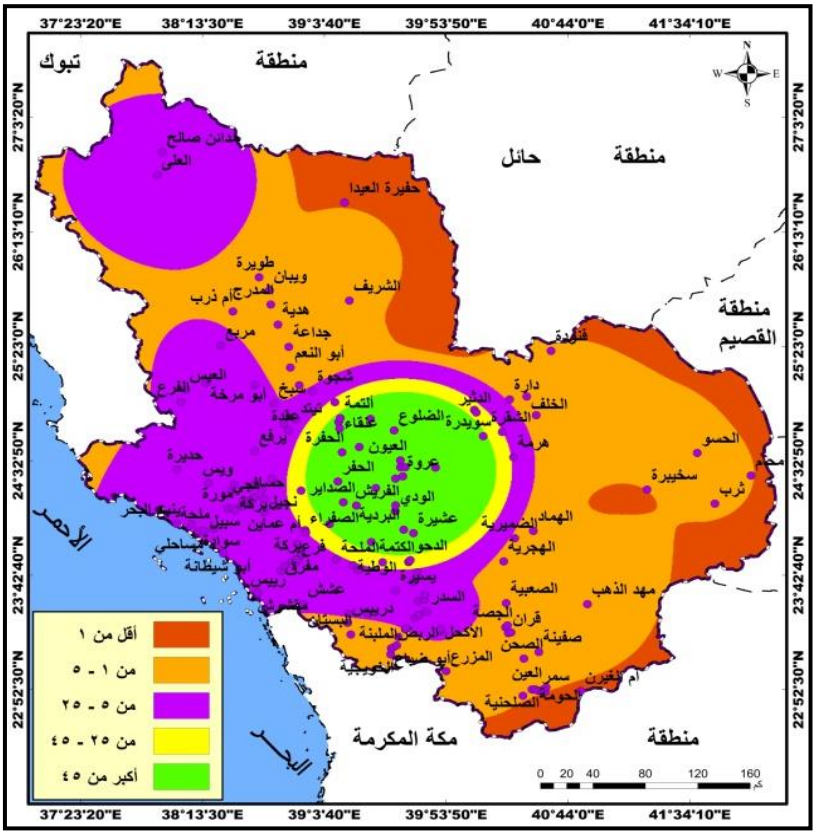
EDI مؤشر الحيوية الاقتصادية؛ Nfh(x) كثافة كيرنل؛ NGDP قيمة السلع والخدمات؛ h نطاق تردد مضبوط على ١ كم؛ k دالة النواة الغوسية؛ xi نقاط عينة i ذات توزيع مستقل ومتطابق.

وتراوح مؤشر الحيوية الاقتصادية الذي يتضمن مواقع الشركات والبنوك والصرافات ومحطات النقل والأسواق والمطاعم والكوفيهات ومحطات الكهرباء والوقود وأبراج الطاقة والاتصالات والفنادق والمتاجر ومراكز التسوق والمصانع بين ٠ – ١٠٠%. وتوضح نتائج تقييم بيئة القرى حسب ملاءمة مؤشر الحيوية الاقتصادية شكل (٢٠) وقوع قريتين بنسبة ١,٢٨% من الإجمالي بمنطقة ذات ملاءمة منخفضة جدا حيث تقل ملاءمة مؤشر الحيوية

الاقتصادية عن ١%. ونحو ٤٤ قرية بنسبة ٢٨,٢% من القرى بمنطقة ذات ملاءمة منخفضة حيث تتراوح ملاءمة المؤشر بين ١- ٥%. وبلغ عدد القرى بالمنطقة التي تتصف بملاءمة معتدلة حيث تتراوح ملاءمة المؤشر بين ٥ -٢٥% نحو ٧٦ قرية بنسبة ٤٨,٧٢% من إجمالي عددها. ونحو ١٠ قرى بنسبة ٦,٤١% بمنطقة تتسم بملاءمة عالية حيث تتراوح ملاءمة المؤشر بين ٢٥-٤٥%.

وبلغ عدد القرى بالمنطقة التي تتصف بملاءمة عالية جدا حيث تتجاوز ملاءمة مؤشر الحيوية الاقتصادية ٤٥% نحو ٢٤ قرية بنسبة ١٥,٣٩% من قرى منطقة المدينة.

وتؤكد نتائج تقيم علاقة توزيع القرى بملاءمة مؤشر الحيوية الاقتصادية عن وجود علاقة طردية ضعيفة جدا ٠,٠٦ ليس لها دلالة، وبالتالي يزداد عدد القرى بنسبة ٦% مع زيادة ملاءمة مؤشر الحيوية الاقتصادية للاستيطان الريفي والعكس.



شكل ٢٠. ملاءمة القرى حسب مؤشر الحيوية الاقتصادية.

ج) مؤشر الخدمة الاجتماعية (PSI): توفر الخدمات ضمانات أساسية للاستقرار والتنمية الريفية. ويؤثر مؤشر الخدمة الذي يتألف من تكامل مرافق الخدمة العامة والبنية التحية على جودة الصحة والسلامة والبيئة (Li D et

al., 2021). واستعملت الدراسة كثافة كيرنل لتحليل بيانات الخدمات ممثلة بالتسوق والخدمات الصحية والتعليمة والمتنزهات بالصيغة:

معادلة رقم (١٢) $POIi = \sum_{i=1}^{n} WiFi$

وبالتالي تم تطبيق مؤشر الخدمة بالصيغة:

