نموذج الملائمة المكانية للتوسع العمراني في مدينة المدينة المنورة

د. مناور بن خلف بن مناور المطيري*

الملخص:

قدم نموذج الملائمة المكانية Land Suitability للتوسع العمراني في مدينة المدينة المنورة رصداً لطبيعته وإبرازاً لتأثير استخدامات الأراضي في ذلك، والاعتماد على التقييم المناسب على أساس التخطيط لاستخدام الأراضي كأمر ضروري لحل هذه المشكلة، فتقييم الأرض عملية تقدير إمكانياتها كبديل لأنواع الاستخدام، مما يساهم في فهم العلاقة بين ظروف الأرض والاستخدامات المطلوبة، واعتباره الغرض الرئيسي من الاستخدامات الأرضية لتقييم ملاءمة الأرض والتنبؤ بإمكانيات الأراضي.

اعتمدت الدراسة على المنهج الاستقرائي لإنتاج خرائط المنطقة الحضرية بمنطقة الدراسة من المرئيات الفضائية لاندسات-٨، وأتت عملية تقييم الملائمة المكانية للتوسع العمراني كمرحلة لاحقة بدراسة العوامل المؤثرة، لإجراء عملية التطابق الموزون Weighted Overlay في محاولة إثبات فعالية نموذج الملائمة المكانية للتوسع العمراني واختبار المواقع الملائمة على الخرائط المناسبة Suitability Maps، وتوصلت الدراسة لأكثر المناطق ملاءمةً للتوسع العمراني حيث تركزت على الطريق الدائري الثالث والمناطق ذات الطبوغرافية المناسبة، وقد بلغ مجموع مساحة المنطقة ذات الملائمة المكانية المرتفعة ١٢٩٦,٧٧ كم^{٢} وبنسبة ٥٦,٥٥%، ويوضح ذلك تلبية المساحة المطلوبة للتنمية بنسبة ٣٨,٥٢% من اجمالي منطقة الدراسة، وبهذا اتفقت النتائج مع أهداف الدراسة بتوفير تصور شامل للتوسع العمراني وإعطاء المؤشرات الكافية ضمن حدود المدينة الحالية والمستقبلية.

(المجلة الجغرافية العربية، المجلد (٥٢) العدد (٧٨) ديسمبر ٢٠٢١، ص ص ٣٧٧-٤٠٦)

الكلمات المفتاحية: استخدام الأرض، تحليل تطابق الأوزان، التوسع العمراني، الملائمة المكانية، النمذجة.

---

* أستاذ مشارك خرائط ونظم المعلومات الجغرافية، جامعة طيبه (المملكة العربية السعودية).

للتواصل: e-mail: Mnawer88@hotmail.com

المقدمة:

أدى التوسع العمراني المستمر لأراضي المدينة المنورة في العقود الماضية والتنمية العمرانية بغض النظر عن ملاءمة الأرض من عدمها إلى المزيد من الضغط على الاستخدامات الأرضية، كما يقوم التقييم المناسب لاستخدام الأراضي بناءً على التخطيط على حل بعض التحديات البيئية التي قد تعاني منها المدينة في المستقبل باعتبارها قضية كبيرة مثل تضاريسها الجبلية ومحدودية الأرض، فهو يحتاج إلى إدارة خاصة بالتنظيمات والمعايير محدثة السياسات، لتجنب المزيد من التدهور في الأراضي اعتماداً على استراتيجيات واضحة المعالم لتحقيق التوزان العمراني نحو التنمية الشاملة التي تشهدها المملكة العربية السعودية بوجه عام والمدينة المنورة بشكل خاص والتي أدت إلى أنماط عمرانية مبعثره في ضواحيها، لذا تلعب المخططات والتنمية الخاضعة للرقابة دوراً في الاستفادة من الموارد الأرضية المحدودة في المدينة.

ويعد تقييم الأراضي Lands evaluation عملية للتنبؤ بأداء الأرض بمرور الوقت وفقاً لأنواع الاستخدام المحددة، وتحديد تقييم ملاءمة الأراضي Land Suitability كعملية تقييم أداء الأرض عند استخدامها لأنواع بديلة من الاستخدام، فتقييم الأرض في واقعها عملية تقدير إمكانيات الأرض كبديل لأنواع الاستخدام، مما يساهم في فهم العلاقة بين ظروف الأرض والاستخدامات المحددة، ويعتبر الغرض الرئيسي من الاستخدامات الأرضية تقييم ملاءمة الأرض والتنبؤ بالإمكانيات وحدود الأراضي لنوع الاستخدام.

تتطلب هذه العملية عادةً مجموعات كبيرة من البيانات كمدخلات ومعلومات عن موارد الأرض وإمكانياتها، فالاستخدام المستدام ضروري للاختيار والتخطيط بتنفيذ استخدامات الأراضي لتلبية الاحتياج الأساسي المتزايد، وتقييم ملاءمة الأراضي يمكن أن يساهم في تحسين إدارة الأراضي والتخفيف من تدهورها لتصميم نمط استخدام الأرض الذي يمنع المشاكل البيئية من خلال الفصل بين استخدامات الأراضي المتنافسة، وتقدم نتائج نموذج تحليلات الملاءمة لنوع استخدام الأراضي التي كانت الأرض مناسبة لها بالإضافة إلى المعلومات حول نوع القيود التي قد تواجه بعض استخدامات الأراضي (Ziadat, 2007).

يلعب التوسع العمراني الفجائي والسريع دوراً في بروز العديد من الصعوبات والمشاكل العمرانية ولذلك ربما تعجز البلديات عن تقديم خدماتها المختلفة للأحياء نظراً للسرعة في عملية التوسع العمراني التي مرت بها المدينة، فهذا التوسع السريع للمساحة العمرانية لمدينة المدينة المنورة أثار مجموعة من التساؤلات والجدل حول التأثيرات السلبية، لكن المختصين في الجهات الرسمية المسؤولة عادة ما يفاجئون بنقص المعلومات بل وعدم دقتها أحياناً إن وجدت، لهذا السبب بات من الضروري تقصي المعلومات العمرانية الحديثة والدقيقة ومعالجتها بأسلوب علمي منظم عبر منهجية ملائمة، كذلك يصعب على المخططين في أحيان أخرى إعداد المخططات للمدينة بالشكل المطلوب للحيلولة من تداخل استخدامات الأراضي وتنافرها في الكثير من الأحياء، مما يؤدي إلى ظهور المشكلات

التي تؤثر على البيئة العمرانية ولهذا يهدف البحث إلى تقديم تصور للمخططين عبر نموذج الملائمة المكانية للتوسع العمراني في مدينة المدينة المنورة الحالي وتحديد مساره مستقبلاً.

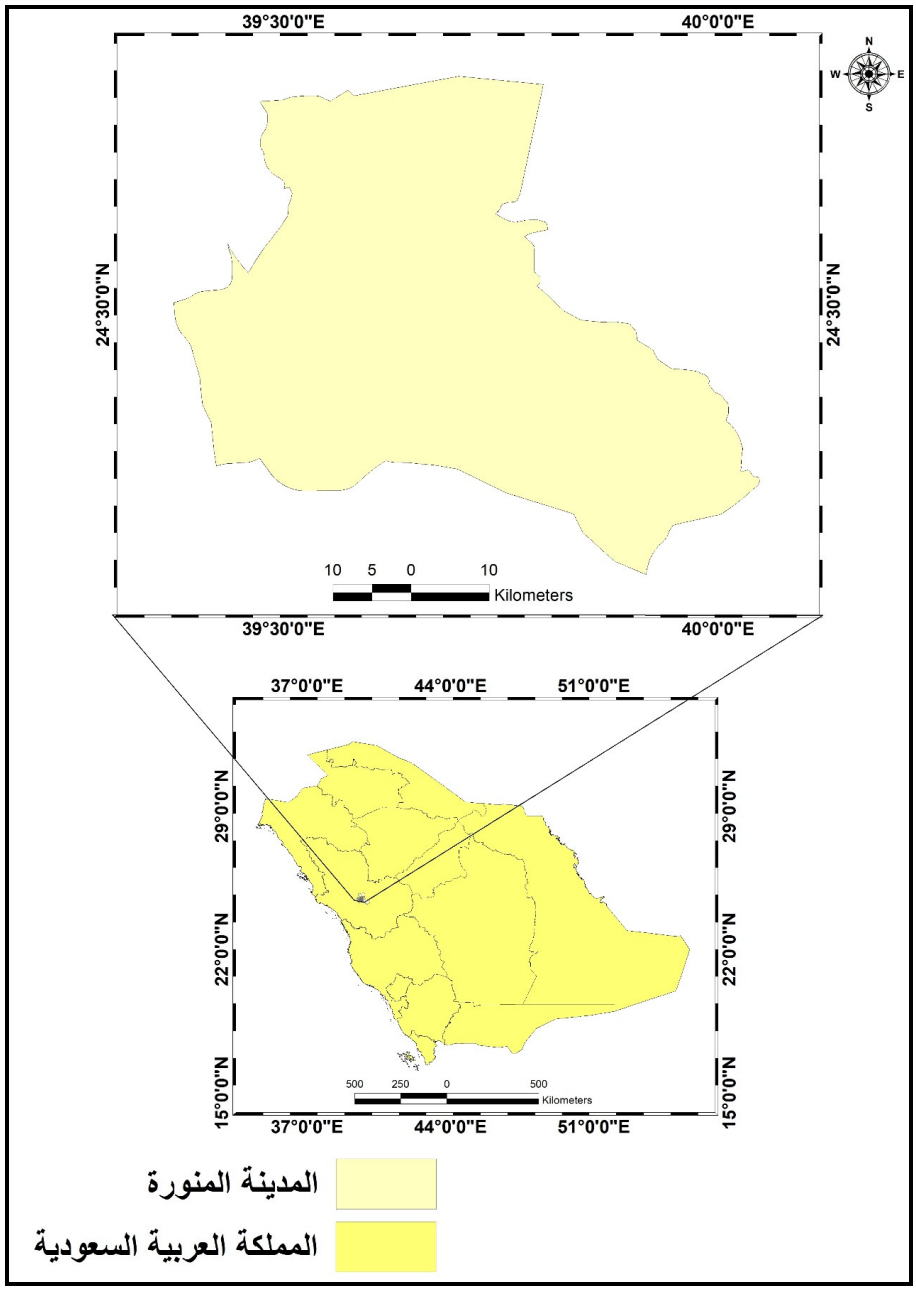
وذكر برايل وكلوسترمان (Brail and Klosterman, 2001) أن نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد تستخدم البيانات بشكل رقمي مما يساعد في السرعة والمرونة والقوة لتجميع كميات كبيرة من البيانات معتبراً أنه من أكثر التطبيقات فائدة للتخطيط والإدارة عبر رسم خرائط الملاءمة لاستخدامات الأراضي وتحليلها، ونهج التقييم الأكثر استخداماً يحدد مدى ملاءمة استخدام الأراضي بشروط معدلات الملاءمة من مناسبة للغاية إلى غير مناسبة، ولهذا اختيار القيم المحددة أو المعايير من أهم الخطوات في تقييم ملاءمة الأرض والتي عادة تحدد حسب الدراسات السابقة (Birch, 2009).

أهمية الدراسة:

تبرز أهمية الدراسة في هدفها لتحسين التخطيط المكاني ومواجهة سرعة النمو العمراني للمدينة المنورة، اضافة إلى هدف تحسين جودة التركيب الداخلي لاستخدامات الأرض بمنطقة الدراسة، وتحسين الخدمات في بعض مناطق التوسع العمراني وزيادة الجانب الجمالي في المدينة وبخاصة في أطرافها، فالتزايد المستمر للسكان وما يصاحب ذلك من انتشار عشوائي وتوسع للعمران يقتضي في حقيقة الأمر تحديد المواقع الملائمة للتنمية العمرانية Urban Land Suitability باستخدام أساليب التحليل لتقييم واختيار أفضل مواقع الملائمة المكانية حسب المعايير الطبيعية والبشرية بما يعمل على اتخاذ الخطوات المناسبة من قبل صانع القرار لتطوير مناطق التنمية العمرانية مستقبلاً في منطقة الدراسة.

