

(نسخة إلكترونية)

المجلد السابع عشر، العدد (١)، جمادى الآخرة ١٤٤٥هـ ديسمبر ٢٠٢٣م

كلمة هيئة التحرير

البحوث

قياس مؤشر الوصول الريفي لمحلية جنوب الجزيرة بجمهورية
السودان

د. فخرالدين أحمد عبد الله محمد

محاكاة النمو العمراني وتغير أغطية الأرض شمال مدينة مكة
المكرمة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات
الجغرافية

د. مليحة بنت حامد عبدالله العبدلي

محاكاة القيمة الفعلية للمطر وتأثيرها في تغير الغطاء النباتي
في محافظة الطائف باستخدام التقنيات الجيومكانية

د. أمينة عطا الله عبد ربه الرحيلي

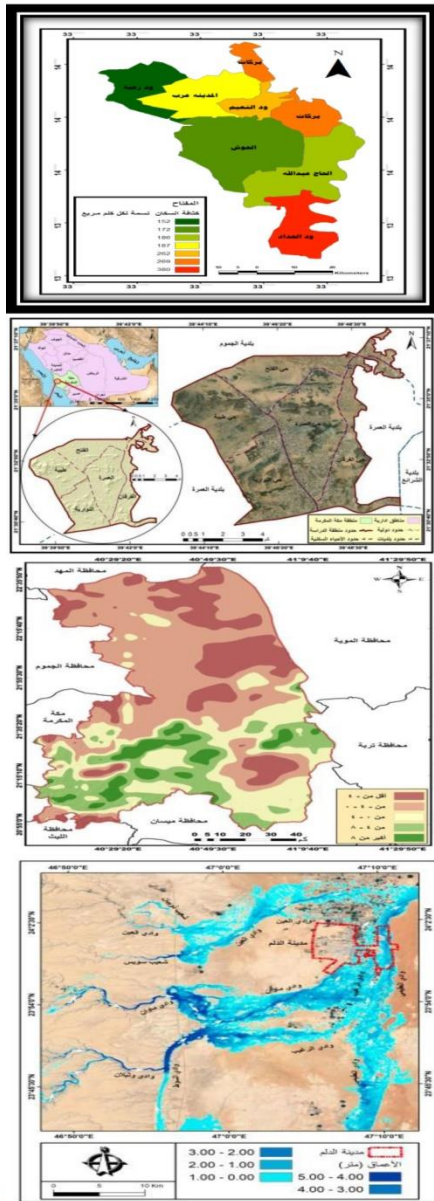
النمذجة المكانية - الزمانية للسيول في المناطق العمرانية -
مدينة الدلم، محافظة الخرج المملكة العربية السعودية -
أنموذجاً - استناداً إلى التكامل ما بين الجيوماتكس والنمذجة
الهيدروديناميكية

د. أشرف أحمد علي عبد الكريم

مراجعة الكتب

التقارير

المؤتمر الدولي الثالث للجيوماتكس - الجيومعلوماتية والعلوم الاجتماعية
المؤتمر الدولي الرابع - العلوم الإنسانية ومسارات التحول
المؤتمر الدولي الخامس - "دور الجغرافيا وتقنياتها الحديثة في التنمية



● أعضاء مجلس إدارة الجمعية الجغرافية السعودية ●

رئيساً	د. علي بن عبد الله الدوسري
نائب الرئيس	أ. محمد بن أحمد الراشد
أمين المال	د. فهد بن عبد العزيز المطلق
أمين المجلس	د. سلطان بن عياد الحربي
عضواً	د. عنبرة بنت خميس السعود
عضواً	د. بدر بن نايل العنزي
عضواً	د. بشير بن عبيد الشمري
عضواً	د. أمل بنت خميس آل مشيط
عضواً	د. مها بنت عبد الله الضبيعي

رقم الإيداع ٧٨٤٩ - ١٤٤٣ هـ

ردم ٩٢٥٤ - ١٦٥٨



المجلة العربية
لنظم المعلومات الجغرافية
(نسخة إلكترونية)
مجلة محكمة - نصف سنوية

المجلد السابع عشر العدد (١)
(جمادى الآخرة ١٤٤٥ هـ / ديسمبر ٢٠٢٣ م)

تصدر عن:
الجمعية الجغرافية السعودية

حصلت المجلة العربية لنظم المعلومات الجغرافية على معامل أرسيف (Q2)
لعام ٢٠٢٢ المتوافقة مع المعايير الدولية.

الجمعية الجغرافية السعودية (ج ج س)

● هيئة التحرير ●

رئيساً	أ.د. محمد شوقي بن إبراهيم مكي
عضواً	د. صباح بنت صالح الجنييد
عضواً	د. عادل معتمد عبد الحميد
عضواً	د. مفرح بن ضايم القرادي

● الهيئة الاستشارية ●

- أ.د. إسماعيل بن يوسف إسماعيل	جامعة المنوفية ، مصر.
- السيد / جاك دانجرموند	رئيس شركة إزري.
- أ.د. عبد القادر عبد اللاوي	فرنسا.
- أ.د. مايكل باتي	مركز دراسات الإحصاء - بريطانيا - لندن
- أ.د. محمد إبراهيم شرف	جامعة الإسكندرية - مصر.
- أ.د. محمد الخزامي عزيز	جامعة الفيوم - مصر.
- أ.د. محمد حسن محمود بهنسي	جامعة الإسكندرية - مصر.

● المراسلات ●

ص ب ٢٤٥٦ الرياض ١١٤٥١
هاتف: ٠٠٩٦٦ ١١ ٤٦٧٨٧٩٨ فاكس: ٠٠٩٦٦ ١١ ٤٦٧٧٧٣٢
بريد إلكتروني: sgsajgis@gmail.com

تعبر البحوث والدراسات التي تنشر في المجلة العربية لتنظيم المعلومات الجغرافية عن آراء كاتبها،
ولا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر هيئة التحرير أو الجمعية الجغرافية السعودية .

الأهداف:

نشر البحوث الأصلية في مجال النظم الجغرافية والتقنيات ذات العلاقة، ويشمل ذلك مجالات نظم المعلومات الجغرافية، والكارتوجرافيا، والمساحة، والاستشعار عن بعد، ونظم التوقيع الأرضي، والنمذجة، والتطبيقات الجغرافية التي تستخدم كافة النظم والتقنيات الجغرافية داخل المملكة وفي الوطن العربي.

قواعد النشر:

أولاً: قواعد أساسية

- ١- يُراعى في البحوث التي تتولى "المجلة العربية لنظم المعلومات الجغرافية" نشرها الأصالة العلمية، وصحة الإخراج العلمي، وسلامة اللغة؛ ويعد تقديم البحث للمجلة منحها حق الطبع والنشر.
- ٢- يشترط في البحث المقدم للمجلة ألا يكون قد سبق نشره من قبل، وللمجلة الحق في إلغاء نشر أي بحث يتضح أنه نشر أو قدم للنشر في قناة نشر أخرى.
- ٣- ترسل البحوث باسم رئيس هيئة تحرير المجلة العربية لنظم المعلومات الجغرافية.
- ٤- يقدم البحث على هيئة رقمية مطبوعة على (CD) مطبوع بنظام MS WORD بيئات النوافذ (Windows)، ويترك فراغ سطر واحد بين كل سطر وآخر بخط Al-Hotham للمتن وبخط Monotype Koufi للعناوين، وينط ١٦ أبيض للمتن، وينط ١٢ أبيض للهوامش، وينط أسود للآيات القرآنية والأحاديث الشريفة، ويرفق معه ثلاث نسخ مطبوعة على ورق بحجم A4 مع مراعاة أن يكون النسخ على وجه واحد، ويكون الحد الأعلى للبحث (٣٢) صفحة، أو (٨٠٠٠) كلمة، والحد الأدنى (١٥) صفحة تتضمن الجداول والأشكال والمراجع...الخ.
- ٥- للنص باللغة الإنجليزية ينبغي أن يكون النص بحجم ١٢ نقطة، وبخط تايمز الروماني في عمود واحد ونسق واحد، وينبغي ترك فراغ سطر واحد بين كل سطر وآخر في كامل البحث، مع الأخذ في الاعتبار أن لا تقل الهوامش اليمنى واليسرى عن ٣ سم لكل منهما.
- ٦- يرسل أصل البحث مع صورتين وملخص في حدود (٢٥٠) كلمة باللغتين العربية والإنجليزية.

- ٧- يراعى أن تقدم الأشكال على هيئة رقمية، وتعرض بالحاسب الآلي على برنامج Adobe Photoshop، أو على هيئة ESO أو تنسيق TIFF. على أن تكون أقل درجة وضوح للصورة ٣٠٠ نقطة، ومقاس ١٢٠ × ١٨٠ ملم، وتكون الأشكال الملونة على صيغة RGB. وتقدم الأشكال بالأبيض والأسود على وضعية التنسيق الرمادي.
 - ٨- يرسل الباحث مبلغ (٧٠٠ ريال سعودي أو ما يعادلها) للبحث الموافق عليه من قبل هيئة التحرير قبل إرساله للتحكيم لتغطية بعض تكاليف النشر، والمجلة ترحب باعتذار الباحثين عن نشر أبحاثهم عند الضرورة.
 - ٩- ترسل البحوث الصالحة للنشر والمختارة من قبل هيئة التحرير إلى محكمين اثنين - في الأقل - في مجال التخصص من داخل أو خارج المملكة قبل نشرها في المجلة، وفي حال اختلاف المحكمين يرسل البحث إلى محكم مرجح ثالث من ذوي الخبرة في موضوع البحث.
 - ١٠- تقوم هيئة تحرير المجلة بإبلاغ أصحاب البحوث بتاريخ تسلم بحوثهم. وكذلك إبلاغهم بالقرار النهائي المتعلق بقبول البحث للنشر من عدمه.
 - ١١- البحوث ومراجعات الكتب والتقارير لن تعاد لمؤلفيها سواء نشرت أم لم تنشر.
 - ١٢- يمنح كل باحث أو الباحث الرئيسي لمجموعة الباحثين المشتركين في البحث خمساً وعشرين نسخة من البحث المنشور.
 - ١٣- تطبق قواعد الإشارة إلى المصادر وفقاً للآتي:
- يستخدم نظام (اسم / تاريخ) ويقتضي هذا النظام الإشارة إلى مصدر المعلومة في المتن بين قوسين باسم المؤلف متبوعاً بالتاريخ ورقم الصفحة. وإذا تكرر المؤلف نفسه في مرجعين مختلفين يذكر اسم المؤلف، ثم يتبع بسنة المرجع، ثم رقم الصفحة. أما في قائمة المراجع فيستوجب ذلك ترتيبها هجائياً حسب نوعية المصدر على النحو الآتي:

الكتب:	يذكر اسم العائلة للمؤلف (المؤلف الأول إذا كان للمرجع أكثر من مؤلف واحد) متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الكتاب، فرقم الطبعة - إن وجد - ثم الناشر، وأخيراً مدينة النشر.
الدوريات:	يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان المقالة، ثم عنوان الدورية، ثم رقم المجلد، ثم رقم العدد، ثم أرقام صفحات المقال (ص ص ٥-١٥).
الكتب المحررة:	يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الفصل، ثم يكتب (في in) تحتها خط، ثم اسم عائلة المحرر متبوعاً بالأسماء الأولى، وكذلك بالنسبة للمحررين المشاركين، ثم (محرر ed. أو محررين eds). ثم عنوان الكتاب، ثم رقم المجلد، فرقم الطبعة، وأخيراً الناشر، فمدينة النشر.
الرسائل غير المنشورة:	يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة الحصول على الدرجة بين قوسين، ثم عنوان الرسالة، ثم يحدد نوع الرسالة (ماجستير/ دكتوراه)، ثم اسم الجامعة والمدينة التي تقع فيها.

أما الهوامش فلا تستخدم إلا عند الضرورة القصوى وتخصص للملاحظات والتطبيقات ذات القيمة في توضيح النص. هناك العديد من معالجات النصوص تقوم ببناء حواشي مرتبطة بالنص، ويمكن استخدام هذه الميزة.

١٤- رومنة المراجع العربية: يلتزم الباحث برومنة توثيق المقالات المنشورة في الدوريات العربية الواردة في قائمة المراجع العربية (مع الإبقاء عليها في قائمة المراجع العربية)، وفقاً للنظام الآتي:

أ) إذا كانت بيانات المقالة المنشورة باللغة العربية الواردة في قائمة المراجع (التي تشمل اسم، أو أسماء المؤلفين، وعنوان المقالة، وبيانات الدورية) موجودة باللغة الإنجليزية في أصل الدورية المنشورة بها، فتكتب كما هي في قائمة المراجع، مع إضافة كلمة (in Arabic) بين قوسين بعد عنوان الدورية.

ب) إذا لم تكن بيانات المقالة المنشورة باللغة العربية موجودة باللغة الإنجليزية في أصل الدورية المنشورة بها، فيتم رومنة (Romanization / Transliteration) اسم، أو

أسماء المؤلفين، متبوعة بسنة النشر بين قوسين (يقصد بالرومنة النقل الصوتي للحروف غير اللاتينية إلى حروف لاتينية، تمكن قراء اللغة الإنجليزية من قراءتها، أي: تحويل منطوق الحروف العربية إلى حروف تنطق بالإنجليزية)، ثم يتبع بعنوان المقالة إذا كان متوافراً باللغة الإنجليزية في أصل المقالة، وإذا لم يكن متوافراً فتم ترجمته إلى اللغة الإنجليزية، ثم يتبع باسم الدورية التي نشرت بها المقالة باللغة الإنجليزية إذا كان مكتوباً بها، وإذا لم يكن مكتوباً بها فيتم ترجمته إلى اللغة الإنجليزية. ثم تضاف كلمة (in Arabic) بين قوسين بعد عنوان الدورية.

ج) توضع قائمة بالمراجع العربية بعد المتن مباشرة، مرتبة هجائياً حسب الاسم الأخير للمؤلف الأول، وفقاً لأسلوب التوثيق المعتمد في المجلة.

د) يلي قائمة بالمراجع العربية، قائمة بالمراجع الإنجليزية، متضمنة المراجع العربية التي تم ترجمتها، أو رومنتها، وفق ترتيبها الهجائي (باللغة الإنجليزية) حسب الاسم الأخير للمؤلف الأول، وفقاً لأسلوب التوثيق المعتمد في المجلة.

ثانياً: ترتيب البحث:

العنوان: أدخل عنواناً موجزاً (لا تزيد عن ١٥ كلمة)، وغني بالمعلومات، مع تجنب الاختصارات والصيغ الرياضية حيثما كان ذلك ممكناً.

أسماء المؤلفين وانتماءاتهم: اذكر أسماء المؤلفين بوضوح. اعرض انتماءات المؤلفين في الحاشية مع إشارة نجمة.

مؤلف كتاب المقابلة: تتم الإشارة بوضوح إلى المؤلف في الحاشية لأولئك الذين هم على استعداد للتعامل مع المراسلات في جميع مراحل التحكيم والنشر، وأيضاً بعد نشر البحث. ويمكن توفير العنوان البريدي الكامل للمؤلف، بما في ذلك اسم الدولة، ورقم الهاتف (مع رمز المنطقة والدولة) وعنوان البريد الإلكتروني.

الخلاصة: يجب أن يشتمل كل بحث على معلومات ملخصة من ١٠٠ إلى ٢٥٠ كلمة بخط من حجم ١٠ نقطة. وينبغي أن يشرح الملخص المعلومات المهمة ذات الصلة بهدف الورقة، والأسلوب والنتائج، والاستنتاجات. وينبغي تجنب الاختصارات غير القياسية أو غير المألوفة.

كلمات رئيسية: ينبغي إدراج خمس كلمات رئيسية بعد الملخص.

مقدمة: تضم المقدمة أهداف العمل، مع تقديم خلفية كافية، وتجنب تضمينها دراسة مفصلة للأدبيات أو ملخصاً للنتائج.

الدراسات السابقة: تقديم موجز للدراسات سابقة وأهم نتائجها، مع الإشارة إلى اختلاف هذه الدراسة عن تلك الدراسات.

المنهج: يجب أن يكون تصميم البحث ومنهجه محدداً بوضوح.

النتائج: يجب أن تكون النتائج واضحة ومختصرة.

المناقشة والاستنتاج: هذا القسم يجب أن يعرض أهمية نتائج هذا العمل. والجمع بين "المناقشة والنتائج" غالباً ما يكون مناسباً. ويمكن تقديم الاستنتاجات الرئيسية للدراسة في قسم خاص بـ "الاستنتاجات"، والتي قد تقدم لوحدها أو أن تكون فرعاً من قسم المناقشة.

خاتمة: تضم نقاط واضحة تبرز أهم ما توصلت إليه الدراسة من واقع المناقشة (يمكن أن يشمل هذا الجزء على توصيات محددة، ولا يفضل أن يفرد لها عنوان خاص).

كلمات الشكر والتقدير: توضع كلمات الشكر، بما في ذلك المعلومات عن المنح، وذلك قبل قائمة المراجع، في قسم منفصل.

المراجع: الرجاء التأكد من أن كل مرجع ورد في النص موجود أيضاً في قائمة المراجع (والعكس بالعكس). وينبغي أن تتبع المراجع المذكورة هنا النظام المتبع من الجمعية الجغرافية السعودية الذي سبق شرحه في المادة ١٢ من قواعد النشر.

الاستشهادات في النص: الرجاء التأكد من أن كل مرجع تم الاقتباس منه في النص موجود أيضاً في قائمة المراجع (والعكس بالعكس).

قائمة المراجع: المراجع يجب أن تكون مرتبة أبجدياً، ثم تفرز بعد ذلك زمنياً إذا لزم الأمر. وإذا وجد أكثر من مرجع واحد من المؤلف نفسه في السنة نفسها فلا بد من تحديدها بالحروف "أ"، "ب"، "ج"، "د"، "هـ"، والتي توضع بعد عام النشر.

الملاحق: ينبغي أن توضع الملاحق في نهاية المخطوط، بعد قائمة المراجع. وفي الدراسات التي تتضمن تطوير معايير للقياس، ينبغي التأكيد على وضع أداة القياس في النص الرئيسي أو في الملاحق.

- سيرة المؤلف: تذكر سيرة المؤلف أو المؤلفين مختصرة (لا تزيد عن صفحة واحدة) بعد الملاحق.
- دور كل باحث في الدراسات المشتركة: لا بد أن يوضح أسفل الصفحة الأولى من البحث دور كل باحث في الجوانب الآتية:
- ١- من صاحب فكرة البحث.
 - ٢- من قام بصياغة البحث.
 - ٣- من قام بالمراجعة والتدقيق اللغوي أو التحريري.
 - ٤- من قام بإعداد البيانات وإخراجها.
 - ٥- من قام بتحليل النظري والإحصائي إن وجد.
 - ٦- من تولى طلب النشر (وإذا اشترك أكثر من باحث في أحد الجوانب السابقة تحدد نسبة إضافة كل باحث ومجال هذه الإضافة).

قائمة المحتويات

الصفحة	اسم الباحث	اسم البحث
١	د. فخرالدين أحمد عبدالله محمد	قياس مؤشر الوصول الريفي لمحلية جنوب الجزيرة بجمهورية السودان
٥١	د. مليحة بنت حامد العبدلي	محاكاة النمو العمراني وتغير أغطية الأرض شمال مدينة مكة المكرمة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية
٩٣	د. أمينة عطا الله عبد ربه الرحيلي	محاكاة القيمة الفعلية للمطر وتأثيرها في تغير الغطاء النباتي في محافظة الطائف باستخدام التقنيات الجيومكانية
١٤٥	د. أشرف أحمد علي عبد الكريم	النمذجة المكانية - الزمانية للسيول في المناطق العمرانية مدينة الدلم، محافظة الخرج المملكة العربية السعودية - أنموذجاً استناداً إلى التكامل ما بين الجيوماتكس والنمذجة الهيدروديناميكية
٢٣٥		المؤتمر الدولي الثالث للجيوماتكس - الجيومعلوماتية والعلوم الاجتماعية
٢٤٥		المؤتمر الدولي الرابع - العلوم الإنسانية ومسارات التحول
٢٥٥		المؤتمر الدولي الخامس - دول الجغرافيا وتقنياتها الحديثة في التنمية المستدامة بالدول العربية

كلمة التحرير

استهل هذا العدد ببحث مهم جداً ولصيق بأهداف المجلة في إلقاء الضوء على أحد الطرق الحديثة في تمثيل البيانات وإنتاج الخرائط، واستعراض الجانب التطبيقي من حيث قدرتها على التمثيل البصري للبيانات ذات البعدين الثالث والرابع (الخرائط الزمنية- المكانية) في منطقة الدراسة باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية لإبراز البيانات المركبة باستخدام عدد من المناهج والأساليب الخرائطية خلال فترات زمنية مختلفة وبيانات قد تتميز بالكثافة، والدقة الخلوية المرتفعة. وتمكنت هذه الدراسة من تحديد نمط التغير في علاقة المكان بما حوله من أماكن.

وارتبط البحث الثاني بمتلازمتين ترتبطان بخصائص البيئة الطبيعية والإنسان في المكان، حيث يمكن أن تكون هذه العلاقة سلبية ومتافرة، ولكن الإنسان يمكن بمهاراته التقنية يمكن أن يجعل هذه العلاقة إيجابية وبناءة باستخدام بعض وسائل الحماية التي تقلل من حدة التأثيرات السلبية.

وأتى البحث الثالث لمناقشة تأثير العمران وأدواته من خلق آثار سلبية على حياة الإنسان بالتأثير على جودة الهواء، والماء، والتربة، والمخاطر الصحية المحيطة به. وقدمت مقترحات مهمة للتخفيف من الآثار الضارة لبعض هذه الأدوات (مصانع الأسمنت) على حياة الإنسان والبيئة العمرانية التي يقيم فيها.

واختتم العدد ببحث مهم جداً في التخطيط العمراني، حيث تمكن الباحث من بناء نموذج مكاني- زمني لمحاكاة تدفق السيول في المناطق العمرانية للمدينة العربية بالتطبيق على مدينة الدلم بمحافظة الخرج في المملكة العربية السعودية. ويعد هذا البحث عظيم الفائدة لأصحاب الاختصاص وأصحاب القرار لتجنب البناء في المناطق المعرضة لمخاطر السيول التي كثيراً ما تؤثر على الكائنات الحية وغير الحية. وتمكن الباحث من بناء وتطوير نمذجة مكانية- زمانية للسيول التي يمكن أن تفيد منطقة الدراسة وأية مناطق أخرى لها الظروف نفسها. ونجح الباحث في هذه الدراسة من الدمج بين الجيوماتكس، ونظم المعلومات الجغرافية، والنمذجة الهيدرولوجية- ديناميكية لخلق ذلك النموذج المكاني والزمني.

وضم هذا العدد تقريراً مفصلاً عن "المؤتمر الافتراضي الثاني للمدرسة الجغرافية العربية في النقل والتجارة والاتصالات تحت عنوان "النقل والاتصالات ودورها في التنمية والتكامل الاقتصادي العربي". وقد شارك في تنظيم هذا المؤتمر مؤسسة المجمع العلمي المصري، ومركز الإمارات لأبحاث التنقل بجامعة الإمارات العربية المتحدة، في الفترة من ٢٤-٢٦ مارس ٢٠٢٢ م، تحت رعاية كريمة من كل من معهد الدراسات والبحوث العربية بالقاهرة، وقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية بجامعة الفيوم، وشركة إيدج برو لأنظمة المعلومات. وناقش المؤتمر أربعة محاور رئيسة و١٦ محورا فرعيا تتصل بموضوع المؤتمر، بالإضافة إلى مرافقة المؤتمر لثمان محاضرات عامة تتصل بمحاور المؤتمر، وثلاث ورش عمل هدفت إلى دعم قدرات الباحثين العرب في مجال النقل. وكرم في المؤتمر الأستاذ الدكتور أسعد سليمان عبده، أستاذ جغرافية النقل السابق بقسم الجغرافيا بجامعة الملك سعود، وعضو مجلس الشورى السعودي السابق، كشخصية للمؤتمر الثاني، لما له من إسهامات عديدة ومهمة في مجال جغرافية النقل ولكونه الجغرافي الأول الذي حصل على الدكتوراه في المملكة العربية السعودية. وعرض في الجلسة الختامية للمؤتمر ١٣ توصية مهمة تتصل بأمور النقل.

وفي الختام، نأمل أن تكون موضوعات هذا العدد قد ساهمت في إثراء الفكر الجغرافي التطبيقي والتطبيقي للجغرافيين والمهتمين بتطبيقات التقنيات الجغرافية. ويسعد هيئة التحرير أن تقدم خالص الشكر والتقدير للباحثين والمراسلين المستميرين في التواصل مع مجلتهم ومدّها بالبحوث العلمية الرصينة والمراجعات المفيدة التي تشري وتشيع حب المتخصصين والمهتمين بالجغرافيا وتطبيقاتها.

هيئة التحرير

قياس مؤشر الوصول الريفي لمحلية جنوب الجزيرة بجمهورية السودان

د. فخر الدين أحمد عبد الله محمد^(١)

الملخص:

تناولت الدراسة موضوع قياس مؤشر الوصول الريفي بمحلية جنوب الجزيرة بجمهورية السودان، وقد هدفت الدراسة إلى معرفة نسبة سكان الريف في محلية جنوب الجزيرة ووحداتها الإدارية، الذين يعيشون على بعد كيلومترين من الطريق في جميع الأحوال الجوية بما يعادل المشي لمدة تتراوح بين ٢٠ إلى ٢٥ دقيقة، من خلال تراكم طبقات سكان الريف، والحدود الإدارية والطرق الصالحة لكل الأحوال الجوية باستخدام التقنيات الجغرافية المكانية. جمعت الدراسة بياناتها من مصادر متعددة، شملت البيانات المكانية للتعداد السكاني الخامس (٢٠٠٨م)، واسقاطات السكان لعام (٢٠١٨م)، وبيانات الهيئة القومية للطرق والجسور السودانية، وخرائط (Open Street Map- OSM) مفتوحة المصدر، وموارد شركة إيزري في منصة (ArcGIS)، والرحلة العلمية التي تم فيها جمع بيانات عينة الدراسة باستخدام أجهزة (GPS GARMIN 60CSx)، والهاتف الذكي وبرمجياته (Roadroid)، والكاميرا الذكية (ROVE-R2-4k) وبرمجياتها (ROVE).

بعد تحليل البيانات المدخلة توصلت الدراسة إلى عدد من النتائج تمثلت في أن طرق محلية جنوب الجزيرة أقل عرضة للتلف، والغسيل، والانزلاق بسبب الطقس، والمناخ، والتضاريس، مما أدى إلى قلة مستوى إغلاق الطرق الذي نتج عنه عامل وصول أعلى؛ وأن

١ أستاذ مشارك في تطبيقات التقنيات الجغرافية المكانية في دراسات جغرافية النقل، قسم العلوم البيئية، كلية العلوم، جامعة بيشة، ص ب ٤٥٧٦، بيشة، ٦٧٧١٤ المملكة العربية السعودية وقسم الجغرافيا- كلية التربية، جامعة أم درمان الإسلامية، ص ب ٣٨، أم درمان، ١٥٥١١ جمهورية السودان.

faabdall@ub.edu.sa & fakhir2004fakhir2004@gmail.com

هنالك تفاوت في جودة الطرق المحلية حسب معامل الخشونة الدولي، فنجد أن ٣٤٪ من الطرق المعبدة توصف بأنها جيدة جداً، وجيد، و٦٦٪ توصف بأنها ضعيفة، وضعيفة جداً، لكن تأثيرها منخفض على إغلاق الطرق المعبدة بسبب الطقس والمناخ. وبالتالي فإن عامل الوصول أعلى، وأن ١٠٠٪ من الطرق الممهدة توصف بين جيد جداً، وجيد، وعادل، وبالتالي تأثيرها منخفض على إغلاق الطرق الممهدة، مما أدى إلى عامل وصول أعلى. أما الطرق غير الممهدة فإنها توصف بين جيد جداً، وجيد، وعادل، بنسبة ٩٧٪، وبنسبة ٣٪ ضعيف، وبالتالي تأثيرها متوسط على إغلاق الطرق غير الممهدة، وبالتالي عامل وصول متوسط. وبلغت كثافة الطرق المحلية (٠.٦٦) كم طولي لكل كم^٢، وأن نسبة السكان الذين يعيشون على بعد ٢ كيلو متر من طريق صالح لكل الأحوال الجوية بما يعادل ٢٠-٢٥ دقيقة من المشي بلغت نسبتها (٩٧٪)، وبنسبة (١٠٠٪) للتعليم الأساس، و(٨٨٪) للتعليم الثانوي، و(٨٧٪) للخدمات الصحية من نسبة السكان في المحلية، وأن هذه النسب تتفاوت داخل الوحدات الإدارية لمحلية جنوب الجزيرة.

وأوصت الدراسة باستخدام طريقة التقنيات الجغرافية المكانية في حساب مؤشر الوصول الريفي، وأن تشارك أقسام الجغرافيا في السودان والوطن العربي بتصحيح بيانات (Open Street Map- OSM) مفتوحة المصدر، وألا تُترك عملية التصحيح والإضافة للمتطوعين غير المتخصصين، كذلك يمكن لأقسام الجغرافيا تكملة وتحديث البيانات المكانية للتعدادات السكانية، وإضافة البيانات الوصفية، وأن لكل جامعة نطاق مكاني، يمكن أن يتوافر فيه طلاب يعرفون التفاصيل الجغرافية للمنطقة. كما توصي الدراسة المسؤولين الإداريين في منطقة الدراسة بالاستفادة من نتائج الدراسة ومن التقنيات المكانية الجغرافية، في تحسين جودة الخدمات (الطرق، والتعليم، والصحة).

كلمات مفتاحية: مؤشر الوصول الريفي، مؤشر الخشونة الدولي، التقنيات الجغرافية المكانية، البيانات الجغرافية، طريق صالح لجميع الأحوال الجوية.

مقدمة:

مؤشر الوصول الريفي (RAI) مؤشر رئيسي للنقل يكشف الضوء عن الدور الحاسم للوصول، والتنقل، والحد من الفقر في البلدان الفقيرة. ويعد المؤشر جزءاً من نظام قياس النتائج للمؤسسة الدولية للتنمية (Roberts, 2006, p. vii). يوفر مؤشر الوصول الريفي أساساً ثابتاً لتقدير نسبة سكان الريف الذين لديهم وصول كاف إلى نظام النقل، كما يمكن أن يساعد على إثراء السياسات والاستراتيجيات التي تضمن توزيع مكافآت التنمية بشكل أكثر إنصافاً على سكان الريف. ويعد تحسين إمكانية وصول الرجال والنساء الريفيين إلى وسائل النقل في البلدان المنخفضة الدخل أمراً ضرورياً لتعزيز التنمية الريفية، وزيادة استيعاب خدمات التنمية البشرية (التعليمية والصحية). يعد مؤشر الوصول الريفي أحد أهم المؤشرات العالمية في قطاع النقل، وهو المقياس الوحيد المستخدم في الأهداف الإنمائية المستدامة لتتبع التقدم المحرز نحو تحسين خدمات النقل في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل.

توجد طريقتين لقياس مؤشر الوصول الريفي، طريقة المسح الأسري، وطريقة التقنيات الجغرافية المكانية والبيانات المحلية والعالمية. التقنيات الجغرافية المكانية (نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)، أنظمة الملاحة العالمية عبر الأقمار الصناعية (GNSS)، تطبيقات الهاتف المحمول للطرق المفتوحة المصدر (Road lab)، أو المدفوعة القيمة (Total Pave)، والكاميرا الذكية (ROVE-R2-4k) وبرمجياتها (ROVE)، الصور الجوية (Aerial photograph)، الاستشعار عن بعد (Remote Sensing)، نظم المعلومات الجغرافية (GIS). (فخر الدين وآخرون، ٢٠١٩م، ص ١٧١). تستخدم التقنيات الجغرافية المكانية في إعداد البيانات الجغرافية المكانية المحلية والعالمية المستخدمة في قياس مؤشر الوصول الريفي. كما تستخدم البيانات الجغرافية المكانية في قياس مؤشر الوصول الريفي (الريف والحضر، توزيع السكان، الحدود الإدارية والوطنية، والطرق) التي تجمع من مصادر عديدة داخل الدولة أو من البيانات العالمية.

محلية جنوب الجزيرة إحدى محليات ولاية الجزيرة بجمهورية السودان، تقع ولاية الجزيرة بمنطقة السهول الوسطى المنحصرة بين النيل الأزرق من الشرق والنيل

الأبيض من الغرب (عبد الله، ٢٠٠٤م، ص ١٨). يتوزع السكان في محلية جنوب الجزيرة بين سكان الريف والحضر، لكن يغلب على المحلية سكان الريف باعتبارها منطقة زراعية، وتنوع الطرق في محلية جنوب الجزيرة من طرق معبدة إلى غير معبدة وهي في معظمها طرق محلية تقوم على خدمة السكان ووصل القرى بالمدن (مراكز الخدمات)، كما تتنوع وسائل النقل المستخدمة في محلية جنوب الجزيرة كسائر المناطق الريفية في السودان من دراجات نارية، توك توك، بيك أب، تاكسي، ميني حافلة، حافلة.

