

## تطبيق تقنيات نظم المعلومات الجغرافية لتقييم ملاءمة الأرض للتنمية العمرانية "دراسة تحليلية لمنطقة الملقا - الدرعية"

محمد عبد العزيز عبد الحميد، ومساعد بن عبد الله المسيند  
قسم التخطيط العمراني، كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود،  
الرياض، المملكة العربية السعودية

(قدم للنشر في ١٦ / ١٠ / ١٤٢٨هـ، وقبل للنشر في ٨ / ١ / ١٤٣٠هـ)

الكلمات المفتاحية: نظم المعلومات الجغرافية، التحليل المكاني، التنمية العمرانية.

ملخص البحث. يسعى البحث من خلال مراجعته للأدبيات في مفاهيم التحليل المكاني والتقنيات المساعدة في أعمال اتخاذ القرارات المكانية إلى الاستفادة من أدوات التحليل المكاني المتوفرة في تقنيات نظم المعلومات الجغرافية 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. وعلى ذلك، 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.

يشتمل البحث على دراسة تطبيقية للمنطقة المختارة؛ وذلك بإجراء تطبيق عملي عليها 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 أو الترفيهي وصياغة ضوابط عمرانية لها تؤهلها للتنمية بدون الإضرار بالحساسية البيئية للمنطقة.

## المقدمة

تعدُّ أساليب التحليل المكاني أحد أهم الأدوات التخطيطية لتحديد لتحديد درجة الملاءمة للمواقع المقترح تنميتها عمرانياً. كما أن هناك تقنيات بنظم المعلومات الجغرافية يمكن استخدامها كأدوات تحليل الملاءمة Suitability Analysis وهي تلك المتوفرة داخل بيئة برمجيات نظم المعلومات الجغرافية مثل ArcGIS Spatial Analyst. فمثل هذه البرمجيات تتميز بقدرتها على تحليل البيانات وخاصة المكانية والمرتبطة بقاعدة البيانات الوصفية التي تبين خصائص موقع محدد والتعرف على درجة الملاءمة للتنمية العمرانية. هذا الأسلوب أو التقنية يعمل على صياغة فرصة فريدة لاستكشاف الموقع وتحليله بأسلوب تراكمي من خلال تحليل مجموعة الطبقات الرئيسة المشكلة لبيانات عن الموقع سواء أكانت بيانات مكانية أم وصفية والتي تعمل على تحديد مدى ملاءمة الموقع والإمكانات ومعوقات تطويره للتنمية العمرانية. وبذلك فالدور الأساسي الذي يلعبه هذا الأسلوب "التحليل المكاني" هو مساعدة المخططين في تحديد المشاكل والمقومات والإمكانات المكانية Spatial Constraints & Potentialities لموقع محدد. وسوف يسعى البحث إلى إثبات ذلك من خلال دراسة تطبيقية باستخدام هذه المنهجية بإجراء دراسة تحليلية لمنطقة الملقا التابعة لمدينة الدرعية غرب مدينة الرياض وتحديد أولويات التنمية العمرانية ومدى ملاءمة الأراضي الواقعة بها لهذه التنمية.

## فرضية البحث

يحاول البحث التأكيد على أن دمج منهجية التحليل باستخدام تقنيات برمجيات نظم المعلومات الجغرافية مع

الخرائط الرقمية يساهم بشكل فعال في تحسين أساليب تحليل الموقع وتقييم درجة ملاءمته للتنمية العمرانية.

## منهجية البحث

يتبع البحث المنهجية النظرية من خلال مراجعة الأدبيات لأهم مفاهيم التحليل المكاني وأهمية الخرائط الرقمية ودورها في تحليل المواقع للتعرف على ملاءمتها للتنمية العمرانية. كذلك سوف يقدم البحث دراسة تطبيقية كحالة تطبيقية لمنطقة الملقا بمدينة الدرعية يستعرض فيها كيفية صياغة التحليل المكاني وإمكانات الخرائط الرقمية لبناء نموذج لتحليل درجة ملائمة الموقع للتطوير العمراني.

## ١- المفاهيم والتعريفات الأساسية

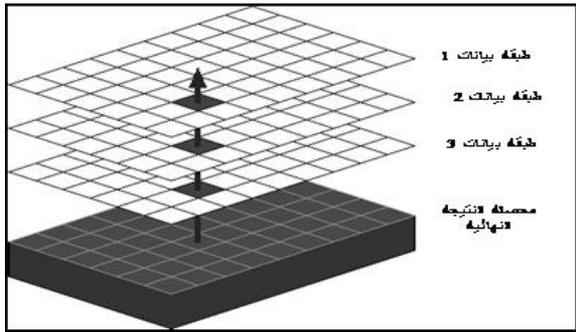
تركز الدراسة على توضيح التعريفات الأساسية لمجموعة المفاهيم المستخدمة بالدراسة. وسوف نتناول في الجزء التالي أهم التعريفات للثلاثة مفاهيم التي يسعى البحث إلى دراستها وهي:

### أ) تحليل الموقع Site analysis

يعرف تحليل الموقع أنه هو الطريقة التي تعمل على إدارة الموارد المتاحة بموقع الدراسة والمثبتة جغرافياً وتقوم بتحليل المخزون المعلوماتي Informatics Inventory لمجموعة الدراسات المتاحة للموقع مما يؤدي إلى إظهار إمكانات ومعوقات التطوير للموقع محل الدراسة (Rubentein, 1987). ولذلك فعند تحليل أي موقع يمكن استخدام تقنيات الحاسوب لإعداد البيانات والدراسات في صورة رقمية تساهم في صياغة منظومة معلوماتية رقمية لدراسات الموقع وتحليله مما يؤدي إلى رفع كفاءة عملية تحليل الموقع والحصول على نتائج دقيقة وصحيحة وذات مرجعية مكانية بالإضافة إلى قدرتها على سرعة

مع بعضها البعض ويتم الاستفسار بمجموعة من الجمل الشرطية وتسمى هذه الطريقة بـ Map Overlay أو طريقة تطابق الخرائط باستخدام التحليل الشبكي لماله قدره على سرعة أداء العمليات الحسابية والتحليلية لموقع الدراسة (Haining, 2002).

• **طريقة التطابق** Overly operation: تنتج الخرائط التحليلية الرقمية Digital Analysis Maps من خلال جمع مجموعة الصفات لموقع معين عن طريق أسلوب يسمى الأسلوب التراكمي Cumulating Overlay Method لمجموعة الطبقات المكونة للموقع (Lengley, 1996). بهذه الطريقة يتم حساب القيم المميزة لموقع معين على أنها دالة لقيم مستقلة مرتبطة مع نفس 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، ويمكن استنتاج الحسابات التراكمية بسهولة باستخدام نموذج بيانات يسمى إلى Raster Model (Zeiler, 1999)، ويظهر هذا بالشكل رقم (١) الذي يبين كيفية الحصول على المحصلة النهائية لنتيجة التحليل باستخدام نموذج البيانات الشبكية Raster Data Model.



الشكل رقم (١). أسلوب التطابق المستخدم للتحليل المكاني للموقع (Lengley, 1996).

اتخاذ القرارات المكانية لتحليل الموقع من خلال مجموعة من حزم برمجيات الرسم مثل Computer Aided Drafting وحزم برامج التحليل المكاني Spatial Analysis Software (Rubentein, 1987).

### ب) التحليل المكاني Spatial analysis

يعرف التحليل المكاني بأنه منهجية تحليلية لتصميم قدرة موقع ما لدعم نشاط محدد. كما أنه يعمل على دراسة العلاقات بين الخصائص الجغرافية للدراسات الطبيعية لموقع معين للتعرف على الميزات الكامنة به (Lengley, 2003). وتأتي الفائدة من الأخذ بأسلوب التحليل المكاني لتقييم درجة الملائمة وقابلية موقع الدراسة لتطوير العمراني. كما أنه له قدره على استنتاج التنبؤات حيث يقوم بإبراز إمكانات الموقع وأهم ظواهره المكانية من حيث مكانها الجغرافي المعروف بإحداثيات مكانية محده وطريقة توزيعها على سطح الموقع محل الدراسة (Anselin, 1994). وهناك أربعة أنواع للتحليل المكاني هم:

١- التطابق الطبولوجي Topology Overlay

٢- تحليل التماس Contiguity Analysis

٣- التحليل السطحي Surface Analysis

٤- التحليل الشبكي Raster Analysis

### ج) أسس التحليل المكاني Fundamentals of spatial analysis

#### analysis

بني التحليل المكاني على مفهوم يسمى طبقات البيانات Data Layers بمعنى أن كل طبقة (Layer) تعرض الخصائص الجغرافية لموقع معين سواء أكانت هذه الخصائص الجغرافية تمثل كنقط أم خطوط أو مضلعات، مع ربط البيانات المكانية بقاعدة البيانات الوصفية الخاصة بها، وبعد ذلك يتم جمع هذه الطبقات

كما يتم تحديد المعايير اللازمة لتحليل كل دراسة أو طبقة بيانات، وعلى ذلك يتم تحديد المتطلبات اللازمة لاستنتاج مقومات التطوير ومعوقاته داخل موقع الدراسة وذلك باستخدام الخرائط الرقمية لكل دراسة وتجهيزها لتكون ذات مرجعية مكانية Georeference يمكن على أساسها إجراء عملية التطابق للتأكد بأن جميع الخرائط ذات تراكب بنائي متوافق كما بالشكل رقم (٣).