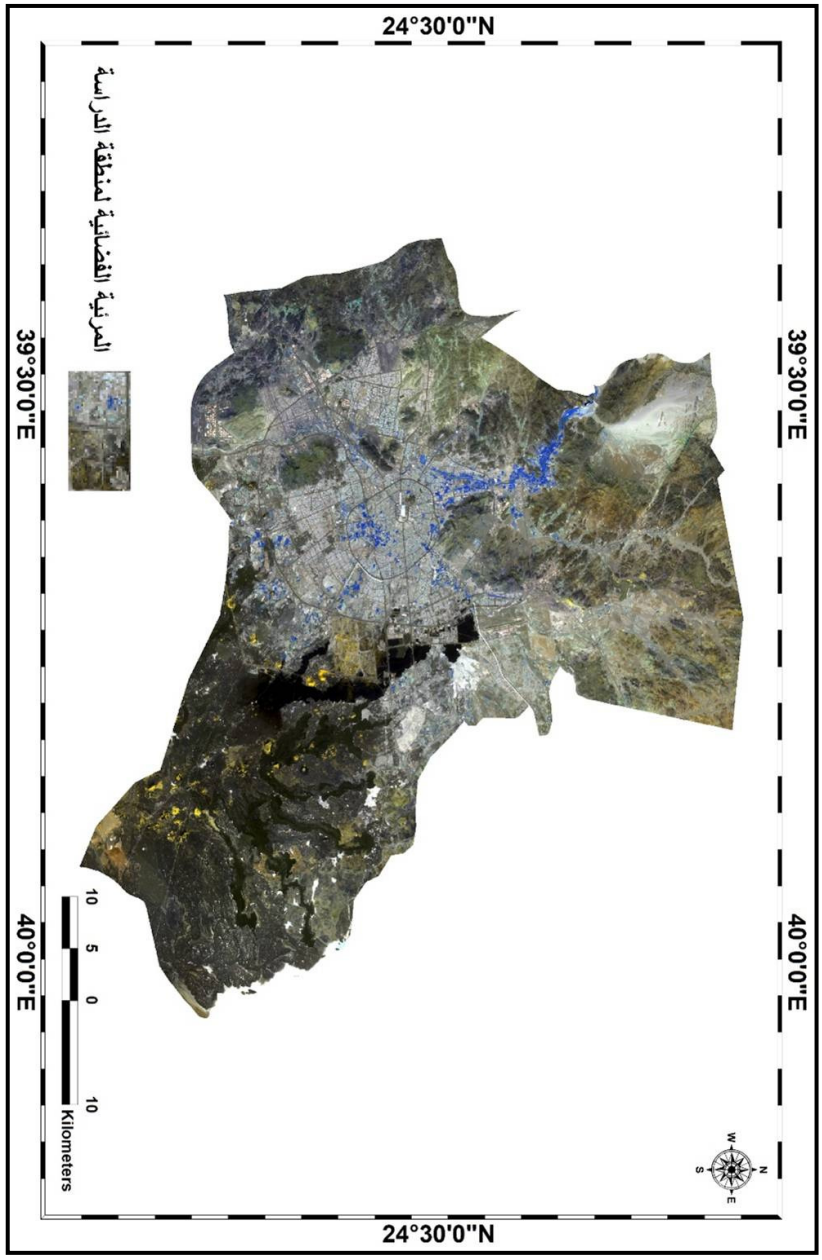
موقع منطقة الدراسة الجغرافي والفلكي:

تقع منطقة المدينة المنورة غربي المملكة العربية السعودية بين خطي الطول ١٧ َ ٤٢° و ١٤ َ ٣٧° شرقاً ودرجتي العرض ٢٩ َ ٢٧° و٣٥ َ ٢٢° شمالاً، أما منطقة الدراسة فهي تقع بين خطي الطول ٠٩ ً ٢٤ َ ٤٠° و ٢٧ ً ٢٢ َ ٣٩° شرقاً ودرجتي العرض ٤٨ ً ٤٥ َ ٢٤° و٢٣ ً ١١ َ ٢٤° شمالاً (شكل ١)، ويتضح بالنظر إلى المرئية الفضائية الخاصة بمنطقة الدراسة البيئة الطبيعية التي تميزت فيها المدينة المنورة بوجود العديد من المظاهر الطبوغرافية المتنوعة كالجبال التي تحيط بها مثل جبل أحد وسلع وعير، ومجموعة من الأودية التي تخترقها مثل وادي العقيق ووادي بطحان مما أثر بشكل مباشر في الكتلة المبنية واتجاهاتها على الرغم من تأثير مجموعة أخرى من الاستخدامات والتي ستوضحها الدراسة لاحقاً (شكل ٢). (**المصدر**: الباحث اعتماداً على خرائط الهيئة العليا لتطوير المدينة المنورة والمرئيات الفضائية من مركز المسح الجيولوجي الأمريكي U.S. Geological Survey)



شكل (١) : الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة.

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العليا لتطوير المدينة المنورة.



شكل (٢) : المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة.

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على المرئيات الفضائية من مركز المسح الجيولوجي الأمريكي U.S. Geological Survey.

الدراسات السابقة:

بالنسبة للدراسات السابقة المنشورة باللغة العربية والخاصة بنموذج الملائمة المكانية للتوسع العمراني تعد قليلة إلى حد ما، أما الدراسات السابقة الأجنبية فهي كثيرة تطرقت الدراسة إلى أغلبها وهي على النحو التالي:

استخدمت دراسة **عبدالحميد والمسيند (٢٠١٠)**، أدوات التحليل المكاني المتوفرة في تقنيات نظم المعلومات الجغرافية عبر مراجعة أدبيات مفاهيم التحليل المكاني والتقنيات المساعدة في أعمال اتخاذ القرارات المكانية للوصول إلى درجة ملاءمة موقع جغرافي معين للتنمية العمرانية سواء السكنية أم الترفيهية، وقد أُختيرت منطقة الدراسة الملقا – الدرعية غرب مدينة الرياض لتطبيق وسائل التحليل المكاني وتقنيات أنظمة المعلومات الجغرافية لدراسة مدى صلاحية المنطقة للتنمية العمرانية، وقد ركز البحث على إلقاء الضوء على مفهوم التحليل المكاني من وجهة النظر التخطيطية وربطها بأدوات التحليل المكاني المتوفرة في بيئة برمجيات نظم المعلومات الجغرافية من خلال برنامج ArcGIS-Spatial Analyst، وأجرى الباحثان تطبيق عملي على منطقة الدراسة باستخدام البيانات المتوفرة لمنطقة الدراسة من خلال بناء النموذج التحليلي لها واستعراض منهجية التحليل المكاني بشكل تطبيقي، وقد خلص البحث إلى تحديد درجة ملاءمة الموقع للتنمية العمرانية ونسبة الملاءمة، وذلك لمساعدة المخططين العمرانيين ببلدية محافظة الدرعية للوصول إلى أفضل مواقع منطقة الدراسة الصالحة للتطوير السكني والترفيهي وصياغة ضوابط عمرانية لها تؤهلها للتنمية بدون الإضرار بالحساسية البيئية للمنطقة.

قيمت دراسة **الجابري والكناني (٢٠١٢)**، الملاءمة المكانية للتوسع الحضري لمدينة الكوت للفترة المستقبلية ٢٠٤٠م عبر منهجية تحليلية مكانية من خلال الحفاظ على الموارد الطبيعية المتمثلة بالأراضي الزراعية، والثروات المعدنية وعدم التوسع على حسابها، وكيفية تقييم الملائمة المكانية للتوسع الحضري، حيث تحتل مدينة الكوت موقعاً فريداً على نهر دجلة، وقد نمت وتطورت على ضفتيه، وساهم هذا النهر في توجيه توسع المدينة وتوزيع الاستخدامات فيها، وبما أن المدينة قد عانت التوسع العشوائي غير المنتظم الذي لم يأخذ بالاعتبار الملائمة المكانية للامتداد والتوسع الحضري، إذ تم التجاوز على استخدامات الارض الزراعية وتحويلها إلى الاستخدام السكني في ظل ضعف التشريعات وغياب سلطة القانون بعد عام ٢٠٠٣م، وبناءاً على هذه المعطيات قُيمت الملاءمة المكانية للتوسع الحضري من أجل توجيه التوسع الحضري مستقبلاً في المناطق الأكثر ملاءمة من غيرها من خلال دراسة العوامل المؤثرة في التوسع الحضري لمدينة الكوت والتحليل بواسطة تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية GIS لتأثير هذه العوامل مكانياً عن طريق ما توفره بيئة نظم المعلومات الجغرافية، حيث أظهرت النتائج ترجيح موقعين للتوسع الحضري الأول على طريق الكوت – بدرة، والأخر على طريق الكوت–الناصرية حيث تلبي المساحة المطلوبة للتوسع.

رصدت دراسة **بونتساج وآخرون** (Puntsag, et al., 2014)، إحدى المشكلات البيئية العالمية نتيجة نمو عدد السكان بسرعة في العالم في حين تعتبر الأرض مورد محدود، واستخدمت تقنية نظم المعلومات الجغرافية لتحديد وتحليل ملاءمة الأرض لجميع أنواع تخطيط استخدام الأراضي في هذه الدراسة، واستخدمت طريقة التراكب الموزون لتحديد الأراضي المناسبة للاستخدام الحضري والزراعي باستخدام البيانات الجغرافية للعوامل المؤثرة، حيث يعد تحليل ملاءمة الأرض ذا قيمة في تخطيط استخدام الأراضي، والهدف الرئيس من دراسة الحالة دعم قرارات اختيار الموقع فيما يتعلق بتنفيذ التخطيط الزراعي والحضري حيث حددت نظم المعلومات الجغرافية الملائمة بناءً على مجموعة من المعايير المستمدة من الجانب المكاني والبيئي.

صممت دراسة **بوريان وآخرون** (Burian, et al., 2015)، نموذج مخطط حضري كامتداد تحليلي بنظم المعلومات الجغرافية لتقييم ملاءمة الأرض والكشف عن أنسب المناطق لها في التطور المكاني، واستخدام نموذج تحليل متعدد المعايير حيث يحترم مبادئ التنمية المستدامة كجوهر ركز النموذج من خلاله على تقييم ملاءمة الأرض وفقاً للبيانات المدخلة وقيمها وأوزانها، ليأتي بعد ذلك تحليل ملاءمة الأرض باختيار فئات استخدامات الأراضي على النحو التالي سكنية، ترفيهية، مرافق عامة، وصناعة والإنتاج الزراعي.

وباستعراض مختلف الدراسات السابقة، ستقوم الدراسة بتقييم الملائمة المكانية للتوسع العمراني عبر التمثيل العام General representation مما يساعد على اختبار مدى تمثيله للواقع، استناداً على مجموعة من المعايير المؤثرة في التوسع العمراني بهدف الاستدلال الفعال لبنية النمو العمراني واتجاهه ومدى تأثير كل عامل من العوامل الطبيعية والبشرية ذات العلاقة في منطقة الدراسة.

منهجية الدراسة:

تعتمد الدراسة على استخدام المنهج الاستقرائي في تحليل المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاندسات-٨ والملتقطة بتاريخ ٣٠-٠٧-٢٠١٥م و ٢٧-٠٧-٢٠٢٠م (جدول ١)، وهي بمسار ١٧٠ وصف ٤٤ ومقدار متوسط خطأ الجذر التربيعي للنموذج الهندسي Geometric RMSE Model بلغ في المرئية الأولى ٤,٦٦٢ م و ٥,٠٦٠ للمرئية الثانية، وجهاز الاستشعار OLI_TIRS ورقم المنطقة في مسقط مركيتور المستعرض العالمي UTM Zone-37 بمرجع Datum WGS84 وتميز مكاني للخلية بلغ ١٥م Grid Cell Size وذلك بهدف انتاج المنطقة الحضرية بمنطقة الدراسة بعد إجراء تحليل التصنيف Classification،

يأتي بعد ذلك عملية تقييم الملائمة المكانية للتوسع العمراني بدراسة العوامل المؤثرة في ذلك لإجراء عملية التطابق الموزون Weighted Overlay، وسيطبق بعد ذلك عملية التقييم لإثبات فعالية مواقع المنطقة الحضرية مكانياً واختبار المواقع الأنسب عبر الحصول على الخرائط المناسبة Suitability Maps.