موضوع الدراسة وأهميته:

تناقش هذه الدراسة مفاهيم طرق قياس مؤشر الوصول الريفي، ومنهجيته، وتطبيقه في محلية جنوب الجزيرة. ويعد مؤشر الوصول الريفي أحد مؤشرات النقل الرئيسة العديدة التي أقرها مجلس قطاع النقل في البنك الدولي في عام ٢٠٠٣م. وقد تم اعتماد المؤشر لنظام قياس النتائج في الجولة الرابعة عشرة لرابطة التنمية الدولية (Round of the International Development Association IDA-14) التي أطلقت في يوليو ٢٠٠٥. تم وضع المؤشر استجابة لتوافق الآراء الذي قاده المقترضون على أنه يجب أن تحدد أولوية مهمة لاستراتيجيات الحد من الفقر في ضوء الروابط القائمة بين العزلة الجسدية والفقر (Roberts, et al, 2006, p1).

ترجع أهمية هذه الدراسة إلى أنها تدرس مفاهيم منهجية، وطرق قياس مؤشر الوصول الريفي، وتطبيقه في محلية جنوب الجزيرة؛ إحدى محليات ولاية الجزيرة بجمهورية السودان. وتزداد أهمية هذه الدراسة في أنها الدراسة البحثية الأولى التي تدرس مفاهيم، ومنهجية، وطرق قياس مؤشر الوصول الريفي وتطبيقه على المستوى المحلي (الوحدة الإدارية، المحلية)، كما أنها الدراسة الأولى باللغة العربية بعيداً عن البنك الدولي ومؤسساته وتمويله، كما أنها الدراسة الأولى التي يتم فيها قياس مؤشر الوصول الريفي على مستوى الوحدة الإدارية والمحلية، فالمتعارف عليه أن تتم دراسة مؤشر الوصول على مستوى الدولة.

أسباب اختيار موضوع الدراسة:

ترجع أسباب اختيار موضوع الدراسة إلى أهمية مؤشر إمكانية الوصول الريفي الذي يوفر أساساً ثابتاً لتقدير نسبة سكان الريف الذين لديهم وصول كاف إلى نظام النقل بصفة عامة وما يرتبط به من تغير على المؤشرات الاجتماعية والاقتصادية على السكان حسب الفئات العمرية، والجنس، والدخل. كما يعتبر تحسين إمكانية وصول الرجال والنساء الريفيين إلى وسائل النقل في البلدان المنخفضة الدخل أمراً ضرورياً لتعزيز التنمية الريفية، وزيادة استيعاب خدمات التنمية البشرية (التعليمية، والصحية) لتحسين فرص التوظيف، وتحفيز النمو للحد من الفقر؛ أضف إلى ذلك بأنه المقياس الوحيد المستخدم في الأهداف الإنمائية المستدامة لتتبع التقدم المُحرز نحو تحسين خدمات النقل في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. كل ذلك أدى لاختيار الموضوع في ظل عدم وجود أدبياته في اللغة العربية، والبحوث الأكاديمية باللغة العربية والانجليزية، حيث انحصرت أدبياته على الكتابة باللغة الإنجليزية، وبحوث البنك الدولي، والبحوث الممولة منه.

مشكلة الدراسة:

إن معرفة نسبة سكان الريف الذين يعيشون على بعد كيلومترين من الطريق لجميع الأحوال الجوية بما يعادل عادةً المشي لمدة ٢٠-٢٥ دقيقة)، بمحلية جنوب الجزيرة ووحداتها الإدارية بجمهورية السودان، والمشكلات التي يواجهها ويحس بها المواطن البسيط من خلال حركة تنقلهم اليومية داخل القرية، وفيما بين القرى في محيط الوحدة الإدارية والمحلية بحثاً عن خدمات التنمية البشرية (التعليم والصحة)، ويشعر بها الدارس المختص في مختلف علوم المعرفة ذات الصلة، كما يشعر بها أيضاً الأفراد الذين يهتمون بدراسة درجة الوصول الريفي ودراسات التنمية الريفية وغيرها من الخصائص التي قادت الباحث إلى الملاحظة التالية:

- أن هنالك نسبة من سكان الريف في محلية جنوب الجزيرة ووحداتها الإدارية يعيشون على بعد كيلومترين من الطريق معرضين لجميع الأحوال الجوية بما يعادل عادةً

المشي لمدة تتراوح بين ٢٠-٢٥ دقيقة. الملاحظة التي سبق ذكرها، والمعطيات التي سبق أن وقف عليها الباحث، تشير إلى أن موصلية النقل الريفي بمحلية جنوب الجزيرة ووحداتها الإدارية، لها خصائص يمكن دراستها؛ ومن هنا يمكن تحديد مشكلة الدراسة في السؤال الآتي:

- ما هي نسبة سكان الريف في محلية جنوب الجزيرة ووحداتها الإدارية الذين يعيشون على بعد كيلومترين من الطريق ومعرضين لجميع الأحوال الجوية بما يعادل عادة المشي لفترة تمتد بين ٢٠-٢٥ دقيقة.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى معرفة نسبة سكان الريف في محلية جنوب الجزيرة ووحداتها الإدارية، الذين يعيشون على بعد كيلومترين من الطريق ومعرضين لجميع الأحوال الجوية بما يعادل عادة المشي لمدة تتراوح بين ٢٠ إلى ٢٥ دقيقة.

حدود الدراسة:

- الحدود المكانية: تشمل منطقة الدراسة محلية جنوب الجزيرة ووحداتها الإدارية (شكل رقم ١). المحلية تمثل الرتبة الثانية في تسلسل الهرم الإداري لجمهورية السودان، كما تمثل الوحدة الإدارية الرتبة الأولى في ترتيب تسلسل الهرم الإداري لجمهورية السودان حسب نظام الحكم الاتحادي (٢٠١٤م)، الترتيب الإداري من الأسفل إلى الأعلى (الوحدة الإدارية، المحلية، الولاية، الدولة).

- الحدود الزمانية: تمتد فترة الدراسة من عام ٢٠١٢ إلى عام ٢٠٢١م.

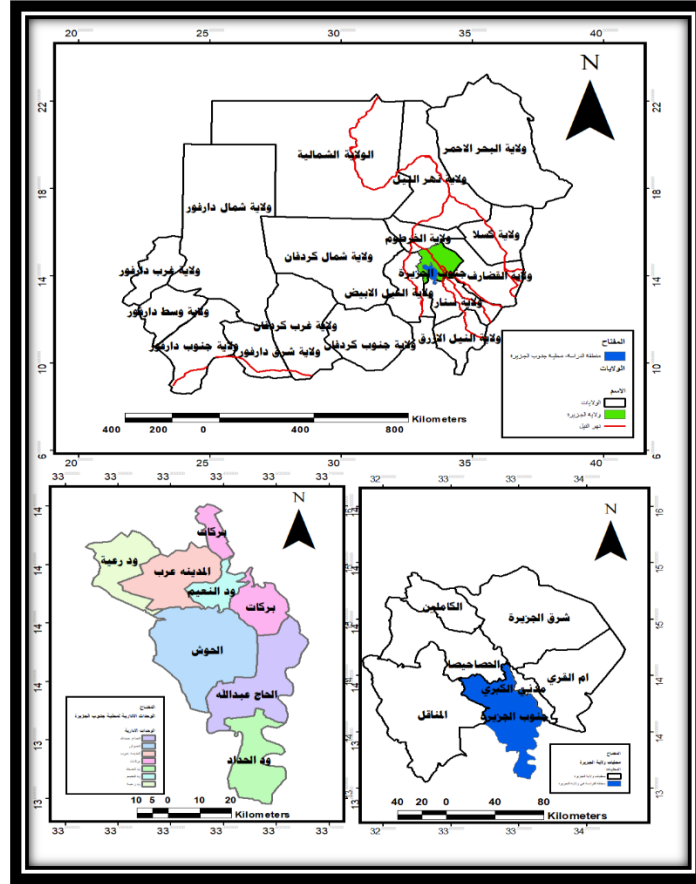
منطقة الدراسة:

تغطي الدراسة محلية جنوب الجزيرة؛ ووحداتها الإدارية، سبع وحدات إدارية (ود رعية، المدينة عرب، ود النعيم، بركات، ريفي الحوش، ود الحداد، الحاج عبد الله)، وتقع محلية جنوب الجزيرة في ولاية الجزيرة بجمهورية السودان (شكل رقم ١).

الإجراءات المنهجية للدراسة:

جمعت الدراسة بيانات الطرق من مصادر متعددة شملت بيانات الهيئة القومية للطرق والجسور السودانية، خرائط (Open Street Map- OSM) مفتوحة المصدر، موارد شركة إيزري في منصة (ArcGIS). قام الباحث برحلة علمية إلى عينة من منطقة الدراسة

شكل رقم (١): التقسيم الإداري لجمهورية السودان.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات الهيئة العامة للمساحة السودانية والجهاز المركزي للإحصاء السوداني، وموارد ArcGIS online.

لجمع بيانات عينة الدراسة (عينة تحكمية طبقية)، شملت وحدات (المدينة عرب، ود النعيم، وبركات)، في الفترة من ٢٠٢١/٠٧/٢١ إلى ٢٠٢١/٠٧/٢٢ م مستخدماً (GPS GARMIN 60CSx) ذو الدقة ٢٠ متراً، والهاتف الذكي وبرمجته (Roadroid)، والكاميرا الذكية (ROVE-R2-4k)، وبرمجياتها (ROVE) لتحديد مسارات عينة من الطرق، لحساب مؤشر الخشونة الدولي (IRI). كما تم استخدام موارد (ArcGIS online) ذات الدقة (١٥ متراً، ٣٠، ٦٠ و ١ سم). في هذه الدراسة تم استخدام الهاتف الذكي (Samsung A72) وبرمجياته (Roadroid)، كمسجل بيانات لتحديد مسار الطرق ومدى جودتها بقياس معامل الخشونة واستخدام الكاميرا الذكية (ROVE-R2-4k)، وبرمجياتها (ROVE) لأخذ صور فوتوغرافية توضح خصائص جرد الطرق. كما تم إجراء الاختبار بالسير بسرعة متوسطة تتراوح بين ٢٠ و ٩٠ كم/ ساعة، باتباع مسار مواز لخط وسط الطريق، بوضع الهاتف الذكي في وضع أفقي لضمان استمرارية التسجيل كما تم وضع الكاميرا داخل السيارة في وضع مشابه جداً لوضع عيني السائق، التي تسمح بتصوير أكثر دقة. كما استخدمت الدراسة تطبيق (Roadroid)، التي تسمح بتصوير أكثر دقة.

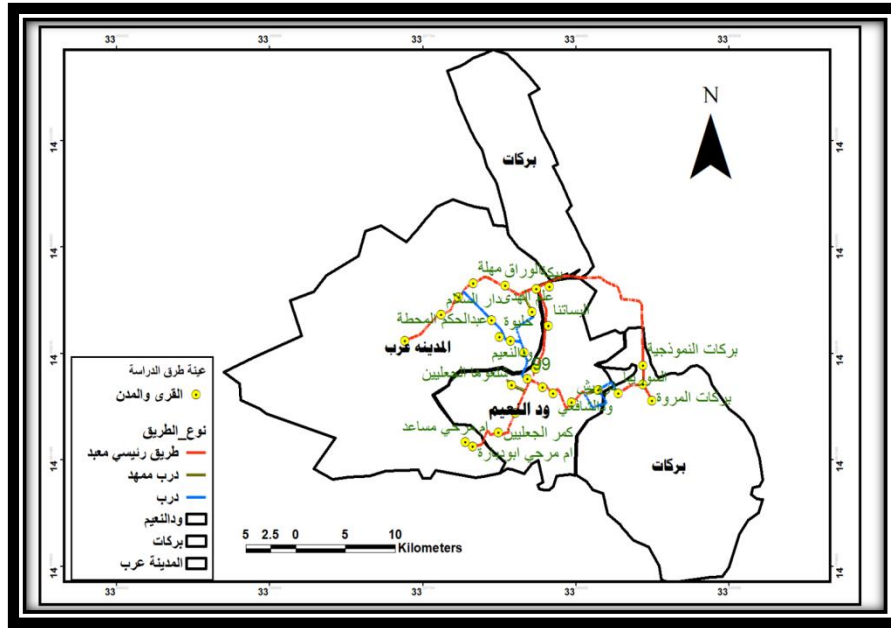
استخدمت الدراسة تطبيق (Roadroid)، المصمم للهواتف الذكية التي تعمل بنظام (Android) لرسم مسار عينة طبقية مكانية تحكمية من الطرق في منطقة الدراسة بلغ طولها ١٠٥ كم (شكل رقم ٢)؛ تعادل ٠.٥٪ من طول الطرق بمنطقة الدراسة التي يبلغ طولها (٢١٠٠ كم)، والتي تمت تغطيتها في يومي عمل (٢١-٢٢/٠٧/٢٠٢١ م)، استغرقت (١٥) ساعة عمل، ومن ثم قياس معامل الخشونة الدولي. يستخدم تطبيق (Roadroid) مقياس التسارع لتحليل اهتزازات الطريق ونظام تحديد المواقع العالمي (GPS) المدمج في الهواتف الذكية. تم جمع بيانات طرق عينة الدراسة باستخدام التطبيق، ومن ثم تحميل البيانات التي تطلب أن يكون الهاتف الذكي متصلاً بالإنترنت عن طريق شبكة (Wi-Fi)، ومن ثم تصديرها لبرنامج (ArcGIS) في شكل (Geodata base). ستظهر ملفات (Geodata base) مسار الطريق، وخصائص حالة الطريق من حيث معامل الخشونة الدولي. يخزن تطبيق الهاتف المحمول عدداً من قيم البيانات كل ثانية في ملف (CSV) (قيمة مفصلة بفواصل) لكل (١٠٠) متر.

ولكن للحصول على نظرة عامة على نطاق أوسع، يكون من الأنسب استخدام روابط الطرق بقياسات مجمعة ومتوسطة مقارنة بالنقاط الفردية التي تم أخذ عينات منها، ليتم إنشاء قاعدة بيانات الطرق المكانية، التي تم إضافة خصائص الطرق إليها (اسم الطريق، رقم الطريق، تاريخ سنة البناء، التصنيف الوظيفي للطريق، عرض الطريق، عدد الحارات، سمك الرصيف، حجم حركة المرور، علامات الطريق، مواقع الظواهر الجغرافية الطبيعية والبشرية، والعلامات الإرشادية (إشارات وعلامات مناطق العمل، الإشارات الإرشادية، الإشارات التنظيمية، الإشارات التحذيرية)، وما إلى ذلك. تصدر بيانات حالة الطريق في شكل رقمي إلى نظام المعلومات الجغرافي (GIS) من خلال منصة (ArcGIS). يمكن الجمع المستمر لحالة الطرق من رسم خرائط الطرق، بعد إضافة الصور الفتوغرافية التي تم جمعها باستخدام الكاميرا الذكية (ROVE-R2-4k)، وبرمجياتها (ROVE).

استخدمت الدراسة الخريطة الرقمية التي تم إعدادها لأعمال ونتائج تعداد السكان والمساكن الخامس (٢٠٠٨م)، التي اشتملت على خريطة السكان والخدمات على مستوى القرية، وخريطة الحدود الإدارية لكل من القرية، والمدينة، والوحدات الإدارية، والمحليات والولايات، والتي قام الباحث بتحديثها بناء على ما وفرته شركة إيزري في منصة (ArcGIS). يعد تعداد السكان والمساكن الخامس (٢٠٠٨م) في السودان ذو مرجعية جغرافية؛ أي تم تسجيل إحداثيات القرى والأحياء كجزء من التعداد، ثم تم جمع هذه الأرقام على مستويات مختلفة ابتداءً من مجال العد (مجموعة أسر)، القرية أو الحي (مجموعة مجال عد)، ثم الوحدة الإدارية (مجموع سكان القرى والمدن)، ثم المحلية (مجموع الوحدات الإدارية لكل محلية)، الولاية (مجموع المحليات)، وأخيراً الدولة (مجموع سكان الوحدات الولائية داخل الدولة). وقد قام الباحث بتحديثها للعام (٢٠١٨م)، كأرقام تقديرية حسب تقديرات الجهاز المركزي للإحصاء السوداني. اعتمدت الدراسة على البيانات التي تم جمعها في الأعمال الميدانية التي سبقت التعداد السكاني الخامس (٢٠٠٨م)، بالنسبة لخدمات التنمية البشرية (التعليم، والصحة)، وهي ذات مرجعية جغرافية في كل القرى والمدن فيما يتعلق بمنطقة الدراسة.

تم قياس مؤشر الوصول الريفي لكل وحدة إدارية من وحدات محلية جنوب الجزيرة، ومن ثم قياس مؤشر الوصول الريفي لمحلية جنوب الجزيرة، باستخدام منصة (ArcGIS) من خلال تركيب طبقة توزيع سكان الريف في الوحدات الإدارية والمحلية، وطبقة شبكة الطرق. ومن ثم تم رسم نطاق حول حرم شبكة الطرق، مع حساب عدد الأفراد الذين يستقرون داخل حرم شبكة الطرق (World Bank, 2019)، بالإضافة إلى ذلك تم قياس وجود خدمات التنمية البشرية (التعليم والصحة) في كل قرية من قرى الوحدات الإدارية لمحلية جنوب الجزيرة.

شكل رقم (٢): عينة طرق الدراسة: مفاهيم مؤشر الوصول الريفي.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الرحلة العلمية، يوليو- ٢٠٢١م.

يعرف مؤشر الوصول الريفي (RAI) بأنه المقياس الذي يقيس عدد سكان الريف الذين يعيشون على بعد كيلومترين، بما يعادل المشي لمدة ٢٠-٢٥ دقيقة، من الطريق في

جميع الأحوال الجوية كنسبة من إجمالي سكان الريف. الطريق لجميع الأحوال الجوية هو طريق قابل للسير على مدار السنة من خلال وسائل النقل الريفية السائدة. يتم قبول الانقطاعات العرضية ذات المدة القصيرة أثناء الطقس العاصف (مثل هطول الأمطار الغزيرة)، بحيث لا تزيد فترة انقطاع الطرق عن سبعة أيام في السنة، لا سيما على الطرق ذات الحركة الخفيفة. يعكس التركيز المحدد على الطرق في تعريف المؤشر أهمية النقل البري لتحسين الوصول الريفي للغالبية العظمى من سكان الريف في معظم البلدان منخفضة الدخل (Roberts, et al., 2006, p. 3). من الناحية المفاهيمية تم استبدال معيار طريق لكل الفصول، بمعيار الوصول إلى طريق مناسب لجميع الأحوال الجوية. لذلك يعرف مؤشر الوصول الريفي على أنه نسبة سكان الريف الذين يعيشون على بعد كيلومترين (حوالي ٢٠ - ٢٥ دقيقة سيرًا على الأقدام) من أقرب طريق صالح لجميع الأحوال الجوية وفي حالة جيدة. يتم تقييم حالة الطريق من حيث شروط هندسة النقل. الطرق التي تعتبر في حالة "جيدة" تشمل الطرق الممهدة بحالة جيدة أو معقولة، والطرق غير الممهدة التي بحالة جيدة. (Eqbali, 2017, p. 2). من ناحية مفاهيمية أخرى تمت إضافة مفهوم مؤشر الوصول الريفي الثانوي بإضافة إمكانية الوصول إلى الأنهار الصالحة للملاحة التي تمكن الوصول إلى الحرف الشخصية أو خدمات النقل التي تسمح لها بالوصول إلى الأسواق، والعيادات، والمدارس، وشبكة الطرق. وبالمثل يمكن ربط المجتمعات الموجودة على الجزر (البحرية أو الموجودة على البحيرات) بخدمات البر الرئيسي وشبكة الطرق بمراكب صغيرة أو عبّارات أكبر. كما يمكن تضمين هذه المجتمعات النهرية والجزرية بين أولئك الذين لديهم إمكانية الوصول في قياس مؤشر الوصول الريفي الثانوي (RAI)، باستخدام معايير مماثلة لتلك التي تم تطويرها من أجل مؤشر الوصول الريفي الرئيسي. يعرف مؤشر الوصول الريفي الثانوي بأنه نسبة سكان الريف الذين يعيشون على بعد كيلومترين - حوالي ٢٠ - ٢٥ دقيقة سيرًا على الأقدام - من طرق النقل (ويشمل ذلك مسارات الدراجات النارية والممرات المائية الصالحة للملاحة) لجميع الأحوال الجوية (Workman, R, et al., 2019, pp c1-c6). يعرف الباحث مؤشر

الوصول الريفي بأنه نسبة سكان الريف الذين يعيشون على بعد كيلومترين حوالي ٢٠- ٢٥ دقيقة سيراً على الأقدام من جميع طرق وسائل النقل (طرق معبدة، طرق ترابية ممهدة، طرق ترابية غير ممهدة، سكك حديدية، ممرات مائية صالحة للملاحة، مسارات الدراجات النارية) لجميع الأحوال الجوية، على أن تحسب كنسب مئوية حسب وسائل طرق وسائل النقل المستخدمة.

يساعد مؤشر الوصول الريفي على معالجة قضايا التنمية المرتبطة بالنقل عن طريق تغيير طريقة قياس مخرجات الاستثمار في قطاع النقل الريفي. يكون التغيير في شكل القياس ثلاثياً - ما الذي يجب قياسه؟ أين يتم قياسه؟ وكيفية تحديد ما يتم قياسه. استندت المؤشرات التي تم استخدامها بشكل عام للتقييم عن التقدم المحرز في قطاع النقل، على خصائص شبكة الطرق مثل طول أو كثافة الفئات المختلفة من الطرق (الطرق المعبدة، الحضرية، الفرعية، الطرق السريعة الوطنية، الطرق الترابية الممهدة وغير الممهدة). لا تعطي هذه التدابير صورة واضحة عن مستوى الوصول إلى وسائل النقل المتاحة لسكان الريف؛ لأنها لا تربط بين توفير مرافق النقل ومواقع السكان المستهدفين. وهكذا كان أول تحول مفاهيمي مهم متمثلاً في قياس إمكانية وصول السكان المستهدفين إلى شبكة الطرق، بدلاً من مجرد ذكر جانب من جوانب حجم الشبكة. يقابل ذلك التحول المفاهيمي الثاني وهي وحدات القياس المستخدمة لدراسة آثار التغيير في البنية التحتية للنقل، وبالتالي بدلاً من التركيز على وحدة إدارية فقط وافترض أن جميع الأسر داخل الوحدة تتمتع بنفس المستوى من الوصول إلى شبكة النقل، فإن تعريف المؤشر يتيح قياساً أكثر تفصيلاً - أي على مستوى الأسرة. يمكن لهذا النهج أن يبين كيف يرتبط الوصول إلى خدمات النقل بخصائص الأسرة. أما التحول الثالث هو تعريف المؤشر الذي يوفر قاعدة دولية مشتركة لفهم الوصول الريفي من حيث علاقته بالنقل. ومع ذلك يجب وضع تفسير مفصل للمؤشر لأي بلد في السياق المحلي، من خلال توفير معلومات حول الوصول التفاضلي لسكان الريف إلى شبكة الطرق لكل الأحوال الجوية (Roberts, et al, 2006, p. 2). يرى الباحث أن التحول المفاهيمي المهم هو حساب مؤشر الوصول الريفي إلى كل

وسائل النقل في كل الأحوال الجوية، على أن يتم قياس المؤشر حسب نوع وسائل النقل المتوفرة لسكان الريف (طرق معبدة، طرق ترابية ممهدة وغير ممهدة، سكك حديدية، ممرات مائية صالحة للملاحة، مسارات الدراجات النارية). ويتم حساب نسبة كل نوع وسيلة من وسائل النقل كنسبة مئوية من نسبة مؤشر الوصول الريفي. لم يتم تحديد وسائل النقل على وجه التحديد في غايات الأهداف الإنمائية للألفية، لكنها تقدم مساهمات رئيسية في تحقيق العديد من الأهداف مثل دعم النمو لصالح الفقراء، وتحسين الإدماج الاجتماعي. أظهرت الدراسات الاستقصائية أن الفقراء يعترفون بالعزلة على أنها أمر رئيسي يساهم في فقرهم وتهميشهم. يعتبر تحسين إمكانية وصول الرجال والنساء الريفيين إلى وسائل النقل في البلدان المنخفضة الدخل أمراً ضرورياً لتعزيز التنمية الريفية، وزيادة استيعاب خدمات التنمية البشرية (التعليم والصحة)، وتحسين فرص التوظيف، وتحفيز النمو للحد من الفقر. وكما يساعد مؤشر الوصول الريفي على معالجة قضية العدالة التي يركز عليها بشكل متزايد مجتمع التنمية الدولي. يستكشف تقرير التنمية في العالم العلاقة بين العدالة واستراتيجية التنمية، ويجعل قضية العدالة محورية في التنمية للحد من الفقر. يشير تقرير سابق عن التنمية في العالم إلى أن الوصول إلى الخدمات بأسعار معقولة في العديد من البلدان الأكثر فقراً أمراً مهماً يحتاج إليه الفقراء، بدلاً من السفر لمسافات طويلة للوصول إلى الخدمات الأساسية مثل الصحة والتعليم، من الأشخاص الأغنياء في البلد نفسه (World Bank, 2003). يسعى الهدف التاسع لأهداف التنمية المستدامة (SDG 9) إلى بناء بنية تحتية مرنة، وتعزيز التصنيع الشامل والمستدام، وتعزيز الابتكار. كما يهدف الهدف (9.1)، إلى تطوير بنية تحتية عالية الجودة، وموثوقة، ومستدامة، ومرنة، بما في ذلك البنية التحتية الإقليمية وعبر الحدود لدعم التنمية ورفاهية الإنسان، مع التركيز على الوصول بأسعار معقولة وعادلة للجميع. كما يهدف الهدف (9.1.1) إلى تحديد نسبة سكان الريف الذين يعيشون على بعد كيلومترين من الطريق الصالح لجميع الأحوال الجوية (UN, 2017, Statistics Division, 2017, p1). في ديسمبر ٢٠١٨ تم اعتماد قياس مؤشر الوصول الريفي كمؤشر لهدف التنمية المستدامة (9.1.1)، وتم ترفيقه إلى المستوى

الثاني من قبل فريق الخبراء المشترك بين الوكالات المعنية بمؤشرات أهداف التنمية المستدامة)، المكون من الشعبة الإحصائية بدائرة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية بالأمم المتحدة (4, 2019, p, Workman, R., et al)، توجد طريقتين لقياس المؤشر:

• طريقة تحليل المسوح الأسرية:

تعد طريقة تحليل المسوح الأسرية هي الطريقة المفضلة لقياس هذا المؤشر لتضمنها أسئلة مناسبة حول الوصول إلى وسائل النقل بهدف دمج المؤشر وقياسه مع خصائص الأسرة (المستوى الاقتصادي، وخدمات التنمية البشرية-التعليم، الصحة). إن تصميم وإجراء مثل هذه المسوحات أمر مكلف ويستغرق وقتاً طويلاً، يتراوح بين سنتين أو ثلاث سنوات. وتشمل المسوحات مسح قياس مستوى المعيشة (Living Standard Measurement Survey- LSMS)، مسح الفقر (Poverty Survey -PS)، مسح الدخل والإنفاق الأسري (Income/Expenditure Household Survey - IES) واستبانة مؤشرات الرفاهية الأساسية (Core Welfare Indicators Questionnaires- Roberts, et al, CWIQ) (2006, p4). ومن حيث تكاليف قياس مؤشر الوصول الريفي باستخدام طريقة المسوح الأسرية، بالنسبة للبلدان التي لديها مسوح أسرية وطنية تتضمن أسئلة تسمح بقياس المؤشر، فإن تكلفة قياسه تصل بشكل عام إلى يوم واحد من المدخلات الإحصائية. وعندما يكون هناك استبانة مناسبة لا تتضمن سؤالاً ذا صلة، سيتطلب الأمر التفاوض على هذا السؤال وتصميمه واختباره وإدراجه؛ ويستغرق ذلك فترة أسبوع، بالإضافة إلى تكلفة التحليل. في حالة عدم وجود مسح أسري مناسب بعد، سيكون من الضروري تقدير مؤشر الوصول الريفي، من خلال استخدام العينة التي يُقدر الزمن الخاص لتنفيذها بحوالي شهر واحد من التحليل لكل تقديرات المؤشر بشرط توفر البيانات اللازمة عن مواقع الطرق وسكان الريف. يتم تخفيض الزمن بشكل كبير إذا كانت البيانات المناسبة متوفرة في نظم المعلومات الجغرافية (6, 2006, p, Roberts, et al). وجد البنك الدولي أن الطريقة المستخدمة في قياس المؤشر العام للأثر بها أوجه قصور مختلفة. كانت النقطة الرئيسة

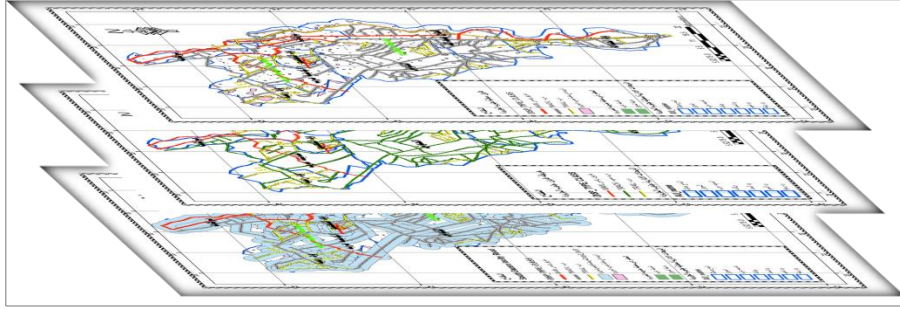
لننقد على المؤشر الأصلي هي أن الطريقة تستند في المقام الأول إلى البيانات المتاحة عن المسوح الأسرية التي لا توفر سوى رقم وطني واحد لكل بلد، نتج عن ذلك أوجه القصور الآتية: (التكاليف العالية للتنفيذ، مما جعلها غير مستدامة ماليًا. توفر الطريقة أرقامًا عن المؤشر على مستوى الدولة، ولا توفر تمثيلًا مكانيًا مناسبًا داخل الدولة. هذا قصور حاسم لصانعي السياسات، وأصحاب المصلحة الآخرين الذين يرغبون في استخدام المؤشر للتخطيط والرصد على الأرض. ونتيجة لذلك كان استخدام المؤشر كمؤشر للوصول منخفضًا جدًا بسبب الاختلافات في التمثيل المكاني، والاختلافات في طرق المسح المستخدمة فيما بين الدول التي تم جمع البيانات عنها، إذ أن قيمة المؤشرات المقدرة للدول المختلفة غير قابلة للمقارنة بينها، ولا تتوفر بيانات عن جميع البلدان، ومن الصعب تحديث بياناتها بانتظام في العديد من البلدان. كما ينعدم وجود بيانات متسقة ومكثفة عن حالة الطرق لتوفير أرقام دقيقة لمؤشر الوصول الريفي التي لا يمكن إنتاجها من المسوح الأسرية. علاوة على ذلك لم يكن تحديد معايير الوصول إلى الطريق لجميع الفصول واضحًا للغاية، إذ لم يتم تحديد فترة الانقطاع للطرق خلال الفصول بوضوح تام، كما أن هنالك اختلاف حول تحديد تعريف جميع المواسم، والطرق لجميع الأحوال الجوية) (Eqbali, et al., 2017, pp1-2).

• طريقة التقنيات الجغرافية المكانية والبيانات المحلية والعالمية:

أبرم البنك الدولي شراكة مع وزارة التنمية الدولية بالمملكة المتحدة ومؤسسة أبحاث في مجال شراكة الوصول المجتمعي لتطوير طريقة جديدة لقياس الوصول الريفي، تكون مستدامة ومتسقة وبسيطة. من الناحية النظرية لا تزال الطريقة الجديدة تركز على الوصول إلى طريق صالح لجميع الأحوال الجوية، ولكنها تستخدم من الناحية الفنية معايير مشتركة أكثر موضوعية، مثل خشونة الطريق والتقييم البصري؛ ومن الناحية الفنية تقيس نسبة السكان الذين يعيشون على بعد ٢ كم من أقرب طريق حيث يعيش الناس (Transport & ICT. 2016, pix). اقترح (Iimi, et al. 2016) طريقة جديدة تعتمد على

التقنيات الجغرافية المكانية والبيانات المحلية والعالمية لقياس مؤشر الوصول الريفي وطبقها على ثمان بلدان، مستخدماً بيانات (World Pop) لتحديد عدد سكان الريف وبيانات شبكة الطرق الرقمية، بما في ذلك حالة الطريق المقدمة من وكالات الطرق الوطنية. تستفيد هذه الطريقة من التقنيات الجغرافية والبيانات المكانية التي تم جمعها باستخدام التقنيات الجغرافية المكانية؛ على سبيل المثال بيانات توزيع السكان (World Pop) عالية الدقة التي أنشئت من قبل مجتمع البحث الدولي، التي تتمتع بأعلى دقة (١٠٠ متر). كما وفرت أيضاً بيانات الطرق الرقمية، بما في ذلك حالة الطريق، مثل Open Street Map)، التي تعتمد على جهود المتطوعين داخل القطر. يتم قياس مؤشر الوصول الريفي باستخدام التقنيات الجغرافية المكانية من خلال تركيب طبقة توزيع سكان الريف في الوحدات الإدارية للدولة مع أبعاد المناطق الحضرية، وطبقة شبكة الطرق. ومن ثم رسم نطاق حول حرم شبكة الطرق، مع حساب عدد السكان الذين يستقرون داخل حرم شبكة الطرق (World Bank 2019)، شكل (٣).