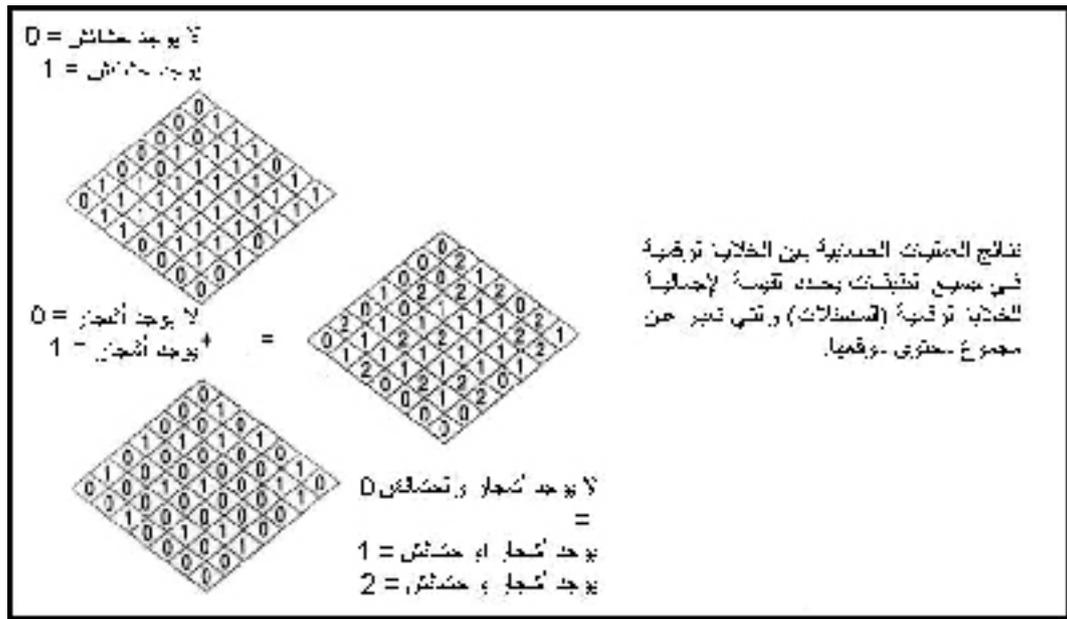
فعلى سبيل المثال، يمكن دمج أكثر من طبقة لتحديد أفضل مكان لاستخدامه كخدمة تعليمية من خلال تطابق الخرائط التالية:

- ١- خريطة الكثافات.
- ٢- المناطق المحرومة من الخدمات.
- ٣- المناطق ذات نسبة التلاميذ بالتعليم مرتفعة... إلخ.

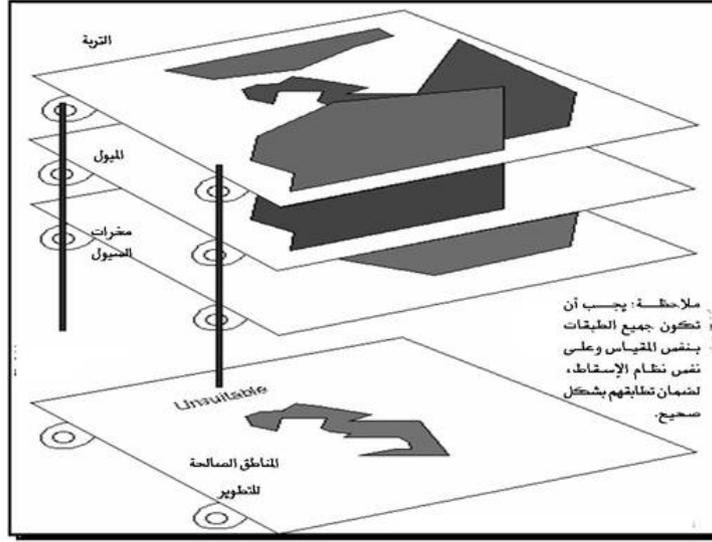
وعلى الرغم من أن أسلوب التحليل المكاني الشبكي له قدرة عالية للتعامل بأسلوب النمذجة إلا أنه يتميز أيضاً بأنه يشتمل على طريقة حسابية شبيهة بالعمليات الجبرية Algebra Models، ويستخدم كثيراً من العمليات المنطقية والحسابية، كما أن التطابق غير مقصور على دمج الخرائط. ذات الشكل الرباعي داخل شكل رباعي بل يمتد إلى إجراء عمليات تراكمية وتنسب النقط إلى المضلعات أو الخطوط إلى المضلعات (Bailey, 1991). ويوضح ذلك الشكل رقم (٢).

#### • منهجية التحليل المكاني Spatial analysis methodology:

تعتمد منهجية التحليل المكاني على تطابق مجموعة من الشفافات Layers موضوعة رأسياً فوق بعضها ببعض مع تحديد الأنماط الفراغية التي تعمل على تحديد نوعية الاستخدام المراد توطينه (Fotheringham, 1994).



الشكل رقم (٢). أسلوب العمليات الحسابية الجبرية لجمع قيم الخلايا الشبكية (Zeiler, 1999).



الشكل رقم (٣). استنتاج المناطق الملائمة من مجموعة الطبقات لدراسات الموقع (Zeiler, 1999).

#### أ) تحديد منطقة الدراسة

يجب على مستخدم هذه التقنية تحديد حدود المنطقة التي سيقوم بإجراء عملية تحليل مكاني لها من خلال تحديد دقيق لحدودها المكانية Spatial Boundaries (Burrough, 1986). على سبيل المثال، إذا كان هناك منطقة والمراد تحديد أنسب المواقع بها لكي تطور للاستعمال السكني، فيجب تحديد حدود هذه المنطقة بشكل واضح بحيث يبنى النموذج التحليلي على أساسها.

ب) تحديد مجموعة الطبقات المؤثرة في عملية الاختيار

تعتمد هذه المرحلة على تحديد مصادر البيانات والطبقات المستخدمة والتي سيتم بناءً عليها تحديد أفضل المواقع للتطوير السكني. وعليه، فسيتم تحديد على سبيل المثال الطبقات التالية:

١- الطبقة الخاصة بطبوغرافية الموقع وخطوط الكنتور.

وتعتمد منهجيته التحليل المكاني على تحويل الخرائط والشفافات من نمط إل Vector إلى نمط إل Raster ومن أهم وظائفها على سبيل المثال:

١- تحديد المناطق الصالحة للتنمية والمناطق المتدهورة.

٢- تحديد مناطق توطين الخدمات.

٣- استنتاج الميول والأسطح الطبوغرافية.