جدول (١) : خصائص المرئيات الفضائية.

المرئيات المستخدمة								
المسلسل	المرئيات الفضائية	القمر	المجس	التميز المكاني للخلية Grid Cell Size	المرجع	رقم المنطقة UTM Zone	مسار المرئيات Path/Row	تاريخ الالتقاط
١	مرئية العام ٢٠١٥م	Landsat 8	OLI-TIRS	١٥م	Datum WGS84	37	170/44	٢٠١٥/٧/٣٠
٢	مرئية العام ٢٠٢٠م	Landsat 8	OLI-TIRS	١٥م	Datum WGS84	37	170/44	٢٠٢٠/٧/٢٧

المصدر: مركز المسح الجيولوجي الأمريكي U.S. Geological Survey.

تقييم الملاءمة المكانية في جوهرها عملية تقدير للجدوى المتوفرة في الأرض لمختلف أنواع استخدامها ولجميع البدائل المتاحة، إذ أن تخطيط استخدامات الأرض يجب أن يبنى على قاعدة عقلانية من خلال تقييم الموارد المتاحة (FAO, 1976). ويمكن تعريفه باعتباره وسيلة استراتيجية لتخطيط استخدام الارض من خلاله يُمكن التنبؤ بالأداء الذي تقدمه الأرض حسب الإمكانات والقيود المتوقعة لكل استخدام للأرض، وبحسب لينجلي (Lengley, 1996) تنتج الخرائط التحليلية الرقمية Digital Analysis Maps عبر جمع مجموعة الصفات لموقع معين عن طريق أسلوب يسمى الأسلوب التراكمي Cumulating Overlay Method لمجموعة الطبقات، وبذلك تحسب القيم المميزة لموقع معين على أنها دالة لقيم مستقلة مرتبطة مع الموقع في خريطة أو أكثر من الخرائط الموجودة، والتي تنتج مجموعة من قواعد البيانات الجديدة تحتوى على مضلعات جديدة تتكون من تقاطع حدود المضلعات لطبقتين أو أكثر، وتستنتج الحسابات التراكمية باستخدام نموذج بيانات يسمى Raster Model (Zeiler, 1999).

يأتي بعد ذلك عملية تحديد مجموعة الطبقات المؤثرة في نموذج الملائمة حيث تعتمد هذه المرحلة على تحديد مصادر البيانات والطبقات المستخدمة والتي سيتم بناءاً عليها تحديد أفضل مواقع التوسع العمراني، وهي على النحو التالي: المنطقة الحضرية، المناطق الزراعية والحدائق، شبكة الطرق وسهولة الوصول Accessibility Network، المناطق الصناعية، مطار الأمير محمد بن عبدالعزيز وطبوغرافية المنطقة، لتأتي المرحلة التالية بصياغة المعايير التصنيفية وطريقة التركيب بتحديد المعايير الخاصة لاختيار منطقة التطوير والتي يتحدد لها الوزن النسبي لكل معيار من هذه المعايير، وكذلك أسلوب تركيب الطبقات مع بعضها البعض، وما إذا كان هناك اتحاد بين طبقة وأخرى Union أو تقاطع بينهما Intersect وفقاً للموقع المختار بوصفه حالة دراسية فيمكن تحديد واستنتاج الملائمة المكانية والتصميم النهائي كمرحلة تستخدم فيها الدوال الحسابية الجبرية والدوال المشروطة والمنطقية لحساب حاصل الملائمات المختلفة لكل معيار داخل كل طبقة وبالتالي الوصول إلى أفضل نموذج للملائمة المكانية.

التحليل:

اعتمدت الدراسة في إجراء التحليل كأسلوب لقياس العلاقات المكانية بين الظاهرات في منطقة الدراسة، وذلك بهدف تفسير العلاقات المكانية والاستفادة منها، لفهم الأسباب المؤدية إلى وجود وتوزيع الظاهرات على سطح الأرض فيما يسمح للتنبؤ في سلوك الظاهرات مستقبلاً على النحو التالي:

١) تحليل الملائمة المكانية Land Suitability Analysis (LSA) :

تحليل الملاءمة المكانية LSA عملية قائمة على نظم المعلومات الجغرافية يؤدي تطبيقها لتحديد مدى ملاءمة منطقة معينة فيما يتعلق بخصائصها الجوهرية (مناسبة أو غير مناسبة)، أيضاً هذا التحليل ينطوي على التحقق من الاعتراضات الواسعة للمعايير بما في ذلك العوامل البيئية والاجتماعية والاقتصادية، فالتعامل المناسب مع مثل هذه الخرائط الواسعة وغير المتجانسة يتطلب تطبيق أداة مرنة لتحقيق ذلك.

تتضمن عملية تقدير الامكانيات المتوفرة في الأرض أنواع استخدامات الارض وجميع البدائل المتوفرة، فهو يعد وسيلة لتخطيط استراتيجية استخدام الارض من خلال التنبؤ بالأداء الذي تقدمه الأرض من امكانياتها والقيود المتوقعة لكل استخدام للأرض، ويركز جوهر النموذج على تقييم الأرض الملاءمة حسب بيانات الإدخال وقيمها وأوزانها، ليقدم تحليل ملاءمة الأرض في ثلاثة مستويات للركائز والعوامل والطبقات للفئات الست المحددة مسبقاً لاستخدام الأراضي (Burian, et al., 2015):

١. **المنطقة الحضرية:** وهي مناطق أصغر تستخدم بشكل أساسي لأغراض الإسكان أو المناطق السكنية المختلطة مع الخدمات العامة والتجارية ذات الأهمية المحلية.
٢. **المناطق الزراعية والحدائق:** مناطق تستخدم بشكل أساسي للزراعة والحدائق وكذلك للثروة الحيوانية والمعدات الزراعية وتخزين المحاصيل المنتجة.
٣. **شبكة الطرق وسهولة الوصول:** تعد بمثابة الشرايين التي تمر من خلالها جميع النشاطات البشرية بما يعمل على فعالية التنمية.
٤. **المناطق الصناعية:** مناطق إنتاج الصناعة الخفيفة والتخزين بدون إنتاج ولها تأثير سلبي على المناظر الطبيعية فالجوانب السلبية موجودة لكن تأثيرها يقتصر فقط على مجال النشاط، كما تتميز بوجود مناطق الإنتاج الكبيرة للصناعات الثقيلة ذات التأثير السلبي على نمط حياة صحي وعادة تكون بمنطقة حماية protection zone.
٥. **مطار الأمير محمد بن عبدالعزيز:** يعد من أهم القطاعات الحيوية في التنمية الاقتصادية للمدن باعتبارها مراكز للتجارة ونقل الركاب والبضائع.
٦. **طبوغرافية المنطقة:** هي المناطق التي تتميز بطبيعة طبوغرافية مختلفة مثل الجبال والسهول والأودية إضافة إلى وجود الانحدار والميل الذي يؤثر بشكل مباشر في التوسع العمراني.

وقد عينت فئات مخصصة للفئات المحددة سابقاً بحسب جدول رقم (٢) حيث احتسب إجمالي ملاءمة الأرض land suitability وفقاً للأوزان weights بين الفئات الثلاث وهي: البيئية ecological والاجتماعية social والاقتصادية economic، ويمكن الحصول على قيم من الوزن صفر إلى ١٠٠ على أن يكون مجموع تلك الأوزان للفئات الثلاثة مساوياً ١٠٠ مما يساعد على انشاء سيناريوهات لملائمة الأرض (Burian, et al., 2015).

جدول (٢) : سيناريوهات ملائمة الأرض بمنطقة الدراسة.

السيناريو	البيئية	الاجتماعية	الاقتصادية
ملائم Suitainable	%٣٣,٣	%٣٣,٣	%٣٣,٤
متوسط الملائمة Acceptable	%٤٠	%٤٠	%٢٠
منخفض الملائمة Viable	%٤٠	%٢٠	%٤٠

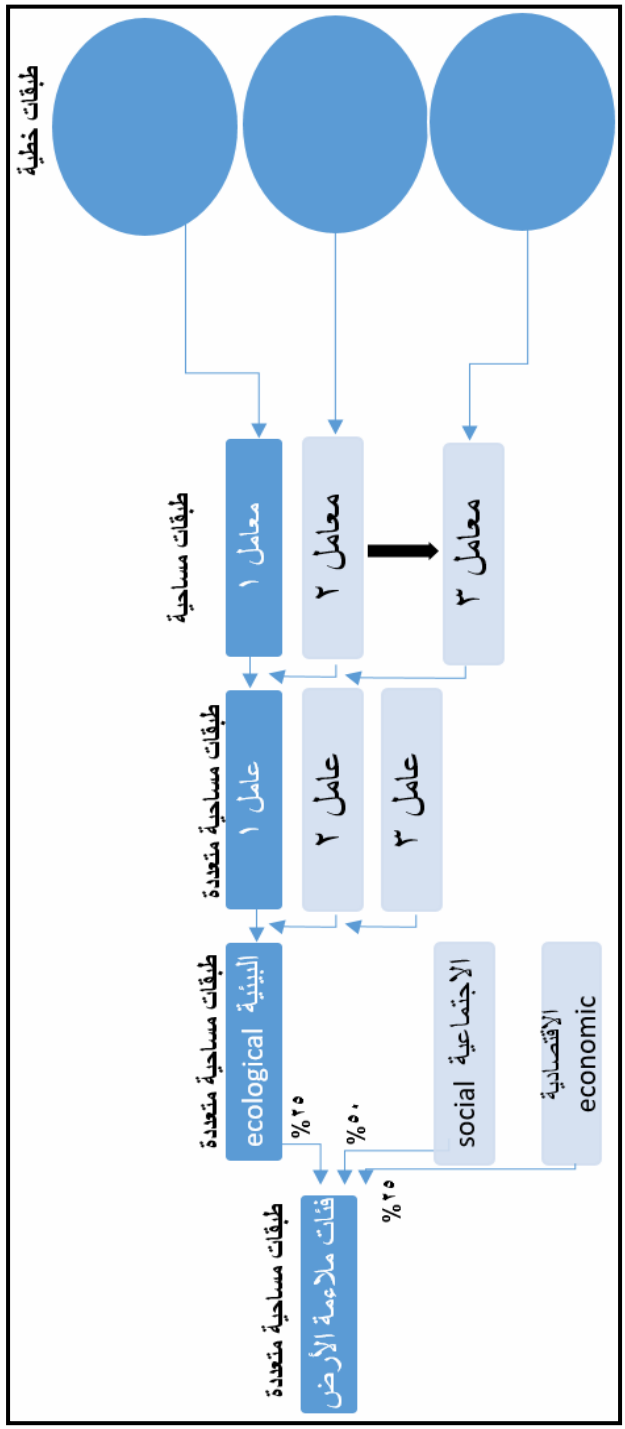
المصدر: الباحث بالاعتماد على: Burian, et al., 2015.

وتتكون الفئات الثلاث من عوامل تنقسم إلى ثلاث مجموعات إيجابية positive، وسلبية negative ومحدودة limits، فالعوامل الإيجابية تزيد من قيمة ملاءمة الأرض ويقلل العامل السالب هذه القيمة، كما تزيل العناصر المحدودة قيمة ملاءمة الأرض وتبنى مجموعة العوامل على أساس طريقة التراكب الموزون، وتعد المعاملات parameters المستوى الأكثر تفصيلاً من الإعدادات التي توصف بخصائص العوامل factors، وتمثلهم طبقات محددة layers وسماتها attributes، ويمكن ضبط أوزان العوامل في نطاق المقاييس من صفر إلى ١٠من منظور تقني technical perspective معظم هذه الحسابات تعتمد على تراكب المرجح المساحي الموزون raster weighted overlay ونتائج هذا الجزء من النموذج طبقات مساحية لملاءمة الأرض Raster layers land suitability.