شكل رقم (٣): التقنيات الجغرافية المكانية طريقة جديدة للقياس مؤشر الوصول الريفي.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات (World Bank 2016, p x).

تقوم طريقة التقنيات الجغرافية المكانية على الإجابة على ثلاث أسئلة (أين يعيش السكان، هل توجد طرق في المنطقة، وهل هي صالحة لجميع الأحوال الجوية؟)، التي يوضحها الشكل (٤).

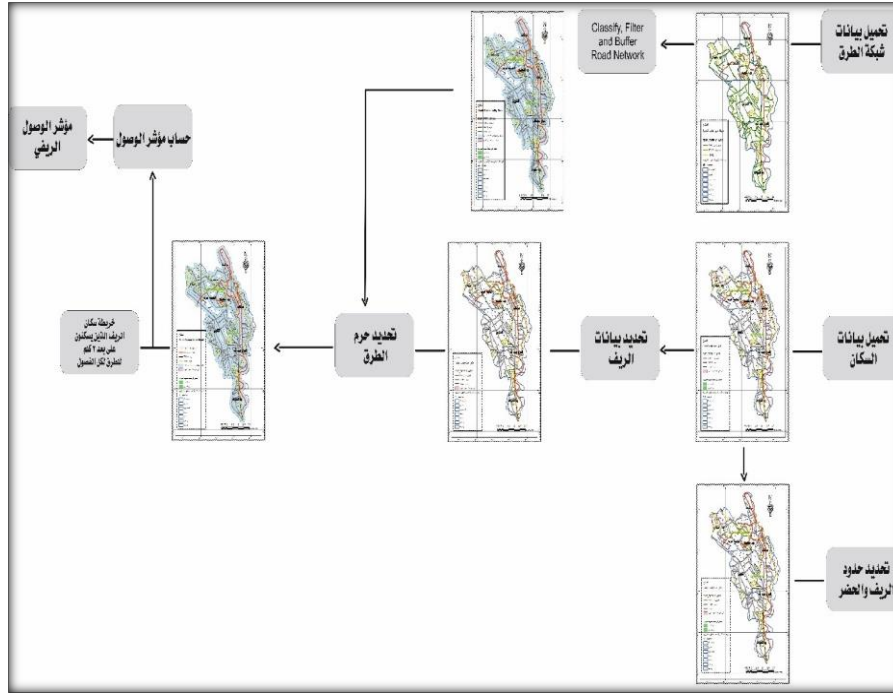
شكل رقم (٤): الإطار المنهجي الأساسي لمؤشر الوصول.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات (World Bank, 2016, p57).

تستفيد هذه الطريقة من التقنيات الجغرافية المكانية والبيانات المحلية والعالمية التي يتم جمعها باستخدام هذه التقنيات، وتتميز الطريقة بالدقة، والاتساق والاستدامة. تسمح طريقة التقنيات الجغرافية المكانية بقياس المؤشر على أي مستوى إداري داخل الدولة (الوحدة الإدارية-المركز، المحلية-المحافظة، الولاية)، مما يمكن من كشف الضوء على التفاوت الكبير في إمكانية الوصول إلى المناطق الريفية عبر مختلف الوحدات الإدارية، من أدنى إلى أعلى مستوى في الدولة وما بين الدول. يتطلب الأمر بناء نظام المعلومات الجغرافي لقياس مؤشر الوصول الريفي، الذي يبنى من نموذج مكاني للطرق الريفية التي تشتمل على موقع، ونوع الطرق، وحالتها في منطقة الدراسة ونموذج توزيع سكان الريف. الشكل (٥) يوضح خطوات قياس مؤشر الوصول الريفي (RAI) بواسطة التقنيات الجغرافية المكانية.

شكل رقم (٥): إجراءات قياس مؤشر الوصول الريفي باستخدام التقنيات الجغرافية المكانية.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات (Workman, R. & McPherson, K. , TRL, 2019, p 6).

يتطلب قياس مؤشر الوصول الريفي باستخدام طريقة التقنيات الجغرافية المكانية على المستوى المحلي للدولة (الوحدة الإدارية، المحلية، الولاية، الدولة) الآتي:

• تعريف الريف والحضر:

تحدد كل دولة المناطق الحضرية والريفية عن طريق مكتب الإحصاء الوطني (NSO)، وفي حالة عدم تحديد المناطق الحضرية والريفية للدولة يستخدم بيانات المشروع العالمي لخرائط الريف والحضر (GRUMP).

يعد التعداد السكاني هو المصدر الأساسي لبيانات السكان، التي تستخدم في قياس مؤشر الوصول الريفي، ففي العديد من البلدان يعد التعداد السكاني ذو مرجعية جغرافية؛ أي يتم تسجيل إحداثيات الأسر، القرى والأحياء في المدن كجزء من التعداد، ثم تجمع هذه الأرقام على مستويات مختلفة حسب التقسيم الإداري للدولة. كما تتوفر على مستوى العالم مجموعات بيانات مختلفة توضح توزيع سكان العالم، والتي تعتمد في الأصل على بيانات التعدادات السكانية الوطنية التي يمكن أن تستخدم في قياس مؤشر الوصول الريفي؛ منها مجموعة البيانات السكانية المكانية (World Pop)، شبكة سكان العالم (GPW)، مجموعة بيانات (Land Scan) العالمية للسكان، المشروع العالمي لرسم خرائط المناطق الحضرية الريفية (GRUMP)، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، التي يوضحها الشكل (٦).

```

graph TD
    A[المصادر الأولية للبيانات] --> B[الجهاز المركزي للإحصاء]
    B --> C[معالجة]
    C --> D[تقييم]
    D -- لا --> D
    D -- نعم --> E[بناء النموذج]
    E --> F[تنفيذ النموذج]
    F --> G[البيانات الوطنية]
    H[البيانات التي يجب التأكد] --> D
    I[البيانات المخفية] --> D
    D --> J[سكان العالم]
    D --> K[مصادر البيانات التي يجب تصحيحها قبل استخدامها]
    K --> L[GPW, etc.]
  
```

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على (Workman, R. & McPherson, K , TRL 2019, p 7).

• الحدود الإدارية والدولية:

تعتمد منظمة الأغذية والزراعة طبقات وحدات إدارية، متوافقة مع الحدود المعترف بها من قبل الدول الأعضاء في الأمم المتحدة. تجمع المنظمة وتنشر أفضل المعلومات المتاحة عن الوحدات الإدارية لجميع البلدان في العالم، مما يساهم في توحيد مجموعة البيانات المكانية التي تمثل الوحدات الإدارية. تحتفظ المنظمة دائماً بطبقات عالمية مع نظام ترميز موحد في البلد يشمل الوحدات الإدارية على مستوى البلد، ثم المستويات الإدارية الثانية، الثالثة، والرابعة حتى أعلى مستوى.

• بيانات الطرق:

تمتلك وكالات الطرق الوطنية قاعدة بيانات لشبكة الطرق الخاصة بها مع بعض المعلومات (الرصف، وحالة السطح). ومع ذلك في العديد من البلدان منخفضة الدخل، نجد قواعد بياناتها غير مكتملة ونادراً ما يتم تحديثها (Espinete, Alegre, et al., 2018)، في هذه الحالة فإن بديل قواعد بيانات الطرق الوطنية هو (Open Street Map- OSM). يقوم مستخدمو (OSM) بتصنيف الطرق بناءً على وظيفتهم إلى أربع فئات (أساسية، وثانوية، وثالثة، ومسارات). تتوفر العديد من مجموعات البيانات المفتوحة مثل مجموعات بيانات شبكة الطرق العالمية (De Lorme World Base Map) ومشروع جرد الطرق العالمية (GRIP). تسمح مرئيات الأقمار الصناعية عالية الدقة بجمع مجموعة متنوعة من المعلومات عن سطح الطريق بطريقة منهجية للغاية، هذا الخيار له ميزة خاصة من الاتساق والموضوعية. يتم استخدام الطائرات المأهولة وغير المأهولة لإجراء عمليات مسح للطرق بسرعة في مناطق محددة. هناك العديد من الخيارات التجارية لأدوات مسح المركبات الجوية بدون طيار (UAV)، وقد أثبتت فائدتها للبنية التحتية لرسم الخرائط في ظل ظروف معينة. كما يمكن استخدام تطبيقات الجوال الرخيصة الثمن مثل (Roadroid) المفتوح المصدر (Total Pave)، أضف إلى ذلك يمكن استخدام أجهزة (GNSS)، نظام

الملاحة العالمي عبر الأقمار الصناعية التي تتميز بالدقة وجمع البيانات لمسافة ١٥ كلم، ونظام (GPS)، ونظام تحديد المواقع العالمي، في رسم وجمع بيانات الطرق (مؤشر الخشونة الدولي، وتقييم حالة الطرق) - (الجدول ١). الشكل رقم (٧) يوضح مميزات وعيوب مصادر بيانات شبكة الطرق.

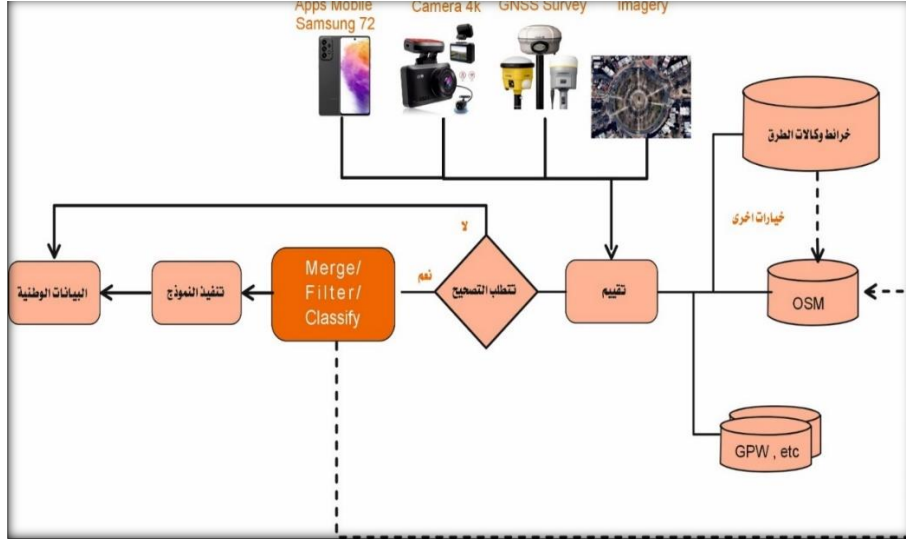
جدول رقم (١): جودة بيانات الطرق.

المقياس	البيانات	مصدر البيانات	الدقة
البلاينيوم	القياس المباشر للبيانات طول الموسم	المزج بين بيانات المسوحات والبيانات المحلية	٩٠- ٪١٠٠
الذهبي	تفسير وقياس المسوحات	المسح البصري، مسح قياس خشونة الطريق (IRI)، مسح الاسرة	٨٠-٩٠٪
الفضي	تفسير وتقدير المسوحات	قياس السرعة، المرئيات الفضائية، تعليم الآلة الخ .	٧٠-٨٠٪
البرونزي	بيانات ثانوية	بيانات تاريخية، بيانات مفتوحة المصدر، مثل (OSM)	٧٠٪

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على (Workman, R. , et al., 2019, p 12) .

توصي طريقة مؤشر الوصول الريفي لعام (٢٠١٦م) باستخدام البيانات من الوكالات الحكومية المسؤولة عن شبكات الطرق لتحديد شبكة الطرق ومدى جودتها (Espinete Alegre, et al., 2018) من حيث بيانات حالة الطريق يمكن تقسيم شبكة الطرق إلى طرق معبدة رئيسية، ودروب ممهدة وغير ممهدة. ولتقييم حالة الطريق يستخدم، مؤشر حالة الرصيف (PCI) أو التقييم المرئي حسب قيمة الفئة. كما يتم تقييم خشونة سطح الطرق باستخدام مؤشر الخشونة الدولية للطريق (International Roughness Index- IRI)، الذي يستخدم فيه تطبيق الهواتف الذكية (Roadroid) الذي يوضح تصنيفه الجدول رقم (٢).

شكل رقم (٧): مصادر بيانات شبكة الطرق المستخدمة في قياس مؤشر الوصول الريفي.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على (Workman, R., et al., 2019, p 7).

جدول رقم (٢): مؤشر الخشونة الدولي للطرق.

م	قيم المؤشر للطرق المعبدة	التصنيف	قيم المؤشر للطرق غير الممهدة	التصنيف
١-	$1 > IRI > 2$	جيد جداً	$5 > IRI > 8$	جيد جداً
٢-	$2 > IRI > 4$	جيداً	$8 > IRI > 10$	جيد
٣-	$4 > IRI > 6$	مقبول	$10 > IRI > 15$	عادل
٤-	$6 > IRI > 10$	ضعيف	$15 > IRI > 20$	ضعيف
٥-	$10 > IRI > 16$	ضعيفاً جداً	$20 > IRI > 25$	وفقر جداً

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على (Un stats, 2020, pp1-2).

توفر عوامل إمكانية الوصول وسيلة بديلة لتحديد حالة الطريق لجميع الأحوال الجوية، مما يسهل المقارنة الدولية. كما أنه لا يتطلب إجراء قياسات أرضية لحالة الطريق. تحدد عوامل إمكانية الوصول احتمالية أن يكون الطريق صالحاً لجميع الأحوال الجوية، أو عدم صلاحية إمكانية الوصول إلى الطريق لجميع الأحوال الجوية. يتماشى هذا بشكل وثيق مع منهجية (٢٠٠٦)، أي يمكن الوصول إلى وسيلة النقل السائدة طوال العام، وقد تكون غير متاحة مؤقتاً أثناء الطقس العاصف. هنالك عدد من الخصائص لكل بلد تؤثر على الطرق التي يكون لها تأثير على عوامل إمكانية الوصول تشمل:

• الطقس والمناخ:

يختلف تأثير الطقس والمناخ على الطرق حسب طقس ومناخ الإقليم. يؤدي تغير الطقس والمناخ إلى تفاقم أخطار عدم القدرة على الانتقال من خلال الظواهر الجوية المتطرفة. ستشهد البلدان ذات المناخ الجيد مستوى أقل من إغلاق الطرق بسبب الطقس وبالتالي عامل وصول أعلى، في حين أن الأقاليم ذات الأمطار الاستوائية أو الأمطار الموسمية ستواجه خطر إغلاق الطريق بسبب الطقس، وبالتالي عامل وصول أقل.

• التضاريس:

تؤثر التضاريس وانحدار السطح على متانة وقدرة الطرق على تحمل الأمطار الغزيرة. قد تكون الطرق شديدة الانحدار أكثر عرضة للتلف والغسيل والانزلاق، خاصة عندما تكون غير معبدة. لذلك يجب على الدول ذات المناطق الجبلية أو السهول الفيضية وضع ذلك في الحسبان مما يؤدي إلى عامل وصول أقل في تلك المناطق. أما الدول ذات التضاريس المسطحة أو المتدحرجة تتميز بعامل وصول أعلى (Workman, R, et al, 2019, pp 12-16).

• نوع سطح الطريق:

يمكن تقسيم شبكة الطرق إلى طرق معبدة ودروب ممهدة، وغير ممهدة. تكون الدروب أكثر عرضة لتوقف السير في حركة المرور من الطرق المعبدة، وبالتالي تكون أكثر أثراً على انخفاض إمكانية الوصول، مما يؤدي إلى عامل وصول أقل.

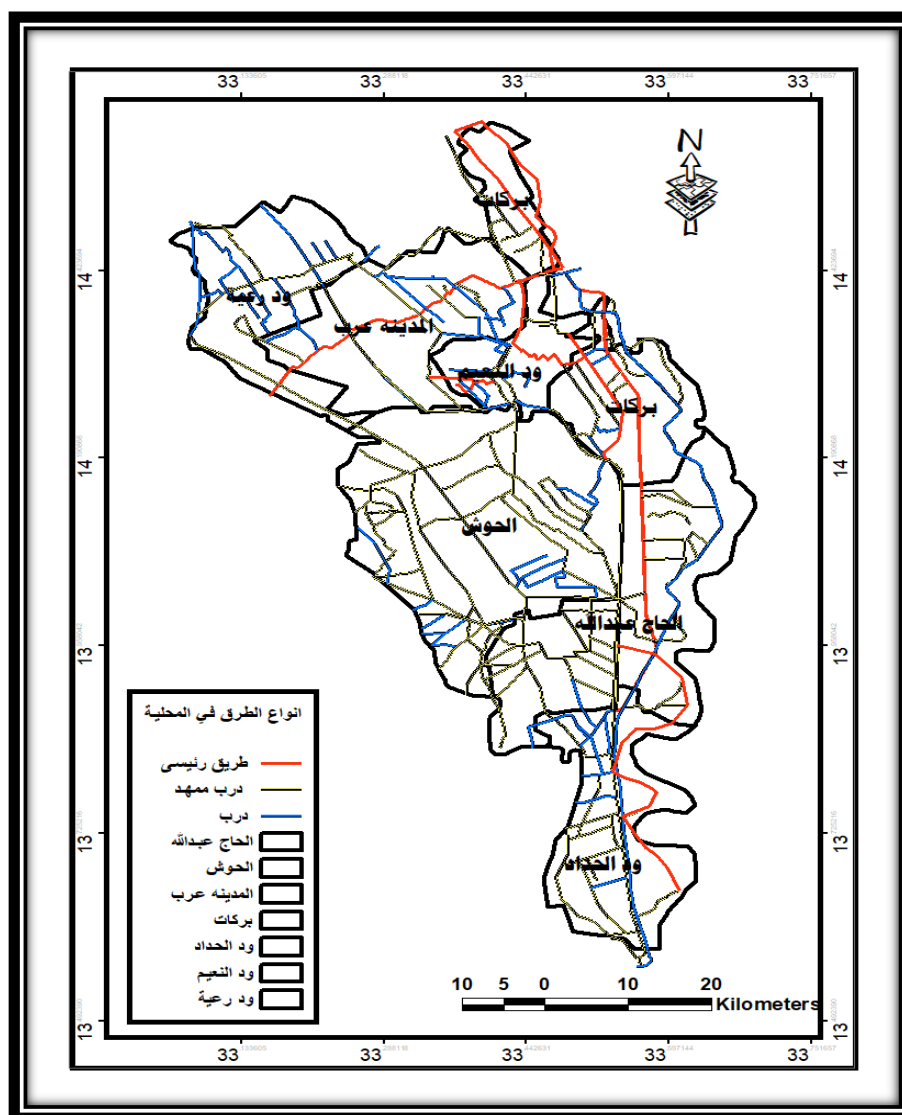
وفقاً للبنك الدولي، فإن طريقة التقنيات الجغرافية المكانية تتمتع بمزايا وتحديات مقارنة بطريقة المسوح الأسرية (يتم قياس المؤشر بدون احتساب عدد الأسر على الأرض، مما يجعله أكثر استدامة وأكثر اتساقاً عبر البلدان) التي تسمح بتقدير المؤشر في المناطق الريفية على أي مستوى دون الوطني بالتفصيل. تصميم الطريقة يدعم العمليات اليومية للبلدان وهي أكثر فعالية من حيث التكلفة واستدامة من طريقة المسوح الأسرية. تعتمد طريقة التقنيات بشكل أساسي على البيانات المملوكة للحكومة. وهذا يعزز ملكية البلدان المنتجة، والذي بدوره يحفز الاستدامة والتحديث المنتظم (Eqbali, et al. 2017, pp2-3). أما تحديات طريقة التقنيات الجغرافية المكانية فيما يتعلق بفائدتها لقياس المؤشر تتعلق في المقام الأول بتوافر البيانات وجودتها ومستوى تفاصيلها (Eqbali, et al., 2017, pp3-4).

قياس مؤشر الوصول الريفي في منطقة الدراسة:

المنتج لمسيرة التنمية الريفية في السودان عامة، وفي ولاية الجزيرة خاصة، ومحلية جنوب الجزيرة ووحداتها الإدارية على الخصوص يجدها في حاجة ماسة لبنيات تحتية قوية ذات أبعاد متعددة ترتبط بحياة المواطنين وتعمل على تلاقح الانتماءات المختلفة في بوتقة واحدة توطئة لمحاربة الفقر، وتوفير مقومات التنمية البشرية من مؤسسات صحية، وتعليمية يتطلب الوصول إليها وسائل نقل متنوعة ومرنة تعمل على تقريب المسافات، والمساهمة في التنمية بشكل مستدام، والتي من أهمها الطرق التي تشمل (الطرق القومية المعبدة، الطرق الولائية المعبدة، الطرق المحلية المعبدة -طريق رئيسي (Main)، الدروب الممهدة (TRAK) وغير الممهدة (TRAIL)، التي تنتشر في محلية جنوب الجزيرة ووحداتها الإدارية (شكل رقم ٨). تلعب الطرق دور مهم في إنجاح خطط التنمية الريفية والبشرية في دول العالم باعتبارها ركيزة أساسية تدعم إنفاذ تلك الخطط، وتساهم في تخفيف نفقات المعيشة بتقليل تكاليف نقل المحاصيل والإنتاج ومستلزماته، وفي الوصول إلى خدمات التنمية البشرية (الصحة والتعليم). في محلية تتميز بغناها كمحلية جنوب الجزيرة تتميز

بتنوع مصادر الثروات الزراعية، والحيوانية، والصناعية، صاحبها تأسيس خدمات التنمية البشرية من صحة وتعليم كان لابد من الاهتمام بتشديد الطرق لما لها من فوائد اقتصادية متعددة في خدمة مشاريع التنمية. شملت الطرق الرئيسية في منطقة الدراسة الطرق القومية المعبّدة وهي التي تربط بين عواصم ولايات السودان (وزارة النقل والطرق والجسور السودانية، ٢٠٠٨، ص ١-٣). تتمثل هذه الطرق في كل من طريق الخرطوم- مدني الذي تم إنشاؤه في عام ١٩٧٠ م، والذي يعبر الأجزاء الشمالية من وحدة بركات في منطقة محلية جنوب الجزيرة، وطريق مدني- سنار الذي تم تشييده في عام ١٩٨١ م، الذي يمر بمحلية بركات والحاج عبد الله وود الحداد، بالإضافة إلى الطرق الولائية المعبّدة التي تتمثل في طريق مدني- المناقل، الذي تم تأسيسه في عام ١٩٩٤ م، وهو يمر بكل من محلية المدينة عرب، ودرعية وود النعيم. أما الطرق المحلية فقد شملت الطرق المحلية المعبّدة التي تنشر في محلية جنوب الجزيرة والتي في معظمها تم تشييدها بالجهد الشعبي مع الدعم الحكومي. أما عن الدروب الممهدة وغير الممهدة فقد تم الاستفادة من جوانب قنوات الري في مشروع الجزيرة كطرق يمكن استخدامها حتى في حالة الأمطار الغزيرة لما تتميز به من ثبات وقوة والتي يطلق عليها محلياً (escape) التي تستخدم في حالة الأمطار الغزيرة، وهي في الأصل ضفاف قنوات الري التي يرجع تاريخها إلى تاريخ تأسيس مشروع الجزيرة في عام ١٩٠٢ م (الخزان، الترع). الصور توضح حالة تلك الدروب، كذلك تم قياس معامل الخشونة الدولي لنماذج تمثل كل أنواع الطرق المشار إليها في شكلي (٢ و ٨). تنوعت وسائل النقل الريفي في منطقة الدراسة من الدراجات النارية التي تستطيع التحرك في كل الظروف، والركشات، والتكتك، والتراكتور الزراعي الذي كثيراً ما يستخدم في ظروف الأمطار وعند الحالات الطارئة التي تتطلب الانتقال بحثاً عن الخدمات الصحية؛ كمثال في حالة عدم توفرها في القرية، والكارو التي تجرها الخيول، والميني حافلة (الأمجاد، الهايس، الكريز)، والحافلات الكبيرة، والبصات، واللوراي، والدفارات، البكاسي التجارية (بيك اب)، والشاحنات وأخيراً العربة الخاصة (تقرير المرور، ٢٠١٨، ص ٨٣)؛ (صور ١، ٢، ٣، ٤).

شكل رقم (٨): أنواع الطرق في منطقة الدراسة.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات وزارة النقل والطرق والجسور السودانية (٢٠١٨م)، وموارد
ArcGIS online.

صورة رقم (١): الطرق المعبدة، وسائل النقل الريفية في منطقة الدراسة.



المصدر: من عمل الباحث، الرحلة العلمية، يوليو ٢٠٢١م.

صورة رقم (٢): دروب -الطرق الممهدة- دروب، وسائل النقل الريفية في منطقة الدراسة.



المصدر: من عمل الباحث، الرحلة العلمية، يوليو ٢٠٢١م.

صورة (٣): الطرق غير الممهدة - دروب، وسائل النقل الريفية في منطقة الدراسة.

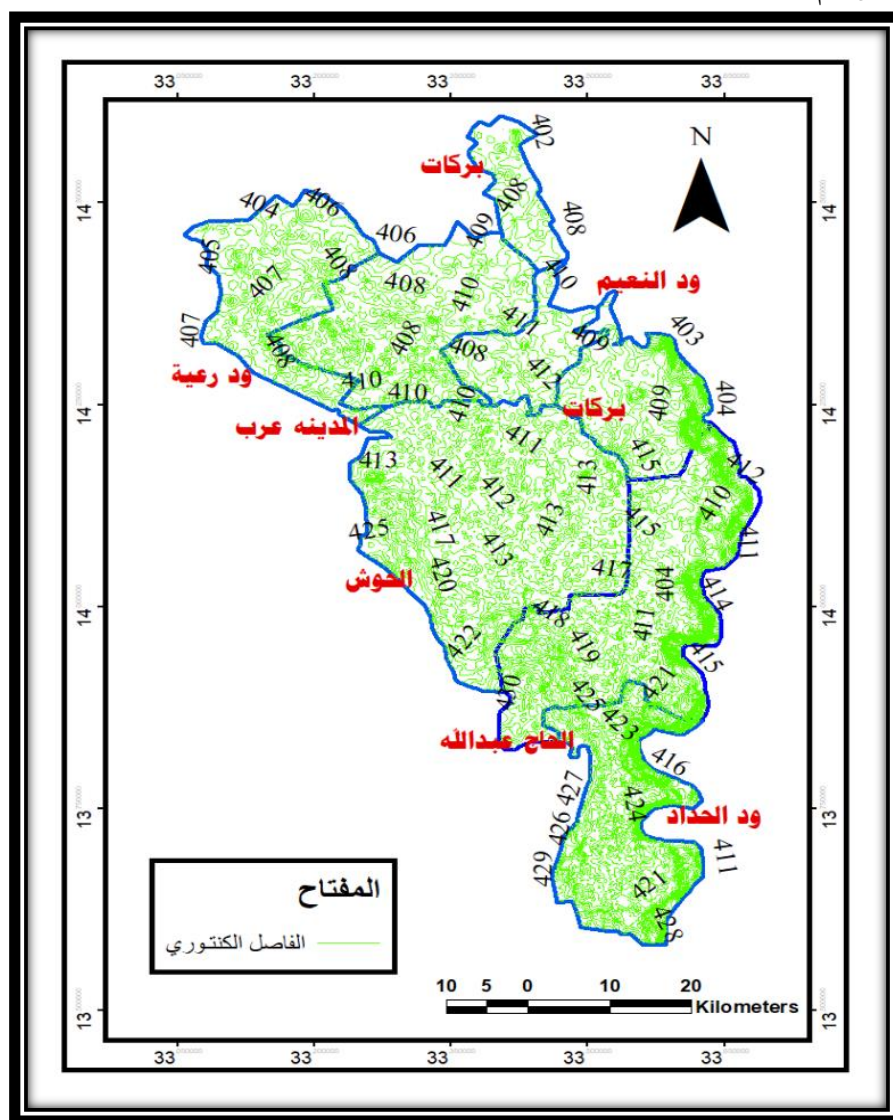


المصدر: من عمل الباحث، الرحلة العلمية، يوليو ٢٠٢١م.

مناخ المنطقة هو مناخ مداري، تتسم فيه درجات الحرارة بالارتفاع. تصل فيه درجة الحرارة العظمى في أبريل ومايو إلى (٤٢) درجة مئوية، وتنخفض في الخريف لتتراوح ما بين (٣٦-٣٨)، وفي الشتاء فتتراوح بين (٣٤-٣٨). أما درجة الحرارة الصغرى فتتراوح ما بين (٢٢-٢٥) في الصيف، وما بين (٢٢-٢٣) في الخريف، وما بين (١٤-١٦) درجة مئوية في الشتاء. أما عن الأمطار فهي من النوع الصيفي تسببه الرياح الجنوبية الغربية. وقد بلغت جملة الأيام المطيرة في منطقة الدراسة ٣١٠ يوم للفترة من ٢٠١٢ إلى ٢٠٢١م، بمتوسط ٣١ يوم في العام. ومن حيث هطول المطر فقد انحصر خلال الفترة من مايو إلى أكتوبر. وبلغت أعلى معدلات الأمطار في اليوم (٨١ ملم) في يوم ٢٧/٠٨/٢٠١٧م، (٦٥ ملم) في يوم ٢٥/٠٧/٢٠٢١م، و(٥٥ ملم) في يوم ٠٤/٠٨/٢٠١٩م. وبلغ أدنى معدل للهطول المطري (٠.١ ملم) في يوم ٠٥/٠٨/٢٠١٧م، ٠٦/٠٩/٢٠١٨م، و٢٤/٠٥/٢٠٢٠م. ومتوسط

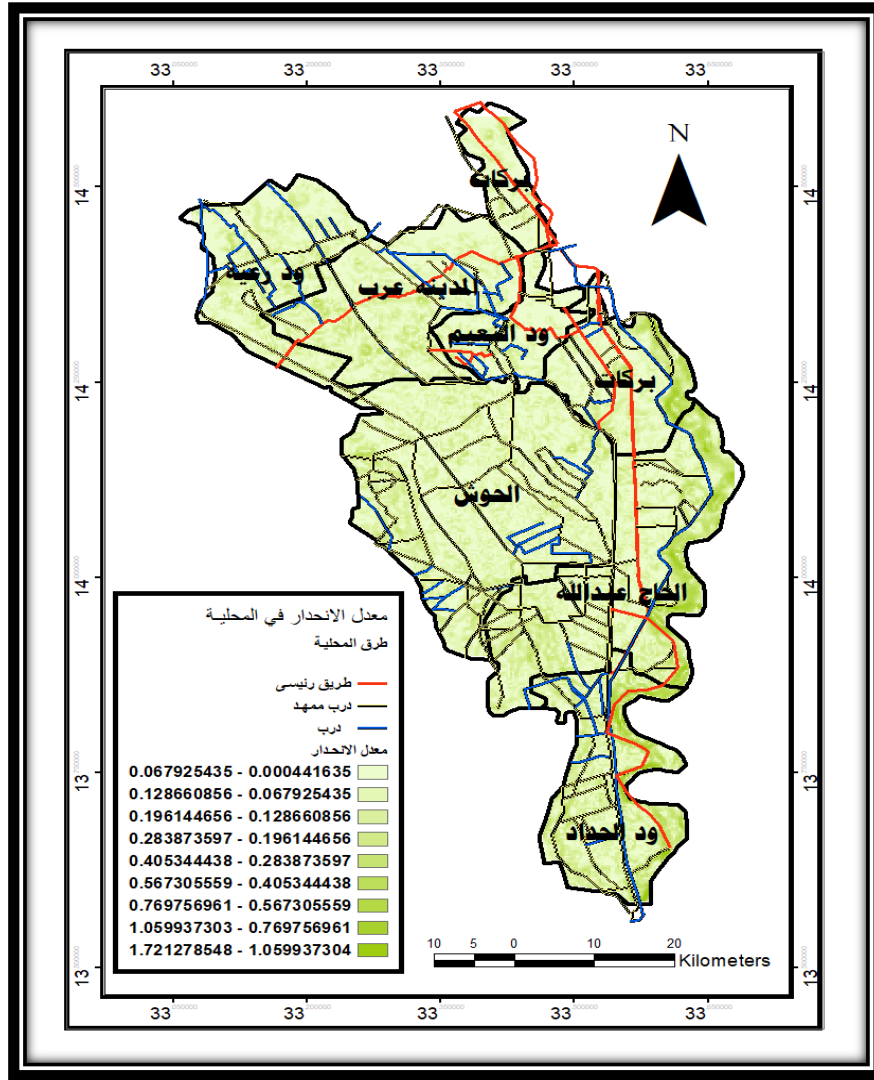
هطول (١٠، ٠٣ ملم) في اليوم. وبلغت كمية المطر في أيام الرحلة العلمية في يوم ٢١/٠٧/٢٠٢١ (٨ ملم)، وفي يوم ٢٢/٠٧/٢٠٢١ (١ ملم). ومما سبق يتصف مناخ منطقة الدراسة بأنه مداري غير متطرف؛ فهو لا استوائي ولا موسمي، ولا يتميز بالظواهر الجوية المتطرفة، مما أدى إلى محدودية أخطار عدم القدرة على الانتقال من خلال الظواهر الجوية المتطرفة. وهذا يعني أن حالات الطقس والمناخ لا تؤثر في منطقة الدراسة، حتى في الحالات الشاذة، على قدرة الطرق على السماح بالوصول طوال الفصول في كل الأحوال الجوية، فالإغلاق لا يتعدى ما بين (١٢-٢٤) ساعة عقب سقوط الأمطار الغزيرة وهي نادرة الحدوث، وبالتالي عامل وصول أعلى (الأرصاء الجوية، ولاية الجزيرة، ٢٠٢١م). ومن التركيب الجيولوجي والتضاريس يتضح أنها تتكون في المنطقة من تكوينات الجزيرة، التي تتكون من رمال وطين، وهي أراضي زراعية خصبة تحتاج للمعالجة في حالة إنشاء الطرق المعبدة (فخرالدين، ١٩٩٧م، ص٧). أما تضاريس منطقة الدراسة فهي امتداد لسهول الجزيرة، التي تتميز بانبساطها وميلانها التدريجي من الجنوب الشرقي من النيل الأزرق إلى الشمال الغربي تجاه النيل الأبيض، يتراوح ارتفاعها ما بين (٣٩٢ - ٤٣٧ متر). لذلك تتميز طرق المنطقة بكل أنواعها بانحدار خفيف، مما يجعلها أقل عرضة للتلف، والغسيل، والانزلاق، مع القدرة على تحمل الأمطار الغزيرة. ويوضح (شكل ٩، والشكل ١٠) معدل الانحدار. أما من حيث الطرق في منطقة الدراسة فتقسم حسب نوع سطح الطريق إلى طرق معبدة (MAIN)، ودروب ممهدة (TRAK) وغير ممهدة (TRAIL)، التي توضحها الصور (١)، (٢)، (٣)، (٤)، والشكل (٨)، والطرق المعبدة صالحة للاستعمال في كل الفصول. أما الدروب فهي أيضاً صالحة للاستعمال في كل الفصول، ماعدا حالات هطول الأمطار الشاذة؛ وحتى عند هطول الأمطار الشاذة فإن انقطاع الاستخدام يمتد بين (١٢-٢٤) ساعة، في أسوأ الأحوال عقب سقوط الأمطار الغزيرة، وهي نادرة الحدوث.