٢- نموذج التحليل المكاني Spatial Analysis Model

يتضمن نموذج التحليل المكاني أربع مراحل أساسية هي:

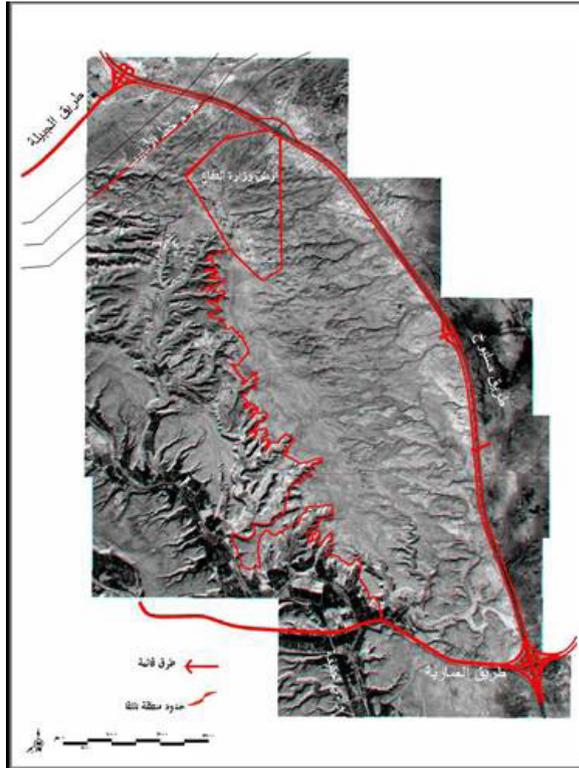
أ) تحديد منطقة الدراسة (الحيز الجغرافي).

ب) تحديد مجموعة الطبقات المؤثرة في عملية اختيار الموقع (البيانات الوصفية والمكانية).

ج) وصياغة المعايير التصنيفية وطرق تراكم طبقات البيانات مع بعضها البعض.

د) تحديد المواقع الأكثر ملائمة للتنمية العمرانية.

السيول به وبخاصة الجزء الجنوبي منه وإطلالته على وادي حنيفة من الجهة الشرقية للوادي، ويظهر هذا من خلال صورة القمر الصناعي IKONOS بالخرائط رقم (١).



الخرائط رقم (١). توضح صورة القمر الصناعي IKONOS لموقع الدراسة.

أختيرت المنطقة من قبل بلدية محافظة الدرعية بالتنسيق مع الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض لتحديد ما إذا كانت المنطقة ملائمة للتطوير السكني أم الترفيهي فقط حسب طبيعتها الجغرافية والمؤثرات البيئية؛ نظراً للطلبات الكثيرة التي وردت لبلدية الدرعية رغبة من ملاك الأراضي بغرض تطويرها سكنياً وقد حرصت البلدية على تفادي التأثيرات السلبية المتوقعة للتنمية العمرانية على بيئة المنطقة ووادي

٢- طبقة بيانات خاصة بالوديان ومجري السيول.

٣- طبقة بيانات لتصنيف التربة.

٤- طبقة لتحديد ملكيات الأراضي.

### ج) صياغة المعايير التصنيفية وطريقة التركيب

تهتم هذه المرحلة بتحديد المعايير الخاصة لاختيار منطقة التطوير والتي يتحدد لها الوزن النسبي لكل معيار من هذه المعايير، وكذلك أسلوب تركيب الطبقات مع بعضها ببعض، وما إذا كان هناك تكامل بين طبقة وأخرى أو تقاطع بينهم وهو ما يسمى بأدوات التحليل المكاني Spatial Analysis Tools مثل التقاطع Intersect أو الاتحاد Union... إلخ.، ووفقاً للموقع المختار بوصفه حالة دراسية فيمكن تحديد معيار الميول بأن المناطق التي نسبة الميول بها أقل من ١٥٪ تمثل مناطق صالحة للتطوير السكني.

### د) استنتاج الملائمة المكانية والتصميم النهائي

وهي مرحلة تستخدم فيها الدوال الحسابية الجبرية من طرح وجمع وضرب وقسمة، كذلك الدوال المشروطة والمنطقية، ومن خلالها يتم حساب حاصل الملائمة المختلفة لكل معيار داخل كل طبقة للوصول إلى أفضل المواقع الصالحة للتطوير السكني.

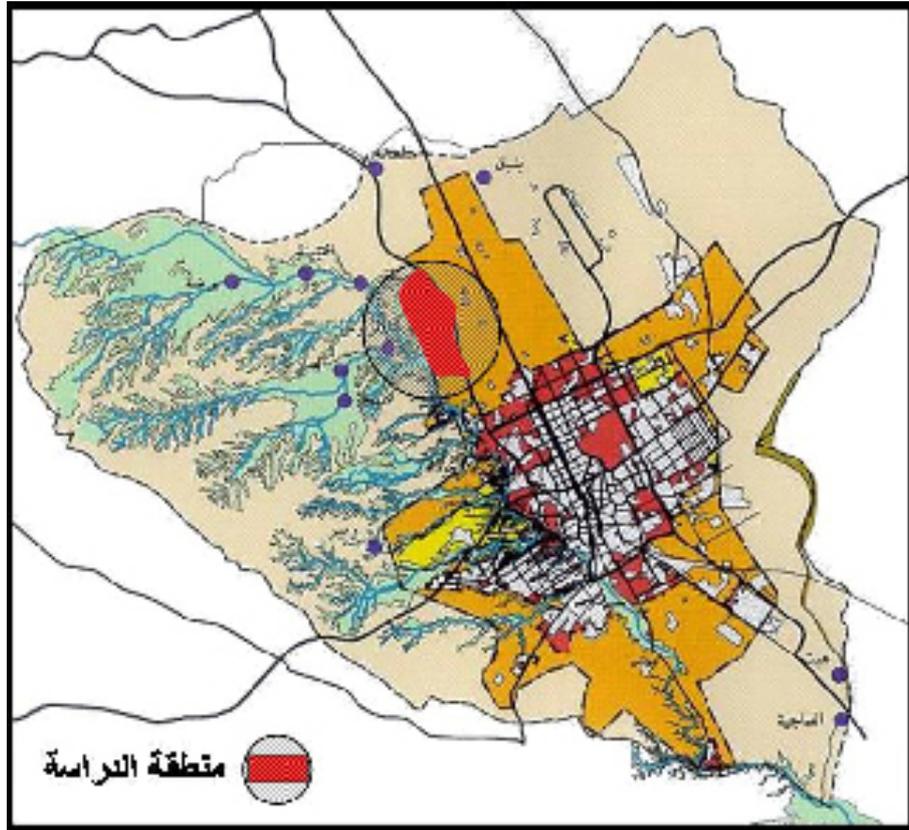
### ٣- الدراسة التطبيقية

تهدف الدراسة التطبيقية بالبحث إلى إظهار إمكانات استخدام أسلوب التحليل المكاني من خلال دمج الخرائط الرقمية لتحليل موقع ذو بيانات حقيقية. وقد اختيرت منطقة الدراسة وهي منطقة الملقا الواقعة ضمن نطاق بلدية محافظة الدرعية شمال غرب مدينة الرياض، والتي تبلغ مساحتها حوالي ٤٥ كيلومتراً مربعاً. والموقع مصنف حسب مقترحات المخطط الإستراتيجي الشامل كأحد المواقع الحساسة بيئياً لاخترق عدد من الأودية ومجري

الدراسة للتطوير السكني أو الترفيهي. هذا النموذج يعتمد أسلوبه على بناء ما يسمى النموذج الهيكلي للتحليل المكاني على أساس تبسيط المشاكل المعقدة والتي كما نعلم أن هناك تداخلاً في بياناتها وعلاقاتها المكانية والوصفية أيضاً، لذلك يتم صياغة هذا النموذج لتبسيط المشكلة الأساسية وصياغة طريقة حلها من خلال ما يسمى بالتخطيط البياني لمراحل العمل Flowchart (McCoy, 2002). يعتمد هذا التخطيط البياني في مجمله على مراحل التحليل المكاني مع إضافة أساليب وأدوات التحليل المستخدمة وتبسيط المشكلة الرئيسية إلى مجموعة مشاكل فرعية.

حنيفة، فقامت بطرح دراسة المنطقة بغرض التعرف على إمكانات التنمية العمرانية بها من خلال استخدام برمجيات أنظمة المعلومات الجغرافية. وقد وُفرت أربع دراسات أساسية في صورة خرائط رقمية للموقع من خلا البلدية كأساس للدراسة؛ وذلك لإجراء عمليات التحليل المكاني باستخدام الخرائط الرقمية وأدوات التحليل المكاني المتوفرة ببرنامج ArcGIS. والخريطة رقم (٢) توضح منطقة الدراسة بالنسبة لمدينة الرياض.

أ) بناء النموذج الهيكلي باستخدام برنامج الـ Spatial analysis model builder by spatial analyst software ضيغ نموذج تحليلي للوصول إلى مدى ملاءمة موقع



الخريطة رقم (٢). توضح موقع منطقة الدراسة بالنسبة لمدينة الرياض.

٣- تحديد قيم للملائمة لهذه الأهداف.