ويتضح من الشكل رقم (٣) ضرورة اختيار معاملات parameters الطبقة التي تعتبر محدودة بعناية فائقة، إذا كانت الطبقة عبارة عن حد صعب limit eliminating يلغي أي نشاط في المنطقة ويوصى بتحديد قيمته بدون بيانات No Data لاستبعاد ملاءمة الأرض، وفي حال كانت الطبقة ذات حد ناعم soft limit يقلل فقط من النشاط في المنطقة فمن المستحسن تعيين قيمته بدءاً من ١ إلى القيم الأعلى، وإذا تم تعيين أي معامل للطبقة داخل العامل بدون بيانات No Data، ستكون ملاءمة الأرض في هذا الموقع للطبقات المستبعدة والأخرى حتى ذات أعلى المستويات ملاءمة للأرض حيث ستؤثر على ملاءمة الأرض الإجمالية، وعند تعيين معاملات للطبقة داخل العامل المحدد نضع قيمة واحد مما يعني ملاءمة الأرض غير مناسبة في هذا الموقع، ولكن يمكن أن تزيد الطبقات الأخرى من ملاءمة الأرض الإجمالية في نفس المكان.

٢) الحساب الأمثل لاستخدام الأراضي Optimal Land Use calculation :

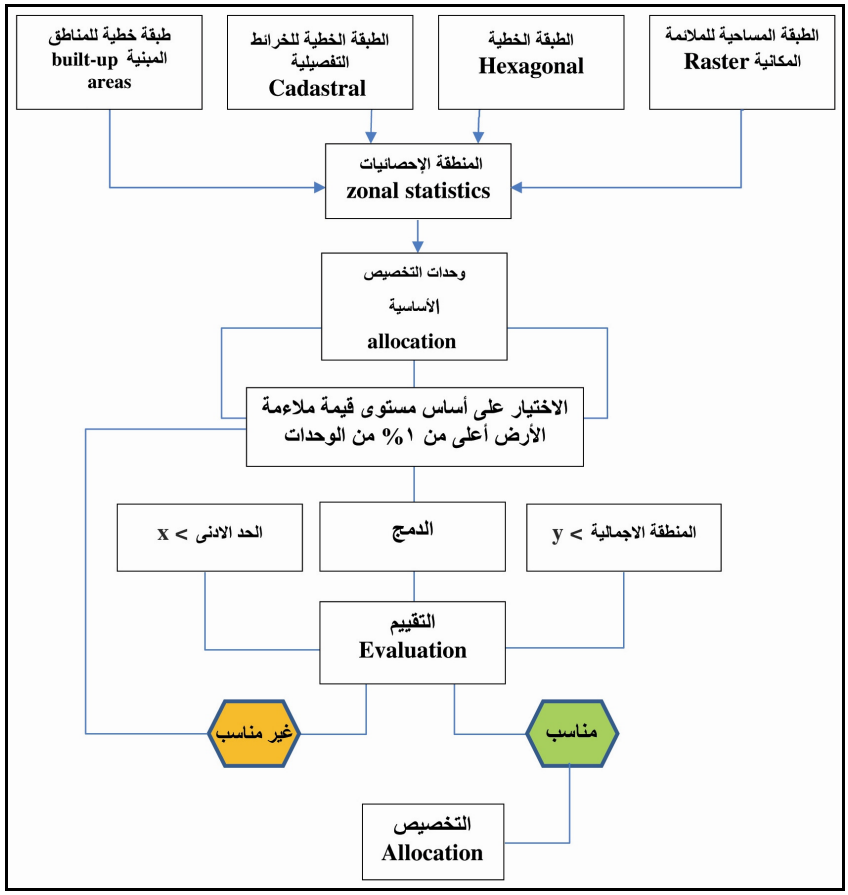
صمم الجزء الثاني من المنهجية لتحديد المناطق المناسبة للتخصيص أو الاستخدام الأمثل للأرض، ويمكن استخدام الخريطة المساحية التفصيلية Cadastral map والتي تعد تسجيل شامل للأرض Henssen (1995)، وذلك بهدف لتخصيص allocation القطع السكنية parcel units، وبسبب التباين المكاني لملاءمة الأرض في قطع الأرض الواحدة يوصى باستخدام مزيد من الوحدات Hexagonal تغطي منطقة الدراسة، ومن الممكن استبعاد المناطق والمناطق غير القابلة للبناء من التراكم عند إجراء الحساب، وكل فئة في ملاءمة الأرض مثل الإسكان، والصناعة يجب تقييمها بشكل فردي individually، والمتغيرات الرئيسية التي تؤثر على التخصيص وهي المساحة الإجمالية للتخصيص وباعتبارها الحد الأدنى من منطقة التخصيص.



المصدر: الباحث.

شكل (٣) : حساب استخدام الأرض.

الإجراء التالي في شكل رقم (٤) ينفذ عملية التخصيص allocation للمنطقة بأكملها والمغطاة بشبكة خطية ليتم تغطية المناطق المبنية built-up areas، ويوصى باستخدام الشبكة التي تصف التباين المكاني spatial variability في تفاصيل أكثر، وعرض الشكل ضروري للاختيار فيما يتعلق بحجم الشبكة grid، والحجم الموصي لضلع واحد من الشكل هو ٥٠ م، وقد ينتج عن أحجام أصغر من ذلك مشاكل عند إجراء الحساب، بينما الحجم الأكبر يفقد قيمة المعلومات (Burian, et al., 2015)، وباستخدام المنطقة الإحصائيات zonal statistics لحساب متوسط قيمة ملاءمة الأرض لكل وحدة إذا كان مستوى قيمة ملاءمة الأرض أعلى من واحد بالمائة من الوحدات تختار وتدمج في المناطق المتجاورة، أما إذا كانت الشروط الدنيا والإجمالية لم تستوفي شروط المساحة المخصصة تكون عملية اختيار الوحدات مكررة ٢٪ من الوحدات ذات أعلى قيمة لملاءمة الأرض.



شكل (٤) : تحديد الاستخدام الأمثل للأرض.

المصدر: الباحث.

٣) استخدام الأراضي Land Use :

يسمح هذا الجزء من تحليل استخدام الأرض بتخصيص مناطق مناسبة للتوسع العمراني على أساس الآنف ذكره، وبحساب ملاءمة الأرض الإجمالية تحول ملاءمة الأرض للوحدات المضلعة المحددة لكل وحدة خطية بمتوسط يحتسب قيمة ملاءمة الأرض كوحدة متعددة الأضلاع عادة يمكن استخدام الخريطة المساحية لذلك، وفي حالة كانت القطع السكنية كبيرة يمكن أن تكون ملاءمة الأرض متغيرة كثيراً، وبتحديد الأولوية في التوسع العمراني بهدف الحفاظ على الأراضي الزراعية وعدم التوسع على حساب الاراضي التي تحتوي كذلك على ثروات معدنية، وأن تكون الأولوية على حساب الأراضي غير الصالحة للزراعة، وبتحديد العوامل المؤثرة في التوسع العمراني (شكل ٥)، وهذه العوامل تتباين من مدينة لأخرى وتتباين كذلك أهميتها النسبية بحسب موقع المدينة وطبيعتها، ولهذا حددت مجموعة العوامل المؤثرة في التوسع العمراني بمنطقة الدراسة كما ذكرنا سابقاً على النحو التالي: المنطقة الحضرية، المناطق الزراعية والحدائق، شبكة الطرق وسهولة الوصول Accessibility Network، المناطق الصناعية، مطار الأمير محمد بن عبدالعزيز وطبوغرافية المنطقة.

٤) تصنيف البيانات Data Classification :

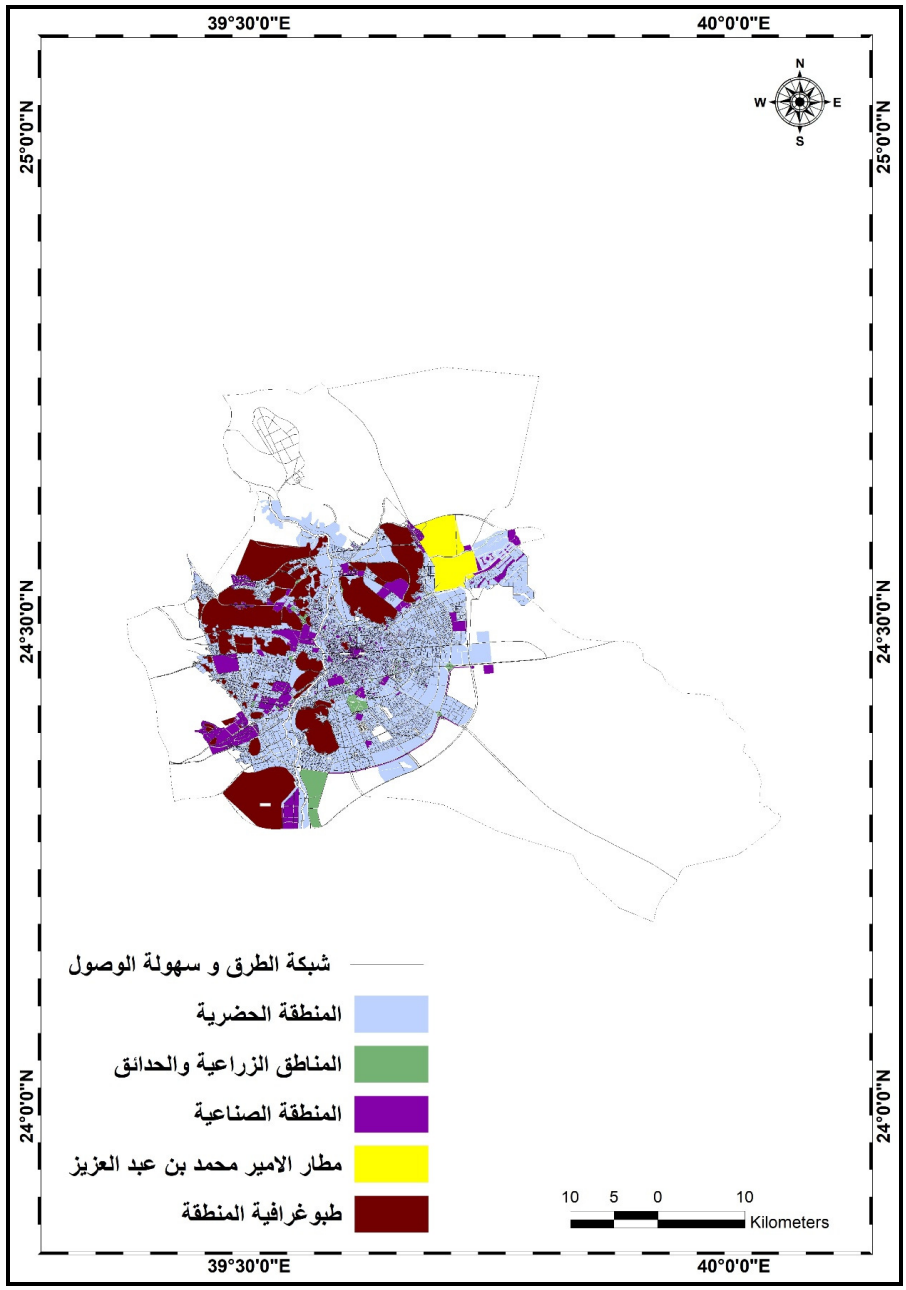
قسمت المنطقة إلى عشرة نطاقات بناءً على البعد عن المؤثر عبر حساب المسافة الإقليدية Euclidean Distance، حيث يتكون هذا التحليل من تحليل متعدد المعايير multicriteria بإنشائها عبر طبقة مساحية Raster فهو يشير إلى المساحة الموجودة من مسافة معينة إلى مسافة أخرى، وذلك لإدراج قيم متأثرة بالمسافة بين كل عامل مؤثر في التوسع العمراني بتدرج من ١ إلى١٠، وكلما زادت قيمة التأثر عبرت عن أعلى ملائمة والعكس صحيح (شكل ٥)، وتعبر عن المسافة الإقليدية لإحداثيات نقطتين x_1, y_1 و x_2, y_2 بالمعادلة التالية:

$$D_{ij} = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2}$$

معتمدة هذه الصيغة على نظام الإحداثيات الديكارتية Cartesian coordinate ويمكن استخدامها في حالة كون منطقة الدراسة صغيرة مثل حي أو مدينة (Wang, 2006).