شكل رقم (٩): تضاريس منطقة الدراسة.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات Google Earth Pro (٢٠٠١).

شكل رقم (١٠): معدل الانحدار في منطقة الدراسة.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات Google Earth Pro (٢٠٠١).

قياس المؤشر في منطقة الدراسة:

تم قياس مؤشر الوصول الريفي في منطقة الدراسة باتباع منهجية التقنيات الجغرافية المكانية مع استخدام البيانات المحلية وبعض البيانات العالمية (الجهاز المركزي للإحصاء السوداني، مكتب الجهاز المركزي للإحصاء-ولاية الجزيرة، الهيئة القومية للطرق والجسور السودانية، بيانات خرائط الطرق العالمية مفتوحة المصدر (OSM)، أمانة حكومة ولاية الجزيرة، رئاسة محافظة محلية جنوب الجزيرة، الزيارة الميدانية التي قام بها الباحث والمصادر الثانوية في الكتب والنشرات والرسائل الجامعية) من خلال الآتي:

• الريف والحضر:

استخدمت الدراسة تصنيف الجهاز المركزي للإحصاء السوداني للتجمعات السكانية إلى قرى ومدن حسب عدد السكان الذي استخدم في تعداد السكان والمساكن الخامس (٢٠٠٨م)، فكل تجمع سكاني يصل عدد سكانه إلى خمس آلاف نسمة يعد مدينة (حضر)، وما دون ذلك يعتبر قرية -ريف (الشكل رقم ١).

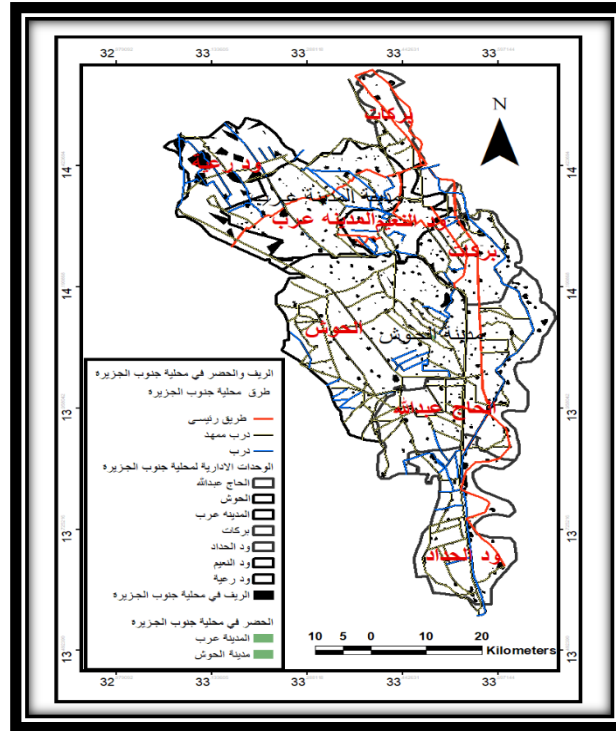
• توزيع السكان:

استخدم الباحث الخريطة الرقمية التي تم إعدادها لرصد نتائج تعداد السكان والمساكن الخامس (٢٠٠٨م). يعد تعداد السكان والمساكن الخامس ٢٠٠٨م في السودان ذو مرجعية جغرافية؛ أي تم تسجيل إحداثيات القرى والأحياء في المدن كجزء من التعداد، ثم جمعت هذه الأرقام على مستويات مختلفة ابتداءً من مجال العد (مجموعة أسر)، القرية أو الحي في المدينة (مجموعة مجال العد)، الوحدة الإدارية، (مجموع سكان القرى والمدن)، المحافظة (مجموع سكان الوحدات الإدارية)، الولاية (مجموع سكان المحافظات)، ثم سكان السودان (مجموع سكان الولايات). وقد قام الباحث بتحديثها للعام ٢٠١٨م، كأرقام تقديرية لمجموع سكان القرية، اعتماداً على تقديرات الجهاز المركزي للإحصاء السوداني (الشكل رقم ١).

• الحدود الإدارية:

تم استخدام خريطة الوحدات الإدارية الصادرة من الجهاز المركزي للإحصاء السوداني والتي أعدت واستخدمت في أعمال تعداد السكان والمساكن الخامس (٢٠٠٨م) مع إجراء التحديثات اللازمة لمواكبة التغيرات الإدارية في تأسيس المحليات والوحدات الإدارية الجديدة (شكل رقم ١)، والتي أعدت وحدثت بناءً على مصادر عديدة شملت خرائط الهيئة القومية للمساحة السودانية الاتحادية والولائية، وخرائط وبيانات تعداد السكان والمساكن الخامس (٢٠٠٨م).

شكل رقم (١١): الريف والحضر في منطقة الدراسة.

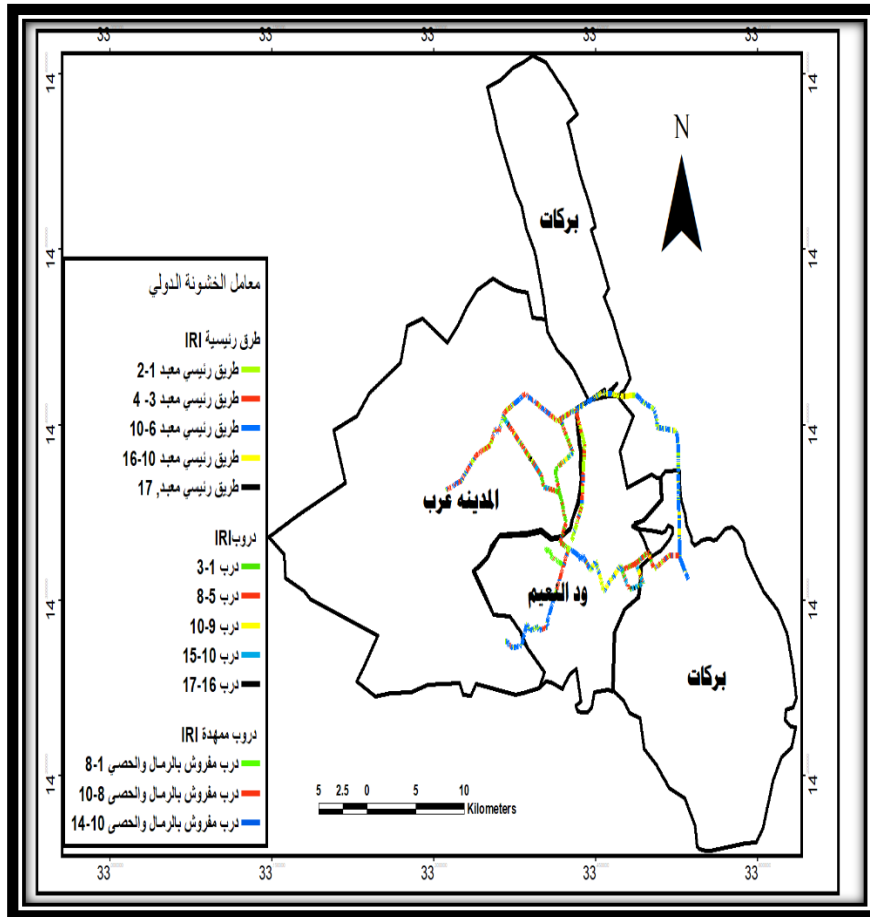


المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات وزارة النقل والطرق والجسور السودانية (٢٠١٨م)، وبيانات التعداد الخامس للمساكن والسكان (٢٠٠٨م)، وموارد ArcGIS online .

• الطرق:

تنوعت الطرق في منطقة الدراسة من طرق رئيسية معبدة، ودروب ممهدة وغير ممهدة. وقد تم التقييم المرئي لحالة رصف الطرق (PCI) من الصور الفتوغرافية (١)، (٢)، (٣)، (٤). كما تم حساب مؤشر الخشونة الدولي لعينة الدراسة (الشكل رقم ١٢).

شكل رقم (١٢): معامل الخشونة الدولي لعينة طرق منطقة الدراسة.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الرحلة العلمية، يوليو ٢٠٢١ م.

• نتائج قياس مؤشر الوصول الريفي في منطقة الدراسة:

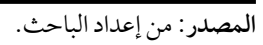
تظهر النتائج في الجدول (٣) والأشكال (١٤)، (١٥)، (١٦)، (١٧)، (١٨).

جدول رقم (٣): نتائج قياس مؤشر الوصول الريفي في منطقة الدراسة.

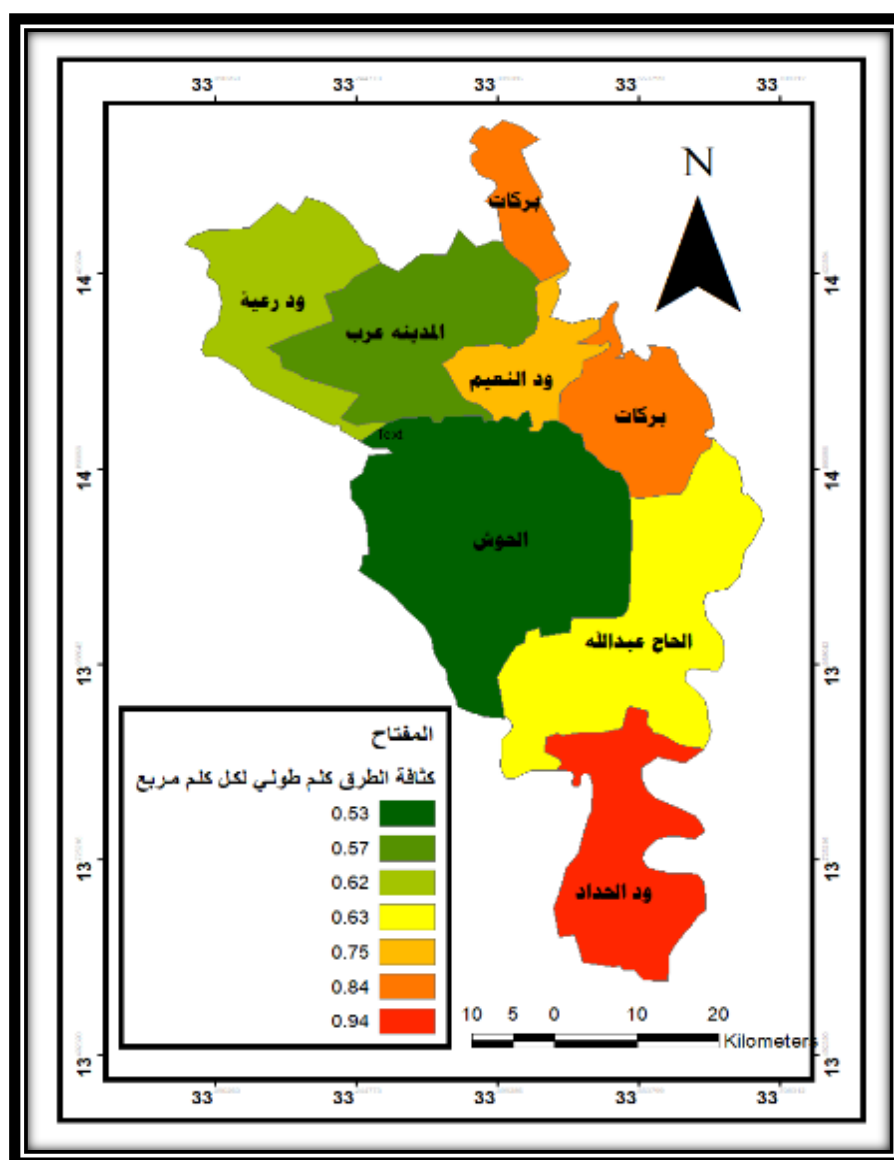
م	اليانات	الوحدات الإدارية	و درعية	بركات	ود النعم	الموش	الخاج عبدالله	ود الخداد	المدينة عرب	المحلية
١		السكان ٢٠١٨	٥١٩٦٦	١٠١٠٩٩	٤٩٣٧٦	١٣٣٧٠٧	٩٧٦٢١	١٧٥٣٦١	٩٦٩٣٨	٧١٢٠٤٢
٢		المساحة	٣٤٤	٣٧٦	١٨٩	٧٧٩	٥٢٧	٤٦٢	٥٢٠	٣١٩٧
٣		كثافة السكان : نسمة/كلم ٢	١٥٢	٢٦٩	٢٦٢	١٧٢	١٨٦	٣٨٠	١٨٧	٢٢٣
٤		طول الطرق (OSM)	١٤٠	١٨٣	٩١	٢٣٣	٢١٣	٣٦١	١٩٢	١٤١٣
٥		طول الطرق المحسنة ٢٠١٨	٢١٣	٣١٤	١٤٠	٤١٠	٣٣٠	٤٠٠	٢٩٣	٢١٠٠
٦		كثافة الطرق الريفية ٢٠١٨، كلم طولي /كلم مربع	٠.٦٢	٠.٣٤	٠.٧٥	٠.٥٢	٠.٦٣	٠.٩٤	٠.٥٧	٠.٦٦
٧		نسبة الطرق الممهدة التي بحالة جيدة	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠
٨		نسبة الطرق الغير ممهدة للمهدة التي بحالة جيدة	٪٩٧	٪٩٧	٪٩٧	٪٩٧	٪٩٧	٪٩٧	٪٩٧	٪٩٧
٩		نسبة الطرق المعبدة التي بحالة جيدة	٪٠	٪٣٤	٪٣٤	٪٣٤	٪٣٤	٪٣٤	٪٣٤	٪٣٠
١٠		السكان الذين ليست لديهم القدرة على الوصول الريفي	٣٦٨٧	٠	٢٨١٦	٥٦٦٨	٠	٠	٨٢٧٧	٢٠٨٤٤
١١		نسبة السكان الذين ليست لديهم القدرة على الوصول الريفي	٪٧	٪٠	٪٦	٪٤	٪٠	٪٠	٪٩	٪٣
١٢		السكان الذين لديهم القدرة على الوصول الريفي	٤٨٢٧٩	١٠١٠٩٩	٤٦٥٦٠	١٢٨٠٣٩	٩٧٦٢١	١٧٥٣٦١	٨٨٦٦١	٦٩١١٩٨
١٣		نسبة السكان الذين لديهم القدرة على الوصول الريفي	٪٩٣	٪١٠٠	٪٩٤	٪٩٦	٪١٠٠	٪١٠٠	٪٩١	٪٩٧
١٤		السكان الذين تتوافر لهم خدمات التعليم الأساس على بعد ٢ كلم	٥١٩٦٦	١٠١٠٩٩	٤٩٣٧٦	١٣٣٧٠٧	٩٧٦٢١	١٧٥٣٦١	٩٦٩٣٨	٧١٢٠٤٢
١٥		نسبة السكان الذين تتوافر لهم خدمات التعليم الأساس على بعد ٢ كلم	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠
١٦		السكان الذين لا تتوافر لهم خدمات التعليم الأساس على بعد ٢ كلم	٪٠	٪٠	٪٠	٪٠	٪٠	٪٠	٪٠	٪٠
١٧		نسبة السكان الذين لا تتوافر لهم خدمات التعليم الأساس على بعد ٢ كلم	٪٠	٪٠	٪٠	٪٠	٪٠	٪٠	٪٠	٪٠
١٨		السكان الذين لا تتوافر لهم خدمات التعليم الثانوي على بعد ٢ كلم	٢٩٥٦	١١٧٠١	١٠١٤٩	١٠٠	٣٣٩٦٢	٢٠٥٤٥	١٠٣٥٥	٧٩٧٦٨
١٩		نسبة السكان الذين لا تتوافر لهم خدمات التعليم الثانوي على بعد ٢ كلم	٪٦	٪١٢	٪٢١	٪٠٠.١٠	٪٢٥	٪١٢	٪١١	٪١٢
٢٠		السكان الذين تتوافر لهم خدمات التعليم الثانوي على بعد ٢ كلم	٤٩٠١٠	٨٩٣٨٩	٣٩٣٣٠	١٣٣٦٠٧	٧٣٦٥٩	١٥٤٨١٦	٨٦٥٨٣	٦٣٢٢٧٤
٢١		نسبة السكان الذين تتوافر لهم خدمات التعليم الثانوي على بعد ٢ كلم	٪٩٤	٪٨٨	٪٧٩	٪٩٩٩.٩٩	٪٧٥	٪٨٨	٪٨٩	٪٨٨
٢٢		السكان الذين لا تتوافر لهم الخدمات الصحية على بعد ٢ كلم	١٦٧١٦	٨٠٦٢	٧٧٩١	٢٥٥٧٦	١٩٢٢٥	٧٢٦٢	١١٤٣٣	٩٥٠٦٥
٢٣		نسبة السكان الذين لا تتوافر لهم الخدمات الصحية على بعد ٢ كلم	٪٣٢	٪٨	٪١٦	٪١٨	٪٢٠	٪٤	٪١٢	٪١٣
٢٤		السكان الذين تتوافر لهم الخدمات الصحية على بعد ٢ كلم	٣٥٥٥٠	٩٣٠٣٧	٤١٥٨٥	١٠٩١٣١	٧٨٣٩٦	١٦٨٠٩٩	٨٥٥٠٥	٦١٦٩٧٧
٢٥		نسبة السكان الذين لا تتوافر لهم الخدمات الصحية على بعد ٢ كلم	٪٦٨	٪٩٢	٪٨٤	٪٨٢	٪٨٠	٪٩٦	٪٨٨	٪٨٧

المصدر: من إعداد الباحث.

شكل رقم (١٣): كثافة السكان في الوحدات الإدارية لمحلية جنوب الجزيرة.

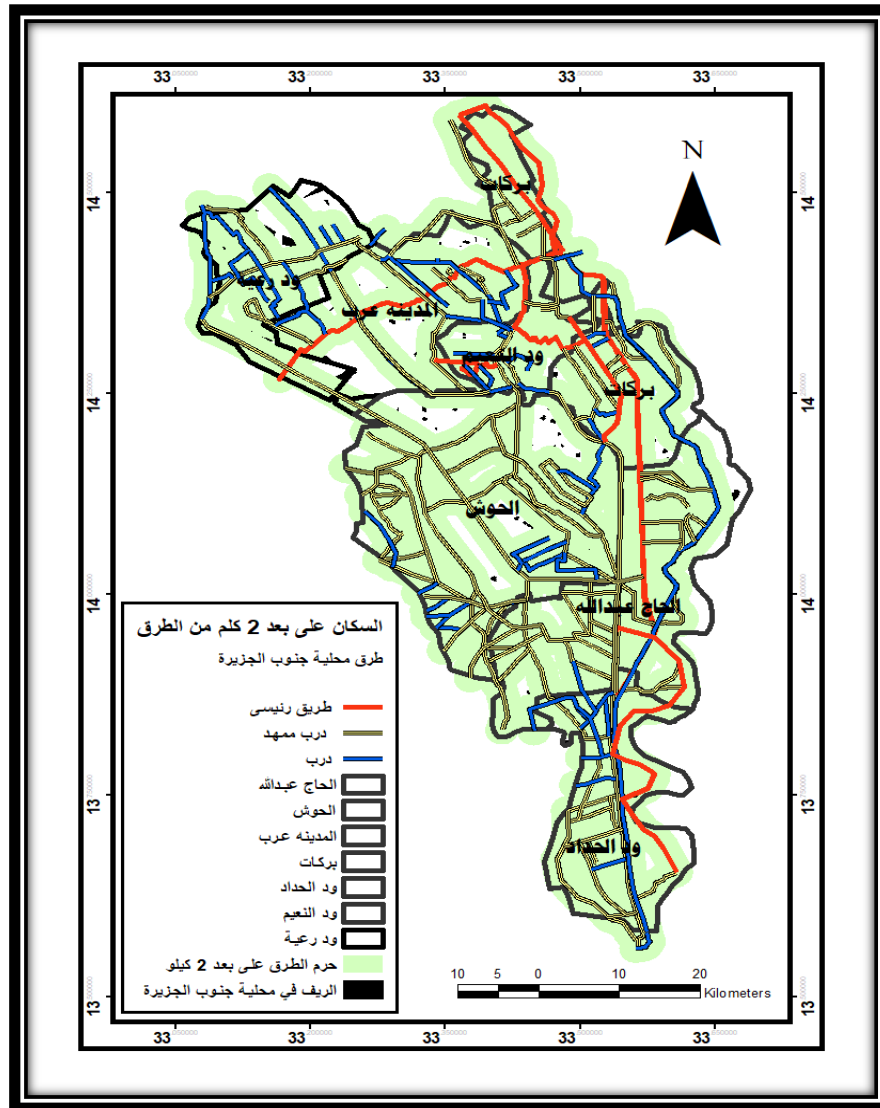


شكل رقم (١٤): كثافة الطرق الريفية في الوحدات الإدارية لمحلية جنوب الجزيرة.



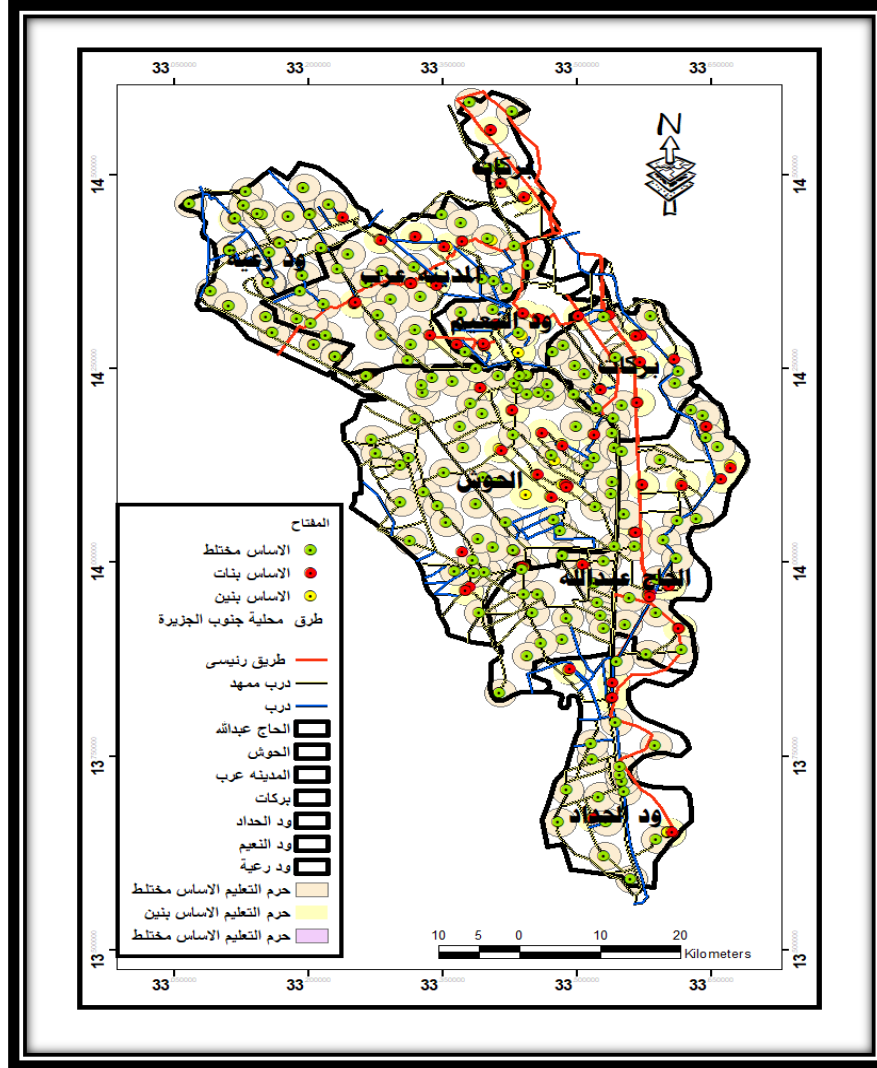
المصدر: من إعداد الباحث.

شكل رقم (١٥): السكان الذين لديهم القدرة على الوصول الريفي لمحلية جنوب الجزيرة.



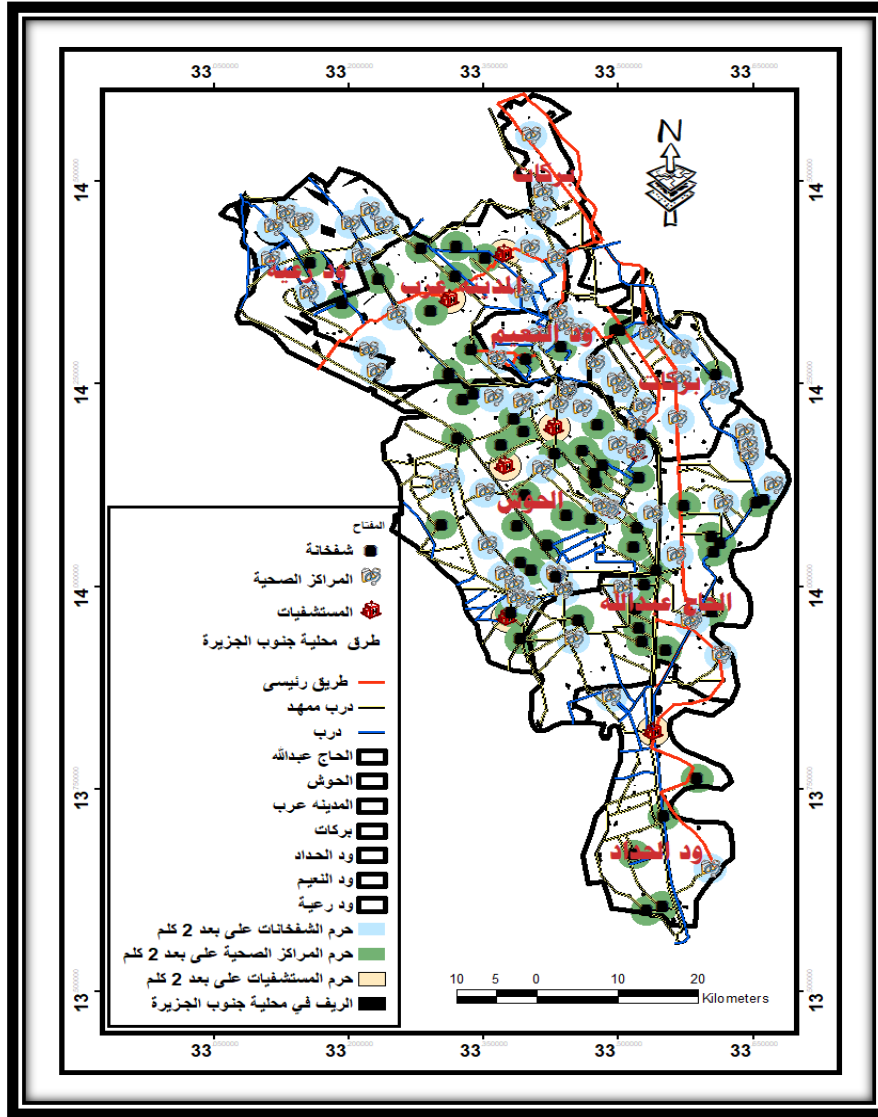
المصدر: من إعداد الباحث.

شكل رقم (١٦): السكان الذين لديهم القدرة على الوصول لخدمات التعليم الأساسي على بعد ٢ كلم لمحلية جنوب الجزيرة.



المصدر: من إعداد الباحث.

شكل رقم (١٨): السكان الذين لديهم القدرة على الوصول للخدمات الصحية على بعد ٢ كلم لمحلية جنوب الجزيرة.



المصدر: من إعداد الباحث.

مناقشة الدراسة والنتائج:

من خلال تعريف مفهوم مؤشر الوصول الريفي وخطوات حسابه باستخدام طريقة التقنيات الجغرافية المكانية والبيانات، ومن ثم جمع بيانات محلية جنوب الجزيرة ووحداتها الإدارية، ومعرفة خصائص منطقة الدراسة وتطبيق خطوات حساب مؤشر الوصول الريفي باستخدام طريقة التقنيات الجغرافية المكانية في محلية جنوب الجزيرة، يتضح لنا الآتي:

- أن طقس ومناخ محلية جنوب الجزيرة مناخ جيد، كما أن تضاريس محلية الجنوب هي امتداد سهول الجزيرة التي تتميز بانبساطها وميلانها التدريجي من الجنوب الشرقي من النيل الأزرق إلى الشمال الغربي باتجاه النيل الأبيض، ويتراوح ارتفاعها ما بين ٤٣٧-٣٩٢ متر (الشكل رقم ٩). تتخلل هذه المنطقة الطرق المعبدة، والطرق غير المعبدة (الممهدة، وغير الممهدة) التي تمثلها قنوات ري مشروع الجزيرة. لذلك تتميز طرق المنطقة بكل أنواعها بانحدار خفيف (الشكل ١٠)، مما يجعلها أقل عرضة للتلف والغسيل والانزلاق مع القدرة على تحمل الأمطار الغزيرة، علماً أن معدل المطر في أيام الرحلة العلمية في يوم ٢١/٠٧/٢٠٢١ م (٨ ملم)، وفي يوم ٢٢/٠٧/٢٠٢١ م (١ ملم)، (الصور ١، ٢، ٣، ٤)، ومتوسط كمية المطر في اليوم (١٠.٠٣ ملم)، ومعدل متوسط الأيام الممطرة ٣١ يوماً في العام للفترة من عام ٢٠١٢ إلى عام ٢٠٢١ م، ينحصر هطولها بين شهري مايو وأكتوبر، وأعلى معدل لمتوسط الأمطار (٨١ ملم) في يوم ٢٧/٠٨/٢٠١٧ م، (٦٥ ملم) في يوم ٢٥/٠٧/٢٠٢١ م و (٥٥ ملم) في يوم ٠٤/٠٨/٢٠١٩ م، وحتى في أعلى الأيام مطراً لا يتم إغلاق الطرق إغلاقاً كاملاً وهي معدلات قد تحدث مرة كل عام، لذلك تعتبر الطرق المحلية أقل عرضة للتلف والغسيل والانزلاق، وبالتالي مستوى أقل من إغلاق الطرق بسبب الطقس والمناخ والتضاريس وبالتالي عامل وصول أعلى.
- أن الطرق في منطقة الدراسة تقسم حسب نوع سطح الطريق إلى طرق معبدة (MAIN)، دروب ممهدة (TRAK)، وغير ممهدة (TRAIL)، التي يوضحها (الشكل ٨)، وأن

التقييم المرئي للطرق (PCI) من الصور الفتوغرافية، (١)، (٢)، (٣)، (٤)، أوضح أن الطرق صالحة للاستعمال في حالة متوسط معدلات الأمطار في المنطقة (١٠,٠٣ ملم) في فصل الخريف، مما كان له أثر أقل على انخفاض إمكانية الوصول، وبالتالي عامل وصول أعلى. ويتضح تقييم الطرق من حيث الجودة حسب مؤشر الخشونة الدولي (IRI) (الجدول ٣، والشكل ١٢)، بأن نسبة الطرق المعبدة التي يتم تقييمها حسب مؤشر الخشونة الدولي ما بين جيد جداً وجيد ٣٤٪، ومن الطرق المحلية ضعيف، وضعيف جداً ٦٦٪، لكن تأثيرها منخفض على إمكانية الوصول بالنسبة للطرق المعبدة، وبالتالي عامل وصول أعلى. أما الدروب الممهدة فأن نسبة مؤشر الخشونة الدولي يتراوح بين جيد جداً وجيد وعادل تعادل ١٠٠٪، وبالتالي تأثير منخفض على إمكانية الوصول بالنسبة للطرق الممهدة، وبالتالي عامل وصول أعلى، وللدروب غير الممهدة فإن نسبة مؤشر الخشونة الدولي يتراوح بين جيد جداً وجيد وعادل ٩٧٪، ٣٪ ضعيف، وبالتالي تأثير متوسط على إمكانية الوصول بالنسبة للطرق المعبدة، وبالتالي عامل وصول متوسط.