معادلة رقم (١٣) $PSI = (POI_i - POI_{min}) / (POI_{max} - POI_{min})$

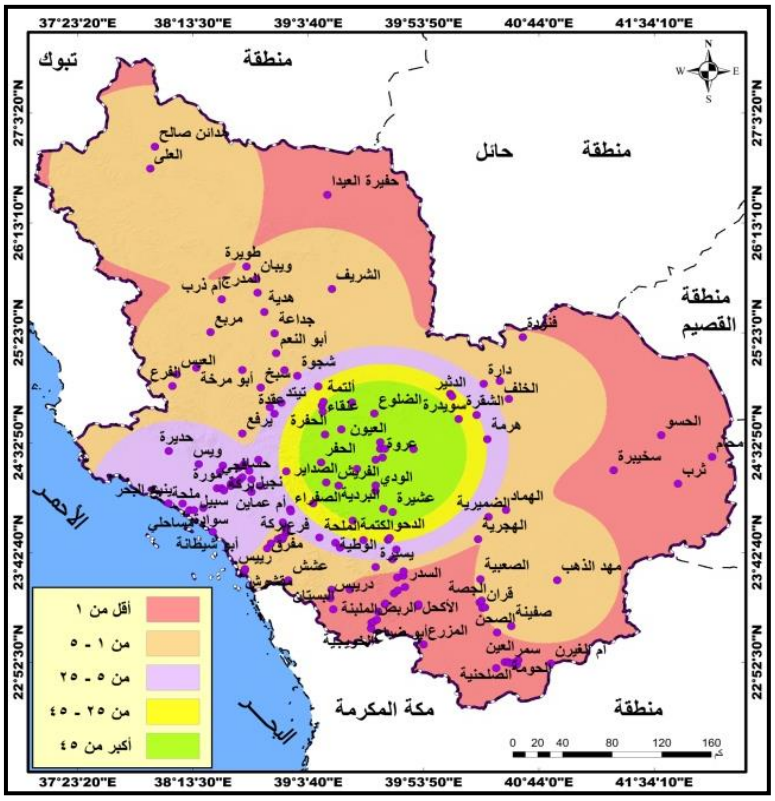
ويمثل PSI في الصيغة مؤشر الخدمة العامة؛ Wi وزن الخدمات؛ Fi مؤشر إمكانية الوصول إلى الخدمات. وتبين نتائج تطبيق مؤشر الخدمة العامة تراوح نسبته بين ٠ – ١٠٠%. وتظهر نتائج تقييم بيئة القرى حسب مؤشر الخدمة شكل (٢١) وقوع ٣٤ قرية بنسبة ٢١,٨% من القرى بمنطقة ذات ملاءمة منخفضة جدا حيث يقل المؤشر عن ١%. ويقع ضمن المنطقة التي تتسم بملاءمة منخفضة للاستيطان الريفي حيث يتراوح المؤشر بين ١ – ٥% نحو ٤٧ قرية بنسبة ٣٠,١٣% من إجمالي قرى المنطقة. وعدد قرى المنطقة التي تتصف بملاءمة معتدلة حيث يتراوح مؤشر الخدمة بين ٥ – ٢٥% نحو ٤٢ قرية بنسبة ٢٦,٩٣% من الإجمالي. والقرى التي تتسم بملاءمة عالية حيث يتراوح المؤشر بين ٢٥– ٤٥% نحو ١٢ قرية بنسبة ٧,٧% من إجمالي عددها. وعدد قرى المنطقة التي تتصف بملاءمة عالية جدا حيث يتجاوز مؤشر الخدمة ٤٥% نحو ٢١ قرية بنسبة ١٣,٤٦% من إجمالي عدد قرى المدينة.

وتظهر نتائج تقيم علاقة توزيع القرى بملاءمة مؤشر الخدمة الاجتماعية عن وجود علاقة عكسية قوية ٠,٦٧ ليس لها دلالة بين ملاءمة مؤشر الخدمة للاستيطان الريفي والقرى، وبالتالي تقل عدد القرى في المنطقة مع زيادة ملاءمة مؤشر الخدمة الاجتماعية للاستيطان الريفي بنسبة ٦٧% والعكس.

د) مؤشر المناظر الطبيعية (LSI): تعتبر المناظر الطبيعية الجيد من معايير الملاءمة المهمة للصحة والسلامة والبيئة، التي تسهم بشكل مباشر أو غير مباشر في سعادة السكان ورضاهم في الريف (Sowifska, 2016). واعتمدت الدراسة على بيانات المواقع السياحية ذات المناظر الطبيعية للحصول عند تطبيق مؤشر المناظر الطبيعية (LSI)، وتم حساب هذا المؤشر بالصيغة الآتية:

معادلة رقم (١٤) $LSI = (LSIi - LSI_{min}) = (LSI_{max} - LSI_{min})$

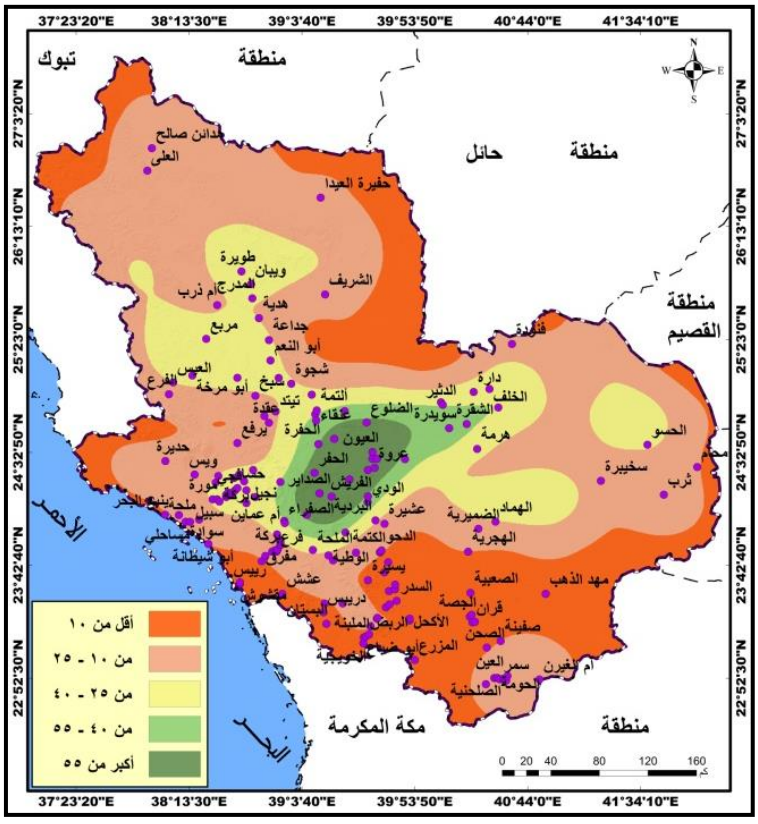
حيث LSI مؤشر المناظر الطبيعية؛ (LSI_{max}) و (LSI_{min}) الحدين الأقصى والأدنى لكثافة معالم السياحة. وتظهر نتائج تطبيق مؤشر المناظر الطبيعية تراوح ملاءمته للاستيطان الريفي بين ٠– ١٠٠%.



شكل ٢١. ملاءمة القرى حسب مؤشر الخدمة الاجتماعية.

وتبين نتائج تقييم بيئة القرى حسب فئات مؤشر المناظر الطبيعية شكل (٢٢) أن ٣١ قرية بنسبة ١٩,٨٨% من إجمالي القرى تقع بمنطقة ذات ملاءمة منخفضة جدا حيث تقل ملاءمة مؤشر المناظر الطبيعية عن ١٠%. وتضم المنطقة التي تتسم بملاءمة منخفضة حيث تتراوح ملاءمة المؤشر بين ١٠-٢٥% نحو ٥٦ قرية بنسبة ٣٥,٩% من الإجمالي. ويقع في المنطقة التي تتصف بملاءمة معتدلة من حيث ملاءمة المؤشر بين ٢٥-٤٠% نحو ٤٧ قرية بنسبة ٣٠,١٢% من إجمالي القرى. وعدد قرى المنطقة التي تتسم بملاءمة عالية حيث تتراوح ملاءمة مؤشر المناظر بين ٤٠ - ٥٥% نحو ٩ قرى بنسبة ٥,٧٦% من الإجمالي. وعدد قرى المنطقة التي تتصف بملاءمة عالية جدا حيث تتجاوز ملاءمة مؤشر المناظر ٥٥% نحو ١٢ قرية بنسبة ٧,٧% من إجمالي عدد القرى.