٤- حل المشكلة.

وبناءً على النموذج الهيكلي لتحليل البيانات تم الوصول إلى المناطق الصالحة للتنمية العمرانية والتي لها درجة ملاءمة عالية من خلال مجموعة من المراحل سيتم عرضها فيما يلي.

(ب) جمع البيانات

وهي مرحلة تم من خلالها تحديد البيانات والخرائط الرقمية المتوافرة للموقع (الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، ٢٠٠٣م)، حيث تم توفير الدراسات التالية لموقع الدراسة وهي:

١- صورة القمر الصناعي Ikonos للموقع بدقة ١م.

٢- خرائط رقمية لطبوغرافية الموقع بفاصل

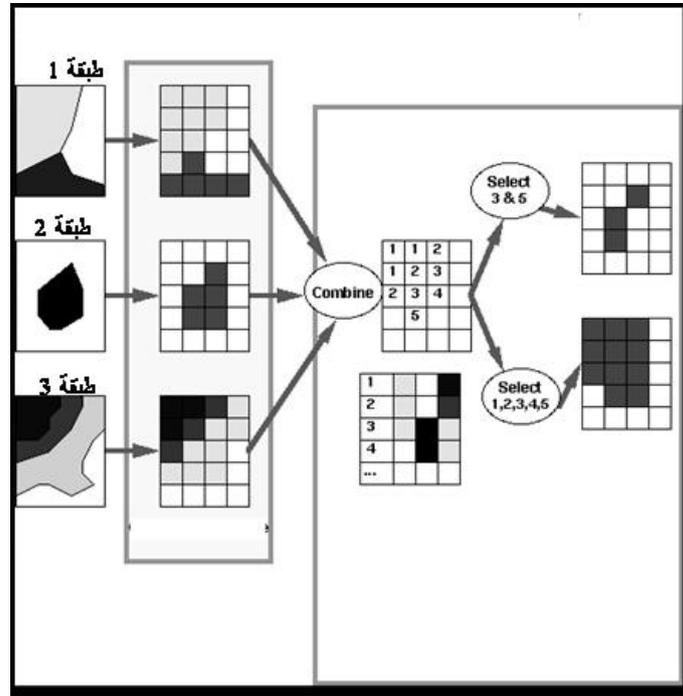
كنتوري ١م.

وعليه، يتم تحديد المشكلة المكانية والبيانات المرتبطة بها، ويهدف هذا إلى محاولة محاكاة الحقيقة المكانية وذلك عن طريق عرض العلاقات المكانية للمشكلة ومصادر البيانات في شكل طبقات، وعن طريق استخدام برنامج إل Spatial Analyst يتم تحويل الطبقات من نمط طبقات Vector إلى نمط طبقات Raster وهو ما يسمى بالنموذج التريبيعي أو الشبكي والذي يسجل لكل مربع Cell قيمة موضح فيها استخدام هذا الموقع كما هو موضح بالشكل رقم (٤).

ومفهوم هذا النموذج الهيكلي أو المخطط البياني مبني على تحديد المشكلة للوصول إلى الهدف عن طريق أربع مراحل أساسية، كما يوضحها الشكل رقم (٥) وهي:

١- تحديد المشكلة.

٢- تقسيم المشكلة إلى مجموعة من الأهداف.



الشكل رقم (٤). النموذج التريبيعي أو الشبكي Raster Model (McCoy & Johanson, 2002).

الموقع للتنمية العمرانية بناءً على هذه الدراسات والتي سنستعرضها في النقاط التالية:

• **طبوغرافية الموقع واستنتاج نسبة ملائمة الموقع للميول:** يتضح من تحليل طبوغرافية موقع الدراسة «منطقة الملقا» والتي تمت صياغتها على هيئة نسب ميول الأرض وصلاحيتها للتنمية والتي تظهرها الخريطة رقم (٣).

إن أكثر من ٩٥ ٪ من الموقع محل الدراسة صالحة للتنمية حيث إنها تقع بالمناطق التي ميولها لا تزيد عن ١٥٪. وهي المناطق التي يمكن أن تتوطن بها الاستخدامات السكنية مع بعض الاستخدامات الخدمية. وإن ما يقرب من ٢٪ من مساحة الأرض يمكن توظيفها كمناطق مفتوحة لكونها قريبة من حواف الوديان حيث تبلغ ميولها ١٦ - ٢٥٪. أما المناطق غير الصالحة للتنمية فهي التي تزيد نسبة ميولها عن ٢٥٪ وهي المناطق التي تقع على حواف مجارى السيول.

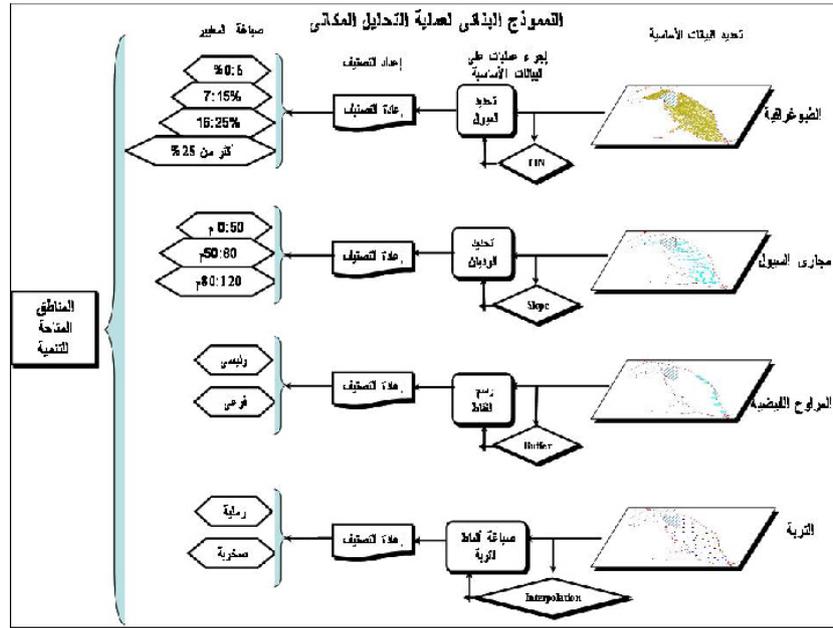
٣- خرائط رقمية لمواقع الوديان ومسارات مجاري السيول.

٤- خرائط رقمية لمجسات التربة على هيئة إحدائيات لأماكن المجسات وحُولت إلى مناطق ذات لها خصائص تربة متجانسة من خلال أدوات التحليل المتوفرة بالبرنامج «Interpolation» .

٥- خرائط مستنتج عليها أماكن المراوح الفيضانية وهي مستنتجه من معالجة صورة القمر الصناعي وخرائط مجاري السيول والزيارات الميدانية للموقع خلال فترات هطول الأمطار بالمنطقة.

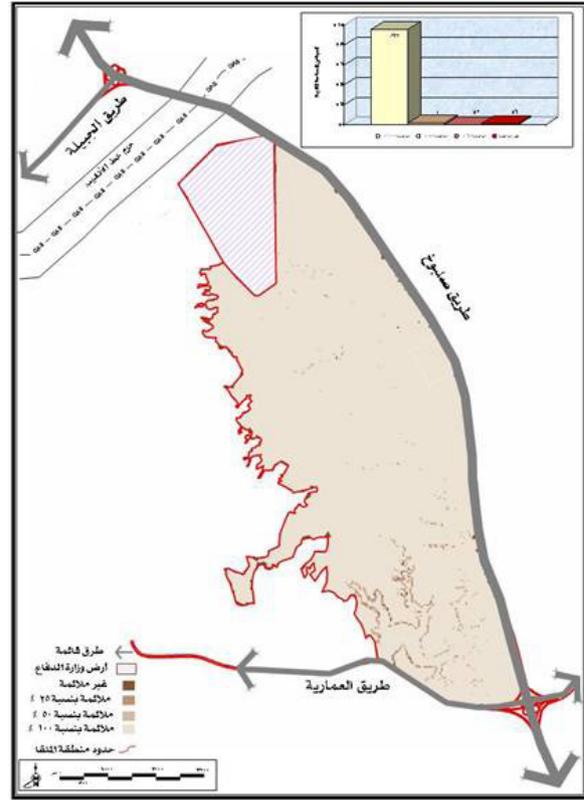
ج) استنتاج مؤشرات ودرجة صلاحية الموقع للتنمية العمرانية واستخدامات الأراضي