٥) تحديد أوزان العوامل المؤثرة Weights :

حددت الأوزان حسب درجة تأثيرها في التوسع العمراني لمنطقة الدراسة، وتأتي بعد ذلك عملية دمج طبقات العوامل حسب درجة التأثير النسبي Influence وبيان المواقع الأكثر ملائمة من غيرها للتوسع الحضري للمدينة مع الأخذ بعين الاهتمام المحددات الطبيعية والبشرية لتحديد درجة البعد المكاني لهذه العوامل على النحو التالي:



شكل (٥) : العوامل المؤثرة في التوسع العمراني.

المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العليا لتطوير المدينة المنورة.

١. المناطق الحضرية:

يساهم القرب من المنطقة الحضرية في ربط المدينة بحدودها الحالية مما يساعد في تقليل التكلفة الاقتصادية للخدمات، وتوسع شبكة الطرق فضلاً على مساهمته في التجانس الحضري بين المناطق السكنية الحالية ومناطق التوسع المستقبلي، وبالتالي المناطق الاقرب الى المنطقة الحضرية تأخذ أعلى تقييم وهو ١٠ فيما تحصل المناطق البعيدة على أقل تقييم وهو ١ حسب الجدول رقم (٣) والشكل رقم (٦).

٢. المناطق الزراعية والحدائق:

يأخذ الحفاظ على المناطق الزراعية والحدائق الأولوية عند التوسع الحضري لضمان استدامة الموارد الطبيعية وإبراز الجوانب الجمالية للمدينة المنورة، حيث تعطى أقل قيمة تصنيف للأراضي القريبة من المناطق الزراعية والحدائق وأعلى قيمة للأراضي البعيدة عنها، لضمان عدم التوسع على حسابها وبالتالي القضاء على مساحات كبيرة من الأراضي الزراعية، لاسيما أن مدينة المدينة المنورة تأثرت بالتجاوزات على هذه الأراضي وتحويل استخدامها من الاستخدام الزراعي إلى الاستخدام السكني وقد صنفت درجة البعد المكاني عن الاراضي الزراعية كما في الجدول رقم (٤) والشكل رقم (٧).

٣. شبكة الطرق وسهولة الوصول:

تأخذ شبكة الطرق وسهولة الوصول دوراً ايجابياً نحو جذب المستقرات البشرية، إذ يزداد تفاعل المدينة في ظل وجود شبكة الطرق، وبالتالي تساعد في أداء وظائف الاستخدامات الأخرى للأراضي داخل المدن، فالعلاقة بين شبكات الطرق وبين التجمعات الحضرية علاقة قوية طردية، ولهذا تأخذ المناطق الأقرب لشبكة الطرق أعلى تقييم والمناطق البعيدة عن شبكة الطرق تأخذ أقل تقييم بحسب تدرج البعد المكاني عن شبكة الطرق جدول رقم (٥) والشكل رقم (٨).

٤. المناطق الصناعية:

تعتبر المناطق الصناعيّة من أهم المشاريع الاقتصاديّة أو الأفكار التي تنفّذها الدولة بهدف تطوير القطاع الصناعيّ فيها بشكلٍ خاص، فتقوم الدولة باختيار مساحةٍ من الأرض السهلية بحيث تكون بعيدةً عن التجمعات السكانية لتقلل من التلوث والضوضاء في المدن من خلال إقامة المدن والمناطق الصناعية خارج حدودها، وتعدّ المدن والمناطق الصناعية من العناصر الرئيسيّة في تكوين المدينة بشكلٍ عام حيث يتمّ إنشاؤها بهدف القيام بوظائف محددةً بدقةٍ وكفاءةٍ عاليةٍ وتحرص على عدم الإضرار بالبيئة أو المناطق التي حولها، حيث لا يتمّ إنشاء المدن الصناعية بشكلٍ عشوائي ولهذا تأخذ المناطق الأقرب للمناطق الصناعية أقل تقييم والمناطق البعيدة عن المناطق الصناعية تأخذ أعلى تقييم بحسب تدرج البعد المكاني عن المناطق الصناعية جدول رقم (٦) وشكل رقم (٩).

جدول (٣) : تصنيف درجة البعد المكاني للمناطق الحضرية.

البعد عن المؤثر (م)	التصنيف	البعد عن المؤثر (م)	التصنيف
٠-٤٠٠٠	١٠	٢٠٠٠٠-٢٤٠٠٠	٥
٤٠٠٠-٨٠٠٠	٩	٢٤٠٠٠-٢٨٠٠٠	٤
٨٠٠٠-١٢٠٠٠	٨	٢٨٠٠٠-٣٢٠٠٠	٣
١٢٠٠٠-١٦٠٠٠	٧	٣٢٠٠٠-٣٦٠٠٠	٢
١٦٠٠٠-٢٠٠٠٠	٦	٣٦٠٠٠-٤٠٠٠٠	١

جدول (٤) : تصنيف درجة البعد المكاني للمناطق الزراعية والحدائق.

البعد عن المؤثر (م)	التصنيف	البعد عن المؤثر (م)	التصنيف
٠-٤٢٠٠	١	٢١٢٠٠-٢٥٥٠٠	٦
٤٢٠٠-٨٤٠٠	٢	٢٥٥٠٠-٢٩٧٠٠	٧
٨٤٠٠-١٢٨٠٠	٣	٢٩٧٠٠-٣٤٠٠٠	٨
١٢٨٠٠-١٧٠٠٠	٤	٣٤٠٠٠-٣٨٠٠٠	٩
١٧٠٠٠-٢١٢٠٠	٥	٣٨٠٠٠-٤٢٠٠٠	١٠

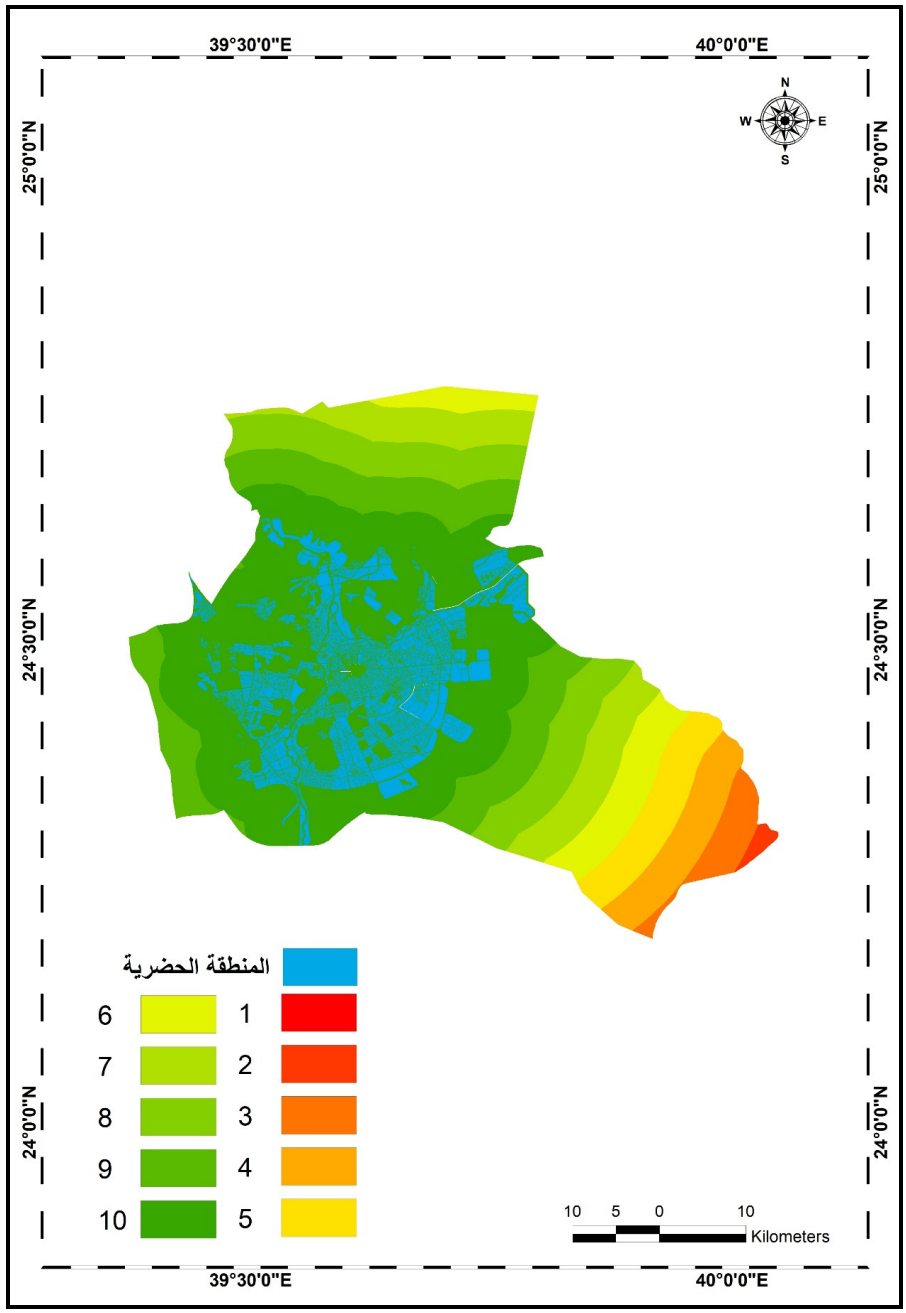
جدول (٥) : تصنيف درجة البعد المكاني لشبكة الطرق وسهولة الوصول.

البعد عن المؤثر (م)	التصنيف	البعد عن المؤثر (م)	التصنيف
٠-٣٢٠٠	١٠	١٦٠٠٠-١٩٢٠٠	٥
٣٢٠٠-٦٤٠٠	٩	١٩٢٠٠-٢٢٤٠٠	٤
٦٤٠٠-٩٦٠٠	٨	٢٢٤٠٠-٢٥٦٠٠	٣
٩٦٠٠-١٢٨٠٠	٧	٢٥٦٠٠-٢٨٨٠٠	٢
١٢٨٠٠-١٦٠٠٠	٦	٢٨٨٠٠-٣٢٠٠٠	١

جدول (٦) : تصنيف درجة البعد المكاني للمناطق الصناعية.