وتوصلت نتائج تقيم علاقة القرى بملاءمة مؤشر المناظر الطبيعية للاستيطان الريفي عن وجود علاقة عكسية قوية $^{-}$٠,٦٥ ليس لها دلالة احصائية، وهذا يعني ان عدد القرى يقل بنسبة ٦٥% مع زيادة ملاءمة المناظر الطبيعية للاستيطان الريفي والعكس.



شكل ٢٢. ملاءمة القرى حسب مؤشر المناظر الحيوية.

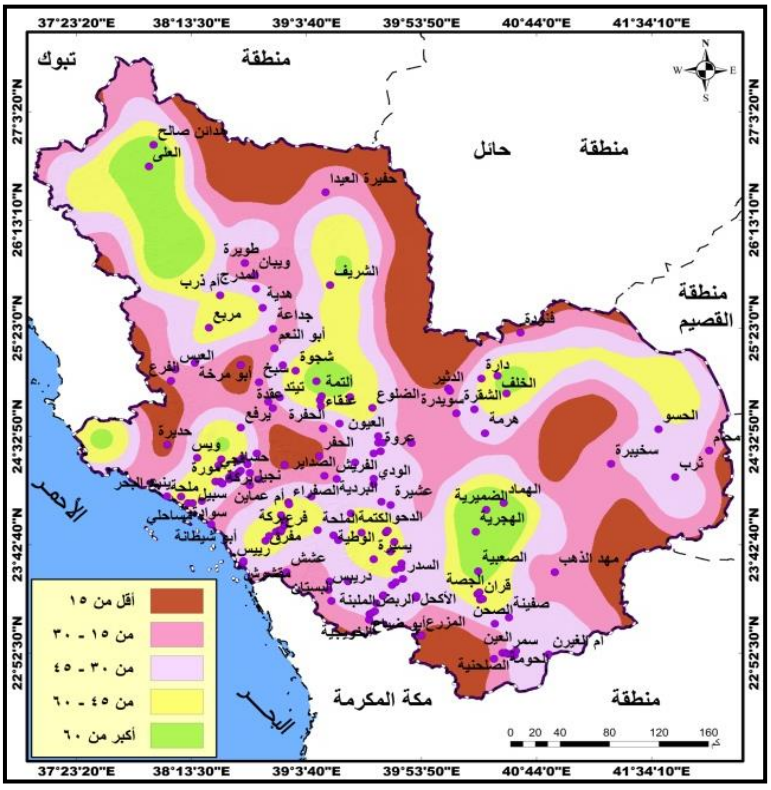
د) مؤشر التراث الثقافي (CHI)**:** يرسخ التراث مشاعر سكان القرى بمسقط رأسهم، وتحسين شعورهم بالانتماء (Foster and Saleh, 2021). ويوجد في المدينة المنورة عدد من القرى الاثرية التي تم الاعتماد عليها في حساب هذا المؤشر، والذي يمكن أن يعكس التراث الثقافي بشكل أفضل، وقد حسب هذا المؤشر بالصيغة الآتية:

$$CHI = (CHIi - CHI_{min}) / (CHI_{max} - CHI_{min})$$ **معادلة رقم (١٥)**

حيث (CHI) مؤشر التراث؛ (CHI_{max}) و (CHI_{min}) الحدين الأقصى والأدنى لكثافة القرى الاثرية. وبذلك تظهر نتائج تطبيق مؤشر التراث الثقافي تراوح نسب ملاءمته للاستيطان الريفي بين ٠ – ١٠٠%.

وتوضح نتائج تقييم بيئة القرى وفقا لملاءمة مؤشر التراث شكل (٢٣) وقوع ٥ قرى بنسبة ٣,٢% من إجمالي القرى بمنطقة تقل فيها ملاءمة مؤشر التراث عن ١٥%. ويقع ضمن المنطقة التي تتسم بملاءمة منخفضة حيث تتراوح ملاءمة المؤشر بين ١٥ – ٣٠% نحو ٣٣ قرية بنسبة ٢١,١٦% من إجمالي القرى. وتضم المنطقة التي تتصف بملاءمة معتدلة حيث يتراوح المؤشر بين ٣٠–٤٥% نحو ٦٣ قرية بنسبة ٤٠,٣٩% من الإجمالي. ونحو ٤٦ قرية بنسبة ٢٩,٤٩% تتسم بملاءمة عالية اذ يتراوح مؤشر التراث بين ٤٥–٦٠%. وبلغ عدد القرى

التي تتسم بملاءمة عالية جدا حيث يتجاوز مؤشر التراث ٦٠% نحو ٨ قرى بنسبة ٥,١٢% من إجمالي عدد القرى بمنطقة المدينة.



شكل ٢٣. ملاءمة القرى حسب مؤشر التراث الثقافي.

وتوصلت نتائج تقيم علاقة توزيع القرى بملاءمة مؤشر التراث الثقافي للاستيطان الريفي عن وجود علاقة طردية ضعيفة جدا ٠,١٣ ليس لها دلالة احصائية، وبالتالي تزداد عدد القرى مع زيادة ملاءمة مؤشر التراث للاستيطان الريفي بنسبة ١٣% والعكس.