بعد إجراء التحليل المكاني واستخدام المعايير التي حددها فريق العمل لكل دراسة من الدراسات الطبيعية لموقع المشروع استنتجت أهم المؤشرات ودرجة ملائمة

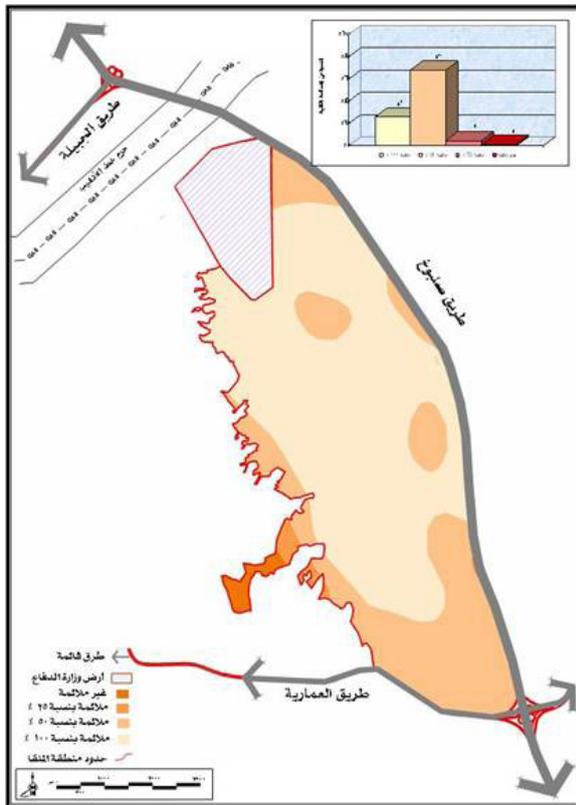


الشكل رقم (٥). النموذج الهيكلي لمنهجية التحليل المكاني «Model Builder».

الاستنتاجات أن الموقع يتميز بترته صخرية ولكن هناك تفاوت في درجة ملائمتها للتنمية العمرانية، ومن خلال تقرير الاستشاري وجد أنه يغلب على الموقع التربة الصخرية ذات درجة ملائمة تصل إلى ٥٠٪ وهي تمثل ما يقرب من ٦٥٪ من مساحة الموقع. كما تتدرج نسبة ملائمة التربة للتأسيس من وسط الموقع وتأخذ في التدرج إلى شماله وجنوبه، كذلك شرقه وغربه. تتركز المناطق غير الصالحة لتنمية العمرانية بمناطق الوادي، وذلك يرجع إلى كونها تربة رملية تحتاج إلى درجة تأسيس عالية وإحلال للتربة السطحية.



الخريطة رقم (٣). نسب ميول الموقع.

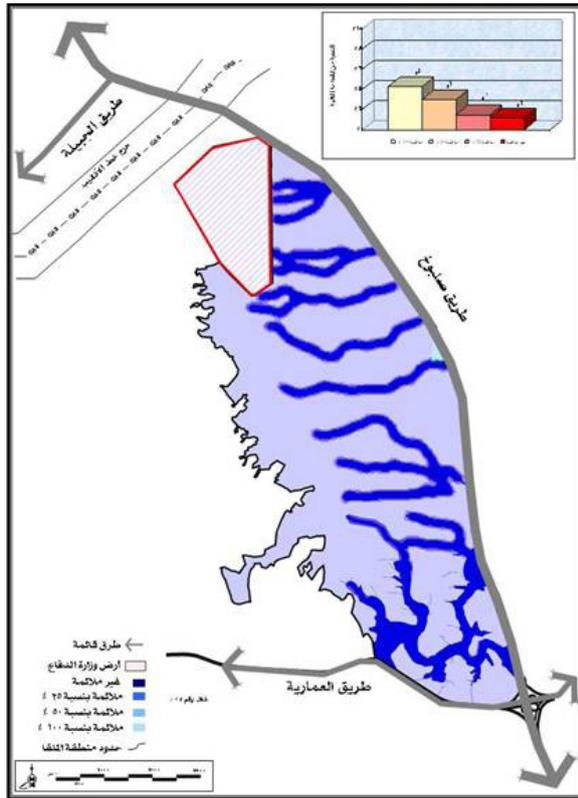


الخريطة رقم (٤). نسبة ملائمة التربة بالموقع.

• صلاحية التربة ودرجة صلابتها: أُستنتجت درجة ملائمة التربة للتنمية العمرانية من خلال الدراسة التي زود بها استشاري مجسات التربة فريق العمل. حيث مثلت على شكل نقاط (مواقع المجسات) وبعد ذلك استنتجت هذه المناطق من خلال استخدام أسلوب التعميم Generalization لتحويل بيانات هذه النقاط إلى مناطق والتي نتج عنها مساحات توضح قوة التربة وصلابتها وفقاً لمعايير استشاري التربة الواردة بالتقرير، وقد تم صياغتها داخل منهجية التحليل المكاني وإعطاء وزن نسبي لها من خلال الخريطة المستنتجة من هذا التحليل والتي تمثلها الخريطة رقم (٤)، ومن أهم

وشكل وحجم الصخور بها. ويتضح لنا من الخريطة رقم (٦) أن هذه المراوح الفيضية تتركز على طريق صلبوخ وتتركز بنسبة عالية بالمنطقة الجنوبية للموقع عند تقاطع طريق صلبوخ مع طريق العمارية. وقد تم تصنيفها إلى رئيسية وفرعية وفقاً لدرجة مجاري السيول التي تصب بها. وقد استنتج من هذا التحليل المكاني للدراسة النتائج التالية:

- ١- تتزايد درجة الملاءمة لصلاحية الموقع للتنمية من خلال هذه الدراسة كلما اتجهنا إلى داخل الموقع حيث تمثل نسبة درجة الملاءمة ما يقرب من ٩١٪ كمناطق صالحة للتنمية بنسبة.
- ٢- تمثل المناطق الغير صالحة للتنمية العمرانية نسبة ٩٪ من مساحة الموقع.



الخريطة رقم (٥). نسبة ملاءمة المناطق المتأثرة بمجري السيول.

• تأثير مجارى السيول والشعاب على درجة ملائمة الموقع للتنمية العمرانية: اعتمدت الدراسة التحليلية لمجاري السيول والشعاب على استنتاج مناطق الحماية Buffer Zone لهذه المجارى والشعاب وفقاً لعروضها وأهميتها بالموقع. كما طبقت المعايير المستنتجة من دراسة وادي حنيفة للاسترشاد بها لوضع مناطق الحماية لكل مجرى سيل أو شعاب. والخريطة رقم (٥) توضح مدى درجة صلاحية الموقع طبقاً لدراسة مجارى السيول والشعاب. ومن أهم نتائجها ما يلي:

١- يتضح من دراسة والتحليل المكاني للموقع أن ما يقرب من ٤٠٪ من مساحة الأرض صالحة بنسبة ١٠٠٪ وأن هناك ما يقرب من ٣٩٪ من المساحة صالحة بنسبة من ٥٠ - ٧٥٪. وهذا يؤكد على أن السمة الغالبة للموقع ودرجة ملاءمته من ناحية تحليل مجارى السيول والشعاب أنه صالح للتنمية العمرانية.

٢- تتفاوت درجة الملاءمة وفقاً لعرض ودرجة خطورة كل مجرى سيل. على ذلك، نلاحظ تركز المناطق غير الصالحة للتنمية أو التي تحتاج إلى اشتراطات صارمة للتنمية بها بالمناطق المحيطة بمجاري السيول وكذلك بطون هذه المجاري والشعاب وهي تمثل ١٤٪، أما الباقي فكانت صلاحيته للتنمية منخفضة جداً (أقل من ٥٠٪).

• تحليل موقع المراوح الفيضية وتأثيرها في درجة ملاءمة الموقع للتنمية العمرانية: المراوح الفيضية هي تتمثل في المواقع التي تنتهي بها مجاري السيول. وهي تشكل على هيئة مروحة تتجمع بها مياه السيول القادمة من هذه المجاري وتؤثر في صياغة الاستخدامات التي يمكن توطئتها بها؛ نظراً لتأثرها بمياه السيول. ولذلك تم وضع مناطق حماية لها تظهر مدى التأثير بغمر الأرض بالمياه. وقد استنتجها فريق العمل من خلال زيارة الموقع خلال أوقات السيل وكذلك التعرف على مظاهر التربة

عن مجارى السيول والمراوح الفيضية والتي تحقق المعايير الأساسية للدراسة.