- بلغت كثافة السكان في المحلية ٢٣٣ نسمة لكل كلم مربع (جدول ٣؛ وشكل ١٤). وتراوحت الكثافة بين الوحدات الإدارية (٣٨٠ ود الحداد، ٢٦٩ بركات، ٢٦٢ ود النعيم، ٨٧ المدينة عرب، ١٨٦ الحاج عبد الله، ١٥٢ ود رعية)، وهي تعتبر من أعلى الكثافات في السودان؛ ويرجع ذلك لوجود مشروع الجزيرة الزراعي، حيث تقع معظم المساحات المحلية، التي ساعدت على توفير فرص العمل، مع تمكين السكان الريفيين من تأسيس خدمات التنمية البشرية (التعليم والصحة)، وطرق النقل المعبدة والممهدة بالجهد الشعبي للمواطنين.
- كما يتضح من الجدول (٣) والشكل (١٤) بلغت كثافة الطرق في المحلية (٠,٦٦) كلم طولي لكل كلم مربع، وتراوحت الكثافة بين الوحدات الإدارية (٠,٩٤ ود الحداد، ٠,٧٥ ود النعيم، ٠,٦٣ الحاج عبد الله، ٠,٦٢ ود رعية، ٠,٥٧ المدينة عرب، ٠,٣٤ بركات). وتعد هذه الكثافات مرتفعة. ولعل ذلك يرجع ذلك إلى صلاحية

حساب ضفاف قنوات الري في مشروع الجزيرة، كطرق ممهدة وغير ممهدة صالحة للاستخدام، بالإضافة إلى تمكن السكان الريفيين من إنشاء الطرق المعبدة، بالجهد الشعبي للمواطنين.

- يتضح من الجدول (٣) والشكل (١٥) أن نسبة سكان المحلية الذين لديهم وصول ريفي - على بعد ٢ كلم صالح لكل الأحوال الجوية - بلغت (٩٧٪) من سكان المحلية، أي ما يعادل (٦٩١,١٩٨) من جملة سكان المحلية البالغ عددهم (٧١٢,٠٤٢)، وتفاوتت النسبة بين الوحدات الإدارية (١٠٠٪ بركات والحاج عبدالله والحداد، ٩٦٪ الحوش، ٩٤٪ ود النعيم، ٩٣٪ ود عية، ٩١٪ المدينة عرب)، وهي تعتبر معدلات مرتفعة سواء على مستوى المحلية أم وحداتها الإدارية، ويرجع ذلك أيضاً لصلاحية حساب ضفاف قنوات الري في مشروع الجزيرة، كطرق ممهدة وغير ممهدة صالحة للاستخدام، بالإضافة إلى تمكن السكان الريفيين من إنشاء الطرق المعبدة، بالجهد الشعبي للمواطنين.

- يتضح من الجدول (٣)، والشكل (١٧) والشكل (١٨)، تمتع سكان المحلية بكل وحداتها الإدارية بخدمات تعليم أساس يوجد على بعد ٢ كلم بنسبة ١٠٠٪ (مجموع السكان (٧١٢,٠٤٢). كما يتمتع ٨٨٪ من السكان بالتعليم الثانوي بما يعادل (٦٣٢,٢٧٤) نسمة من (٧١٢,٢٧٤) نسمة، وتفاوتت النسبة بين الوحدات الإدارية (٩٩٪ الحوش، ٩٤٪ ودرعية، ٨٩٪ المدينة عرب، ٨٨٪ ود الحداد وبركات، ٧٩٪ ود النعيم، ٧٥٪ الحوش). أما بالنسبة للخدمات الصحية فتبلغ نسبة سكان المحلية الذين تتوفر لهم الخدمات على بعد ٢ كلم (٨٧٪) من نسبة السكان أي ما يعادل (٦١٦,٩٧٧) نسمة من جملة سكان المحلية البالغ عددهم (٧١٢,٠٤٢) نسمة، وتفاوتت النسبة بين الوحدات الإدارية (٩٦٪ ود الحداد، ٩٢٪ بركات، ٨٨٪ المدينة عرب، ٨٤٪ ود النعيم، ٨٢٪ الحوش، ٨٠٪ الحاج عبدالله، ٦٨٪ ودرعية).

- تعتبر طريقة التقنيات الجغرافية المكانية والبيانات، طريقة فعّالة في حساب مؤشر الوصول الريفي ذات تكلفة مالية وزمنية منخفضة، إذا توفرت البيانات الأساسية من

الهيئات المحلية الريفية والوطنية على مستوى الدولة، وأن من أكبر تحدياتها دقة وجودة البيانات.

الخاتمة والتوصيات:

يعد قياس مؤشر الوصول الريفي باستخدام التقنيات الجغرافية المكانية والبيانات من الدراسات المهمة والرائدة في دراسات أثر النقل على التنمية الريفية. وقد سهلت طريقة التقنيات الجغرافية المكانية والبيانات من طريقة حسابه على المستويات المحلية والوطنية، بدءاً من المستوى الإداري الأدنى على مستوى الدولة وهو الوحدة الإدارية في جمهورية السودان، لكن كل ذلك يعتمد في الأساس على أن تكون بيانات التعداد ذات مرجعية جغرافية وهو ما قام به السودان في تعداد السكان والمساكن الخامس (٢٠٠٨م). ولذلك توصي هذه الدراسة باستخدام طريقة التقنيات الجغرافية المكانية في حساب مؤشر الوصول الريفي، وأن تشارك أقسام الجغرافيا في السودان والوطن العربي بتصحيح بيانات (Open Street Map OSM) مفتوحة المصدر، وألا تترك عملية التصحيح والإضافة للمتطوعين غير المتخصصين. كذلك يمكن لأقسام الجغرافيا من تكملة وتحديث البيانات المكانية للتعدادات السكانية، وإضافة البيانات الوصفية، باعتبار أن التعداد السكاني يتم كل عشرة أعوام، وأن لكل جامعة نطاق مكاني يمكن أن يتوفر فيه طلاب يعرفون التفاصيل الجغرافية للمنطقة. كما توصي الدراسة المسؤولين الإداريين في منطقة الدراسة بالاستفادة من نتائج الدراسة ومن التقنيات المكانية الجغرافية، في تحسين جودة الخدمات (الطرق، والتعليم، والصحة).

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

- محمود، أسمهان عبد الله محمد، (٢٠١٧م)، التباين المكاني لأنواع الكثافات السكانية - باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (دراسة حالة) ولاية الجزيرة - السودان (١٩٩٣ - ٢٠١٥م)، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الجزيرة.

- الترابي، نعيمة محمد عبد الله، (١٩٩٨م)، تأثير الأمطار على المحاصيل المزروعة صيفياً في مشروع الجزيرة، رسالة ماجستير - غير منشورة، جامعة الخرطوم، الخرطوم، رسالة دكتوراه - غير منشورة، جامعة الجزيرة.
- عمر، منى علي عبد الله: (٢٠١٨م)، مشكلة إمدادات المياه بمحلية المناقل، ولاية الجزيرة، السودان (٢٠١٧-٢٠٢٠)، رسالة دكتوراه - غير منشورة، جامعة الجزيرة.
- محمد، فخر الدين أحمد عبد الله وآخرون، (٢٠١٩م)، "استخدام التقنيات الجغرافية المكانية في إعداد الدليل السياحي لمحافظة بيشة"، مجلة جامعة بيشة للعلوم الإنسانية والتربوية، العدد الخامس.
- وزارة البيئة والغابات والتنمية العمرانية (٢٠٢١م)، تقارير الأرصاد السنوية، هيئة الأرصاد السودانية، الخرطوم؟
- وزارة البيئة والغابات والتنمية العمرانية (٢٠١٤م)، تقرير المساحة، الهيئة العامة للمساحة - مساحة ولاية الجزيرة.
- وزارة الحكم الاتحادي (٢٠١٤م)، تقرير الحكم المحلي، ديوان الحكم الاتحادي، ولاية الجزيرة.
- وزارة النقل والطرق والجسور السودانية (٢٠٠٠م)، الخطة القومية للطرق في السودان (٢٠٠٠ - ٢٠٢٠)، التقرير النهائي، الهيئة القومية للطرق والجسور، الخرطوم.
- وزارة النقل والطرق والجسور السودانية (٢٠٠٨م)، التقرير النهائي، الهيئة القومية للطرق والجسور.
- وزارة النقل والطرق والجسور السودانية (٢٠١٦م)، البنية الأساسية للطرق والجسور - شبكة الطرق والجسور، الهيئة القومية للطرق والجسور.
- وزارة شؤون مجلس الوزراء (٢٠١٤م)، تقرير الجهاز المركزي للإحصاء، الجهاز المركزي للإحصاء ولاية الجزيرة.

ثانياً: المراجع غير العربية:

- Egbali, *et, al*, (2017), **Technical Paper: Rural Access Index (RAI), The Case of Timor-Leste**, R4D technical paper, International Labor Organization.
- GTF, (2019), **Global Tracking Framework (GTF)**, Sum4All. <https://sum4all.org/global-tracking-framework>.
- Iimi, *et, al*, (2016), **New Rural Access Index: Main Determinants and Correlation to Poverty**, The World Bank, Washington DC, USA.
- Iimiel, *et, al*, (2016), **New Rural Access Index, Main Determinants and Correlation to Poverty, Transport and ICT Global Practice**, The World Bank Group, World Bank, Washington DC, USA.
- Mikou, *et, al*, (2019), **Sessing Rural Accessibility and Rural Roads investment Needs Using Open- Source Data**, World Bank, Washington DC, USA.
- OSM, (2019a), **Highway Tag Africa**, https://wiki.OpenStreetMap.org/wiki/Highway_Tag_Africa, Accessed on 19 August 2019.
- OSM, (2019b), **Highway Tag Africa**, https://wiki.OpenStreetMap.org/wiki/Inland_navigation, Accessed on 19 August 2019.
- Roberts, *et, al*, (2006), **Rural Access Index: A Key Development Indicator**, The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank 1818 H Street NW, Washington, DC.
- SuM4All, (2019), **Universal Rural Access: Companion Paper to Global Roadmap of Action Toward Sustainable Mobility, Sustainable Mobility for All**, (SuM4All), Washington DC. 44p
- Transport & ICT, (2016), **Measuring Rural Access: Using New Technologies**, Washington DC: World Bank, License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0
- UN Statistics Division, (2017), **Principles and Recommendations for Population and Housing Censuses**, (Revision 3, 2017), New York, USA.
- Workman, R, *et, al*, (2019), **Measuring Rural Access Using New Technologies: Supplemental Guidelines**, Recap GEN2033D, London: Recap for DFID.
- Workman, R., *et, al*, (2019a), **Consolidation, Revision and Pilot Application of the Rural Access Index (RAI)**, Progress Statement 1. Re Cap GEN2033D. London: Recap for DFID.

- Workman, R., et, al: (2019b), **Consolidation, Revision and Pilot Application of the Rural Access Index (RAI)**, Progress Statement 2. Re Cap GEN2033D. London: Recap for DFID.
- Workman, R., et, al, (2018), **Consolidation, Revision and Pilot Application of the Rural Access Index (RAI)**, Inception Report, GEN2033D. London: ReCap for DFID.
- World Bank, (2016), "Measuring Rural Access: Using New Technologies (English)". Washington, DC, USA.
- World bank, (2019), **World Measuring Rural Access: Update 2017/18**, World Bank, Washington DC, World Bank USA.
- World bank, (2019), **World Measuring Rural Access: Update2017/2018**, Washington, DC, World Bank, USA.
- World Bank, (2018), **Road Costs Knowledge System (ROCKS)– Doing Business Update**, Washington, DC, World Bank, USA.

Measuring the rural access index for the locality of South Gezira in the Republic of Sudan

Fakhirudeen Ahmad Mohammad

Abstract:

The study dealt with the issue of measuring the rural accessibility index in the locality of South Gezira, Republic of Sudan. The study aimed to find out the percentage of the rural population in the locality of South Al-Jazirah and its administrative units, who live two kilometers from the road in all weather conditions, equivalent to walking for a period ranging between 20 to 25 minutes, through the overlay layers of rural population, rural population, administrative borders, and a road that is suitable for all weather conditions using geospatial techniques.

The study collected its data from multiple sources, including spatial data for the fifth population census (2008), population projections for the year (2018), data from the Sudanese National Roads and Bridges Authority, open-source maps (Open Street Map- OSM), and Esri resources on the (ArcGIS) platform. And the scientific trip in which the data of the study sample was collected using (GPS GARMIN 60CSx), smart phone and its software (Roadroid), smart camera (ROVE-R2-4k) and its software (ROVE).

After analyzing the entered data, the study reached a few results, represented in the fact that local roads in the south of the island are less susceptible to damage, washing, and slipping due to weather, climate, and terrain, which led to a lower level of road closures, which resulted in a higher accessibility factor. And that there is a variation in the quality of local roads according to the coefficient International roughness, we find that 34% of the paved roads are described as very good and good, and 66% are described as weak and very weak, but their effect is low on the closure of paved roads due to weather and climate, and therefore the access factor is higher, and 100% of the paved roads are described between very good, good, and fair, and therefore its effect is low on closing paved roads, which led to a higher accessibility factor. As for unpaved roads, it is described as between very good, good, and fair, by 97%, and 3%, it is poor, and therefore its effect is medium on closing unpaved roads, and therefore an average access factor. The density of local roads amounted to (0.66) linear km per km², and the percentage of the population who live within 2 km of an all-weather road equivalent to 20-25 minutes of walking was (97 %), (100%) for basic education, (88%) for secondary education, and (87%) for health services. The percentage of the population in the locality, and that these percentages vary within the administrative units of the locality of South Al Jazira.

The study also recommended using the method of geospatial techniques in calculating the rural access index, and that the geography departments in Sudan and the Arab world participate in correcting open source (Open Street Map-OSM) data, and that the correction and addition process is not left to non-specialized volunteers, as well as the geography departments can supplement and update. The spatial data of the population censuses and the addition of descriptive data, and that each university has a spatial scope, in which there can be students who know the geographical details of the region. The study also recommends that the administrative officials in the study area can take advantage of the results of the study and apply the geospatial techniques to improve the quality of services (roads, education and health).

Keywords: Rural Access Index, International Roughness Index, Geospatial techniques, Geographical data, A road that is suitable for all weather conditions.

محاكاة النمو العمراني وتغير أغطية الأرض شمال مدينة مكة المكرمة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

د. مليحة بنت حامد عبدالله العبدلي^(١)

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى استخدام تقنية الاستشعار عن بعد في اشتقاق طبقات معلوماتية خلوية تبين أغطية واستعمالات الأرض وتغيراتها شمال مدينة مكة المكرمة خلال أربع فترات بين عامي ٢٠٠٥ - ٢٠٢٠م، وذلك تمهيداً لتحقيق الهدف الثاني في النمذجة المكانية لمحاكاة النمو العمراني وتغير أغطية الأرض في المنطقة بين عامي ٢٠٢٠ - ٢٠٥٠م، وذلك من خلال تطبيق نموذجي ماركوف المجهن (CA-Markov)، وسلسلة ماركوف (Markov Chain). كما استخدمت الدراسة التصنيف غير الموجه في اشتقاق أغطية الأرض من مرئيات (Spot, Sentinel)، وصنفت الأغطية الأرضية إلى خمسة أصناف: العمران، والغطاء النباتي، والطرق، والرواسب أو الأراضي الجرداء، والصخور.

أظهرت نتائج التحليل والنمذجة المكانية نمو العمران بمناطق الغطاء النباتي والرواسب والمكاشف الصخرية بين عامي ٢٠٠٥ - ٢٠٢٠م، وتوقع استمرارية نموه حتى عام ٢٠٥٠م. ومما يؤكد ذلك أظهرت نتائج المحاكاة بنموذج (CA-Markov) زيادة مساحة المنطقة المبنية من ١٣.٥ كم^٢ عام ٢٠٢٠م، إلى ١٩.١ كم^٢ عام ٢٠٣٠م، وإلى ٢٤.٣ كم^٢ عام ٢٠٤٠م، وإلى ٢٩.٨ كم^٢ عام ٢٠٥٠م. وتؤكد ذلك نتائج المحاكاة بنموذج (Markov Chain)، حيث زادت المساحة المبنية في المنطقة من ١٣.٥ كم^٢ عام ٢٠٢٠م، إلى ٢١.١ كم^٢ عام ٢٠٣٠م، ثم إلى ٢٦.٩ كم^٢ عام ٢٠٤٠م، وإلى ٣١ كم^٢ عام ٢٠٥٠م.

١ الدرجة العلمية: دكتوراه - التخصص: عمران - مكان العمل: أستاذ مساعد في قسم الجغرافيا بجامعة أم القرى.

کلمات دالة:

أغطية الأرض، مدينة مكة المكرمة، نظم المعلومات الجغرافية، الاستشعار عن بعد، نموذج ماركوف، تحليل التغير.

مقدمة:

تؤدي التحولات الديموغرافية في المدن ومنها مدينة مكة المكرمة إلى حدوث خلل في التوازن بين زحف العمران وتغيرات البيئة المكانية في أطراف المدينة. وتسعى هذه الدراسة لإيجاد توازن بين توسعات العمران شمال مدينة مكة المكرمة، والتحولات البيئية التي شهدتها بين عامي ٢٠٠٥ - ٢٠٢٠م، واستخدام نماذج للتنبؤ بالنمو الحضري حتى عام ٢٠٥٠م، بما يساعد الجهات التخطيطية في المدينة من مواجهة المشكلات البيئية المترتبة على النمو السريع، وتطوير المناطق الحضرية، وتحقيق الاستقرار في تغير استخدام الأراضي. وسيتم استخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في اشتقاق الطبقات المعلوماتية لأغطية واستعمالات الأرض، ومن ثم تطبيق طرق النمذجة المكانية مثل نماذج (Markov Chain, Change Analyses, CA-Markov) لتحليل وكشف تغيرات الأغطية الأرضية وتوجهاتها في المستقبل بما يساعد المخطط البيئي والحضري على اتخاذ الإجراءات المناسبة.

يعد نموذج ماركوف (Markov) غير مناسب في النمذجة المكانية للتغيرات. ولحل هذه المشكلة طُور نموذج ماركوف الهجين (CA-Markov) الذي يقوم بنمذجة التغيرات المكانية والزمانية لأغطية الأرض. ويتحكم نموذج ماركوف الهجين في الديناميكية الزمنية بين أنواع الغطاء الأرضي. وتعد طبقتي احتمالات الانتقال الناتجة عن تطبيق نموذج (Markov) من أهم مدخلات نموذج ماركوف الهجين، كما يتحكم نموذج ماركوف الهجين في الديناميات المكانية من خلال آلية CA التي تأخذ في الاعتبار عدة عوامل مثل حالة الخلية: حالة الخلية خارج الفئات الحالية، والجوار المجاور: الخلية المجاورة لخلية

معينة، وقاعدة الانتقال: التي تحدد ديناميكيات المنطقة في فترة زمنية محددة، والمساحة الزمنية: الخطوات الزمنية التي تم أخذها في الاعتبار.

ويعتبر نموذج سلسلة ماركوف (Markov Chain) أداة ملائمة لنمذجة تغير استخدام الأراضي عندما يصعب وصف تغيرات الأغطية الأرضية. ويسبق تطبيق هذا النموذج تطبيق نماذج تحليل التغير (Change Analyses)، والاتجاه المكاني للتغير (Spatial Trend of Change)، ونموذج الانتقال بين الأغطية الأرضية (Transition Sub Model).

يعد هذان النموذجان الأكثر قبولاً عند القيام بنمذجة اتجاهات النمو العمراني، وتغيرات الغطاء الأرضي بين مدة وأخرى. واعتمدت الدراسة في التنبؤ بنمو العمران وتغير أغطية الأرض على نموذجي ماركوف الهجين (CA-Markov) الذي تعتمد مدخلاته في التنبؤ بالنمو العمراني وتغير أغطية الأرض على متغيرين تابعين هما أغطية الأرض لفترتين، ونموذج سلسلة ماركوف (Markov Chain)، الذي تعتمد مدخلاته إلى جانب أغطية الأرض، على متغيرات مستقلة تؤثر وتتحكم بمناطق نمو العمران مثل الانحدار، والبعد عن الأودية، والطرق، ومركز المدينة، وغيرها.

وبذلك يعرف نموذج ماركوف الهجين (CA-Markov) بأنه أحد النماذج الكمية المستخدمة في التخطيط المكاني لتحليل السلاسل الزمنية بناءً على القيم الحالية للتنبؤ بقيم السلاسل في المستقبل دون الاعتماد على القيم السابقة أو التاريخية للسلسلة المدروسة، ويعتبر من النماذج المناسبة لمحاكاة أغطية الأرض لأنه يأخذ في الاعتبار ديناميكيات الزمان، والمكان لتغير الغطاء الأرضي.

ويعرف نموذج سلسلة ماركوف (Markov Chain) بالعملية التي يمكن من خلالها صياغة الحالة المستقبلية لنظام ما؛ على أساس الحالة السابقة مباشرة، ويصف تغير الأرض من فترة إلى أخرى، ويستخدم كأساس لتوقع التغيرات المستقبلية. ويتم تحقيق ذلك من خلال تطوير مصفوفة احتمال انتقالية لتغير أغطية الأرض بين فترتين. وتعد هذه المصفوفة أساس أي تنبؤات مستقبلية.

دراسات سابقة:

تطرق (Ebrahim, et al, 2016, pp. 824 - 839) للتنبؤ بالنمو الحضري من خلال سلسلة ماركوف الخلوية في مدينة بوجنورد- مركز محافظة شمال خراسان (إيران) بين عامي ٢٠٠٩ - ٢٠٧٠م. وأكدت الدراسة على أن نمذجة النمو الحضري والتنبؤ بتغير استخدامات الأراضي والأغطية مهمة لصانعي القرار والمخططين الحضريين عند تقييم سيناريوهات التخطيط المستدام للأراضي. واستخدمت هذه الدراسة نموذج CA-Markov للتنبؤ بتغيرات استخدام الأراضي للخمسين عامًا القادمة بفواصل زمنية مدتها ١٠ سنوات بين ٢٠٢٠ و٢٠٧٠م. وتوصلت نتائج هذه الدراسة إلى إسهام النمو الحضري في تغيرات استخدام الأراضي بالمدينة في الماضي والحاضر والمستقبل، وتغير استخدام الأراضي في المناطق المحيطة بالمدينة بشكل مستمر، وستتضاعف المناطق الحضرية بحلول عام ٢٠٧٠م مقارنة عام ٢٠٠٩م، وفي المقابل ستقلص الأراضي الزراعية إلى النصف.

وطبق (Gidado, et al, 2019, pp.449 - 458) نموذج ماركوف في تحليل النمو الحضري في حوض كينير في إقليم هولوتيرينجانو في ماليزيا، حيث تم استخدام بيانات الاستشعار عن بعد لعامي ٢٠٠٠ و٢٠٠٩م، والتنبؤ بالأراضي المبنية عامي ٢٠١٦ و٢٠٣٠م. كما استخدمت الدراسة أسلوب التصنيف الموجه، حيث صنفت الأغطية الأرضية في الحوض إلى غطاء مائي، ونباتي، ومنطقة حضرية، وتم التحليل والتنبؤ بنموذج (CA-Markov). وأظهرت نتائج التحليل والنمذجة عن استمرارية النمو الحضري في الحوض من ٥.٠٤ كم^٢ عام ٢٠٠١م، إلى ٧٩.٥١ كم^٢ عام ٢٠٠٩م، وإلى ١١٧.٠٣ كم^٢ عام ٢٠١٦م، وإلى ٢٢٠ كم^٢ عام ٢٠٣٠م.

وقيم (Yadav and Ghosh, 2019, pp.1-33) النمو الحضري والتنبؤ به لمدينة تشيناي عاصمة ولاية تاميل نادو في الهند باستخدام نموذج CA-Markov، حيث قيمت هذه الدراسة تغيير أغطية واستعمالات الأرض LULC في تشيناي خلال الفترة ١٩٨١ - ٢٠١١م باستخدام مرئيات لاندسات، وتم إجراء التغيير الكمي لتغير أغطية واستعمالات

الأرض باستخدام مصفوفة التحول. كما تم إجراء تحليل التغير المكاني والزمني لأغطية واستعمالات الأرض باستخدام تقنية كوم باريسون، واستخدم نموذج (CA-Markov) للتنبؤ بأغطية الأرض بين عامي ٢٠٢١-٢٠٥١م. وتوصلت نتائج الدراسة إلى زيادة المنطقة الحضرية في تشيناي من ٤٠.٧٤ إلى ١٠٣.٥٢ كم^٢ بين عامي ١٩٨١ - ٢٠١١م. كما أظهرت نتائج توقع تغير أغطية واستعمالات الأرض أن المنطقة الحضرية في تشيناي قد تزيد من ١٠٣.٥٢ إلى ١٤٠.٧٩ كم^٢ بين عامي ٢٠١١ - ٢٠٥١م. ويشير نموذج التنبؤ إلى أن معظم النباتات والأراضي الجافة سيتم تحويلها إلى أراضي حضرية.

رصد (Baqa, et al, 2021, pp.1-17)، ونموذج أنماط واتجاهات النمو الحضري باستخدام مصفوفة الامتداد العمراني ونموذج CA-Markov: دراسة حالة في كراتشي (باكستان). صنفت هذه الدراسة استخدام الأراضي / الغطاء الأرضي (LULC) في مدينة كراتشي باستخدام بيانات لاندسات للأعوام ١٩٩٠ و ٢٠٠٠ و ٢٠١٠ و ٢٠٢٠م، وتم التنبؤ بالسيناريوهات المستقبلية لأغطية واستعمالات الأرض عام ٢٠٣٠م باستخدام نموذج CA-Markov. ووجدت الدراسة أن المنطقة المبنية توسعت بطريقة لا يمكن التنبؤ بها إلى حد كبير، وذلك على حساب الأراضي الزراعية، وأشجار المانغروف، والأراضي العشبية والشجيرات، وأظهرت التوقعات أن إجمالي مساحة البناء الحضري يمكن أن يزيد من ٥٨٤.٧٨ كم^٢ عام ٢٠٢٠م إلى ٦٥٢.٥٩ كم^٢ عام ٢٠٣٠م.

وتنبأ (Albasri, et al, 2022, PP. 710- 722) بنمط التغيرات المكانية الحضرية باستخدام سلسلة ماركوف في مدينة النجف (العراق) بين ٢٠٠٥ و ٢٠١٥م، وتم إجراء تقديرات دقيقة لحجم التغيرات المكانية حتى عام ٢٠٢٥م. واعتمدت الدراسة على فرضية التغير الوظيفي المكاني المتزايد لأنماط استخدام الأراضي خلال فترة الدراسة لأسباب اقتصادية واجتماعية مختلفة. وخلصت الدراسة إلى أن أحياء المدينة شهدت تغيرات وظيفية كبيرة شملت الأحياء السكنية، والتجارية، والصناعية، والعشوائية بين عامي ٢٠٠٥ - ٢٠١٥م. وأظهرت نتائج تحليل البيانات والتنبؤ للمستقبل استمرارية وتيرة التغيرات الأرضية في المستقبل وإمكانية تغيراتها عن أنماط التغيرات الحالية.

واستخدم (Chisanga, et al, 2022, PP.1-17) منهجية ماركوف لنمذجة تغيرات أغطية الأرض في زامبيا، حيث تم تطبيق نموذجي ماركوف، وسلسلة ماركوف للتنبؤ عام ٢٠٣٠م، واستخدمت خرائط أغطية واستعمالات الأرض المصنفة من قبل وكالة الفضاء الأوروبية (ESA CCI) للأعوام ٢٠٠٠ و ٢٠١٠ و ٢٠٢٠م. وتم استخدام خرائط أغطية واستعمالات الأرض لعامي ٢٠٠٠ و ٢٠١٠م للتنبؤ بخرائط أغطية واستعمالات الأرض ٢٠٢٠م، كما تم استخدام مصفوفة الاحتمالات والانتقال بين خرائط أغطية واستعمالات الأرض لعامي ٢٠١٠ و ٢٠٢٠م كمدخلات في نموذج CA-Markov لإنشاء خريطة أغطية واستعمالات الأرض ٢٠٣٠م. وتوصلت النتائج إلى أن هناك تغييرات كبيرة بين فئات أغطية واستعمالات الأرض، حيث ستزداد مساحة العمران بمقدار ٤٨١,٨٢ كم^٢، وستنخفض الأراضي الزراعية بمقدار ٣٧٦ كم^٢، والغابات الكثيفة بمقدار ١٠٨٧,٦٥ كم^٢، والأراضي العشبية بمقدار ٧٠,٦٠ كم^٢، والأراضي الرطبة بمقدار ٢٦,٦٧ كم^٢، والأراضي المكشوفة بمقدار ٠,٣٦ كم^٢.

مشكلة الدراسة:

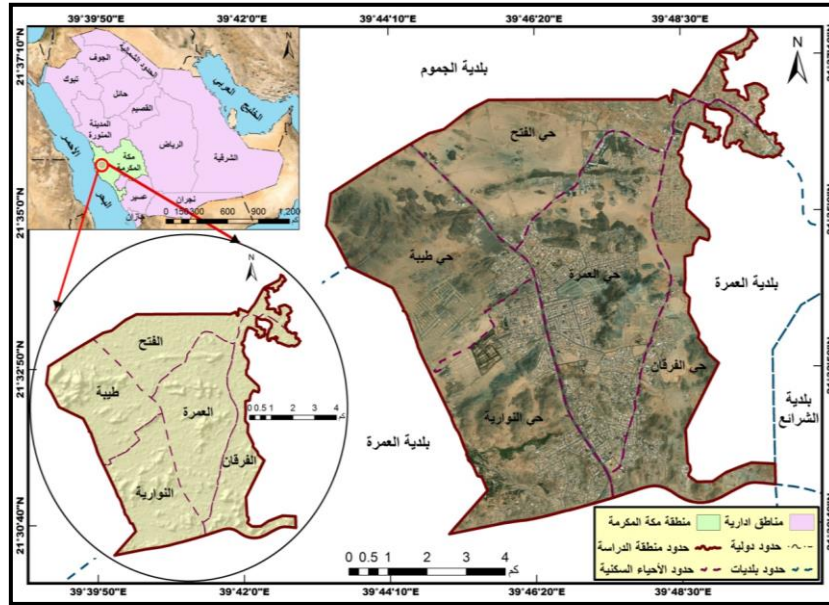
تشهد مدينة مكة المكرمة تحولاً ديموغرافياً نتج عنه زيادة سكان المدينة؛ هذه الزيادة في عدد السكان ينتج عنها زيادة الطلب على الأرض، ولأجل استيعاب هذه الزيادة السكانية شهدت المدينة نمواً عمرانياً في أطرافها. وقد أثر هذا النمو بصورة سلبية على أغطية واستخدامات الأرض الحالية، حيث أدى إلى تحول الأراضي الرسوبية، والصخرية، والنباتية إلى مناطق مأهولة، مما يؤثر سلباً على بيئة هذه المنطقة مثل ارتفاع درجة الحرارة، وزيادة مخاطر السيول وغيرها. وبالتالي يصبح هذا النمو الحضري مصدر قلق للاستدامة البيولوجية والبيئية، ولتجنب الخلل بين الزحف العمراني والتغيرات البيئية كان لابد من رصد وتحليل أغطية واستعمالات الأرض وتغيراتها في المنطقة بين عامي ٢٠٠٥ - ٢٠٢٠م، والتنبؤ بتوجهات النمو العمراني في المستقبل حتى عام ٢٠٥٠م، وذلك

من خلال تطبيق منهجيات أفضل للإدارة البيئية لاستخدام الأراضي لتحسين التنسيق بين النمو الحضري والحفاظ على البيئة الطبيعية.

موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة (شكل رقم ١) شمال مدينة مكة المكرمة غرب المملكة العربية السعودية، وفلكياً بين دائرتي عرض (٢١°، ٣٠'، ٤٠") و (٢١°، ٣٧'، ٤٠") شمالاً، وخطي طول (٣٩°، ٤٣'، ١٠") و (٣٩°، ٥٠'، ٠١") شرقاً وتتبع من الناحية الإدارية منطقة مكة المكرمة وتقع منطقة الدراسة ضمن بلدية العمرة، وتضم خمسة أحياء سكنية أكبرها حي العمرة بمساحة ٩.٨٨٩ كم^٢، وحي النوارية ١٥.٨٥٩٢ كم^٢، وحي طيبة ١٥.٨١٦ كم^٢، وحي الفتح ١٤.٦٠٣٣ كم^٢، وحي الفرقان ١٣.٣٦٠٨ كم^٢، لتصل المساحة الإجمالية لمنطقة الدراسة إلى ٧٩.٥٢ كم^٢.

شكل رقم (١): موقع منطقة الدراسة.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية.

أهداف الدراسة:

- اشتقاق أغطية واستعمالات الأرض في المنطقة للأعوام ٢٠٠٥ - ٢٠١٠ - ٢٠١٥ - ٢٠٢٠م باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد.
- تطبيق نماذج التحليل المكاني للتنبؤ بالنمو العمراني، وتغير أغطية واستعمالات الأرض في المنطقة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

بيانات ومنهجية الدراسة:

تم تحقيق أهداف الدراسة باتباع منهجين: تاريخي لتحليل تغير أغطية واستعمالات الأرض، وتوجهات النمو العمراني لثلاث فترات بين عامي ٢٠٠٥ - ٢٠٢٠م؛ ومنهج التحليل المكاني للمريثات الفضائية لتحليل تغير واتجاه النمو العمراني خلال المدة السابقة في إطار تغير أغطية الأرض بالمنطقة، والتنبؤ بتغيرات النمو العمراني وتوجهاته مكانيا حتى عام ٢٠٥٠م من خلال تطبيق نموذج ماركوف. وهي دوال في برامج الاستشعار عن بعد تستخدم مصفوفة احتمالية الانتقال بناءً على تأثيرات الجوار في خوارزمية التأثير المكاني (Hyandye & Martz, 2017, p.65). وتعتبر مصفوفة مناطق الانتقال عن إجمالي مساحة (الخلايا) المتوقع أن تتغير في المدة الثانية، بينما توضح مصفوفة احتمالات الانتقال احتمالية تغيير البكسل من فئة واحدة إلى فئة أخرى أو ضمن الفئة نفسها في الفترة القادمة (Khawaldah, 2016, p.312). وتظهر دوال ماركوف تغييرات استخدام الأراضي لتحديد سيناريو "الاتجاهات الحالية"؛ وتسقط تغير استخدام الأراضي لأي تاريخ مستقبلي (Gidado, et al, 2019, P. 452). وبذلك تدرجت منهجية البحث من خلال المرور بعدة خطوات على النحو الآتي:

أ (بيانات الدراسة: تم جمع المريثات الفضائية لاشتقاق الطبقات المعلوماتية، وتتبع التغيرات المكانية بين مدة وأخرى لأغطية واستعمالات الأرض شمال مدينة مكة المكرمة (جدول رقم ١)، متمثلة بمريثة Spot4 عام ٢٠٠٥م، ومريثتي Spot 5 (٢٠١٠

– ٢٠١٥م). وتم الحصول على هذه المرئيات من مدينة الملك عبد العزيز، ومرئية Sentinel-2B عام (٢٠٢٠م) من موقع المساحة الجيولوجية الأمريكية. وبما أن بعض أغطية الأرض تتغير بسرعة بين مدة وأخرى؛ تغير شهري أو فصلي مثل تغير الغطاء النباتي الذي يتغير حسب تغير الأمطار شهرياً وفصلياً، لذا كان لابد من مقارنة التغيرات باستخدام مرئيات التقطت خلال الشهر نفسه (يناير) في مختلف السنوات. وتحتاج بعض أغطية واستعمالات الأرض لسنوات كي تبرز تغيراتها مكانياً بشكل واضح من المرئيات الفضائية مثل تغير الغطاء الصخري، والرسوبي، والعمراني. ولكي تكون مقارنة تغيرات كهذه دقيقة، تمت مقارنة تغيراتها كل خمسة سنوات، حيث قسمت المدة بين عامي (٢٠٠٥ – ٢٠٢٠م) إلى ثلاثة مراحل أو فترات: الأولى تم فيها مقارنة التغيرات بين عامي (٢٠٠٥ – ٢٠١٠م)، والثانية قورنت فيها تغيرات الغطاء الأرضي بين عامي (٢٠١٠ – ٢٠١٥م)، والثالثة تم مقارنة تغيرات أغطية واستعمالات الأرض في المنطقة بين عامي (٢٠١٥ – ٢٠٢٠م).

جدول رقم (١): بيانات المرئيات المستخدمة في الدراسة.

بيانات مرئيات منطقة الدراسة						
Entity ID	Grid Cell Size	Satellite type	Cloud Cover	Sun Elevation	Sun Azimuth	Image date
S4_H2_I_DT_20050129080628_RS_024642	10 M	Spot 4	0.00	45.15	150.06	2005/01/29
S5_G2_J_MX_201001260817010_KK_003958	5 M	Spot 5	0.00	45.7	153.87	2010/01/26
S5_G2_J_DT_201501110651498_RS_002666	5 M	Spot 5	0.00	32.3	135.96	2015/01/11
L1C_T37QED_A024013_20200127T075525	10 M	SENTINEL-2B	0.00	45.54	149.28	2020/01/27

المصدر: (<https://earthexplorer.usgs.gov>).

ب) معالجة البيانات:

مرت مراحل معالجة المراثيات الفضائية المستخدمة في اشتقاق طبقات أغطية الأرض شمال مدينة مكة المكرمة بالخطوات الآتية:

- ١ - دمج نطاقات كل مرئية باستخدام أداة (layer Stack) برنامج (Erdas Imagine).
- ٢ - التصحيح الهندسي (Geometric Correction) للمراثيات Spot، وتم استخدام أداة (Georeferencing) برنامج (Arc GIS)، لتصحيح المراثيات هندسيا بالاعتماد على ٢٠ نقطة تحكم بمناطق تقاطع الطرق من خريطة أساس طبوغرافية مقياس (1:50000).
- ٣ - التصحيح الراديومتري (Radiometric) للمراثيات الفضائية، وصححت المراثيات المدمجة باستخدام أداة (Autonomous Atmospheric Correction)، وأداة (Noise Reduction) في تصحيح النطاقات المفردة برنامج (Erdas Imagine).
- ٤ - تحسين الدقة المكانية للمراثيات من خلال دمج النطاقات المدمجة مع النطاق البنكروماتي باستخدام أداة (Resolution Merge).
- ٥ - بعد المعالجة التحضيرية للنطاقات المفردة والمراثيات المدمجة تم استخدام أداة (Create subset image) للاقتطاع على حدود منطقة الدراسة.

ج) اشتقاق الطبقات المعلوماتية:

- ١ - التصنيف غير الموجه (Unsupervised Classification) للمراثيات الفضائية المدمجة إلى ٨٠ فئة في برنامج (Erdas Imagine).
- ٢ - استيراد الطبقات المصنفة برنامج (Arc Map) ومطابقة كل فئة مع مرئية العام نفسه، لاستكمال عملية التصنيف وإجراءات العزل والتجزئة للفئات؛ وبالتالي إنتاج خرائط أغطية الأرض (العمران، والغطاء النباتي، والطرق، والرواسب، والصخور) في منطقة الدراسة للأعوام (٢٠٠٥، ٢٠١٠، ٢٠١٥، ٢٠٢٠م).
- ٣ - حساب مساحة، ونسب مساحة فئات أغطية واستعمالات الأرض باستخدام حقل الحاسبة الخلوية (Field Calculator)، وحسب المساحة بضرب عدد خلايا كل فئة في الدقة المكانية للمرئية الفضائية مقسوم على (١,٠٠٠,٠٠٠) لتحويل مساحة الفئات

من م^٢ إلى كم^٢. وبالتالي تم حساب نسب مساحة فئات أغطية الأرض من خلال قسمة عمود مساحة الفئة على إجمالي مساحة المنطقة ضرب ١٠٠ لتحويل المساحات إلى نسب.

٤ - اشتقاق طبقتي الانحدار بمنطقة الدراسة باستخدام أداة (Slope)، وطبقة شبكة الأودية باستخدام أدوات (Hydrology)، وبالاتماد على نموذج ارتفاع رقمي دقة (٣٠م- تم الحصول عليه من موقع المساحة الجيولوجية الأمريكية.

٥ - اشتقاق طبقة البعد من الطرق، والبعد من مركز المدينة باستخدام أداة المسافة الإقليدية (Euclidian Distance) ببرنامج (Arc Map).

٦ - تجهيز جميع الطبقات المعلوماتية السابقة بما يتناسب مع صيغ برنامج (Edrisi) لتطبيق نماذج محاكاة النمو العمراني وتوجهاته الحالية والمستقبلية. وتضمنت هذه التجهيزات توحيد امتداد (Extend)، ونظام إرجاع الطبقات، والأبعاد المكانية للخلايا في جميع طبقات أغطية الأرض، واستعمالات الأرض في جميع الفترات مع نموذج الارتفاع الرقمي، وتجهيز طبقتي الطرق، والبعد من مركز المدينة، وتحويل جميع هذه الطبقات المعلوماتية باستخدام أداة (Raster to ascii) ببرنامج (Arc Map)، وحفظ الطبقات في ملف بيانات المشروع (Data).

(د) تطبيق نماذج محاكاة التغيرات المكانية:

١ - بعد استكمال اشتقاق الطبقات الخلوية أو المعلوماتية لكل من المتغيرات التابعة والمستقلة وتحويلها ببرنامج (Arc Map) من صيغة (Raster Layers) إلى ملفات بصيغ (Ascii)، قامت الباحثة بإعداد ملف رئيسي خاص ب (Change Molding) يتضمن ملفين فرعيين: الأول (Data) خاص ببيانات المشروع، والثاني (Results) خاص بنتائج تطبيق النماذج.

٢ - عمل (New project) ببرنامج (Edrisi) واستخدام أداة (Arc Raster) لاستيراد الطبقات، وتحويل كل منها من صيغ (Ascii) إلى (Rst)، واستخدام أداة (Reclassify) لإعادة تصنيف طبقات أغطية واستعمالات الأرض، وأداة (Categories) لإدخال

أسماء أغطية واستعمالات الأرض، واستخدام أداة (Shapeidr) في استيراد طبقات (Vector Data) مثل الطرق وشبكة الأودية.

٣- تطبيق نموذج (MARKOV) لكشف تغيرات نمو العمران، وأغطية الأرض بين كل فترتين بالاعتماد على طبقات أغطية الأرض، حيث تستورد طبقة المدة الأولى، ثم الطبقة الثانية؛ وتحدد المدة الفاصلة بينهما، والمدة المطلوبة للتنبؤ فيها بالمستقبل عند مستوى خطأ حدده ماركوف ب ٠.١٥.

٤- تطبيق نموذج (CA-MARKOV) للتنبؤ بتوجه نمو العمران وتغيراته في المستقبل.

٥- تطبيق نموذج تحليل التغير (Change Analyses) لتحديد مناطق تغير الأغطية الأرضية بين كل فترتين، ونموذج (Spatial Trend of Change) لاشتقاق طبقات اتجاه النمو العمراني على حساب أغطية الأرض الأخرى بين كل فترتين، ونموذج التحول أو الانتقال بين الأغطية الأرضية (Transition Sub Model) لاشتقاق طبقات تحول أغطية الأرض إلى عمران بين كل فترة وأخرى. وبالتالي تطبيق نموذج (MARKOV Chain) للتنبؤ بتغير نمو العمران وأغطية الأرض في المنطقة حتى عام ٢٠٥٠م.

٦- تقييم الدقة المكانية لنتائج تصنيف ومحاكاة النمو العمراني وتغير أغطية الأرض في المستقبل باستخدام أداة (VALIDATE) في برنامج الإدرسي.

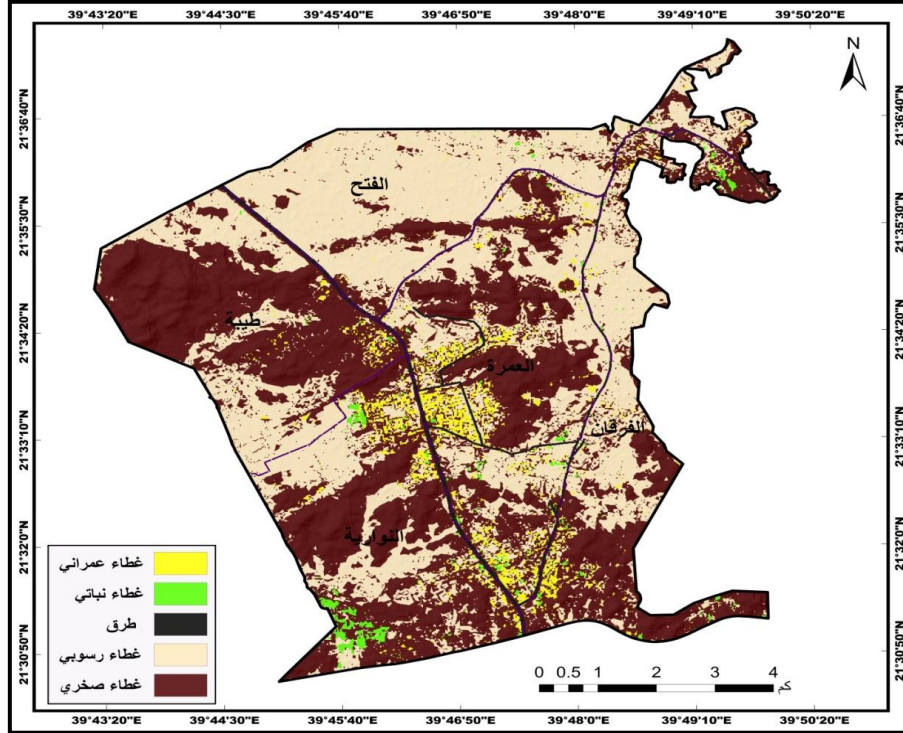
مناقشة نتائج الدراسة

أغطية الأرض في المنطقة عام ٢٠٥٠م:

تظهر نتائج اشتقاق الطبقة المعلوماتية لأغطية واستعمالات الأرض في المنطقة عام ٢٠٥٠م اختلاف مساحة وتباين توزيع أغطية الأرض في المنطقة، حيث جاء الغطاء الصخري في المرتبة الأولى من حيث المساحة بمساحة بلغت ٣٧.٧٣ كم^٢، بنسبة ٤٧.٤٧٪ من إجمالي مساحة المنطقة. ويلاحظ تركيز هذا الغطاء شمال غرب، وجنوب، وجنوب غرب، ووسط

منطقة الدراسة. وجاء الغطاء الرسوبي في المرتبة الثانية بمساحة بلغت ٣٧.٢٦ كم^٢، بنسبة ٤٦.٨٧٪ من إجمالي مساحة المنطقة. ويلاحظ تغطية الرواسب شمال وشرق وغرب منطقة الدراسة. وأعقب ذلك الغطاء العمراني بمساحة ٢.٦٣ كم^٢، بنسبة ٣.٣١٪ من إجمالي مساحة المنطقة. ويلاحظ تركيز العمران جنوب ووسط حي العمرة، وجنوب غرب حي الفرقان، وشمال شرق حي النورية، وجنوب شرق حي طيبة.

شكل رقم (٢): أغطية واستعمالات الأرض في المنطقة عام ٢٠٠٥ م.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئية اسبوت بتاريخ (٢٩-١-٢٠٠٥ م).

ومن ثم جاءت الطرق بمساحة ١.٠٦ كم^٢، بنسبة ١.٣٣٪ من إجمالي مساحة المنطقة. وأخيراً جاء الغطاء النباتي بمساحة ٠.٨٣ كم^٢، بنسبة ١.٠٥٪ من إجمالي مساحة

المنطقة. ویلاحظ انتشار الغطاء النباتي جنوب وغرب حي العمرة، وشمال شرق، وجنوب غرب حي النوارية.

جدول رقم (٢): مساحة أغطية واستعمالات الأرض في المنطقة عام ٢٠٠٥م.

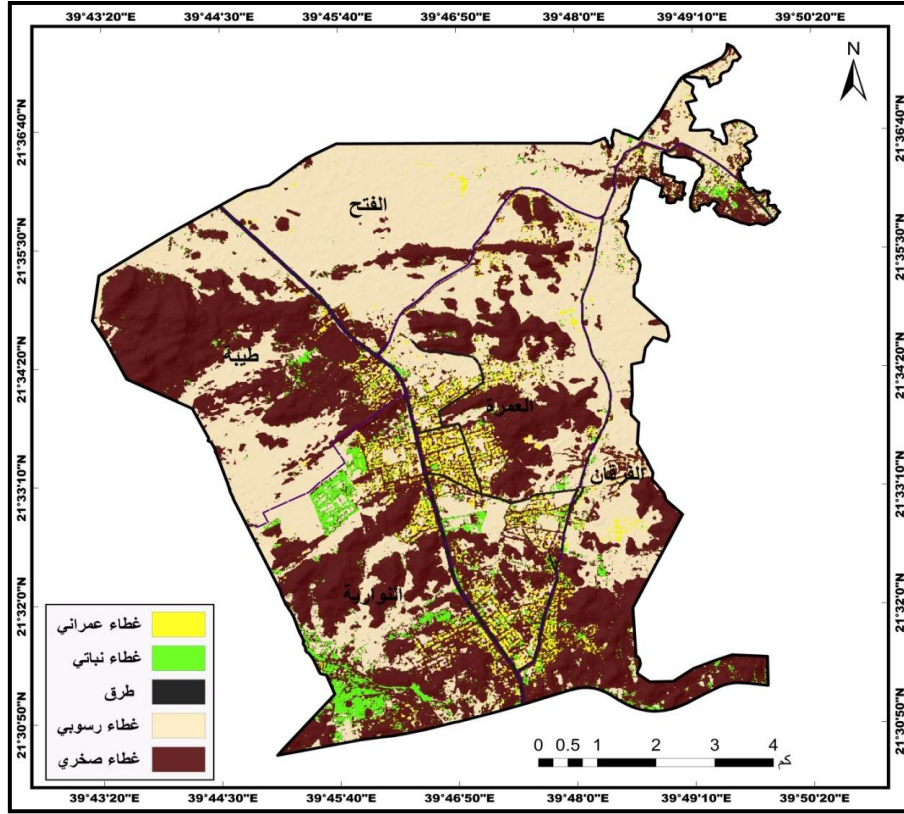
النسبة %	المساحة كم ^٢	الغطاء الأرضي
٣.٣١	٢.٦٣	الغطاء العمراني
١.٠٥	٠.٨٣	الغطاء النباتي
١.٣٣	١.٠٦	الطرق
٤٦.٨٧	٣٧.٢٦	الغطاء الرسوبي
٤٧.٤٧	٣٧.٧٣	الغطاء الصخري

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الشكل رقم (٢).

النمو العمراني وتغير أغطية الأرض بين عامي ٢٠٠٥ - ٢٠١٠م:

تبين نتائج التحليل المكاني لأغطية واستعمالات الأرض في المنطقة عام ٢٠١٠م أن الغطاء الرسوبي جاء في المرتبة الأولى من حيث المساحة بقيمة بلغت ٣٦.٥٥ كم^٢، بنسبة ٤٥.٩٧٪ من إجمالي مساحة المنطقة. وبذلك تراجعت مساحة الرواسب عن عام ٢٠٠٥م بنحو ٠.٧ كم^٢. وتراجعت مساحة الصخور المكشوفة من المرتبة الأولى إلى الثانية بمساحة بلغت ٣٣.٨٧ كم^٢، بنسبة ٤٢.٤٩٪ من إجمالي مساحة المنطقة. وبذلك تراجعت مساحة الغطاء الصخري بنحو ٣.٨٦ كم^٢ عن عام ٢٠٠٥م. ويرجع تراجع الرواسب والصخور إلى الزحف العمراني عليهما، والتوسع في تشجير منطقة الدراسة. وأعقبهما الغطاء العمراني بمساحة بلغت ٤.٧٢ كم^٢ بنسبة ٥.٩٣٪ من إجمالي مساحة المنطقة. ويلاحظ زيادة العمران خلال هذه المدة بنحو ٢.٠٨ كم^٢. وتبرز هذه الزيادة، كما يوضح (شكل رقم ٣)، جنوب، ووسط، وشمال شرق منطقة الدراسة.

شكل رقم (٣): أغطية واستعمالات الأرض في المنطقة عام ٢٠١٠م.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئية إسبوت بتاريخ (٢٦-١-٢٠١٠م).

وجاء الغطاء النباتي في المرتبة الرابعة بمساحة بلغت ٢.٩٥ كم^٢، بنسبة ٣.٧١٪ من إجمالي مساحة المنطقة، بزيادة عن عام ٢٠٠٥ بلغت ٢.١١ كم^٢. وتبرز الزيادة في الغطاء النباتي جنوب غرب، وشمال حي النورية، ووسط حيي العمرة وطيبة، وشمال ووسط حي الفرقان. وأخيراً جاءت الطرق بمساحة بلغت ١.٤٢ كم^٢، بنسبة ١.٧٩٪ من إجمالي مساحة المنطقة.

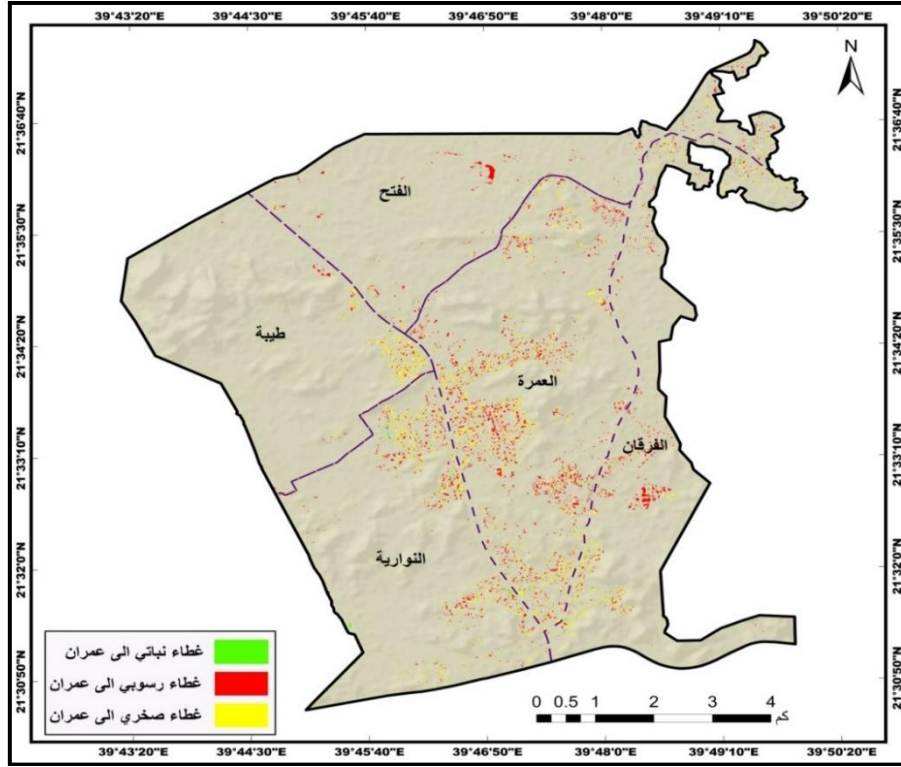
جدول رقم (٣): مساحة أغطية واستعمالات الأرض في المنطقة عام ٢٠١٠م.

النسبة %	المساحة كم ^٢	الغطاء الأرضي
٥.٩٣	٤.٧٢	الغطاء العمراني
٣.٧١	٢.٩٥	الغطاء النباتي
١.٧٩	١.٤٢	الطرق
٤٥.٩٧	٣٦.٥٥	الغطاء الرسوبي
٤٢.٤٩	٣٣.٨٦	الغطاء الصخري

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الشكل رقم (٣).

تظهر نتائج استخدام أداة تحليل التغير (Change Analysis) ضمن نموذج التغير الأرضي (Land Change Modeler) برنامج الإدرسي بين عامي ٢٠٠٥ - ٢٠١٠م (شكل رقم ٤) أن أبرز مناطق النمو العمراني في المنطقة جاءت على حساب الغطاء الرسوبي شمال، وشرق، ووسط المنطقة، حيث توسع العمران بمناطق انتشار الرواسب بنحو ١.٠٦ كم^٢، بنسبة ٥١.٠٥٪ من إجمالي مساحة النمو العمراني خلال هذه المدة؛ مما يعني ارتباط توسع العمران، وتغيرات النمو العمراني في المنطقة خلال هذه المدة بطبوغرافية سطح الأرض، حيث تم النمو في مناطق انتشار الرواسب بجوانب مجاري الأودية ومخارجها التي تتصف بكونها مستوية وقليلة الانحدار. وبلغت مساحة العمران المتوسع على حساب الغطاء الصخري نحو ٠.٩٧ كم^٢ بنسبة ٤٦.٢٩٪ من إجمالي مساحة الزيادة العمرانية خلال هذه المدة. وتظهر هذه التوسعات جنوب شرق حي طيبة، وشرق حي النوارية. ويرجع توسع العمران والتغيرات الإيجابية في هذه المناطق إلى التركيز السكاني بمناطق وجود العمران عام ٢٠٠٥م، فضلا عن طبوغرافية سطح الأرض التي تتصف بارتفاعها وابتعادها عن مجاري السيول ومخارجها، حيث تزداد مخاطر السيول. وبلغت مساحة التوسع العمراني على حساب الغطاء النباتي للمدة نفسها بنحو ٠.٠٥ كم^٢ بنسبة ٢.٦٥٪ من إجمالي مساحة زيادة العمران في المنطقة. ومن أسباب انخفاض نسبة نمو العمران وتغيراته على حساب الغطاء النباتي، صغر مساحة الغطاء النباتي بسبب موقع المنطقة وظروفها المناخية.

شكل رقم (٤): النمو العمراني على حساب الأغطية الأرضية في المنطقة بين عامي ٢٠٠٥ - ٢٠١٠ م.

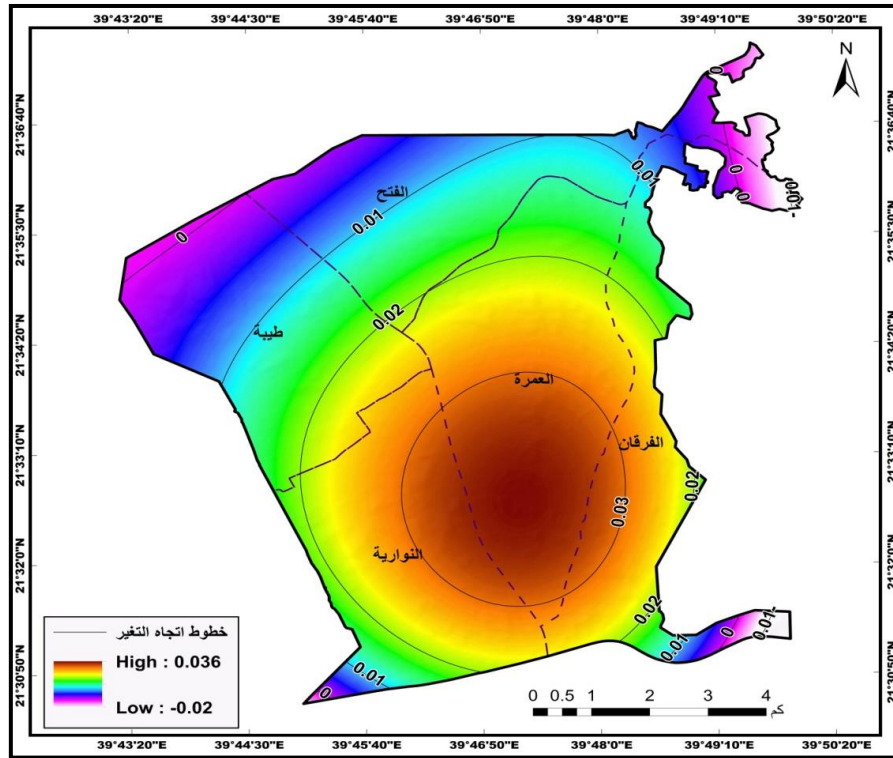


المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقات الخلوية لأغطية واستعمالات الأرض لعامي ٢٠٠٥ - ٢٠١٠ م.

وتبين نتائج استخدام أداة تحليل اتجاه تغير العمران باستخدام نموذج اتجاه التغير المكاني (Spatial Trend of Change) تراوح قيم اتجاه تغير العمران بالنسبة للأغطية الأرضية وذلك حسب ترتيب (polynomial 3rd) بين ٠.٠٢⁻ إلى ٠.٠٣٦⁺ بمتوسط بلغ ٠.٠١٨، وانحراف معياري ٠.٠١٠، مما يعني تركيز تغير العمران في المنطقة بشكل واضح جنوب ووسط حي العمرة بين عامي ٢٠١٠ - ٢٠١٥ م. ويوضح الشكل رقم (٥) أن اتجاه النمو العمراني خلال هذه الفترة باتجاه جنوبي - شمالي شرقي. ويرتبط اتجاه تغير العمران وتوجهاته بين الفترتين بهذا الاتجاه بسيادة مناطق سهلية قليلة الانحدار تقلل من تكاليف البناء. وتظهر

المناطق التي شهدت تغيراً لل عمران يقل عن ٠.٠٠٦ في كل الاتجاهات الفرعية للمنطقة، بمساحة بلغت ١١.١٠٤ كم^٢، بنسبة ١٣.٩٦٪ من إجمالي مساحة المنطقة. وتظهر المناطق التي شهدت تغيراً تراوح بين ٠.٠٠٦ - ٠.٠١٢ شمال، وجنوب شرق، وجنوب غرب المنطقة، بمساحة ١٠.٣٨ كم^٢، بنسبة ١٣.٠٤٪ من إجمالي مساحة المنطقة. وتبرز المناطق التي شهدت تغيراً بين ٠.٠١٢ - ٠.٠١٨ وسط، وجنوب شرق، وجنوب غرب المنطقة، بمساحة ١٢.٢٩ كم^٢، بنسبة ١٥.٤٦٪ من إجمالي مساحة المنطقة.

شكل رقم (٥): اتجاه النمو الحضري في المنطقة بين عامي ٢٠٠٥ - ٢٠١٠ م.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقات الخلوية لأغطية واستعمالات الأرض لعامي ٢٠٠٥ - ٢٠١٠ م.

أما المناطق التي شهدت تغيراً في اتجاه النمو العمراني بين ٠.٠١٨ - ٠.٠٢٦ فتظهر وسط، وجنوب، وغرب، وشرق المنطقة، بمساحة ٢٠.٨٩ كم^٢، بنسبة ٢٦.٣٪ من إجمالي مساحة المنطقة. وتقع المناطق التي شهدت أسرع تغير في اتجاه النمو العمراني بأكثر من ٠.٠٢٦ جنوب، ووسط المنطقة، بمساحة ٢٤.٨٦ كم^٢، بنسبة ٣١.٢٦٪ من إجمالي مساحة المنطقة.

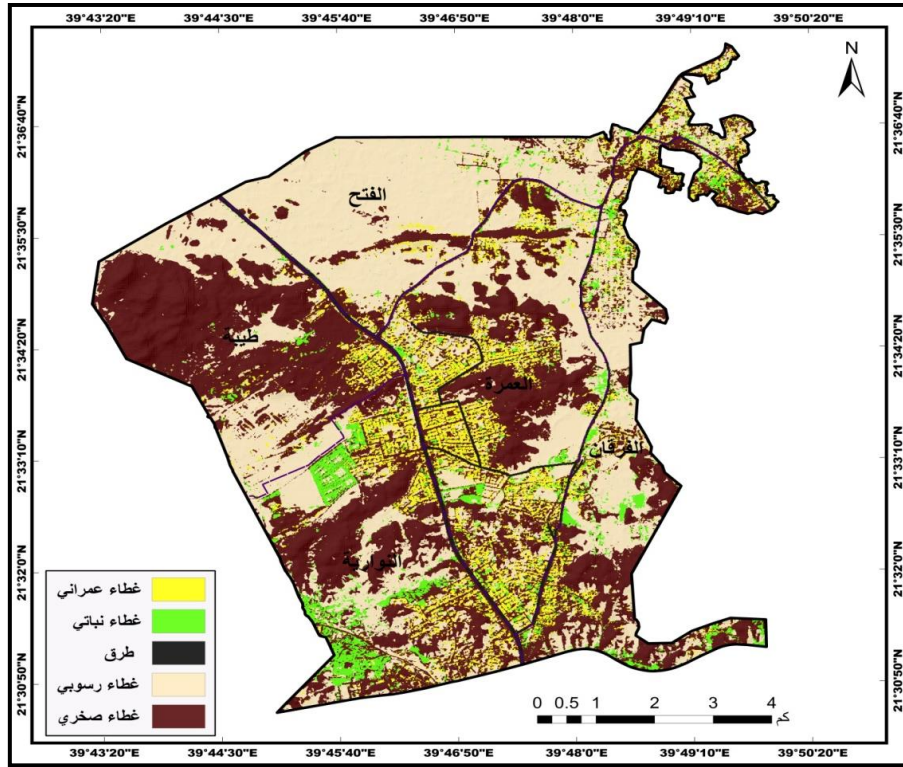
النمو العمراني وتغير أغطية الأرض بين عامي ٢٠١٠ - ٢٠١٥م:

أكدت نتائج استخلاص أغطية واستعمالات الأرض عام ٢٠١٥م سيطرة الغطاء الرسوبي على المرتبة الأولى بمساحة بلغت ٣٢.٥٠ كم^٢، بنسبة ٤٠.٨٨٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وعليه فقد تراجعت مساحة الرواسب عن عام ٢٠١٠م بنحو ٤.٠٥ كم^٢. وجاءت الصخور المكشوفة في المرتبة الثانية بمساحة بلغت ٣٢.٣٦ كم^٢، بنسبة ٤٠.٧٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وتراجع مساحة الغطاء الصخري بنحو ١.٥ كم^٢ عن عام ٢٠١٠م. ويرجع التراجع السريع في مساحة كل من الغطاء الرسوبي، والصخور إلى التوسع العمراني والتشجير في منطقة الدراسة.