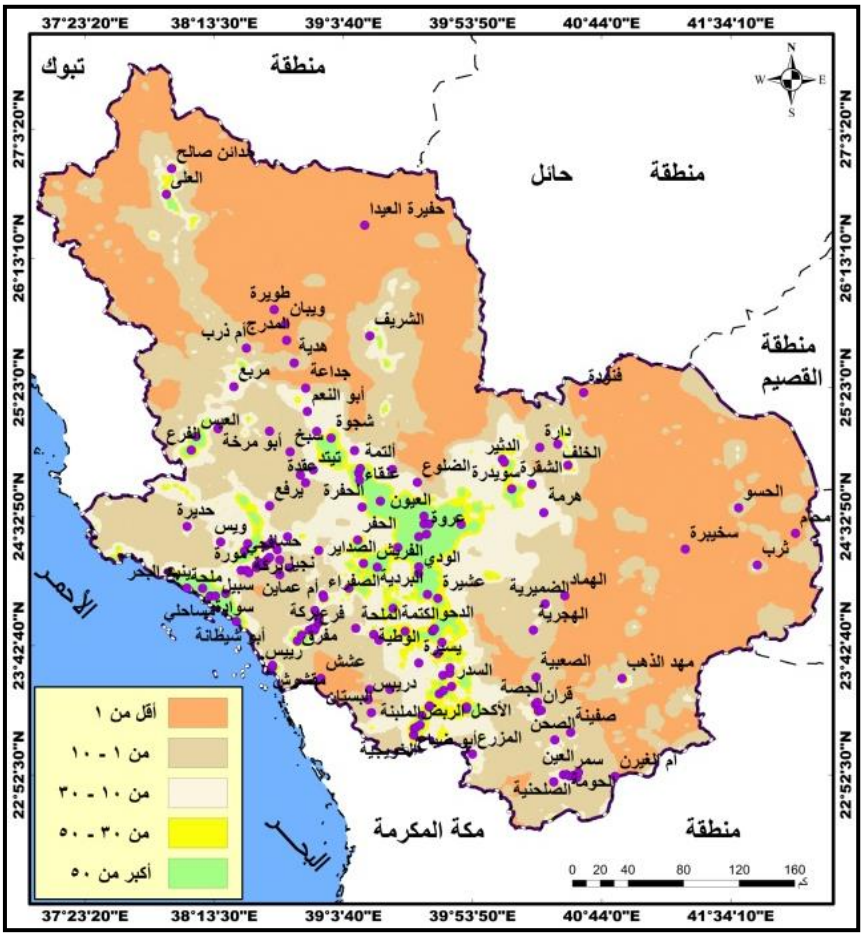
هـ) مؤشر السكان (PDI): تعتبر الخصائص الديموغرافية من مؤشرات تحديد الملاءمة للاستيطان الريفي. حيث يعتبر السكان مصدراً للقوى العاملة، والأنشطة الاقتصادية المختلفة، فهم مصدر العمالة الزراعية (Radi, et al., 2023, p. 8). وتظهر نتائج تحليل كثافة السكان تراوحها بين ٠-١١٣٧ نسمة/كم^{٢}، وطبق مؤشر ملاءمة كثافة السكان بالصيغة الآتية:

$$IDW = \frac{\sum_{i=1}^{N} Zi * di^{n}}{\sum_{i=1}^{N} di^{n}} . \text{(Setianto and Triandini, 2013, p24)}$$ **معادلة رقم (١٣)**

$$PDI = (IDW - IDW_{min}) / (IDW_{max} - IDW_{min})$$ **معادلة رقم (١٤)**

PDI مؤشر ملاءمة كثافة السكان؛ Z_0 تقدير متغير z في نقطة I؛ z_i قيمة العينة في نقطة I؛ d المسافة بين نقطتي العينة والمقدرة؛ N وزن المسافة؛ n عدد التنبؤات.

وبذلك تراوح مؤشر ملاءمة كثافة السكان بين ٠–١٠٠%. وتبين نتائج تقييم بيئة القرى حسب هذا المؤشر شكل (٢٤) وقوع ٨ قرى بنسبة ٥,١٢% من إجمالي القرى حيث تقل ملاءمة مؤشر كثافة السكان عن ١%. ويقع في المنطقة التي تتصف بملاءمة منخفضة حيث تتراوح ملاءمة المؤشر بين ١ – ١٠% نحو ٣١ قرية بنسبة ١٩,٨٨% من الإجمالي. وتضم المنطقة التي تتسم بملاءمة معتدلة حيث تتراوح ملاءمة المؤشر بين ١٠–٣٠% نحو ٤٥ قرية بنسبة ٢٨,٨٤% من القرى. وعدد قرى المنطقة ذات الملاءمة العالية حيث تتراوح ملاءمة المؤشر بين ٣٠–٥٠% نحو ١٦ قرية بنسبة ١٠,٢٥% من إجمالي قرى المنطقة. وبلغ عدد القرى التي تتصف بملاءمة عالية جدا للاستيطان الريفي حيث تتجاوز ملاءمة مؤشر السكان ٥٠% نحو ٥٥ قرية بنسبة ٣٥,٢٦% من إجمالي القرى.



شكل ٢٤. ملاءمة القرى حسب كثافة السكان.

وتؤكد نتائج تقيم علاقة توزيع القرى بملاءمة مؤشر كثافة السكان عن وجود علاقة طردية قوية ليس لها دلالة ٠,٦٤ بينهما، وبالتالي يزداد عدد القرى مع زيادة ملاءمة مؤشر كثافة السكان للاستيطان الريفي بنسبة ٦٤% والعكس.

ثالثا: نماذج تقييم ملاءمة الاستيطان الريفي: تعكس نتائج نماذج تقييم ملاءمة المستوطنات الريفية مدى العوائق التي تعيق تنمية المستوطنات بما يساعد على وضع إستراتيجية إعادة الإعمار، فكلما كانت بيئة المستوطنات الريفية غير مناسبة، زادت الحاجة إلى إعادة توطينها وتوزيعها نحو المناطق الملائمة.

وبذلك تم تقييم ملاءمة القرى للاستيطان الريفي، وفق مؤشرات ملاءمة البيئة الطبيعية (NEIi) والبشرية (CEIi). وسيتم نمذجة ومن ثم تقييم ملاءمة مؤشر الصحة والسلامة والبيئة (Luo et al., 2021). او ما يعرف بالمؤشر الشامل ((HEIi)). ويظهر جدول (ا) مصفوفة المقارنة الزوجية لمتغيرات ملاءمة مؤشر البيئة الطبيعية وأوزانها حسب طريقة التحليل الهرمي.

جدول ١. مصفوفة مقارنة وأوزان متغيرات البيئة الطبيعية.

Cat		Priority	Rank	(+)	(-)
1	DRI	31.5%	1	4.1%	4.1%
2	RDLS	24.3%	2	4.5%	4.5%
3	CI	17.3%	3	4.0%	4.0%
4	HI	12.0%	4	2.9%	2.9%
5	AQI	8.4%	5	1.8%	1.8%
6	NDVI	6.4%	6	1.0%	1.0%

	1	2	3	4	5	6
1	1	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
2	1.00	1	1.00	2.00	3.00	4.00
3	0.50	1.00	1	1.00	2.00	3.00
4	0.33	0.50	1.00	1	1.00	2.00
5	0.25	0.33	0.50	1.00	1	1.00
6	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00	1

المصدر: الباحثة بالاعتماد على حاسبة التحليل الهرمي.