٢- المناطق التي درجة ملاءمتها تتراوح من ٧٥: ٥٠٪ تمثل نسبة ٤٠٪ وهي أيضاً تعتبر صالحة ولكن تحتاج إلى مجموعة من الضوابط والاشتراطات لاستغلالها كمناطق سكنية كنسبة البناء والكثافات السكانية وكذلك درجة المحافظة على الميول ومجاري السيول.

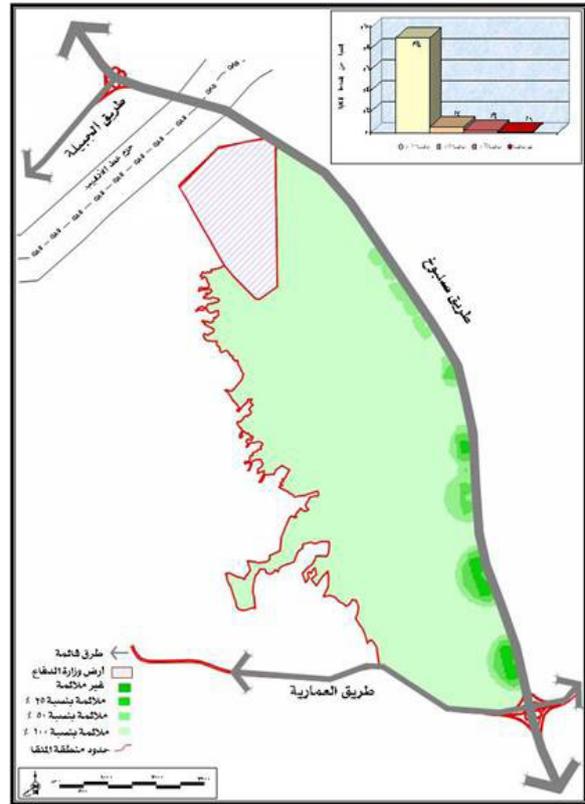
٣- هناك بعض المناطق درجة ملاءمتها للتنمية منخفضة ولكنها تحتاج إلى اشتراطات وضوابط للتنمية أكثر صرامة لضمان عدم تأثيرها السلبي على البيئة المحيطة تمثل تقريباً ٥٪.

٤- تتركز المناطق غير الصالحة للتنمية أو التي تحتاج إلى حفاظ على بيئتها الطبيعية من التدهور في بطون الوديان وكذلك على حوافها أو تكون واقعة بمناطق تجمع مياه السيول بمناطق المراوح الفيضية، وتمثل نسبة ١٪ من مساحة منطقة الدراسة.

#### ٤- صياغة الضوابط العمرانية لمنطقة الدراسة

خلصت مرحلة التحليل المكاني لمنطقة الدراسة إلى تحديد أربع مناطق تتفاوت في درجة ملاءمتها للتطوير العمراني (سكني أو ترفيهي) حيث يتميز كل منها بدرجة حساسية بيئية مستمدة من مجموع الخصائص الطبيعية للأرض وظروف موقعها، كما أصيغت مجموعة من الضوابط العمرانية لتعكس تلك النتيجة على شكل اشتراطات خاصة بكل منطقة بيئية حسب درجة ملاءمتها للتطوير<sup>(١)</sup>. علماً بأن الهدف الرئيس لوضع الاشتراطات هو تأمين حماية خصائص الموقع الطبيعية وخاصة الأودية والشعاب بأنواعها من تعدي التطوير السكني عليها.

(١) أتبعَت الدراسة المعايير والاشتراطات التي وردت بالتقرير النهائي للمخطط الإستراتيجي الشامل لمدينة الرياض وذلك لكي تكون الدراسة قابلة للتنفيذ.



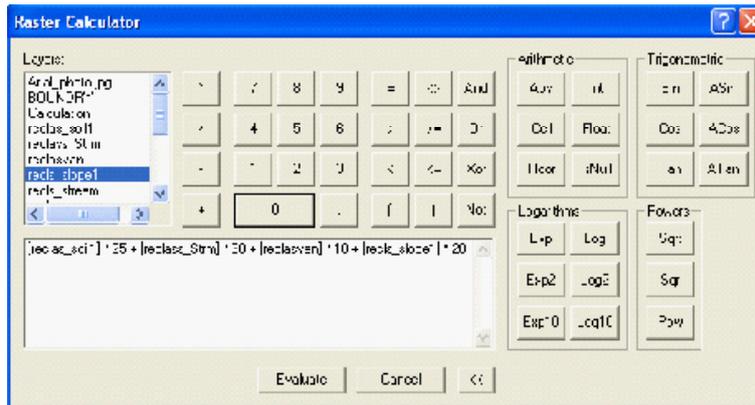
الخريطة رقم (٦). نسبة ملاءمة المناطق المتأثرة بالمراوح الفيضية.

#### (د) تقييم درجة ملائمة الموقع للتنمية العمرانية وفقاً لتحليلات الدراسات السابقة

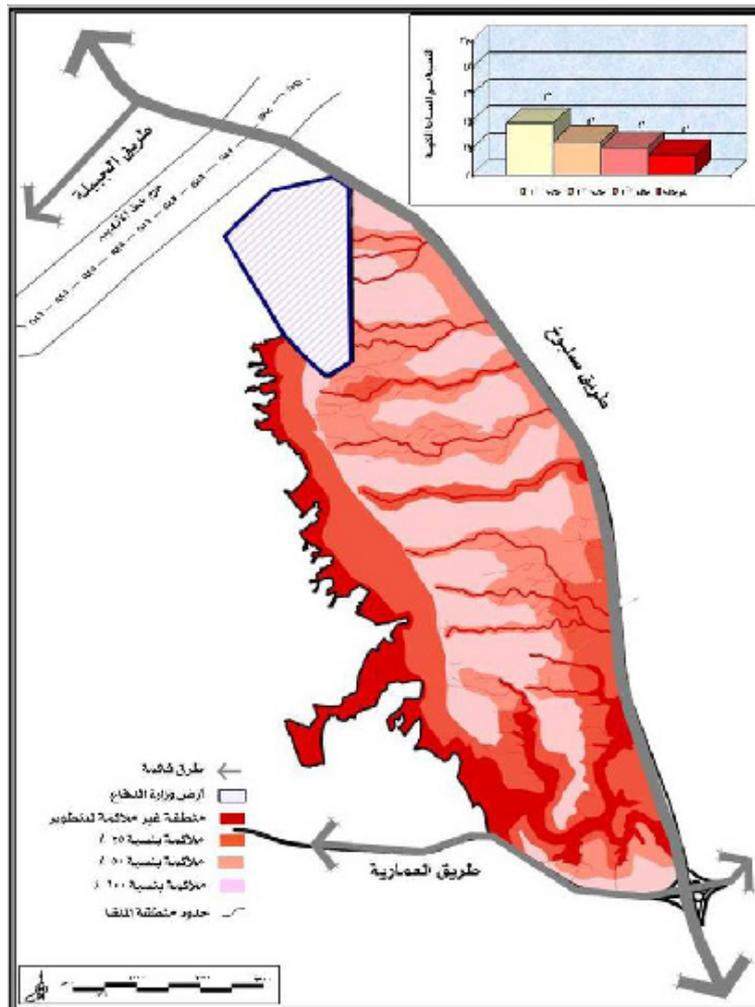
من خلال إجراء أسلوب التطابق التراكمي لجميع تحليلات الدراسات التي عملت للموقع كما هو واضح بالشكل رقم (٦)، أُستنتجت التقييم النهائي لدرجة ملاءمة الموقع للتنمية العمرانية وإعداد خريطة لدرجة الملاءمة والتي تظهر بالخريطة رقم (٧).