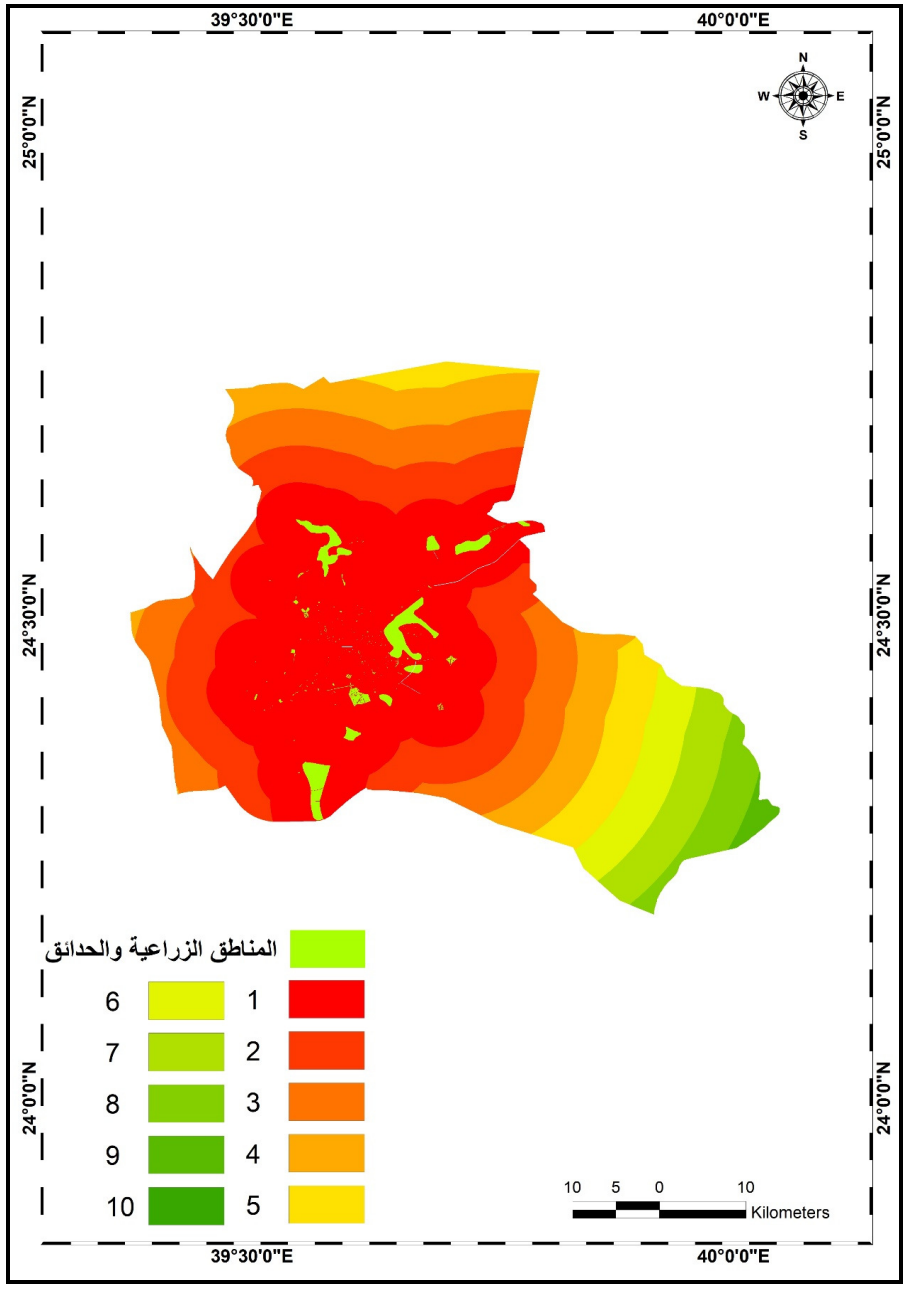
البعد عن المؤثر (م)	التصنيف	البعد عن المؤثر (م)	التصنيف
٠-٤٠٠٠	١	٢٠٠٠٠-٢٤٠٠٠	٦
٤٠٠٠-٨٠٠٠	٢	٢٤٠٠٠-٢٨٠٠٠	٧
٨٠٠٠-١٢٠٠٠	٣	٢٨٠٠٠-٣٢٠٠٠	٨
١٢٠٠٠-١٦٠٠٠	٤	٣٢٠٠٠-٣٦٠٠٠	٩
١٦٠٠٠-٢٠٠٠٠	٥	٣٦٠٠٠-٤٠٠٠٠	١٠

مصدر الجداول: الباحث.



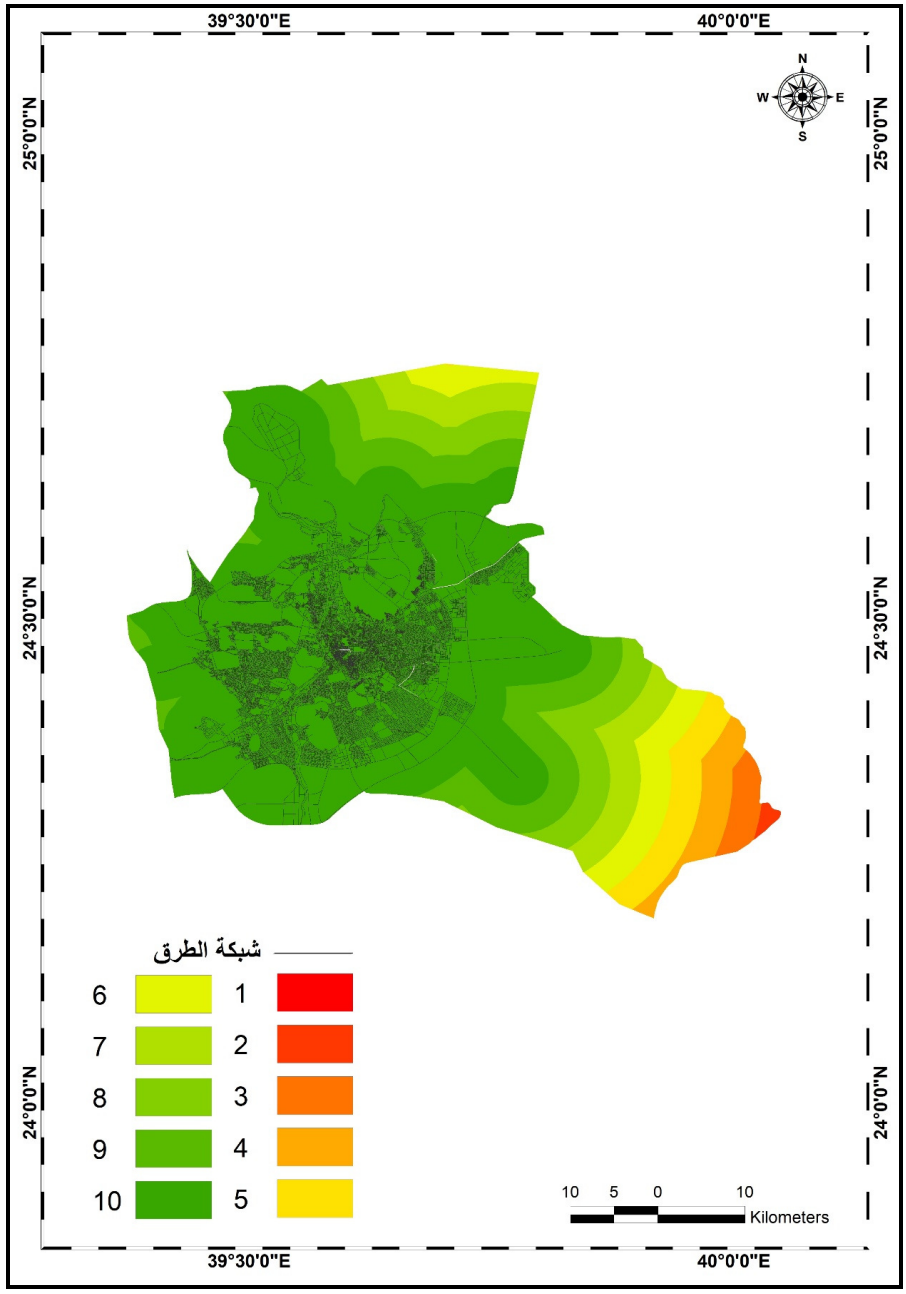
شكل (٦) : تصنيف درجة البعد المكاني للمناطق الحضرية.

المصدر: الباحث بالاعتماد على المرئيات الفضائية من مركز المسح الجيولوجي الأمريكي U.S. Geological Survey.



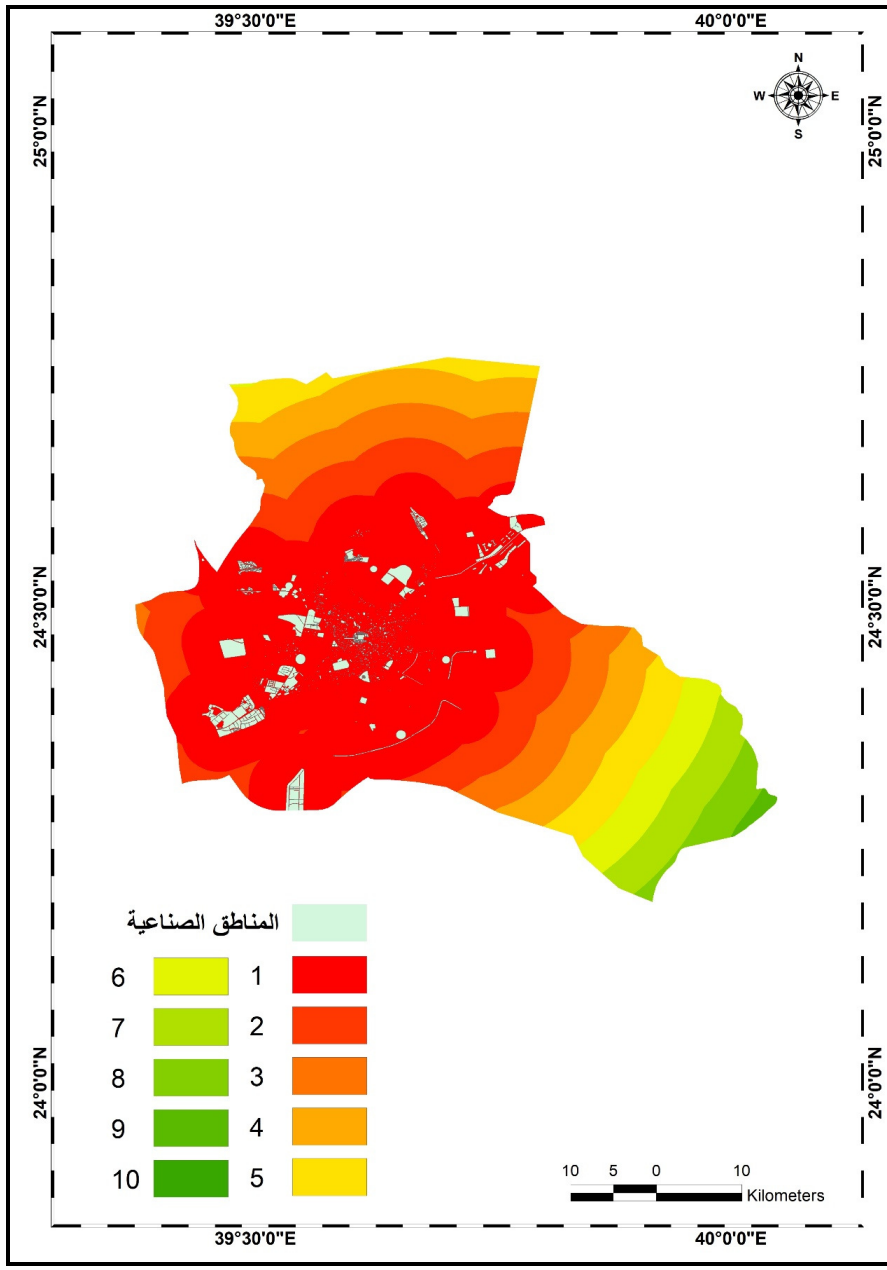
شكل (٧) : تصنيف درجة البعد المكاني للمناطق الزراعية والحدائق.

المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العليا لتطوير المدينة المنورة.



شكل (٨) : تصنيف درجة البعد المكاني لشبكة الطرق وسهولة الوصول.

المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العليا لتطوير المدينة المنورة.



شكل (٩) : تصنيف درجة البعد المكاني للمناطق الصناعية.

المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العليا لتطوير المدينة المنورة.

٥. مطار الأمير محمد بن عبدالعزيز:

يمثل مطار الأمير محمد بن عبدالعزيز أهمية كبيرة في حركة النقل بين أرجاء مدن المملكة وخارجها، مما يؤثر بشكل بالغ على تنمية وتشجيع السياحة الداخلية وبالتالي يؤدي إلى تنمية المدينة لكونها مرافق تنموية وخدمية للمدن، وتعد المطارات عتبة بشرية لتوسع المدينة باتجاهها، ولهذا تأخذ المناطق الأقرب للمطار أعلى تقييم والمناطق البعيدة عن المطار أقل تقييم بحسب تدرج البعد المكاني عن المطار (جدول ٧ وشكل ١٠).