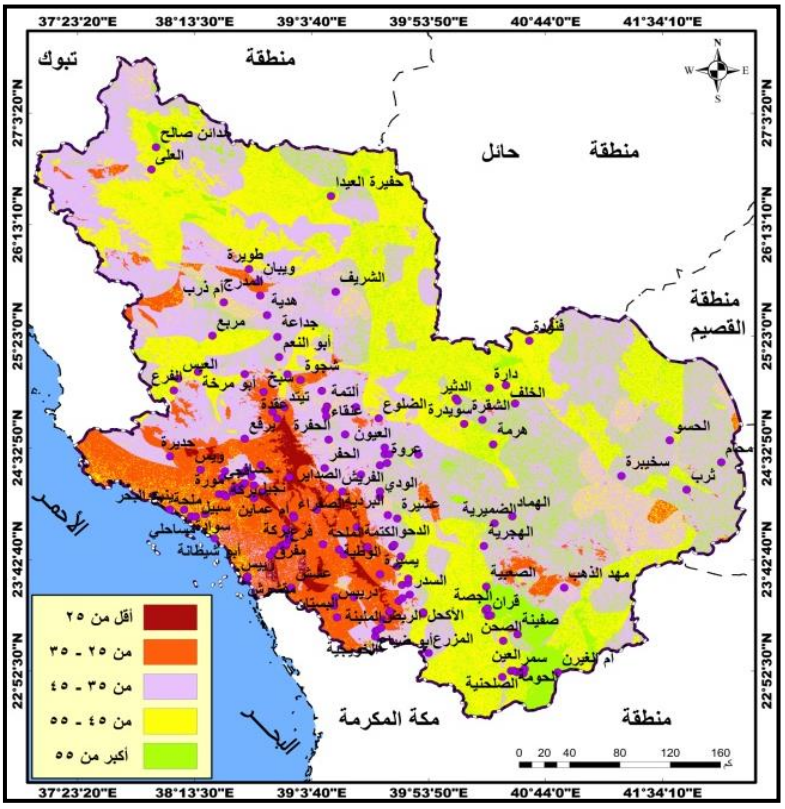
ودمجت متغيرات ملاءمة مؤشر البيئة الطبيعية حسب أوزانها بحاسبة (GIS) بالصيغة:

معادلة رقم (١٥).(Geng, et al., 2023) $NEIi = a\times RDLSi + b\times CIi + c\times HIi + d \times VIi + e \times AQIi + f \times DRI$

حيث NEIi ملاءمة مؤشر البيئة الطبيعية للاستيطان الريفي؛ a وزن ملاءمة التضاريس RDLS؛ b وزن ملاءمة المناخ CI؛ c وزن ملاءمة المياه HI؛ d وزن ملاءمة الغطاء النباتي VI؛ e وزن جودة الهواء AQI؛ f وزن مخاطر الكوارث الطبيعية DRI.

وتبين نتائج تطبيق الصيغة السابقة تراوح ملاءمة مؤشر البيئة الطبيعية للاستيطان الريفي في منطقة المدينة بين ١٢- ٧٣%. وتظهر نتائج تقييم بيئة القرى حسب ملاءمة هذا المؤشر شكل (٢٥) وقوع قريتين فقط بنسبة ١,٢٨% من إجمالي القرى حيث تقل ملاءمة مؤشر البيئة الطبيعية للاستيطان الريفي عن ٢٥%. وتضم المنطقة التي تتصف بملاءمة منخفضة حيث تتراوح ملاءمة المؤشر بين ٢٥-٣٥% ٥١ قرية بنسبة ٣٢,٧% من إجمالي القرى. ويقع في المنطقة التي تتصف بملاءمة معتدلة للمؤشر بين ٣٥-٤٥% نحو ٤٧ قرية بنسبة ٣٠,١٣% من إجمالي القرى. وتضم المنطقة التي تتسم بملاءمة عالية لمؤشر البيئة الطبيعية بين ٤٥-٥٥% نحو ٣٧ قرية بنسبة ٢٣,٧٢% من الإجمالي. وعدد القرى التي تتصف بملاءمة عالية جدا للاستيطان حيث تتجاوز ملاءمة مؤشر البيئة الطبيعية ٥٥% حوالي ١٩ قرية بنسبة ١٢,١٧% من القرى.

وتظهر نتائج علاقة توزيع القرى بمؤشر ملاءمة البيئة الطبيعية للاستيطان الريفي عن وجود علاقة طردية ضعيفة جدا ٠,٠٧ ليس لها دلالة، وبالتالي يزداد عدد القرى بنسبة ٧% مع زيادة ملاءمة مؤشر البيئة الطبيعية للاستيطان الريفي والعكس. ويبين جدول (٢) مصفوفة المقارنة الزوجية لمتغيرات البيئة البشرية ووزن كل منها بطريقة التحليل الهرمي.



شكل ٢٥. تقييم مواقع القرى حسب ملاءمة البيئة الطبيعية.

جدول ٢. مصفوفة مقارنة وأوزان متغيرات البيئة البشرية.

	Cat	Priority	Rank	(+)	(-)
1	EDI	31.5%	1	4.1%	4.1%
2	TAI	24.3%	2	4.5%	4.5%
3	LSI	17.3%	3	4.0%	4.0%
4	PSI	12.0%	4	2.9%	2.9%
5	CHI	8.4%	5	1.8%	1.8%
6	DPI	6.4%	6	1.0%	1.0%

	1	2	3	4	5	6
1	1	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
2	1.00	1	1.00	2.00	3.00	4.00
3	0.50	1.00	1	1.00	2.00	3.00
4	0.33	0.50	1.00	1	1.00	2.00
5	0.25	0.33	0.50	1.00	1	1.00
6	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00	1

المصدر: الباحثة بالاعتماد على حاسبة التحليل الهرمي.

ودمجت متغيرات مؤشر ملاءمة البيئة البشرية حسب أوزانها في جدول (٢) بالصيغة الاتية بواسطة حاسبة نظم المعلومات الجغرافية:

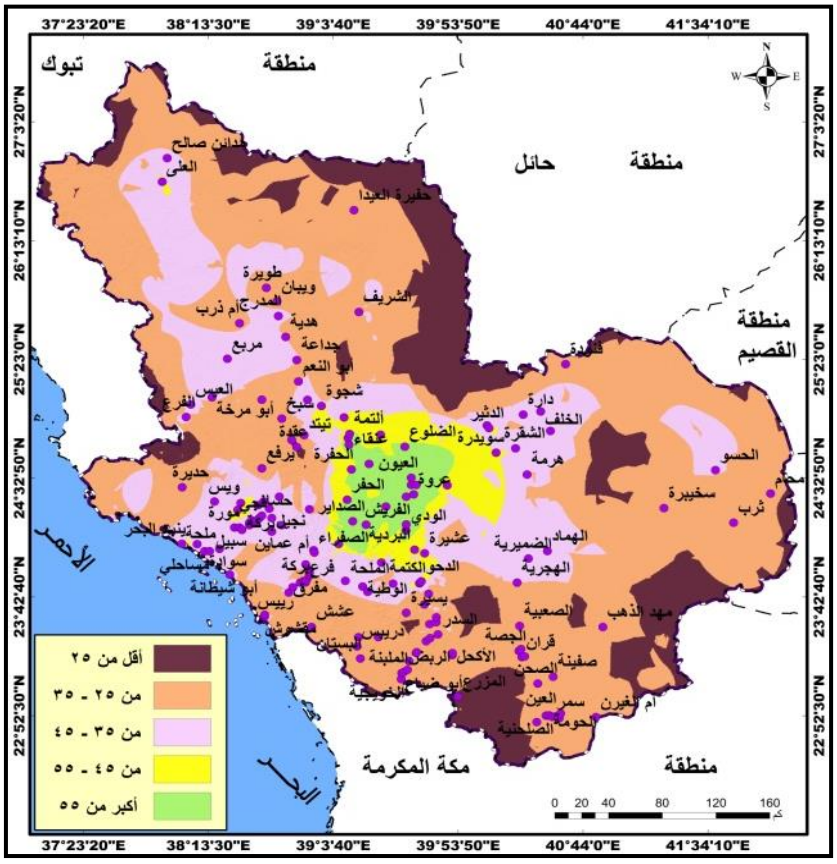
معادلة رقم (١٦) $$CEIi = g \times TAIi + h \times EVIi + I \times PSIi + j \times NLIi + k \times CHIi + l \times PDIi$$ **(Geng, et al., 2023).**