وقد أجرى تطابق لهذه الدراسات باستخدام أسلوب الجمع الجبري للخلايا التي قسم الموقع على أساسها واستنتج منها هذه المؤشرات التالية:

١- تبلغ نسبة المناطق الصالحة للتنمية العمرانية بالموقع والتي تحقق نسبة ملاءمة ١٠٠٪ ما يزيد عن ٥٤٪، وهي تتركز بالمناطق الداخلية وكذلك التي تبعد

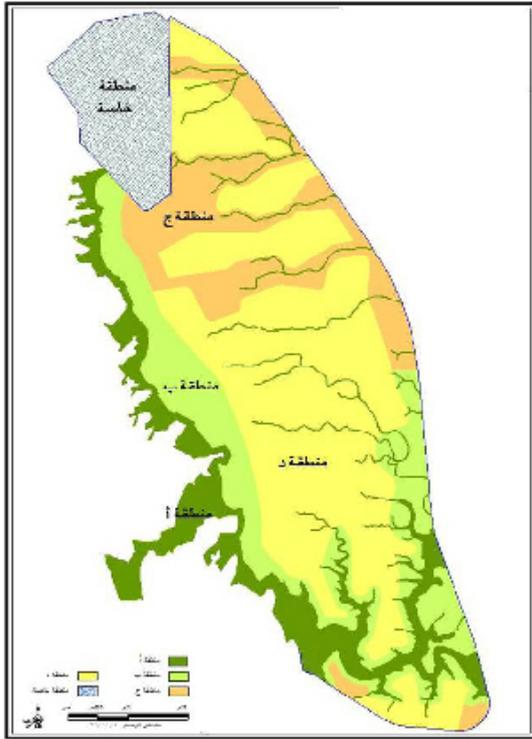


الشكل رقم (٦). حساب درجة الملائمة من خلال العمليات الحسابية والمنطقية.



الخريطة رقم (٧). نسبة ملاءمة الموقع باستخدام أسلوب التطابق والجمع الجبري لطبقات الدراسات للموقع.

والضوابط الصارمة أتاحت لبعض المساحات الواقعة ضمن تصنيف أقل من ناحية الملائمة للتطوير العمراني أن ترتقي لتصنيف أعلى من ناحية أنظمة الاستعمالات وبذلك أعطت مرونة أكبر للتطوير، وهذه المناطق بالتسلسل حسب حساسيتها البيئية هي كما يلي:



الخريطة رقم (٨). خريطة أنظمة استعمالات الأراضي وضوابط تطويرها.

أ) المنطقة (أ): الأراضي غير الملائمة للتطوير تمثل هذه المنطقة الأجزاء التي لا يجوز تملكها وذلك حسب الأوامر السامية التي تعد قنوات تصريف مياه الأمطار بالوادي كمنافع عامة لا تعود ملكيتها لأي شخص؛ لأنها تمثل العناصر البيئية الطبيعية المهمة من أودية وشعاب ومناطق تجمع للسيول بالإضافة إلى حماية وادي حنيقة وروافده الضخمة والتي تحد

تضمنت الاشتراطات التخطيطية لكل منطقة بيئية العناصر التالية:

١- للغرض والمتطلبات العامة للمنطقة والتي تعكس دورها وإسهامها في تحقيق الرؤية المستقبلية للمنطقة ومبادئ وتوجه سياسة المخطط الإستراتيجي الشامل لمدينة الرياض والمخطط الهيكلي لمحافظة الدرعية.

٢- الاستعمالات المسموح بها مع حالة السماح (بشروط أو بدون شروط).

٣- بعض المعايير التخطيطية المخصصة للتطوير العمراني في المنطقة.

تم تقسيم منطقة الدراسة - البالغ مساحتها ٦٤٣, ٥٨٦, ٤٠ متر مربع - من ناحية أنظمة استعمالات الأراضي وضوابط تطويرها إلى أربع مناطق رئيسة كما هو واضح في الخريطة رقم (٨) وذلك وفقاً لمدى ملائمتها للتطوير بأسلوب يعكس شكل وظروف طبيعة الأرض وفي الوقت نفسه يراعي الغرض الإستراتيجي المحدد للمنطقة مسبقاً بناءً على قرار الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض بعد مراجعة السياسات التخطيطية المحددة لمنطقة الدراسة والذي يسمح بالتطوير السكني فيها بما يتلاءم مع ما اعتمدت من توجهات رئيسة لهذه المنطقة في المخطط الإستراتيجي الشامل لمدينة الرياض.

لذلك كان لابد من معالجة الخريطة المنتجة من مرحلة التحليل لتكون قابلة للتنفيذ على الواقع، ومن إجراءات المعالجة التي تم تنفيذها هي توقيع خريطة التحليل على الصورة الفضائية ذات الدقة العالية والتأكد من تطابق حدود المناطق المقترحة مع العناصر الطبيعية وحدود الموقع، كذلك كان لابد من مراجعة المناطق المقترحة من عملية التحليل وإجراء تعميم لبعض الخصائص التي كونت مناطق صغيرة داخل مناطق أكبر مما يجعل توقيعها على أرض الواقع غير عملي، كما أن فرض بعض الأنظمة

الضوابط العمرانية لهذه المنطقة لتسمح بتطوير محدود يراعي حساسية المنطقة كما هو موضح بالجدول رقم (٢).

**ج) المنطقة (ج): الأماكن ذات الحساسية المتوسطة**  
هي عبارة عن مناطق متنوعة التضاريس التي تخترقها بعض مجاري السيول الرئيسية وتتركز فيها مجاري السيول الفرعية، وتأتي في المرتبة الثانية من حيث مدى ملاءمة التنمية والتطوير في أراضيها، وتمثل مساحة هذه المنطقة ١, ١٧٪ من إجمالي مساحة المناطق القابلة للتطوير، وقد صنفت كمنطقة للاستخدامات الترويجية الخاصة ولقد وضعت الضوابط العمرانية كما هو وارد بالجدول رقم (٣).

**د) المنطقة (د): الأماكن الأقل حساسية بيئياً**  
تعتبر هذه المنطقة الأقل حساسية للتطوير العمراني في منطقة الدراسة وذلك حسب نتيجة تحليل الموقع، وتمثل هذه المنطقة ٤, ٤٦٪ من إجمالي مساحة المناطق القابلة للتطوير، وقد حدد لها ضوابطها التخطيطية ليدخل من ضمنها السباح بالاستعمال السكني منخفض الكثافة، كما هو وارد بالجدول رقم (٤).

المنطقة من الجهة الغربية حيث تتميز بخطورتها، فهي تطل مباشرة على جرف الوادي الذي ينخفض بمتوسط ٣٠م وبحدود متعرجة وتضاريس صعبة معرضة لمخاطر جرف السيول وعوامل التعرية الجوية مما يهدد بالانهيارات في أي وقت بالإضافة إلى احتوائها على العديد من مجاري السيول التي تصب في الوادي وتمثل مورداً هاماً لسيول الوادي، كما أن أي تنمية ضمن نطاقها تطال الأودية بالتأثير المباشر وتعرضه للتلوث، وتمثل هذه المنطقة ٨, ١٦٪ من مساحة منطقة الدراسة، ويوضح الجدول رقم (١) معايير التطوير لهذه المنطقة.

**ب) المنطقة (ب): الأماكن الحساسة بيئياً**  
وتمثل المناطق ذات درجة الملاءمة الضعيفة للتطوير العمراني فهي تطل ذات حساسية بيئية لاحتوائها أو إطلالتها المباشرة على العناصر البيئية المميزة ذات الحساسية العالية كالأودية ومجاري السيول ومناطق تجمعها كما توفر منطقة حماية محاذية مباشرة للأودية بمسافة لا تقل عن ١٠٠م، وتبلغ مساحة هذه المنطقة ٧, ١٩٪ من إجمالي المناطق القابلة للتطوير، وجاءت

الجدول رقم (١). معايير التطوير في المنطقة (أ).

الموضوع	المعيار
الاستعمال	- يمكن الاستفادة من المواقع الملائمة بخلاف مجاري السيول كمنطقة ترفيهية مفتوحة على أن يكتفى بأعمال تنسيق المواقع والتشجير كما كان ينص على ذلك المخطط الإستراتيجي الشامل لمدينة الرياض. - لا يسمح بأي استعمال آخر في هذه المنطقة.
الكثافة	- لا يجوز إقامة أي بناء أو هيكل في هذه المنطقة إلا في حدود ضيقة عند الحاجة لمرافق عامة مساندة للاستعمال الترفيهي وبها لا يتجاوز ٥٪ من مساحة المنطقة.
تغطية قطعة الأرض	- يسمح بإضافة عناصر طبيعية بقصد تنسيق المواقع كالأشجار والمزروعات أو الأرضيات على أن لا تتجاوز نسبة المساحة المغطاة بعناصر غير مسامية ما نسبته ١٠٪ من مساحة المنطقة.