٦. طبوغرافية المنطقة:

تعمل الطبوغرافيا وطبيعة الوحدات الأرضية التي تمتد عليها المدينة دوراً في نموها وتوسعها والتأثير بشكل مباشر على سلوكها في التوسع حيث تميزت المدينة المنورة بتنوع طبوغرافي كبير بين مجموعة من الجبال تحاصرها من جميع الجهات جعلها ذلك محمية بطبيعتها، ومجموعة من الأودية التي تتواجد بداخلها أو متاخمة للمدينة وتأثير ذلك في التكتل العمراني للمدينة المنورة، ولهذا تأخذ المناطق الطبوغرافيا المناسبة أعلى تقييم والمناطق القريبة من الطبوغرافيا غير المناسبة تأخذ أقل تقييم بحسب تدرج البعد المكاني عن المناطق الطبوغرافية (جدول ٨ وشكل ١١).

٦) تقييم درجة الملائمة المكانية للتوسع العمراني:

بعد بيان تأثير كل من العوامل المؤثرة في التوسع العمراني للمدينة، ترتكز هذه المرحلة على تقييم الملاءمة المكانية وفقاً لدرجة الاهمية النسبية، وحسب تأثير كل عامل من العوامل وأهميته أثناء عملية التصنيف، وتتوفر أوزان العوامل في بيئة نظم المعلومات الجغرافية Weighted Overlay لإجراء عملية التطابق الموزون حسب درجة الأهمية النسبية للعوامل المؤثرة في التوسع العمراني لمدينة المدينة المنورة (جدول ٩ وشكل ١٢)، حيث تعكس النتائج وجود ثلاثة أنماط من أنواع الملائمة الأرضية، وهي على النحو التالي: مناطق ذات ملائمة مكانية مرتفعة، ومناطق ذات ملائمة مكانية متوسطة ومناطق ذات ملائمة مكانية منخفضة للتوسع العمراني.

جدول (٧) : تصنيف درجة البعد المكاني لمطار الأمير محمد بن عبدالعزيز.

البعد عن المؤثر (م)	التصنيف	البعد عن المؤثر (م)	التصنيف
٠-٥٠٠٠	١٠	٢٥٠٠٠-٣٠٠٠٠	٥
٥٠٠٠-١٠٠٠٠	٩	٣٠٠٠٠-٣٥٠٠٠	٤
١٠٠٠٠-١٥٠٠٠	٨	٣٥٠٠٠-٤٠٠٠٠	٣
١٥٠٠٠-٢٠٠٠٠	٧	٤٠٠٠٠-٤٥٠٠٠	٢
٢٠٠٠٠-٢٥٠٠٠	٦	٤٥٠٠٠-٥٠٠٠٠	١

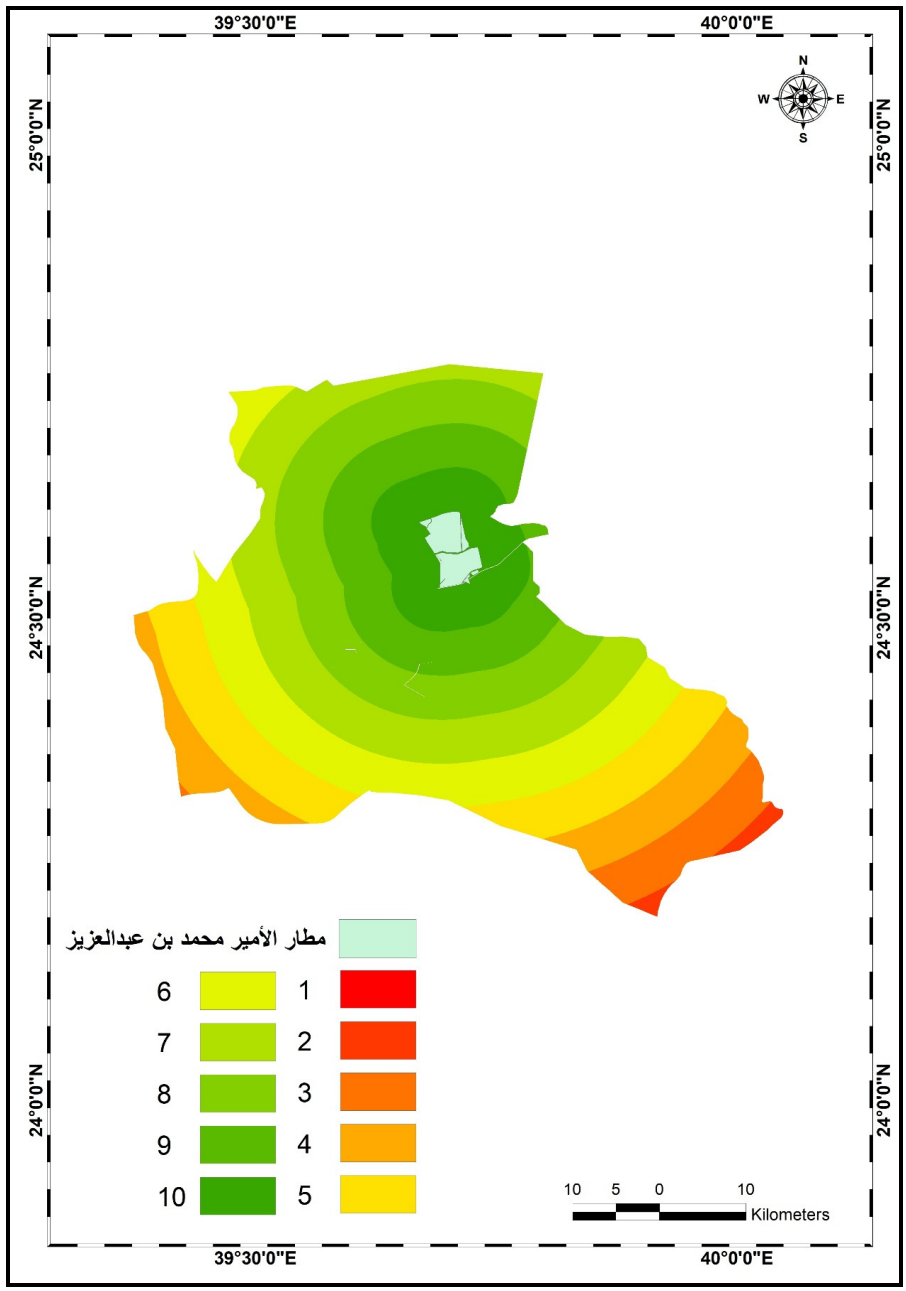
جدول (٨) : تصنيف درجة البعد المكاني لطبوغرافية المنطقة.

البعد عن المؤثر (م)	التصنيف	البعد عن المؤثر (م)	التصنيف
٠-٥٠٠٠	١	٢٥٠٠٠-٣٠٠٠٠	٦
٥٠٠٠-١٠٠٠٠	٢	٣٠٠٠٠-٣٥٠٠٠	٧
١٠٠٠٠-١٥٠٠٠	٣	٣٥٠٠٠-٤٠٠٠٠	٨
١٥٠٠٠-٢٠٠٠٠	٤	٤٠٠٠٠-٤٥٠٠٠	٩
٢٠٠٠٠-٢٥٠٠٠	٥	٤٥٠٠٠-٥٠٠٠٠	١٠

جدول (٩) : درجة الاهمية للعوامل المؤثرة في التوسع العمراني لمدينة المدينة المنورة.

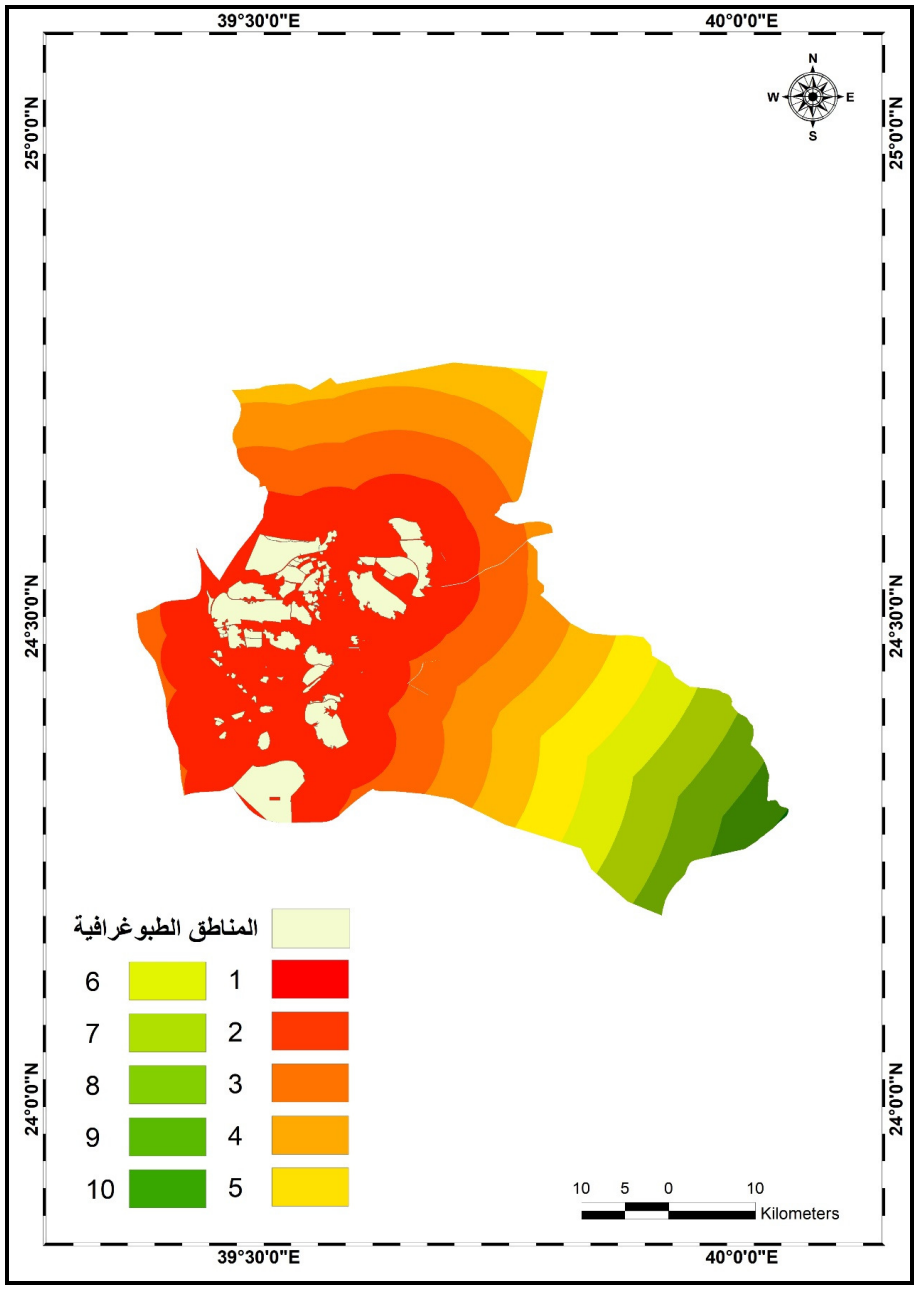
التسلسل	العامل المؤثر	درجة الأهمية النسبية %
١	المناطق الحضرية	١٩
٢	شبكة الطرق وسهولة الوصول	١٨
٣	المناطق الزراعية والحدائق	١٧
٤	المناطق الصناعية	١٧
٥	المناطق الطبوغرافية	١٥
٦	مطار الأمير محمد بن عبدالعزيز	١٤
المجموع		١٠٠

مصدر الجداول: الباحث.