وجاء غطاء العمران في المرتبة الثالثة بمساحة ٨.٦٨ كم^٢، بنسبة ١٠.٩٢٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وزادت مساحة العمران عن عام ٢٠١٠م بنحو ٣.٩٧ كم^٢. وتظهر زيادة العمران (شكل ٦) وسط، وجنوب شرق، وشمال شرق حي العمرة، وجنوب شرق حي طيبة، وشمال شرق حي الفتح، وشمال شرق، وجنوب شرق حي الفرقان، وشمال شرق، وجنوب شرق حي النورية.

وجاء الغطاء النباتي في المرتبة الرابعة بمساحة بلغت ٤.١٥ كم^٢، بنسبة ٥.٢٢٪ من إجمالي مساحة المنطقة، بزيادة عن عام ٢٠٠٥م بلغت ١.٢ كم^٢. وتظهر الزيادة في الغطاء النباتي وسط، وجنوب غرب، وشمال حي النوارية، ووسط، وشرق حي العمرة، ويتنشر في مناطق متفرقة بحي الفرقان. وأخيراً جاءت الطرق بمساحة بلغت ١.٨١ كم^٢، بنسبة ٢.٢٩٪ من إجمالي مساحة المنطقة.

شكل رقم (٦): أغطية واستعمالات الأرض في المنطقة عام ٢٠١٥ م.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئية سبوت بتاريخ (١١-١-٢٠١٥ م).

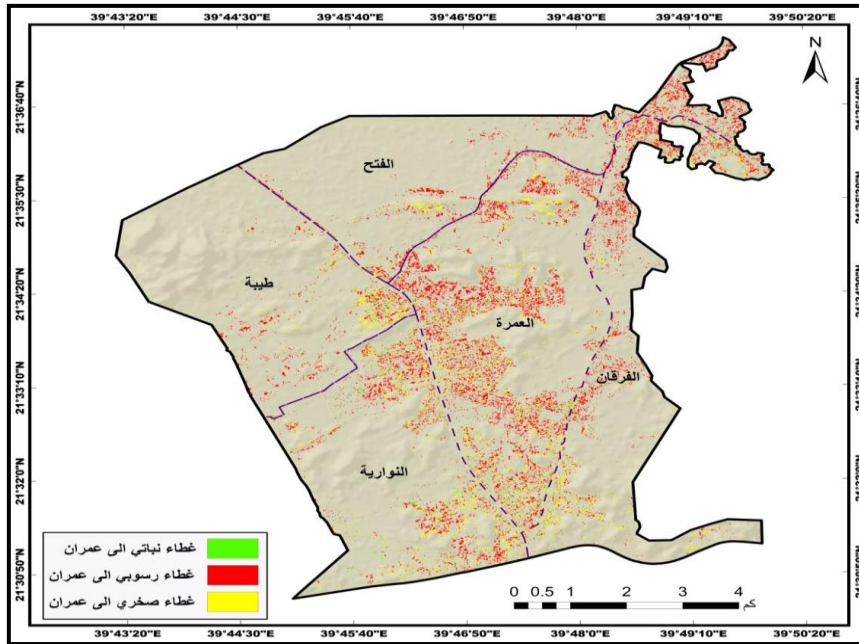
وتظهر نتائج استخدام نموذج التغير الأرضي (شكل ٧) بين ٢٠١٠ - ٢٠١٥ م أن أهم مناطق النمو الحضري جاءت على حساب الغطاء الرسوبي، حيث توسع العمران بنحو ٢.٩٩ كم^٢، بنسبة ٦٨.٨٨٪ من إجمالي مساحة النمو العمراني خلال هذه الفترة بمناطق الرواسب. وترجع توسعات العمران، وسرعة تغير نموه بمناطق الإرسابات الرملية لطبيعة تكوينها الصخري، وقلة انحدار تضاريسها؛ وكلاهما يشجع على التقليل من تكاليف نمو العمران بهذه المناطق، فضلا عن أن غالبية هذه التوسعات برزت بمناطق محاذية لتركز السكان والخدمات.

جدول رقم (٤): مساحة أغطية واستعمالات الأرض في المنطقة عام ٢٠١٥ م.

النسبة %	المساحة كم ^٢	الغطاء الأرضي
١٠.٩٢	٨.٦٨	الغطاء العمراني
٥.٢٢	٤.١٥	الغطاء النباتي
٢.٢٩	١.٨١	الطرق
٤٠.٨٨	٣٢.٥٠	الغطاء الرسوبي
٤٠.٧	٣٢.٣٦	الغطاء الصخري

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الشكل رقم (٦).

شكل رقم (٧): النمو الحضري على حساب الأغطية الأرضية في المنطقة بين عامي ٢٠١٠-٢٠١٥ م.

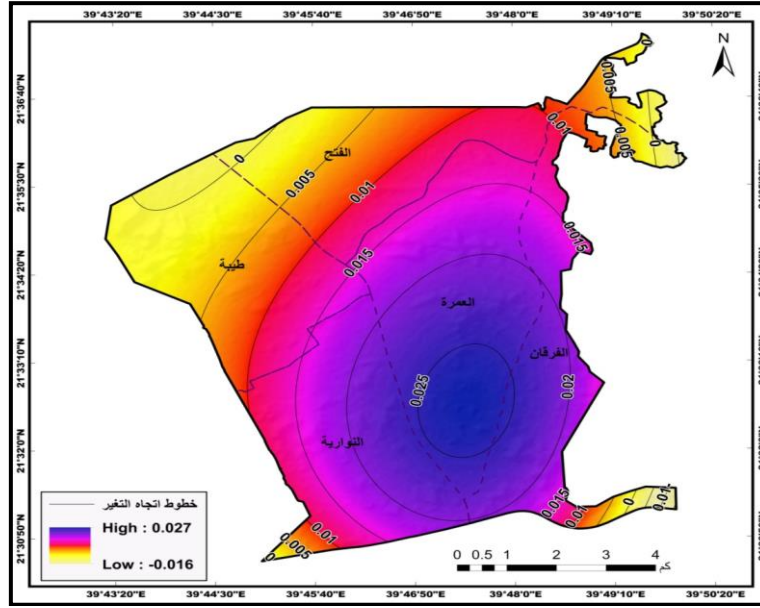


المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقات الخلوية لأغطية واستعمالات الأرض لعامي ٢٠١٠-٢٠١٥ م.

وبلغت مساحة التوسعات العمرانية على حساب المناطق الصخرية ١.١٥ كم^٢ بنسبة ٢٦.٥٪ من إجمالي مساحة النمو العمراني. ومن أسباب توسع ونمو العمران في المناطق الصخرية، رغم ارتفاع تكلفة البناء، إلى تركيز السكان وتوفير الخدمات؛ فضلاً عن هذه التوسعات العمرانية برزت بمناطق قليلة الارتفاع والانحدار محمية بصورة جيدة من مخاطر السيول. وبلغت مساحة زيادة العمران على حساب الغطاء النباتي ٠.٢ كم^٢ بنسبة ٤.٦٪ من إجمالي نمو العمران بين الفترتين.

وتبين نتائج استخدام نموذج اتجاه التغير الأرضي تراوح قيمة اتجاه التغير حسب ترتيب (polynomial 3rd) بين ٠,٠١٦ إلى ٠,٠٢٧، بمتوسط بلغ ٠,٠١٤، وانحراف معياري ٠,٠٠٨، مما يعني تركيز تغير اتجاه العمران في المنطقة خلال هذه المدة. ويوضح شكل (٨) أن اتجاه النمو الحضري بين عامي ٢٠١٠ - ٢٠١٥ م جنوبي، شمالي شرقي. ويرجع اتجاه تغير العمران خلال هذه المدة لسيادة الرواسب الرملية، وقلة انحدار سطح الأرض، واتجاه توسع الطرق. وبذلك تظهر المناطق التي شهدت تغير بالسالب جنوب شرق، وشمال شرق منطقة الدراسة، بمساحة بلغت ٠,٥٧ كم^٢، بنسبة ٠,٧٪ من إجمالي مساحة المنطقة. في حين تظهر المناطق التي شهدت تغيرات طفيفة، حيث تراوح اتجاه تغير العمران بين ٠ - ٠,٠٦، في جميع المناطق، بمساحة ١٥.٧ كم^٢، بنسبة ١٩,٧٥٪ من إجمالي مساحة المنطقة. وتبرز المناطق التي شهدت تغيراً معتدلاً في اتجاه العمران بين ٠,٠٦ - ٠,١٢، وسط، وغرب، وجنوب شرق المنطقة، بمساحة ١٥.١٦ كم^٢، بنسبة ١٩,٠٥٪ من إجمالي مساحة المنطقة. وتظهر المناطق التي شهدت تغيراً سريعاً لاتجاه العمران بين ٠,١٢ - ٠,١٨، وسط، وجنوب غرب، وجنوب شرق المنطقة، بمساحة ١٨,٥٢ كم^٢، بنسبة ٢٣,٢٩٪ من إجمالي مساحة المنطقة. وتقع المناطق التي شهدت تغيرات سريعة جداً أكثر من ٠,١٨، جنوب، ووسط المنطقة، بمساحة ٢٩,٥٩ كم^٢، ونسبة ٣٧,٢٪ من إجمالي مساحة المنطقة.

شكل رقم (٨): اتجاه النمو الحضري في المنطقة بين عامي ٢٠١٠ - ٢٠١٥ م.

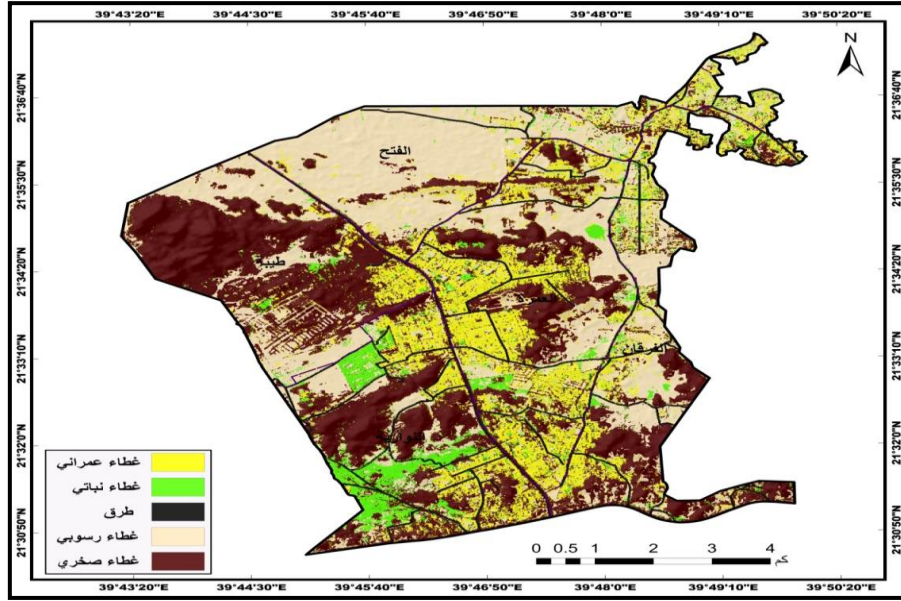


المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقات الخلوية لأغطية واستعمالات الأرض لعامي ٢٠١٠ - ٢٠١٥ م.

النمو العمراني وتغير أغطية الأرض بين عامي ٢٠١٥ - ٢٠٢٠ م:

توصلت نتائج استخلاص أغطية الأرض عام ٢٠٢٠ م تقدم الغطاء الصخري على الغطاء الرسوبي ليأتي في المرتبة الأولى بمساحة ٢٩.٣١ كم^٢، بنسبة ٣٦.٨٧٪ من إجمالي مساحة المنطقة، نتيجة للتراجع عن عام ٢٠١٥ م بنحو ٣.٠٤ كم^٢. وجاءت الرواسب في المرتبة الثانية بمساحة ٢٨.٧٥ كم^٢، بنسبة ٣٦.١٥٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وتراجعت مساحتها عن عام ٢٠١٥ م بنحو ٣.٧٤ كم^٢. وجاء الغطاء العمراني في المرتبة الثالثة بمساحة ١٣.٥٢ كم^٢، بنسبة ١٧٪ من إجمالي مساحة المنطقة. وعليه زادت المساحة المبنية عن عام ٢٠١٥ م بنحو ٤.٨٤ كم^٢. وتبرز زيادة العمران كما يوضح (شكل ٩) وسط، وجنوب، وغرب حي العمرة، وجنوب شرق، وشرق حي طيبة، ووسط، وشرق حي الفتحة، وشمال، وغرب حي الفرقان، وشمال شرق، وجنوب شرق حي النوارية.

شكل رقم (٩): أغطية واستعمالات الأرض في المنطقة عام ٢٠٢٠م.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئية سیتستال بتاريخ (٢٧-١-٢٠٢٠م).

جدول رقم (٥): مساحة أغطية واستعمالات الأرض في المنطقة عام ٢٠٢٠م.

النسبة %	المساحة / كم ^٢	الغطاء الأرضي
١٧.٠	١٣.٥٢	الغطاء العمراني
٦.٠٢	٤.٧٨	الغطاء النباتي
٣.٩٥	٣.١٣	الطرق
٣٦.١٥	٢٨.٧٥	الغطاء الرسوبي
٣٦.٨٧	٢٩.٣١	الغطاء الصخري

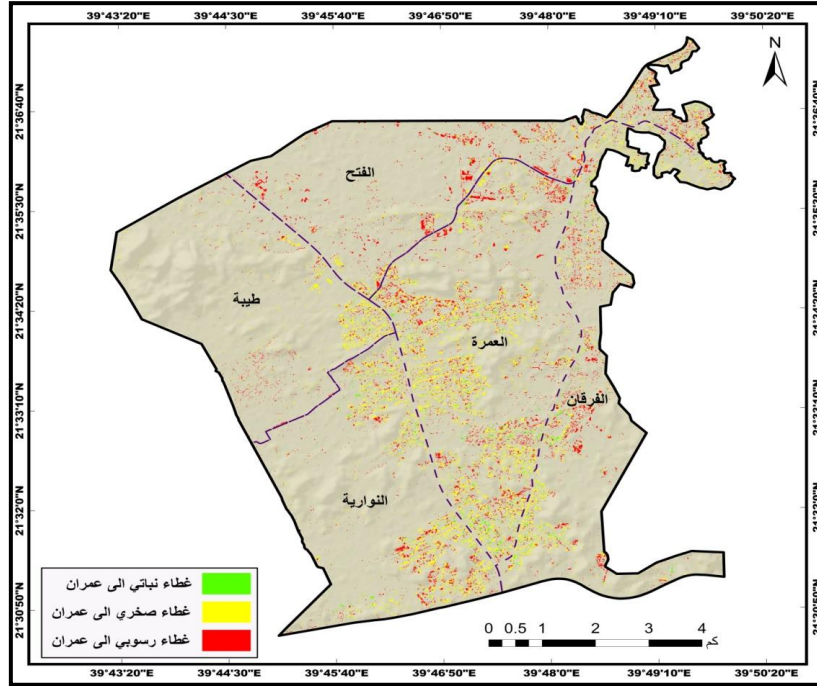
المصدر: الباحثة بالاعتماد على الشكل رقم (٩).

وجاء الغطاء النباتي في المرتبة الرابعة بمساحة ٤.٧٨ كم^٢، بنسبة ٦.٠٢٪ من إجمالي مساحة المنطقة، بزيادة عن عام ٢٠١٥ م بلغت ٠.٦٣ كم^٢. ويلاحظ زيادة الغطاء النباتي بمجاري الأودية، ووسط المباني، والطرق جنوب غرب، وشمال حي النوارية، ووسط، وشرق العمرة، وبمناطق متفرقة بحي الفرقان. وأخيرا جاءت الطرق بمساحة ٣.١٣ كم^٢، بنسبة ٣.٩٥٪ من إجمالي مساحة المنطقة.

وتظهر نتائج تقييم الدقة المكانية لتصنيف مرئية عام ٢٠٢٠ م من خلال مطابقتها مع نتيجة التنبؤ باستخدام نموذج (CA-MARKOV) للعام نفسه أن قيمة معامل كابا (٠.٨٠)، وبلغت قيمة معامل كابا بين طبقتي أغطية الأرض ومحاكاتها باستخدام نموذج (CMARKOV Chain) نحو (٠.٨١)، وتعكس هذه النتائج دقة تصنيف أغطية الأرض من المرئية.

وبذلك توضح نتائج استخدام نموذج تحليل التغير بين عامي ٢٠١٥ - ٢٠٢٠ م أن أهم التغيرات المكانية المرتبطة بالنمو الحضري تغير الغطاء الصخري إلى عمران، حيث أن نصف مناطق النمو العمران الجديدة جاءت على حساب الصخور بمساحة ٢.٤٨ كم^٢ وبنسبة ٥١.٢٣٪ من إجمالي مساحة النمو العمراني (شكل رقم ١٠). ويرجع سبب توسع العمران، وسرعة تغيره خلال هذه الفترة بمناطق انتشار الغطاء الصخري رغم ارتفاع تكلفة البناء بسبب تقلص مساحة الغطاء الرسوبي، خاصة في المناطق المحاذية لمناطق التجمعات السكانية الحالية؛ فضلا عن زيادة الوعي بمدى مخاطر السيول بمناطق انتشار الرواسب على جوانب الأودية وعند مخارجها، لاسيما مع تزايد حجم الجريان السطحي الناتج عن تحول الأغطية الأرضية في المنطقة من أغطية طبيعية (رواسب، وغطاء نباتي، وتكوينات صخرية) إلى أغطية واستعمالات بشرية: طرق، وعمران، وغيرها.

شكل رقم (١٠): النمو العمراني على حساب الأغطية الأرضية في المنطقة بين عامي ٢٠١٥-٢٠٢٠م.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقات الخلوية لأغطية واستعمالات الأرض لعامي ٢٠١٥-٢٠٢٠م.

وقد تغير غطاء الرواسب إلى عمران بنحو ١.٩٦ كم^٢ بنسبة ٤٠.٣٧٪ من إجمالي مساحة النمو العمراني الجديدة. وترجع توسعات العمران بمناطق انتشار الرواسب رغم مخاطر السيول بهذه المناطق لانخفاض تكاليف التوسعات العمرانية التي ترجع في الأساس لطبيعية تكويناتها وسطحها شبه المستوي، فضلاً عن أن غالبية هذه التوسعات لم تكن بمناطق مجاورة لمناطق تجمعات سكان عام ٢٠١٥م، وإنما برزت في مناطق بعيدة عنها بالذات، حيث انتشرت الطرق، وتوفرت على جوانبها بعض الخدمات. وبلغت مساحة التوسع العمراني على حساب الغطاء النباتي ٠.٤ كم^٢ بنسبة ٧.٢٦٪ من إجمالي مساحة النمو العمراني خلال هذه المدة.

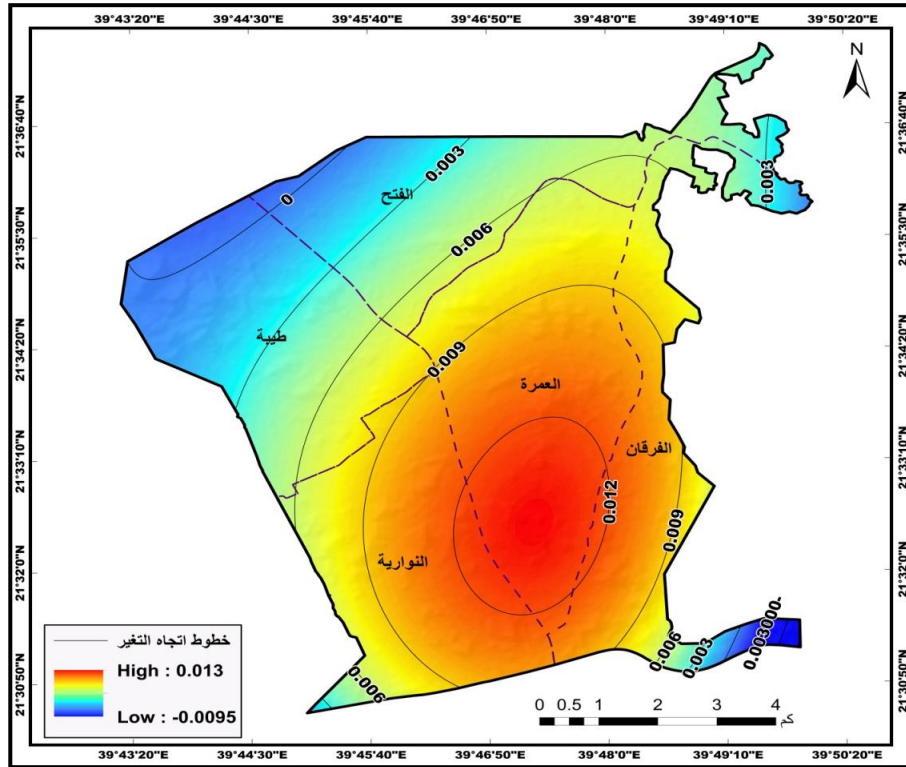
ومن ضمن أهم التغيرات بين عامي ٢٠١٥ - ٢٠٢٠م تحول الغطاء الرسوبي إلى غطاء نباتي، بمساحة ١.٧٣ كم^٢، وتغير الغطاء الصخري إلى غطاء نباتي ١.٤١ كم^٢، وتغير ١.١٨ كم^٢ من الغطاء النباتي إلى أراضي عارية، وتغير نحو ١.٠١ كم^٢ من غطاء الرواسب إلى طرق. من جانب آخر تظهر نتائج استخدام نموذج اتجاه التغير بين عامي ٢٠١٥ - ٢٠٢٠م، تراوح قيمة اتجاه التغير حسب ترتيب (polynomial 3rd) بين ٠.٠٠٩٥ إلى ٠.٠١٣ بمتوسط بلغ ٠.٠٠٧، وانحراف معياري ٠.٠٠٣، مما يشير إلى تركيز تغير اتجاه العمران في المنطقة.

ويوضح شكل رقم (١١) أن اتجاه النمو العمراني في المنطقة بين عامي ٢٠١٥ - ٢٠٢٠م أخذ الاتجاهات السابقة نفسها جنوبي غربي - شمالي شرقي. ويرجع اتجاه تغيرات النمو العمراني خلال هذه المدة إلى جانب التركيب الجيولوجي الذي يتصف بسيادة الإرسابات الرملية، وطبوغرافية سطح الأرض التي تتصف بقلّة الانحدار، بتوسع شبكة الطرق، وتوفر الخدمات على جوانبها شمال شرق المنطقة. وبذلك تظهر المناطق التي شهدت تغيراً بالسالب جنوب شرق، وشمال شرق منطقة الدراسة، بمساحة بلغت ٢.٨٣ كم^٢، بنسبة ٣.٥٧٪ من إجمالي مساحة المنطقة.

وتظهر المناطق التي شهدت تغيرات طفيفة، حيث تراوح الاتجاه بين ٠.٠٠٣ - ٠.٠٠٣ بجميع الجهات الفرعية للمنطقة، بمساحة بلغت ١١.١٤ كم^٢، بنسبة ١٤.٠١٪ من إجمالي مساحة المنطقة.

وتبرز المناطق التي شهدت تغيراً في اتجاه العمران بين ٠.٠٠٣ - ٠.٠٠٦ شمال، وجنوب شرق، وجنوب غرب المنطقة، بمساحة بلغت ١٤.٦٨ كم^٢، بنسبة ١٨.٤٥٪ من إجمالي مساحة المنطقة. وتظهر المناطق التي شهدت تغيراً في اتجاه العمران بين ٠.٠٠٦ - ٠.٠٠٩ وسط، وغرب، وجنوب شرق منطقة الدراسة، بمساحة بلغت ١٩.٣٩ كم^٢، بنسبة ٢٤.٣٩٪ من إجمالي مساحة المنطقة. وتقع المناطق التي شهدت تغيراً في اتجاه العمران بأكثر من ٠.٠٠٩ جنوب، ووسط المنطقة، بمساحة بلغت ٣١.٤٧ كم^٢، بنسبة ٣٩.٥٨٪ من إجمالي مساحة المنطقة.

شكل رقم (١١): اتجاه النمو الحضري في المنطقة بين عامي ٢٠١٥ - ٢٠٢٠ م.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقات الخلوية لأغطية واستعمالات الأرض لعامي ٢٠١٥ - ٢٠٢٠ م.

محاكاة النمو العمراني وتغير أغطية الأرض عام ٢٠٣٠ م:

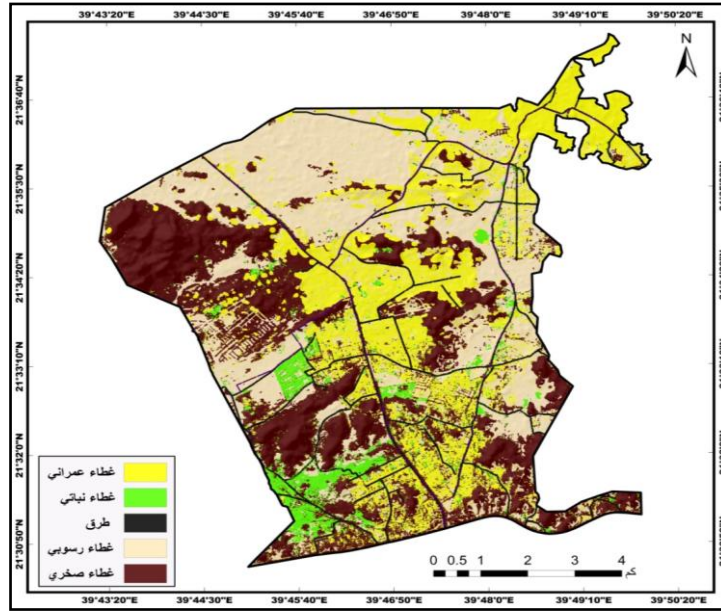
استخدمت الباحثة في التنبؤ بالنمو العمراني شمال مدينة مكة المكرمة نموذجين - الأول: نموذج ماركوف الهجين (CA-MARKOV)، وتعتمد نتائج تطبيق هذا النموذج على آخر طبقة خلوية لأغطية واستعمالات الأرض عام ٢٠٢٠ م، وطبقتي الانتقال بين الأغطية الأرضية، وملاءمة الانتقال، وكلاهما ناتجة عن تطبيق نموذج (MARKOV). وبذلك تظهر نتائج التنبؤ بالنمو العمراني باستخدام نموذج (CA-MARKOV) (شكل رقم ١٢)، حيث جاء غطاء الرواسب في المرتبة الأولى بمساحة ٢٧.٨٧ كم^٢، بنسبة

٣٥.٠٤٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وبالتالي سيتراجع غطاء الرواسب عن عام ٢٠٢٠م بنحو ٠.٨٩ كم^٢.

وسيأتي غطاء الصخور في المرتبة الثانية بمساحة ٢٥.٠٢ كم^٢، بنسبة ٣١.٤٧٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وعليه يتوقع تراجع مساحة الغطاء الصخري عن عام ٢٠٢٠م بمقدار ٤.٢٩ كم^٢.

ومن ثم سيأتي غطاء العمران في المرتبة الثالثة بمساحة بلغت ١٩.١١ كم^٢، بنسبة ٢٤.٠٢٪ من إجمالي مساحة المنطقة. ويتوقع زيادة المساحة المبنية بنحو ٥.٥٨ كم^٢ عن عام ٢٠٢٠م. وتبرز زيادة العمران (شكل رقم ١٢) وسط، وجنوب، وغرب حي العمرة، وجنوب شرق حي طيبة، وشرق، ووسط حي الفتح، وجنوب غرب، وشمال شرق حي الفرقان، وشمال شرق، وجنوب شرق حي النوارية.

شكل رقم (١٢): محاكاة النمو العمراني وتغير أغطية الأرض في المنطقة عام ٢٠٣٠م.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على نموذج (CA-Markov).

ویرتوق أن یأتی الغطاء النباتی فی المرتبة الرابعة بمساحة بلغت ٣.٩٤ كم^٢، بنسبة ٤.٩٥ ٪ من إجمالي مساحة المنطقة، لیراجع عن عام ٢٠٢٠ م بنحو ٠.٨٥ كم^٢. ویركز الغطاء النباتی بمناطق عام ٢٠٢٠ م نفسها بمجاری الأودية، والمناطق المبنية، ووسط الطرق جنوب غرب، وشمال حی النوارية، ووسط، وشرق حی العمرة، ویرتشر فی مناطق متفرقة بحی الفرقان. وأخيراً جاءت الطرق بمساحة بلغت ٣.٥٧ كم^٢، بنسبة ٤.٤٧ ٪ من إجمالي مساحة المنطقة.

جدول رقم (٦): المساحة المتوقعة لأغطية الأرض فی المنطقة عام ٢٠٣٠ م حسب نموذج ماركوف (CA-Markov).

الغطاء الأرضي	المساحة كم ^٢	النسبة ٪
الغطاء العمراني	١٩.١١	٢٤.٢
الغطاء النباتي	٣.٩٤	٤.٩٥
الطرق	٣.٥٧	٤.٤٧
الغطاء الرسوبي	٢٧.٨٧	٣٥.٤
الغطاء الصخري	٢٥.٠٢	٣١.٤٧

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الشكل رقم (١٢).

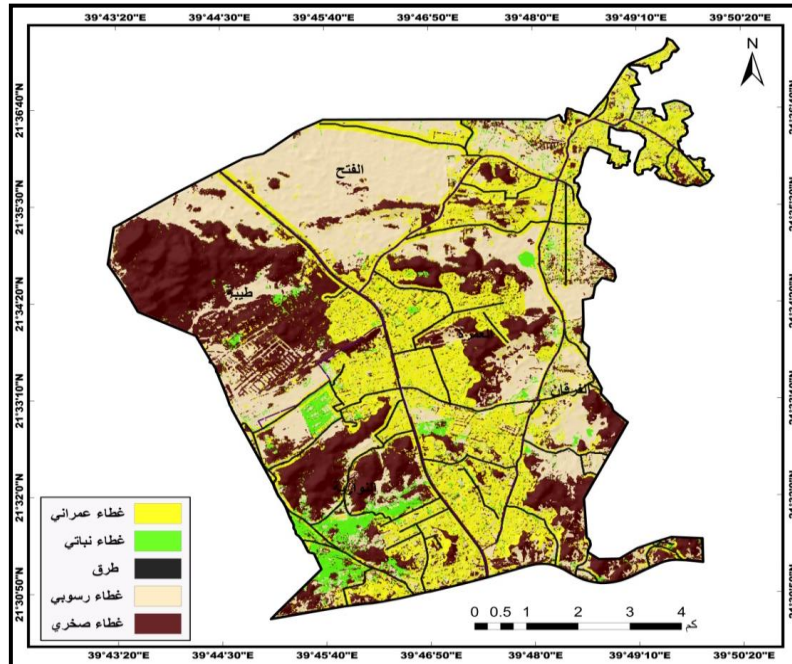
واعتمدت الدراسة على نموذج سلسلة ماركوف (MARKOV Chain) للتنبؤ بتغير أغطية الأرض، ويعتمد على نوعين من المتغيرات تابعة لأغطية الأرض، ومستقلة تؤثر فی توجهات نمو العمران مستقبلاً مثل ارتفاع وانحدار التضاريس، والبعد من مجاری الأودية والطرق، ومركز المدينة.

وبذلك توصلت نتائج هذا النموذج (شكل رقم ١٢) إلى أن غطاء الرواسب سيأتي فی المرتبة الأولى بمساحة ستبلغ ٢٥.٨ كم^٢، بنسبة ٣٢.٤٣ ٪ من إجمالي مساحة المنطقة؛ وبذلك سوف تتراجع مساحة الرواسب عن عام ٢٠٢٠ م بنحو ٢.٩٥ كم^٢. ومن ثم جاء

الغطاء الصخري في المرتبة الثانية بمساحة ٢٤.٨٦ كم^٢، ونسبة ٣١.٢٦٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وبالتالي من المتوقع تراجع مساحة الغطاء الصخري حسب نموذج سلسلة ماركوف عن عام ٢٠٢٠م بنحو ٤.٤٥ كم^٢.