## الجدول رقم (٢). معايير التطوير في المنطقة (ب).

الموضوع	المعيار
الاستعمال	- ترفيهي مفتوح (مدن سياحية، مدن ألعاب، شاليهات). - ترويجي خاص (استراحات خاصة).
الكثافة	- الحد الأدنى لمساحة قطع الأراضي هو ١٥,٠٠٠ م <sup>٢</sup> . - يمنع تقسيم الأراضي إلى وحدات أكثر من واحدة.
تغطية قطعة الأرض	- التغطية القصوى للمباني لأي تطوير هي ٣٠٪ من مساحة قطعة الأرض.
الارتفاع	- لا تزيد الارتفاعات عن دور واحد بحد أقصى خمسة أمتار.
الارتدادات والخصوصية	- يجب الارتداد عشرة أمتار كحد أدنى من جرف الوادي أو مجرى السيل. - يُعد أي مبنى على بعد ٣٠ م من حدود العقار مستوفياً لمتطلبات الخصوصية. - أن تتقيد المباني التي تبعد بأقل من ٣٠ م من الحدود (ضمن ضوابط الارتدادات المعمول بها) بمتطلبات الخصوصية.

## الجدول رقم (٣). معايير التطوير في المنطقة (ج).

الموضوع	المعيار
الاستعمال	- ترفيهي مفتوح (مدن سياحية، مدن ألعاب، شاليهات). - ترويجي خاص (استراحات خاصة). - مساجد.
الكثافة	- الحد الأدنى لمساحة قطع الأراضي هو ٥,٠٠٠ م <sup>٢</sup> . - يمنع تقسيم الأراضي إلى وحدات بمساحة أقل من ٥,٠٠٠ م <sup>٢</sup> .
تغطية قطعة الأرض	- التغطية القصوى للمباني لأي تطوير هي ٣٠٪ من مساحة قطعة الأرض.
الارتفاع	- لا تزيد الارتفاعات عن دورين بحد أقصى ٤,٨ من المتر.
الارتدادات والخصوصية	- يعتبر أي مبنى على بعد ٣٠ م من حدود العقار مستوفياً لمتطلبات الخصوصية. - أن تتقيد المباني التي تبعد بأقل من ٣٠ م من الحدود (ضمن ضوابط الارتدادات المعمول بها) بمتطلبات الخصوصية.

## الجدول رقم (٤). معايير التطوير في المنطقة (د).

الموضوع	المعيار
الاستعمال	- سكني (فلل وقصور). - ترفيهي (حدائق ومنتزهات). - المرافق التي تتطلبها المناطق السكنية (مساجد ومدارس ومراكز تجارية).
الكثافة	- الحد الأدنى لمساحة قطع الأراضي هو ١,٥٠٠ م <sup>٢</sup> . - يمنع تقسيم الأراضي إلى وحدات بمساحة أقل من ١,٥٠٠ م <sup>٢</sup> .
تغطية قطعة الأرض	- التغطية القصوى للمباني لأي تطوير هي ٥٠٪ من مساحة قطعة الأرض.
الارتفاع	- لا تزيد الارتفاعات عن دورين بحد أقصى ٤, ٨ من المتر.
الارتدادات والخصوصية	- يعتبر أي مبنى على بعد ٣٠ م من حدود العقار مستوفياً لمتطلبات الخصوصية. - أن تتقيد المباني التي تبعد بأقل من ٣٠ م من الحدود (ضمن ضوابط الارتدادات المعمول بها) بمتطلبات الخصوصية.

## الخلاصة والتوصيات

بناء سيناريوهات مختلفة لما يتوافر به من أساليب حسابية تمكن المخطط من استعمالها واستنتاج أفضل السيناريوهات لتنمية وتطوير الموقع.

٤- بناء نظام تحليل مكاني يحتاج إلى فهم أدوات التحليل المكاني المتوفرة داخل بيئة برامج نظم المعلومات الجغرافية مما يتطلب ضرورة تدريس مناهج متقدمة لنظم المعلومات الجغرافية بكليات وأقسام التخطيط العمراني للاستفادة منها والتي تمثل جوهر العملية التخطيطية.

٥- ضرورة توفير خرائط رقمية والعمل على أن تكون ذات مرجعية مكانية Georeference لتسهيل أعمال تحليل الموقع وزيادة دقة تحديد إمكانات ومعوقات التطوير والتنمية للموقع.

٦- الاستفادة من برمجيات نظم المعلومات الجغرافية في أعمال اتخاذ القرارات التخطيطية لصياغة الضوابط العمرانية لمناطق التنمية بالمدن السعودية.

الدراسة التطبيقية أوجدت مثال تطبيقي يساعد على فهم وإدراك قدرات وأهمية هذا الأسلوب والتقنية كمدخل لتحليل وتصميم المواقع مما يزيد من كفاءة استغلالها ودقة القرارات المكانية التي يحتاجها المخططين والمصممين العمرانيين.

١- تحليل الموقع يحتاج إلى أساليب غير تقليدية تعمل على زيادة كفاءة اتخاذ القرارات المكانية لتطوير المناطق العمرانية.

٢- الأخذ بأسلوب التحليل المكاني باستخدام الخرائط الرقمية يساهم في إعداد التحليلات المطلوبة لتطوير منطقة معينة بشكل دقيق ويزيد من كفاءة المنتج التخطيطي.

٣- الأخذ بأسلوب التحليل المكاني الشبكي Raster Spatial Analysis يعطى إمكانات كبيره في

**Lengley, Paul A. & Batty, Michael.** *Spatial Analysis: Modeling in A GIS Environment*, John Wiley & Sons, Inc, New York, 1996.

**Zeiler, Michael.** *Modeling Our World*, ESRI Press, California, USA, 1999.

**Bailey, T. & Mumford, A.** *A Case Study Employing GIS and Spatial Interaction Model in Location Planning. Proceeding ESRI GIS Conference*, 1991, pp 55 : 65.

**Fotheringham, A. & Rogerson, P.** *Spatial Analysis and GIS*, Taylor & Frameis, London, 1994.

**Burrough, P.** *Principles of Geographic Information Systems For Land Resources Assessment*, Oxford University Press, UK, 1986.

**McCoy, J. & Johanston, K.** *Using ArcGIS Spatial Analysis*, ESRI Press, California, USA, 2002.

## المراجع

التقرير النهائي للمخطط الاستراتيجي الشامل لمدينة الرياض، ٢٠٠٣م.

**Rubentein, Harvey M.** *A Guide to Site and Environmental Planning*, John Wiley & Sons, Inc, New York, 1987.

**Lengley, Paul A. & Batty, Michael.** *Advanced Spatial Analysis: The CASA Book of GIS*, ESRI Press, California, USA, 2003.

**Anselin, L.** *Exploratory Spatial Data Analysis and Geographic Information Systems: A New Tools For Spatial Analysis*, Luxembourg, 1994.

**Haining, Robert P.** *Spatial Data Analysis: Theory and Practice*, Cambridge Press, UK, 2002.

## Applying Geographic Information Systems' Techniques to Evaluate Land Suitability for Urban Development. Analatical Study: AlMalqa Area-Diriyah

Mohamed A. AbdelHAMid and Musaad A. Al-Mosaind

*Associate Professor,*

*Urban Planning Dept. College of Architecture & Planning King Saud University*

(Received 16/10/1428H.; accepted for publication 8/1/1430H.)

**Keywords:** Geographic information systems, spatial analysis, urban development.

**Abstract.** Over the past three decades, it can certainly be argued that GIS has made significant strides in the presentation of data, particularly in the two-dimensional “map” and tabular formats. This paper explores geographical information systems (GIS) potentials as a basis for modeling urban planning concepts. We believe that the current powerful desktop GIS can be adapted and augmented to provide a computer-based support environment in which spatial data analysis can be done at the urban planning level. Furthermore, analytical design tools can be imbedded into the process.

This research describes the concept of site analysis and geographic information systems (GIS) techniques that could be used as a spatial decision support process. Moreover, the research utilizes GIS spatial analysis tools to evaluate land suitability for urban development whether for residential, recreational, or public services.

Finally, the research demonstrates how to utilize GIS spatial analysis tools by using ArcGIS-ArcInfo Spatial Analyst software to analyze land suitability for urban development and how to integrate between site analysis concepts and GIS analytical techniques. The research will analyze AlMalqa area to define where is the suitable land can be developed for urban uses. AlMalqa area located in Diriyah city (western part of AlRiyadh City) was selected as a case study for this research.