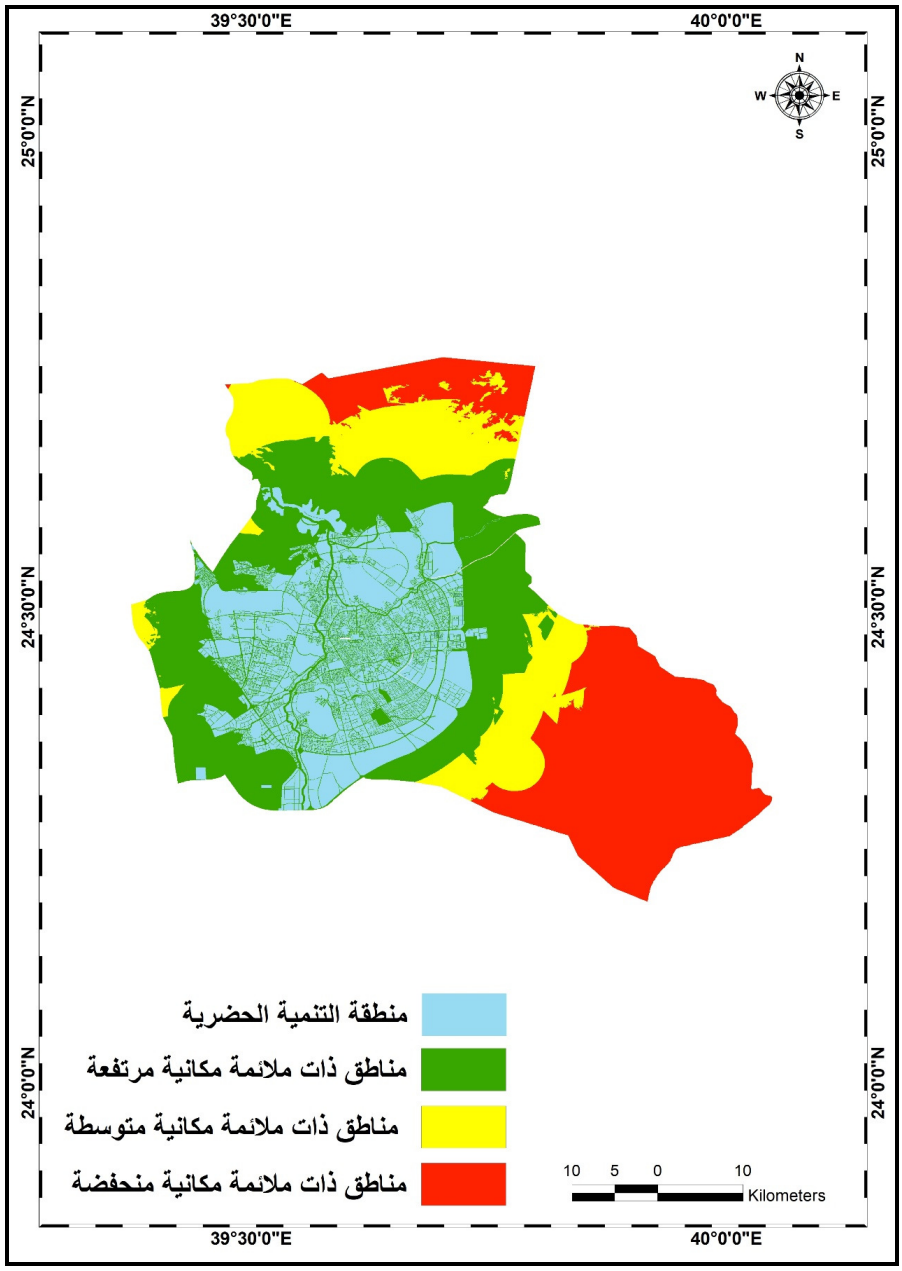
شكل (١٠) : تصنيف درجة البعد المكاني لمطار الأمير محمد بن عبدالعزيز.

المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العليا لتطوير المدينة المنورة.



شكل (١١) : تصنيف درجة البعد المكاني لطبوغرافية المنطقة.

المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العليا لتطوير المدينة المنورة.



شكل (١٢) : درجة الملائمة المكانية بمنطقة الدراسة.

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العليا لتطوير المدينة المنورة.

المناقشة والاستنتاجات:

تقييم ملاءمة الأرض عملية مهمة لتقييم قيمة وكفاءة الأرض ويساعد في التخطيط للاستدامة المستقبلية للموارد الأرضية التي تتمتع فيها المدينة، ولعبت دقة طرق التقييم نتائج أفضل وبالتالي تسهل وضع خطط إدارتها، وقد استندت قيمة مؤشر الملاءمة بشكل أساسي على أقصى عامل ذو تأثير على استخدام الأراضي الملاءمة فيما يتعلق بالعوامل الأخرى، كذلك أظهرت نتائج الدراسة أن أفضل المناطق ملاءمةً للتوسع الحضري قد تركزت بشكل محوري على الطريق الدائري الثالث والمناطق التي تتمتع بطبوغرافية ملائمة وانحدار مناسب مبتعدة عن بعض الأودية التي تخترق المدينة المنورة إضافة إلى بعض الأنشطة البشرية المؤثرة في نموذج التوسع العمراني مثل المناطق الصناعية والتي تحد من اتجاه المدينة نحوها عند التوسع المستقبلي.

وبلغ مجموع مساحة المنطقة ذات الملائمة المكانية المرتفعة ١٢٩٦,٧٧ كم^{٢} وبنسبة تبلغ ٥٦,٥٥%، ويوضح ذلك تلبية المساحة المطلوبة للتنمية فقد بلغت مساحة المنطقة الحضرية حالياً ٥٦١,٦٦ كم^{٢} وبنسبة تصل إلى ٢٤,٤٩% من إجمالي منطقة الدراسة، وبمراعاة ما ذكرناه آنفاً يعتبر وسط المنطقة ملائم لجميع الاستخدامات ما عدى الاستخدام الصناعي الملوث مما يستدعي عند التخطيط لاستخدامات الارض تواجد الاستخدام الصناعي في المنطقة ذات الملائمة المتوسطة جنوبي المنطقة لكونه أكثر ملاءمة من الشمال لأسباب تتعلق بالتأثيرات البيئية واتجاه الرياح، وبلغت مساحة المنطقة ذات الملائمة المكانية المتوسطة ٣٧٤,٣١ كم^{٢} وبنسبة تبلغ ١٦,٣٢% على الرغم من عدم كفايتها إلا أنها مناسبة، وبلغ مجموع مساحة المنطقة ذات الملائمة المكانية المنخفضة ٦٢١,٩٤ كم^{٢} وبنسبة تبلغ ٢٧,١٢%.

الخاتمة:

أظهرت النتائج تلبية أهداف الدراسة بتوفير تصور شامل للتوسع العمراني ضمن حدود المدينة الحالية والمستقبلية، وهي بذلك تستطيع اعطاء المؤشرات الكافية مكانياً للاستخدامات المختلفة، ويجب أن تستند المواقع المقترحة للتوسع العمراني إلى أساليب حديثة ودقيقة، نتيجة لتداخل وتعقيد العوامل المؤثرة في التوسع العمراني للمدينة المنورة، كما وفرت نظم المعلومات الجغرافية بيئة تحليلية مناسبة نتيجة تغذيتها بالمعلومات الدقيقة ووزن تأثير تلك العوامل بدقة.

حققت الدراسة نجاحاً في الوصول إلى الأهداف البحثية المحددة، وقدرة على تحديد التوسع العمراني الذي لا يؤخذ فيه درجة الملاءمة المكانية للتوسع وما يمكن أن يؤدي إلى أضرار بيئية وقلة المساحات العامة والاستهلاك المتزايد للطاقة سيلعب ذلك دوراً في خفض مساحات كبيرة من الاراضي الزراعية لحساب الاستخدام السكني والتي ستؤثر بشكل مباشر في مناخ المدينة، وتواجد

بعض الأمراض التي يعاني منها سكان المدينة المنورة مما يعني أن هناك حاجة لتحسين النظام البيئي فيها ecosystem في المناطق الهامشية لامتداد التوسع العمراني في المناطق العمرانية المطورة مستقبلاً، وقد بين الموقع المكاني لبعض الاستخدامات كمطار الأمير محمد بن عبدالعزيز والذي ربما يعد محدداً لنمو المدينة على الرغم من توسع المدينة تجاهه، لهذت تلجأ بعض الامانات الخاصة بالمدن إلى أن يكون بعيداً عن المدينة بمسافة معينة تسمح بتوسعها مستقبلاً، كما يتضح أن التوسع العشوائي غير المخطَّط للمدينة المنورة لم يأخذ بعين الاهتمام الملاءمة المكانية للتوسع العمراني، ولهذا قدمت هذه الدراسة إمكانية إعادة صياغة وتنفيذ خطة رئيسية مناسبة لتنمية المنطقة الحضرية في مدينة المدينة المنورة.

المراجع

١. الجابري، أحمد عبد السلام. الكناني، كامل كاظم، (٢٠١٢)، استخدام منهجية التحليل المكاني في تقييم الملائمة المكانية للتوسع الحضري لمدينة الكوت، مجلة كلية التربية، جامعة واسط، مجلد١، الإصدار ١٢، ص ص ٢٤١-٢٧٠، العراق.

٢. عبد الحميد، محمد عبد العزيز. المسيند، مساعد بن عبد الله، (٢٠٠٩)، تطبيق تقنيات نظم المعلومات الجغرافية لتقييم ملاءمة الأرض للتنمية العمرانية "دراسة تحليلية لمنطقة الملقا – الدرعية"، مجلة جامعة الملك سعود، م ٢١، العمارة والتخطيط (١)، ص ص ١٧-٣٥، الرياض.

3. Birch, E. (2009). The urban and regional planning reader. Geographic Information Systems. Routledge New York, USA.
4. Burian, J., Stastny, S., Brus, J., Pechanec, V., Vozenilek. V. (2015). Urban planner-model for land use suitability assessment. International conference on environmental science and geoscience, pp. 19-26.
5. Brail, K. and Klosterman, E. (2001). Planning support systems. Redlands (CA): ESRI Press.
6. FAO. (1976). A framework for land evaluation, united nations, p. 1.
7. Henssen J. (1995). Basic Principles of the Main Cadastral Systems in the World, the International Federation of Surveyors (FIG), May 16, Delft, Netherlands.
8. Lengley, A. and Batty, M. (1996). Spatial Analysis: Modeling in A GIS Environment, John Wiley and Sons, Inc, New York,.
9. Puntsag, G., Kristjánsdóttir, S., Ingólfsdóttir, D. (2014). Land Suitability Analysis for Urban and Agricultural Land Using Gis: Case Study in Hvita To Hvita, Iceland, UNU Land Restoration Training Programme Keldnaholt, 112 Reykjavik, Iceland.
10. Wang, F. (2006). Geographic information systems: Mathematical models, CRC Press.
11. Zeiler, M. (1999). Modeling Our World, ESRI Press, California, USA.
12. Ziadat, M. and Al- Bakri, T. (2007). Comparing existing and potential land use for sustainable land utilization. *Jordan J Agic Sci.*; 2 (4): 372–87.

Spatial Suitability Model for Urban Expansion in Medina

ABSTRACT

The land suitability model for urban expansion in the city of Madinah provided a monitoring of its nature and highlighting the changes in the use of agricultural land, relying on appropriate evaluation based on planning the use of land as a matter of solving this problem. Land assessment is the process of estimating the potential of the land as an alternative to the types of use, which contributes to Understanding the relationship between land conditions and specific uses. The main purpose of land uses is to assess land suitability and predict land potential.

The study relied on the inductive approach to produce urban growth in the study area from Landsat-8 satellite images, and the process of assessing the spatial suitability for urban expansion came as a next stage by studying the influencing factors, to conduct a weighted overlay process in an attempt to prove the effectiveness of the spatial suitability model for urban expansion and test the most appropriate sites on maps Suitability Maps, and the study reached the most suitable areas for urban expansion, as it concentrated on the Third Ring Road and with the appropriate topography, and the total area of the area with high spatial suitability was 1296.77 km^2, with a rate of 56.55%. This shows that the area required for development is met by 38.52% of the total study area. The results are consistent with the objectives of the study to provide a comprehensive view of urban expansion and give adequate indicators within the current and future city limits.

Key Words: Land use, Modeling, Urban expansion, Spatial Suitability, Weight Overlay Analysis.