CEIi ملاءمة مؤشر البيئة البشرية للاستيطان الريفي، g وزن امكانية الوصول للطرق TAI؛ h وزن الحيوية الاقتصادية EVI؛ i وزن الخدمة الاجتماعية PSI؛ j وزن المناظر NLI؛ k وزن التراث الثقافي CHI؛ l وزن كثافة السكان PDI.

وعليه تظهر نتائج تطبيق الصيغة السابقة تراوح ملاءمة مؤشر البيئة البشرية للاستيطان الريفي بين ٠-٩٦%. وتظهر نتائج تقييم بيئة القرى شكل (٢٦) وقوع ثلاثة قرى بنسبة ١,٩٢% من إجمالي عددها حيث تقل ملاءمة مؤشر البيئة البشرية للاستيطان عن ٢٥%. وتقع ٥٧ قرية بنسبة ٣٦,٥٤% بمنطقة تتصف بملاءمة منخفضة للاستيطان الريفي حيث تتراوح ملاءمة المؤشر بين ٢٥-٣٥%. وفي المنطقة التي تتسم بملاءمة معتدلة للمؤشر بين ٣٥ – ٤٥% نحو ٦٢ قرية بنسبة ٣٩,٧٥% من إجمالي القرى. ويقع في المنطقة التي تتسم بملاءمة عالية للاستيطان حيث ملاءمة المؤشر بين ٤٥ -٥٥% نحو ١٨ قرية بنسبة ١١,٥٣% من إجمالي القرى. وبلغ عدد القرى التي تقع بمنطقة ذات ملاءمة عالية جدا للاستيطان الريفي في المناطق التي تتجاوز ملاءمة مؤشر البيئة البشرية ٥٥% حيث نحو ١٥ قرية بنسبة ٩,٦١% من إجمالي القرى.

وتؤكد نتائج علاقة توزيع القرى بملاءمة مؤشر البيئة البشرية للاستيطان الريفي وجود علاقة عكسية ضعيفة $^{-}$٠,٢٢ ليس لها دلالة، وبالتالي يقل عدد القرى بنسبة ٢٢% مع زيادة ملاءمة مؤشر البيئة البشرية للاستيطان الريفي والعكس، ويبدو أن سبب ذلك يرجع الى ارتباط توزيع المستوطنات الريفية ببعض متغيرات البيئة الطبيعية.

ويبين جدول رقم (٣) مصفوفة المقارنة الزوجية لمختلف المؤشرات البيئية ووزن كل منها حسب طريقة التحليل الهرمي.



شكل ٢٦. تقييم مواقع القرى حسب ملاءمة البيئة البشرية.

جدول ٣. مصفوفة مقارنة وأوزان متغيرات المؤشر الشامل.

Cat		Priority	Rank	(+)	(-)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	EDI	23.6%	1	7.3%	7.3%	1	1	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	9.00	9.00
2	DRI	19.2%	2	4.5%	4.5%	2	1.00	1	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	9.00
3	TAI	15.0%	3	2.9%	2.9%	3	0.50	1.00	1	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
4	RDLS	11.4%	4	2.2%	2.2%	4	0.33	0.50	1.00	1	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00
5	CI	8.6%	5	1.8%	1.8%	5	0.25	0.33	0.50	1.00	1	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00
6	HI	6.4%	6	1.5%	1.5%	5	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00	1	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
7	LSI	4.7%	7	1.2%	1.2%	7	0.17	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00	1	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
8	PSI	3.5%	8	0.9%	0.9%	8	0.14	0.17	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00	1	1.00	2.00	3.00	4.00
9	AQI	2.6%	9	0.6%	0.6%	9	0.12	0.14	0.17	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00	1	1.00	2.00	3.00
10	CHI	2.0%	10	0.4%	0.4%	10	0.11	0.12	0.14	0.17	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00	1	1.00	2.00
11	NDVI	1.6%	11	0.4%	0.4%	11	0.11	0.11	0.12	0.14	0.17	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00	1	1.00
12	DPI	1.4%	12	0.5%	0.5%	12	0.11	0.11	0.11	0.12	0.14	0.17	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00	1

المصدر: الباحثة بالاعتماد على حاسبة التحليل الهرمي.

ويعتبر الجمع بين قابلية البيئة الطبيعية للعيش وملاءمة البيئة البشرية، تعكس بشكل علمي الاستخدام الفعلي للمستوطنات الريفية. لذا دمجت الدراسة كل المتغيرات البيئة الطبيعية والبشرية حسب أوزانها بجدول (٣) السابق تحت ما يعرف بمؤشر الملاءمة الشامل وذاك بالصيغة الاتية:

معادلة رقم (١٧) $$HEIi = a\times RDLSi + b\times CIi + c\times HIi + d \times VIi + e \times AQIi + f \times DRIi + g \times TAIi + h \times EVIi + I \times PSIi + j \times NLIi + k \times CHIi + l \times PDIi$$ **(Geng, et al., 2023)**

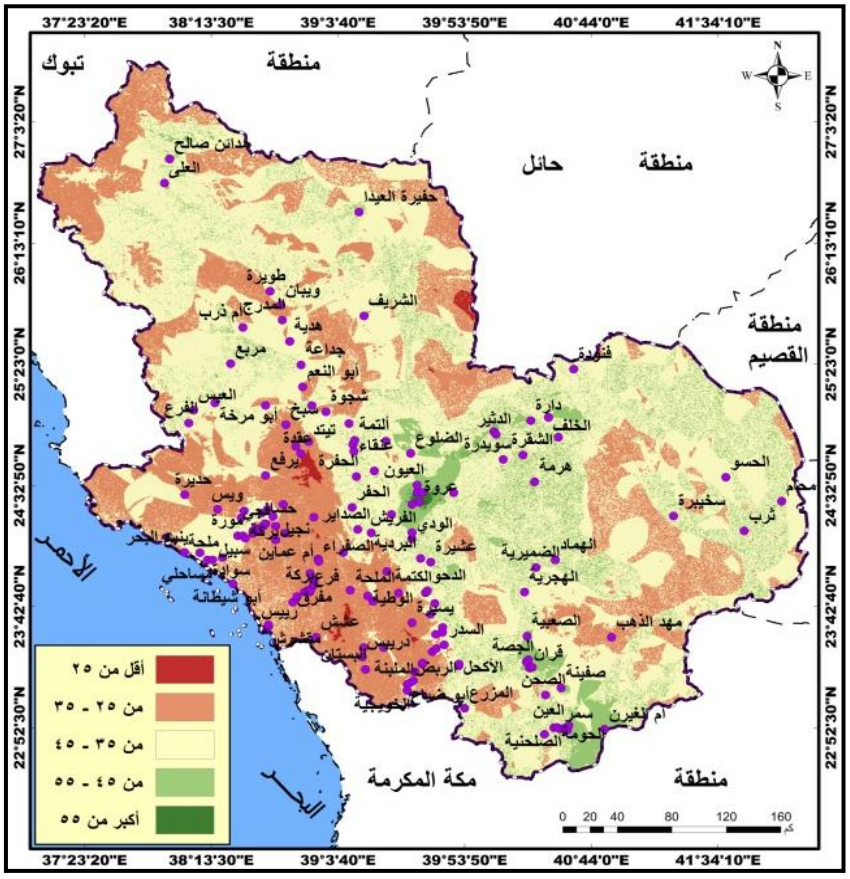
HEIi مؤشر الملاءمة الشامل للاستيطان الريفي؛ a وزن ملاءمة التضاريس RDLS؛ b وزن ملاءمة المناخ CI؛ c وزن ملاءمة المياه HI؛ d وزن ملاءمة النبات VI؛ e وزن جودة الهواء AQI؛ f وزن مخاطر الكوارث DRI؛ gوزن امكانية الوصول TAI؛ h وزن الحيوية الاقتصادية EVI؛ i وزن الخدمة الاجتماعية PSI؛ j وزن المناظر NLI؛ k وزن التراث الثقافي CHI؛ l وزن السكان PDI.

وعليه فقد تراوح ملاءمة المؤشر الشامل للاستيطان الريفي في منطقة المدينة المنورة بين ٢٠ – ٧٨%، وهذا يعني عدم وجود اي منطقة غير ملائمة للاستيطان الريفي، ولم تحقق أي منطقة ملاءمة تامة بنسبة ١٠٠%.

وتظهر نتائج تقييم بيئة القرى حسب ملاءمة المؤشر الشامل شكل (٢٧) عدم وقوع أي قرية حيث تقل ملاءمة هذا المؤشر للاستيطان الريفي عن ٢٥%. وتضم المنطقة التي تتسم بملاءمة منخفضة حيث تتراوح ملاءمة المؤشر بين ٢٥ –٣٥% نحو ٤٦ قرية بنسبة ٢٩,٤٩% من إجمالي القرى. ويقع في المنطقة التي تتصف بملاءمة معتدلة للاستيطان الريفي حيث تتراوح ملاءمة المؤشر بين ٣٥–٤٥% ٨٢ قرية بنسبة ٥٢,٥٧% من القرى. وتتضمن المنطقة التي تتصف بملاءمة عالية للاستيطان حيث تتراوح ملاءمة المؤشر بين ٤٥–٥٥% نحو ٢٤ قرية، بنسبة ١٥,٣٩% من إجمالي القرى. وبلغ عدد قرى المنطقة التي تتصف بملاءمة عالية جدا للاستيطان الريفي حيث تتجاوز ملاءمة المؤشر الشامل ٥٥% أربعة قرى بنسبة ٢,٥٦% من إجمالي قرى منطقة المدينة.

وأسفرت نتائج تحليل علاقة توزيع القرى بملاءمة المؤشر الشامل للاستيطان الريفي عن وجود علاقة عكسية ضعيفة جدا $^{-}$٠,١٨، وهذا يعني أن عدد القرى يقل بنسبة ١٨% مع زيادة ملاءمة المؤشر الشامل للاستيطان الريفي والعكس، وتتصف هذه العلاقة بأنها ليس لها دلالة احصائية، أي انها ناتجة عن الصدفة العشوائية، ولا تعبر عن علاقة جوهرية بينهما، ولكنها تعكس أن المستوطنات الريفية في منطقة المدينة المنورة قد أظهرت ظروف بيئية مختلفة، لذا من الضروري صياغة استراتيجيات إعادة توطين متباينة؛ وفقًا لمدى ملاءمة الخصائص البيئية بكل مستوطنة. وبذلك توصي الدراسة بالنسبة للمناطق الأكثر ملاءمة بتطوير خطط تنمية متخصصة لتحديد أحجام القرى. ومن الأهمية بمكان الاستفادة الكاملة من المزايا الإقليمية والاقتصادية من خلال زيادة الاستثمار

في بناء البنية التحتية كالنقل وخدمات المياه والكهرباء والاتصالات. بالإضافة إلى تحسين مرافق الخدمة العامة كالرعاية الصحية والتعليم لتلبية احتياجات سكان بهذه المناطق. وفيما يتصل بالنسبة بالقرى الواقعة بمناطق غير الملائمة او ذات ملاءمة معتدلة، من الضروري زيادة الدعم والتركيز على بناء البنية الأساسية وتوفير الخدمات العامة لهذه القرى، ومعالجة المتغيرات السلبية التي تواجهها كالكوارث الطبيعية ونقص الخدمات والبنى التحتية وغيرها.



شكل ٢٧. تقييم مواقع القرى حسب ملاءمة المؤشر الشامل.

المراجع

- **Azevedo, P.V.D., Bezerra. B. T. D. C., Leitão. M. V. B. R** « characterization of human thermal comfort in urban areas of ***Brazilian Semiarid*** Revista » ***Brasileira de Meteorologia***. 30, (2015).
- ***Bi, G., Yang, Q.*** (2022). Spatial Reconstruction of Rural Settlements Based on Multidimensional Suitability: A Case Study of Pingba Village, China. Land, 11, 1299. https://doi.org/10.3390/ land11081299
- **Chen, L., Zhong, Q., Li. Z.** ((2023)). Analysis of spatial characteristics and influence mechanism of human settlement suitability in traditional villages based on multi-scale geographically weighted regression model: A case study of Hunan province» ***Ecological Indicators,*** 154.

- ***Chen, W., Zhu, K., Wu, Q., Cai, Y., Lu, Y., Wei, J.*** (2021). Adaptability evaluation of human settlements in Chengdu based on 3S technology. ***Environ. Sci. Pollut. Res.*** Int, 29, 5988–5999.

- **Feng, Z., Tang, Y., Yang, Y., Zhang, D**. «Relief degree of land surface and its influence on population distribution in China» ***J. Geographical Sci,*** 18, (2008).

-**Feng, Y., Zhen, J.** «Comprehensive suitability evaluation and spatial optimization of human settlements environment in inner Mongolia» ***J Geo-Information Sci,*** 24, (2022).

- **Foster, G., Saleh, R** «The Circular City and Adaptive Reuse of Cultural Heritage Index: Measuring the investment opportunity in Europe Resour» ***Conserv. Recycl,*** 175, (2021).

- **Geng, M., Liu, B., Zhang, W** «Study on suitability and spatial distribution of human settlement environment in arid areas based on GIS and analytic hierarchy process» ***Front Ecol. Evol,*** 11, (2023).

- **Guo, Y., Chen, P., Zhu, Y., Zhang, H** «Study on comprehensive evaluation of human settlements quality in Qinghai Province China» ***Ecol Indic,*** 154, (2023).

- **Hoffmann, R** «Contextualizing climate change impacts on human mobility in African drylands»***EarthsFuture***10, (2022).

- **Hoggart, H., Paniagua, A.** «What rural restructuring» ***January,*** 17 (1), (2001).

- **Kılıc, D., Yagci, C., Iscan, F.** «A GIS-based multi-criteria decision analysis approach using AHP for rural settlement site selection and eco-village design in Erzincan, Turkey» ***Socio-Economic Planning Sciences,***, 86, (2023).

- **Li, D., Huang, W., Shen, F., Cheng, Y., Chen, M.** «Evaluation of human suitability of human settlement environment in anhui province based on grid» ***J Geo- Information Sci,*** 23, (2021).

- ***Linares, C., Díaz, J., Negev, M., Martínez, G.S., Debono, R., Paz, S.*** (2020). Impacts of climate change on the public health of the Mediterranean Basin population-current situation, projections, preparedness and adaptation. ***Environ Res,*** 182, 109107. doi: 10.1016/j.envres.2019.109107.

- ***Liu, Z., Yu, L.*** (2020). Stay or Leave? The Role of Air Pollution in Urban Migration Choices. ***Ecol. Econ,*** 177:106780. doi: 10.1016/j.ecolecon.2020.106780.

- **Loritz, R., Kleidon, A., Jackisch, C., Westhoff, M., Ehret, U., Gupta, H., et al.** «A topographic index explaining hydrological similarity by accounting for the joint controls of runoff formation» ***Hydrol Earth Syst. Sci.*** 23, (2019).

- **Luo, X., Yang, J., Sun, W., He, B**. «Suitability of human settlements in mountainous areas from the perspective of ventilation: A case study of the main urban area of Chongqing**»** ***J Clean Prod,*** 310, (2021).

- **Ma, L., Liu, S., Tao, T., Gong, M., Bai, J** «Spatial reconstruction of rural settlements based on livability and population flow» ***Habitat Int,*** 126, (2022).

- **Radi, A.M , Ziboon, A. T., Ismael, H S** «Site suitability analysis for rural development using geomatics technology in Maysan province/Iraq» ***IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science,*** (2023).

- **Setianto, A., Triandini, T** «Comparison of Kriging and Inverse Distance Weighted (IDW) Interpolation Methods in Lineament Extraction and Analysis» ***J. SE Asian Appl. Geol,*** 5 (1), (2013).

- **Sowifska-fwierkosz, B** «Index of Landscape Disharmony (ILDH) as a new tool combining the aesthetic and ecological approach to landscape assessment» ***Ecol Indic,*** 70, (2016).

- ***Tian, Y., Kong, X., Liu, Y.*** (2018). Combining weighted daily life circles and land suitability for rural settlement reconstruction. ***Habitat Int,*** 76, 1–9.

- ***Wang, C., Huang, B.; Deng, C., Wan, Q., Zhang, L., Fei, Z., Li, H.*** (2016). Rural settlement restructuring based on analysis of the peasant household symbiotic system at village level: A Case Study of Fengsi Village in Chongqing, China***. J. Rural Study,*** 47, 485–495.

- **Woods, M** «Engaging the global countryside: Globalization, hybridity and the reconstitution of rural place» ***Prog. Hum, Geogr,*** 31 (4), (2007).

- **Xia, X., Chen, J., Gao, Q., Shao, H., Cao, Z., Zhao, Y.** (2020). Research on Spatial and Temporal Changes of Urban Human Settlements in Jiangsu Province Based on Geographical Detectors. Bull. **Soil Water Conserv**, 40, 289–296.

- ***Yang, X., Zhang, W.*** (2016). Combining natural and human elements to evaluate regional human settlements quality based on raster data: A case study in Beijing-Tianjin-Hebei region. ***Acta Geogr. Sin,*** 71, 2141–2154.

- **Younes, A., Kotb, K. M., Abu Ghazala, M. O., Elkadeem, M. R** «Spatial suitability analysis for site selection of refugee camps using hybrid GIS and fuzzy AHP approach: The case of Kenya» ***Int J Disaster Risk Reduct,*** 77, (2022).

- ***Zhao, Y., Zhang, J.*** (2022). The Natural Suitability of Human Settlements and Their Spatial Differentiation in the Nenjiang River Basin, ***China. Front. Environ. Sci.*** 10:861027. doi: 10.3389/fenvs.2022.861027.

Assessment Suitability Villages of Environmental for Rural Settlement in Al Madinah Al Munawwarah Using Analytic Hierarchy Process and GIS

Maleeha hamed Abadalah AL.Abdali

Geography Department, Umm Al-Qura University, Makkah, Saudi Arabia

maleehah92@hotmail.com

Abstract. The study aims to evaluate suitability of village environment for rural settlement in Al Madinah region according to three models of suitability: natural, human, and comprehensive. the study relied on the analytical approach based on quantitative and cartographic methods in GIS. gradual of methodology from collecting and preparing data, determining weights using hierarchical analysis method, and merging models layers according to their weights using (Calculator GIS) to produce maps to evaluate suitability of village environment for rural settlement. The results of study showed that suitability of comprehensive indicator for rural settlement ranged between 20-78%, and more than 50% of villages are concentrated in an area characterized by moderate suitability 35-40%. there is no village where suitability rate is less than 25%. the number of villages in the area characterized by suitability 25-35% is about 46 villages, 29.49% of total villages. the villages whose environmental suitability ranges 40-45% are about 24 villages,15.39% of total villages. the villages whose environmental suitability for settlement exceeds 45% four villages, 2.56% of total number. the results of relationship between distribution of villages and comprehensive suitability for settlement show a very weak inverse relationship -0.18 that is not statistically significant. the study recommends Concentration rural development plans on reversing pattern of relationship and increasing its strength, in order to ensure functional integration between villages and cities in achieving sustainable development.

Keyword: Rural settlement, Natural environment suitability index, Human environment suitability index, Comprehensive suitability index, Analytic hierarchy process, GIS.