وجاء غطاء العمران في المرتبة الثالثة بمساحة بلغت ٢١.٠٣ كم^٢، بنسبة ٢٦.٤٤٪ من إجمالي مساحة المنطقة. وعليه فمن المتوقع زيادة مساحة البناء بنحو ٧.٥ كم^٢ عن عام ٢٠٢٠م. وتبرز زيادة العمران وسط، وجنوب، وغرب، وشمال حي العمرة، وجنوب شرق، ووسط، وشمال غرب حي طيبة، ووسط، وشرق حي الفتح، وشمال، وجنوب، وغرب، وشرق حي الفرقان، وشمال شرق، وجنوب، وجنوب شرق حي النوارية (شكل رقم ١٣).

شكل رقم (١٣): محاكاة النمو العمراني وتغير أغطية الأرض في المنطقة - عام ٢٠٣٠م.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على نموذج (Markov Chain).

وسياتي الغطاء النباتي في المرتبة الرابعة بمساحة ٤.١ كم^٢، بنسبة ٥.١٦٪ من إجمالي مساحة المنطقة، ليتراجع عن عام ٢٠٢٠ بنحو ٠.٦٨ كم^٢. ويلاحظ تركيز توزيع الغطاء النباتي في نفس مناطق عام ٢٠٢٠ في الأودية والمناطق المبنية والجزر وسط الطرق جنوب غرب، وشمال حي النوارية، ووسط وشرق حي العمرة، وينتشر في مناطق متفرقة بحي الفرقان. وأخيرا جاءت الطرق بمساحة ٣.٧٢ كم^٢، بنسبة ٤.٦٨٪ من إجمالي مساحة المنطقة.

جدول رقم (٧) المساحة المتوقعة لأغطية الأرض بالمنطقة عام ٢٠٣٠م حسب نموذج ماركوف (Markov Chain)

النسبة %	المساحة كم ^٢	الغطاء الأرضي
٢٦.٤٤	٢١.٠٣	الغطاء العمراني
٥.١٦	٤.١	الغطاء النباتي
٤.٦٨	٣.٧٢	الطرق
٣٢.٤٣	٢٥.٨	الغطاء الرسوبي
٣١.٢٦	٢٤.٨٦	الغطاء الصخري

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الشكل رقم (١٣).

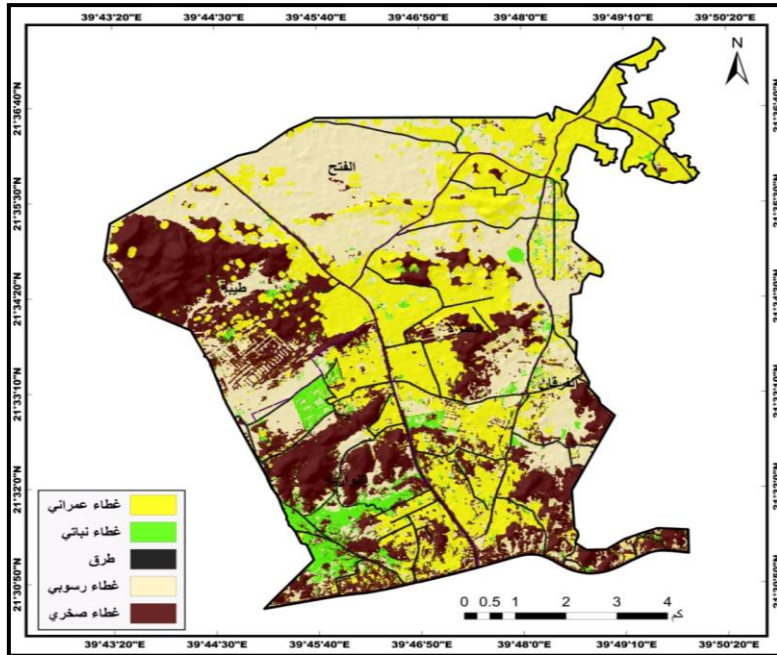
وبذلك تظهر نتائج تقييم الدقة المكانية للتنبؤ بالنمو العمراني وتغير أغطية الأرض بين نتائج نموذجي (CA-Markov, Markov Chain) عام ٢٠٣٠م أن قيمة معامل كابتا (٠.٨٩)، مما يشير إلى وجود تطابق كبير جداً بين نتائج نموذجي المحاكاة.

محاكاة النمو العمراني وتغير أغطية الأرض عام ٢٠٤٠م:

تظهر نتائج تطبيق نموذج ماركوف (CA-MARKOV) مجيء غطاء الرواسب في المرتبة الأولى بمساحة بلغت ٢٥.٠٣ كم^٢، بنسبة ٣١.٤٨٪ من إجمالي مساحة المنطقة (شكل

رقم ١٤)، وبالتالي من المتوقع تراجع غطاء الرواسب عن عام ٢٠٣٠ بنحو ٢.٩٣ كم^٢. وسيحل الغطاء العمراني محل الغطاء الصخري في المرتبة الثانية عام ٢٠٤٠ م بمساحة ٢٤.٤٧ كم^٢، بنسبة ٣٠.٧٦٪ من إجمالي مساحة المنطقة. وسوف تزداد المساحة المبنية بنحو ٥.٣٦ كم^٢ عن عام ٢٠٣٠ م. ومن أهم مناطق زيادة العمران شمال شرق، وشرق، ووسط، وجنوب حي العمرة، وجنوب شرق، وشمال شرق، ووسط حي طيبة، وشرق، وجنوب، وغرب حي الفتح، وشمال شرق، وشمال، وغرب حي الفرقان، وشمال شرق، وجنوب شرق، وجنوب حي النوارية (شكل رقم ١٤). وسيترجع غطاء الصخور إلى المرتبة الثالثة بمساحة بلغت ٢٢.٤٤ كم^٢، بنسبة ٢٨.٢٢٪ من إجمالي مساحة المنطقة؛ وعليه يتوقع تراجع مساحة الغطاء الصخري عن عام ٢٠٣٠ م بنحو ٢.٣٨ كم^٢.

شكل رقم (١٤): محاكاة النمو العمراني وتغير أغطية الأرض في المنطقة عام ٢٠٤٠ م.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على نموذج (CA-Markov).

وسیأتي الغطاء النباتي في المرتبة الرابعة بمساحة ٣.٩١ كم^٢، بنسبة ٤.٩٢٪ من إجمالي مساحة المنطقة، ليتراجع عن عام ٢٠٣٠م بنحو ٠.٠٢ كم^٢، وسيتم نشر الغطاء النباتي عام ٢٠٣٠م جنوب غرب، ووسط، وشمال حي النوارية، ووسط، وشرق حي العمرة، وبمناطق متفرقة بحي الفرقان. وأخيراً جاءت الطرق بمساحة بلغت ٣.٦٥ كم^٢، بنسبة ٤.٦٪ من إجمالي مساحة المنطقة.

جدول رقم (٨): المساحة المتوقعة لأغطية الأرض في المنطقة عام ٢٠٤٠م حسب نموذج ماركوف (CA-Markov).

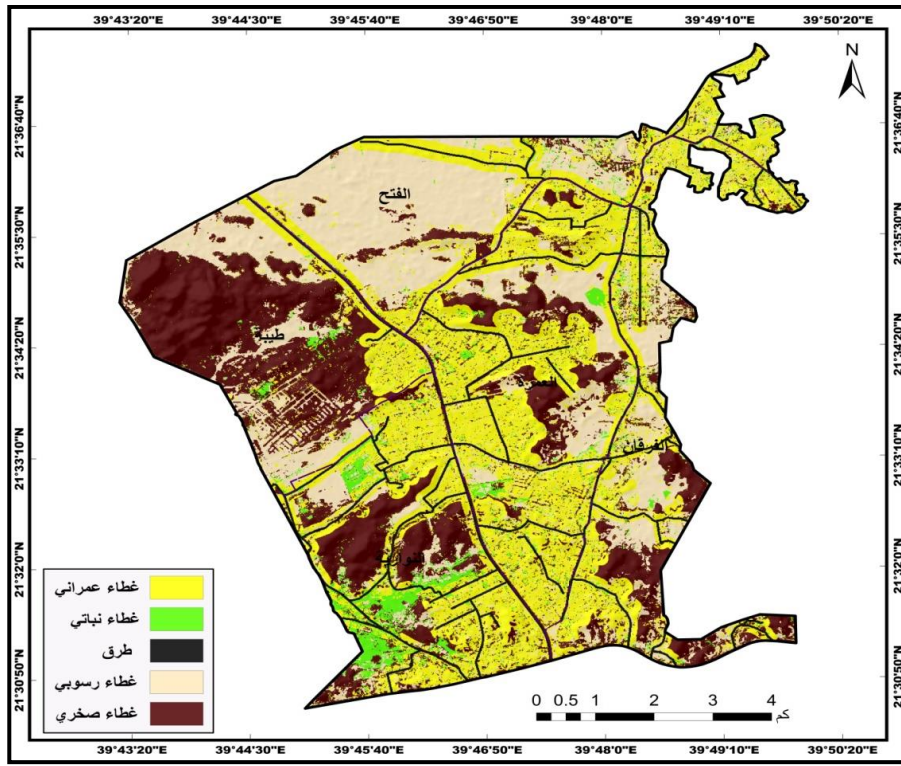
النسبة ٪	المساحة كم ^٢	الغطاء الأرضي
٣٠.٧٦	٢٤.٤٧	الغطاء العمراني
٤.٩٢	٣.٩١	الغطاء النباتي
٤.٦	٣.٦٥	الطرق
٣١.٤٨	٢٥.٠٣	الغطاء الرسوبي
٢٨.٢٢	٢٢.٤٤	الغطاء الصخري

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الشكل رقم (١٤).

في المقابل تظهر نتائج التنبؤ بنمو العمران وتغير أغطية الأرض خلال هذه الفترة باستخدام سلسلة ماركوف تقدم غطاء العمران إلى المرتبة الأولى بمساحة ستبلغ ٢٦.٩٤ كم^٢، بنسبة ٣٣.٨٩٪ من إجمالي مساحة المنطقة. ويتوقع زيادة مساحة العمران عن عام ٢٠٣٠م بنحو ٥.٩٧ كم^٢، وستبرز زيادة العمران حيث يقل الارتفاع والانحدار، وبالقرب من الطرق، ومركز المدينة، وفي المناطق الأكثر بعداً من مجاري الأودية جنوب، ووسط، وغرب، وشمال حي العمرة، وشمال غرب، وجنوب شرق، ووسط حي طيبة، وشرق ووسط حي الفتح، وشمال ووسط وشرق وجنوب حي الفرقان، وجنوب شرق وشمال شرق وجنوب غرب حي النوارية (شكل رقم ١٥). ومن المتوقع أن تأتي الرواسب في المرتبة الثانية بمساحة ٢٢.٩٦ كم^٢، بنسبة ٢٨.٨٧٪ من إجمالي مساحة المنطقة. وبالتالي ستراجع مساحة الغطاء الرسوبي عن

عام ٢٠٣٠ م بنحو ٢.٨٣ كم^٢. وتؤكد نتائج هذا النموذج تراجع الغطاء الصخري إلى المرتبة الثالثة بمساحة ٢٢.٠٢ كم^٢، بنسبة ٢٧.٦٩٪ من إجمالي مساحة المنطقة. وبذلك يتوقع تراجع مساحة الغطاء الصخري بنحو ٢.٨٧ كم^٢.

شكل رقم (١٥): محاكاة النمو العمراني وتغير أغطية الأرض في المنطقة عام ٢٠٤٠ م.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على نموذج (Markov Chain).

وستأتي الطرق في المرتبة الرابعة بمساحة ٣.٩١ كم^٢، بنسبة ٤.٩٢٪ من إجمالي مساحة المنطقة. وأخيراً الغطاء النباتي بمساحة ٣.٦٧ كم^٢، بنسبة ٤.٦١٪ من إجمالي مساحة المنطقة، ليتراجع عن عام ٢٠٣٠ م بنحو ٠.٤٢ كم^٢.

جدول رقم (٩): المساحة المتوقعة لأغطية الأرض في المنطقة عام ٢٠٤٠ حسب نموذج ماركوف (Markov Chain).

النسبة %	المساحة كم ^٢	الغطاء الأرضي
٣٣.٨٩	٢٦.٩٤	الغطاء العمراني
٣.٦٧	٣.٦٧	الغطاء النباتي
٤.٩٢	٣.٩١	الطرق
٢٨.٨٧	٢٢.٩٦	الغطاء الرسوبي
٢٧.٦٩	٢٢.٠٢	الغطاء الصخري

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الشكل رقم (١٥).

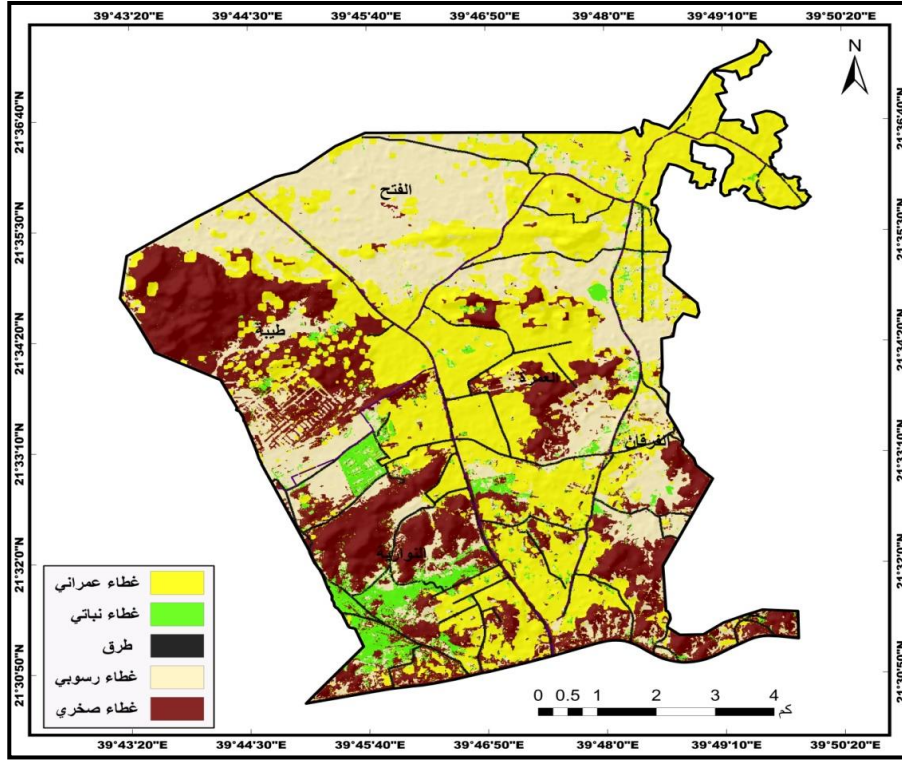
وعليه تظهر نتائج تقييم دقة التنبؤ بنمو العمران وتغير أغطية الأرض للنموذجين في عام (٢٠٤٠م) أن قيمة معامل كبا (٠.٨٣)، مما يعكس دقة عالية جداً في نتائج التنبؤ بين نموذجي ماركوف.

محاكاة النمو العمراني وتغير أغطية الأرض عام ٢٠٥٠م:

تظهر نتائج احتمالات التغير بنموذج ماركوف الهجين تقدم الغطاء العمراني إلى المرتبة الأولى بعد أن كان في الثانية عام ٢٠٤٠م، بمساحة ستبلغ ٢٩.٨٥ كم^٢، بنسبة ٣٧.٥٣٪ من إجمالي مساحة المنطقة (شكل رقم ١٦). ويتوقع زيادة البناء بنحو ٥.٣٩ كم^٢ عن عام ٢٠٤٠م، وستظهر هذه الزيادة جنوب، وشمال شرق حي العمرة، وشرق، ووسط، وشمال شرق، وشمال غرب حي طيبة، وشرق ووسط حي الفتح، وغرب وشمال شرق حي الفرقان، وجنوب شرق حي النوارية (شكل رقم ١٤).

وسوف يتراجع غطاء الرواسب إلى المرتبة الثانية بمساحة ٢٢.٠١ كم^٢، بنسبة ٢٧.٦٨٪ من إجمالي مساحة المنطقة. كما يتوقع تراجع الرواسب عن عام ٢٠٤٠م بنحو ٣.٠١ كم^٢. وسيأتي غطاء الصخور في المرتبة الثالثة بمساحة ٢٠.٠٦ كم^٢، بنسبة ٢٥.٢٢٪ من إجمالي مساحة المنطقة، ويتوقع تراجعها عن عام ٢٠٤٠م بنحو ٢.٥٨ كم^٢.

شكل رقم (١٦): محاكاة النمو العمراني وتغير أغطية الأرض في المنطقة عام ٢٠٥٠م.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على نموذج (CA-Markov).

ويتوقع أن تأتي الطرق في المرتبة الرابعة بمساحة ٣.٨٥ كم^٢، بنسبة ٤.٨٤٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وسيأتي الغطاء النباتي في المرتبة الأخيرة بمساحة ٣.٧٣ كم^٢، بنسبة ٤.٦٩٪ من إجمالي مساحة المنطقة، ليتراجع عن عام ٢٠٤٠م بنحو ٠.١٨ كم^٢.
من جانب آخر تظهر نتائج توقع نمو العمران وتغير أغطية الأرض بين ٢٠٤٠ - ٢٠٥٠م بنموذج سلسلة ماركوف أن العمران سيأتي في المرتبة الأولى بمساحة ٣٠.٩٨ كم^٢، بنسبة ٣٨.٩٥٪ من إجمالي مساحة المنطقة؛ ويتوقع زيادته عن عام ٢٠٤٠م بنحو ٤.٠٣ كم^٢. وستظهر مناطق النمو العمراني الجديدة خلال هذه المدة في المناطق الأكثر ارتفاعاً وانحداراً،

والأكثر بعداً من الطرق ومركز المدينة، والأقرب من مجاري الأودية مقارنة بالمرحلتين السابقتين وسط، وجنوب، وغرب، وشمال حي العمرة، وجنوب شرق، ووسط، وشمال غرب حي طيبة، ووسط، وشرق حي الفتح، وشمال، وجنوب، وغرب، وشرق حي الفرقان، وشمال شرق، وجنوب، وجنوب شرق حي النوارية (شكل رقم ١٧).

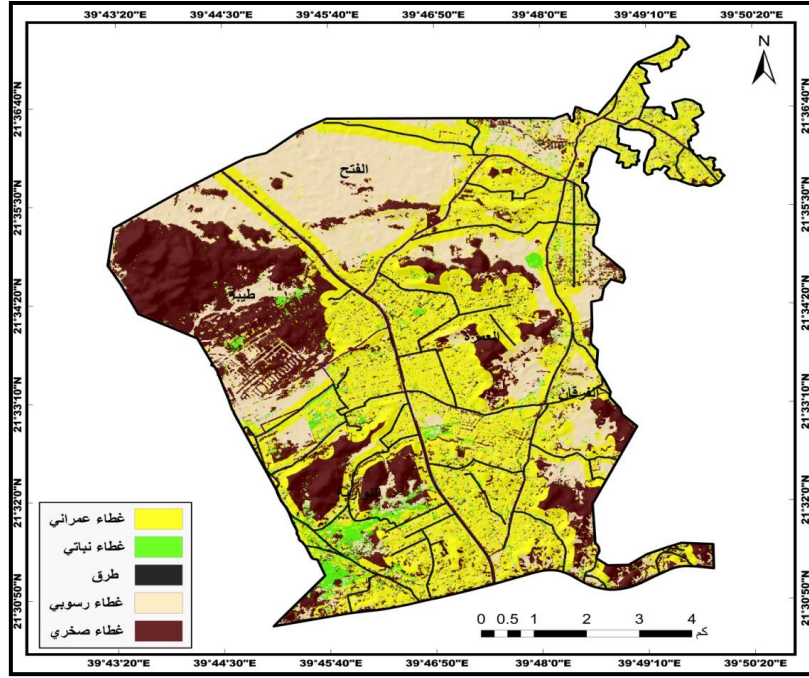
جدول رقم (١٠): المساحة المتوقعة لأغطية الأرض في المنطقة عام ٢٠٤٠م حسب نموذج ماركوف (CA-Markov).

النسبة %	المساحة كم ^٢	الغطاء الأرضي
٣٧.٥٣	٢٩.٨٥	الغطاء العمراني
٤.٦٩	٣.٧٣	الغطاء النباتي
٤.٨٤	٣.٨٥	الطرق
٢٧.٦٨	٢٢.٠١	الغطاء الرسوبي
٢٥.٢٢	٢٠.٠٦	الغطاء الصخري

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الشكل رقم (١٦).

ومن المتوقع أن تأتي الرواسب في المرتبة الثانية بمساحة ٢٠.٨٩ كم^٢، بنسبة ٢٦.٢٧٪ من إجمالي مساحة المنطقة، لتتراجع مساحة الرواسب بنحو ٢.٠٧ كم^٢ بين عامي ١٩٤٠ - ١٩٥٠ م. وسيبقى الغطاء الصخري في المرتبة الثالثة بمساحة ٢٠.١٣ كم^٢، بنسبة ٢٥.٣٢٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، ليتراجع عن عام ٢٠٤٠ م بنحو ١.٨٨ كم^٢. ومن المتوقع بقاء الطرق في المرتبة الرابعة بمساحة ٤.١٢ كم^٢، بنسبة ٥.١٨٪ من إجمالي مساحة المنطقة. وسيأتي الغطاء النباتي في المرتبة الأخيرة بمساحة ٣.٣٨ كم^٢، بنسبة ٤.٢٥٪ من إجمالي مساحة المنطقة. ويتوقع تراجع الغطاء النباتي عن عام ٢٠٤٠ م بنحو ٠.٢٨ كم^٢.

شكل رقم (١٧): محاكاة النمو العمراني وتغير أغطية الأرض في المنطقة عام ٢٠٥٠ م.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على نموذج (Markov Chain).

جدول رقم (١١): المساحة المتوقعة لأغطية الأرض في المنطقة عام ٢٠٥٠ م حسب نموذج ماركوف

(Markov Chain).

النسبة %	المساحة كم ^٢	الغطاء الأرضي
٣٨.٩٥	٣٠.٩٨	الغطاء العمراني
٤.٢٥	٣.٣٨	الغطاء النباتي
٥.١٨	٤.١٢	الطرق
٢٦.٢٧	٢٠.٨٩	الغطاء الرسوبي
٢٥.٣٢	٢٠.١٣	الغطاء الصخري

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الشكل رقم (١٧).

وتظهر نتائج تقييم الدقة المكانية للتنبؤ بنمو العمران وتغير أغطية الأرض بين نموذجي ماركوف عام (٢٠٥٠م) أن قيمة معامل كابا (٨٠)، مما يشير إلى وجود تطابق كبير جداً بين نتائج النموذجين.

نتائج الدراسة:

- ١- تركّز العمران جنوب، ووسط حي العمرة، وجنوب غرب حي الفرقان، وشمال شرق النوارية، وجنوب شرق حي طيبة.
- ٢- ارتباط التوسع العمراني بطبوغرافية سطح الأرض.
- ٣- يقع التغير السريع في اتجاه النمو العمراني في جنوب ووسط المنطقة.
- ٤- توصلت الدراسة بعد استخدام نموذج تحليل التغير بين عامي ٢٠١٥ - ٢٠٢٠م إلى تغير الغطاء الصخري إلى مناطق عمرانية.
- ٥- أظهرت نتائج التنبؤ بالنمو العمراني باستخدام نموذج ماركوف إلى تراجع غطاء الرواسب عن عام ٢٠٢٠م بنحو ٤.٢٩ كم^٢، وزيادة المساحة المبنية بنحو ٥.٥٨ كم^٢ عن عام ٢٠٢٠م.

التوصيات:

وضع خطط مستقبلية لتنمية وتطوير المناطق الخالية من العمران بتوفير طرق مواصلات، وخدمات لتكون مناطق جذب لاستقرار السكان بها، وذلك لإيجاد توزيع عادل للسكان على كافة اتجاهات المنطقة، وللحد من الضغط السكاني المستقبلي المترکز في جنوب ووسط المنطقة.

المراجع

- Albasri, N. A. H, Al-Jawari, S. M, Al-Mosherefawi, O. G, (2022), "Prediction of Urban Spatial Changes Pattern Using Markov Chain", **Civil Engineering Journal**, Vol. 8, No. 04, PP. 710- 722.

- Baqa, M. F, et al, (2021), "Monitoring and Modeling the Patterns and Trends of Urban Growth Using Urban Sprawl Matrix and CA-Markov Model: A Case Study of Karachi, Pakistan", **Land**, Vol, 10, pp.1-17.
- Chisanga, C. B, Shepande, C. C, Nkonde, E, (2022), "CA-Markov Approach in Dynamic Modelling of LULCC Using ESA CCI Products Over Zambia", **journal of Geoscience and Environment**, PP.1-17.
- Ebrahimipour, A, Saadat. M, Farshchin, A, (2016), "Prediction of Urban Growth through Cellular Automata-Markov Chain", **Bulletin de la Societe Royale des Sciences de Liege**, Vol. 85, pp. 824 - 839.
- Gidado, K. A, et al, (2019), "Application of Ca-Markov Model for the Analysis of Urban Growth in Kenyir Basin", **International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences**, Vol. 9, No. 2, pp.449 - 458.
- Khawaldah, H. A, (2016), "Prediction of Future Land Use/Land Cover in Amman Area Using GIS-Based Markov Model and Remote Sensing", p312 **Journal of Geographic Information System**, Vol.8, No.3, pp. 412-427.
- Hyandye, C., & Martz, L, W, (2017), "Markovian and Cellular Automata Land-Use Change Predictive Model of the Usangu Catchment", **International Journal of Remote Sensing**, Vol, 38, No. (1), pp. 64-81.
- Yadav, V, Ghosh, S. K, (2019), "**Assessment and Prediction of Urban Growth for a Mega-city Using CA-Markov Model**", Geocarto International, Vol, 36, No. (10), pp.1-33.

Imulation Urban Growth and Land Cover Change North Mecca City with Remote Sensing Techniques and Geographic Information Systems

Maliha bint Hamed Abdullah Al-Abdali*

Abstract:

This study aims to use remote sensing technology to derive information layers, showing land use, land Cover (LULC), and changes north of Mecca city during four periods between 2005 - 2020. In preparation for achieving second objective in spatial modeling to simulate growth urban and change land covers in study area between 2020 - 2050. The study used unsupervised classify to deriving land covers from images (Spot, Sentinel), and land covers classification to five classifications: urban area, Vegetation, Roads, Sediments and rocks.

The results of analysis and spatial modeling showed urban growth in areas vegetation, sediment and rocks between 2005 - 2020, and predicted continuous pattern of urban growth until 2050 in the study area. Simulation results using CA-Markov model confirmed increase Built-up areas from 13.5 km² in 2020, to 19.1 km² in 2030, 24.3 km² in 2040, 29.8 km² in 2050. Also, simulation results using Markov Chain model confirm increase Built-up in study area from 13.5 km² in 2020, to 21.1 km² in 2030, 26.9 km² in 2040 and 31 km² in 2050.

Keywords:

Land covers, Mecca City, GIS, Remote Sensing, Markov model, Change analysis.

* Academic degree: Ph. D, Specialization: Urban Geography

Place of work: Assistant Professor in the Department of Geography at Umm Al-Qura University.

محاكاة القيمة الفعلية للمطر وتأثيرها في تغير الغطاء النباتي في محافظة الطائف باستخدام التقنيات الجيومكانية

د. أمينة عطا الله عبد ربه الرحيلي *

الملخص

تهدف الدراسة إلى التحليل المكاني للقيمة الفعلية للأمطار وتغيراتها وأثارها على تغير توزيع الغطاء النباتي بمحافظة الطائف، والتنبؤ بالقيمة الفعلية للأمطار وتأثيرها في الغطاء النباتي مستقبلاً، من خلال كشف العلاقة بين الأمطار والغطاء النباتي في منطقة الدراسة، وتم تحقيق أهداف الدراسة باستخدام خوارزمية (IDW) في اشتقاق طبقات معلوماتية لمتغيرات درجات حرارة الهواء وكميات الأمطار والغطاء النباتي من مرئيات تم الحصول عليها من موقع وكالة ناسا لكل إحدى عشرة أعوام بين عامي ٢٠٠٠ - ٢٠٢١، وتطبيق نموذج ديمارتون في بيئة نظم المعلومات الجغرافية لاشتقاق طبقة القيمة الفعلية للأمطار بالاعتماد على طبقتي الأمطار والحرارة، وبالتالي كشف مدى تأثير القيمة الفعلية للأمطار في الغطاء النباتي من خلال حساب معامل الارتباط ودلالة العلاقات المكانية بين تغيرات القيمة الفعلية للأمطار وتغيرات الغطاء النباتي، ومن ثم محاكاة توجه كل منهما حتى عام ٢٠٣٢ باستخدام نموذج (MultiLogisticReg) في برنامج الإدرسي.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى زيادة كمية المطر بين فترتي الدراسة ٢٠٠٠ - ٢٠١١ و ٢٠١٢ - ٢٠٢١، بدليل زيادة المتوسط المكاني للأمطار بنحو ١٦.٣ ملم، فضلاً عن زيادة مساحة النطاق الأكثر غزارة بالأمطار وتراجع مساحة النطاق الأقل مطراً، مما يدل على إيجابية تأثير القيمة الفعلية للأمطار في الغطاء النباتي، وتراجع تأثيراتها السلبية المتعلقة بالجفاف الزراعي في محافظة الطائف، ومما يؤكد ذلك تراجع مساحة نطاق المناخ الجاف حسب تصنيف ديمارتون من

* أستاذ مساعد الجغرافيا المناخية - قسم الجغرافيا - جامعة أم القرى.

١٠٩٦٧.٣٣ كم ٢ إلى ٩٢٨٠.٣ كم ٢، وزيادة مساحة نطاق الغطاء النباتي الجيد فوق عتبة ٠.١٥ لمؤشر الاختلاف الخضري بنحو ٨١٨.٤٤ كم ٢، وتراجع مساحة النطاق الفقير جدا بالغطاء النباتي تحت عتبة ٠.١ بنحو ٩٢٢.٤٨ كم ٢ بين المديتين.

كلمات مفتاحية:

نماذج المحاكاة، الأمطار، الغطاء النباتي، التقنيات الجيومكانية، محافظة الطائف.

مقدمة:

يعد المناخ من أهم العوامل المؤثرة في الاختلافات المكانية الطبيعية والبشرية على سطح الأرض، ويأتي المطر في مقدمة عناصر المناخ من حيث الأهمية، فهو مصدر المياه السطحية والجوفية، وإن كمية الأمطار وحالات حدوثها وشدها وتغيراتها المكانية والزمكانية مهمة في إدارة الموارد المائية في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تعاني من تذبذب وتباين الأمطار (خير الله، ٢٠١٠، ص ٧٧٩). وبالتالي فإن الفهم الشامل لخصائص المناخ في مختلف المناطق أمراً ضرورياً للتخطيط البيئي لتحقيق التنمية المستدامة (Abbasi, et al, 2021, p.2).

ويعد تصنيف المناخ أحد الطرق المهمة لتحقيق فهم شامل لخصائص المناخ (Pieri, et al, 2017, p.95). وتصنيفاً للمناخ محاولة لتحديد أوجه التشابه والتباين بين مختلف المناطق الجغرافية، واكتشاف أثر عناصر المناخ في مكونات النظام البيئي وفي مقدمتها الغطاء النباتي. ويعد بارمينيدس أول من وضع تصنيف للمناخ، وصنف بطليموس العالم إلى سبع مناخات على أساس خطوط العرض، واستمرت تصنيفات المناخ من قبل ديمارتون، وكوبن، وثورنثويت، وستالر مع وجود المنهج التجريبي. وبفضل تطور الأساليب الكمية تم إضافة عناصر جديدة لتصنيف المناخ بدقة أعلى. وحاولت هذه الأساليب التغلب على أوجه القصور في الطرق التقليدية، وتظهر دراسات هذه الأساليب أن عوامل المناخ التي تؤثر على الطرق التجريبية كالحرارة والأمطار يجب معالجتها كعوامل فعالة في تحديد حدود المناخ، وتتوافق

كثير من هذه التصنيفات مع التنوع البيولوجي (Zarei, 2013, p.91).

وتعد الحياة النباتية في أي إقليم نتيجة تفاعل عدة عوامل طبيعية تتعلق بالأحوال المناخية السائدة، وتعد الأمطار والحرارة والضوء أهم عناصر المناخ المؤثرة في الغطاء النباتي الذي لا يستفيد من كل ما يسقط من أمطار لأن نسبة كبيرة منها تضيع بوسائل مختلفة، وتتوقف القيمة الفعلية للأمطار على مقدار ما يضيع منها، ويعد التبخر والتساقط من أخطر وسائل إضافة مياه الأمطار بسبب عظم الكمية التي تضيع بواسطتهما. لذلك فإن دراسة القيمة الفعلية تعتبر متممة لدراسة الأمطار بمعنى أن الكمية التي تسقط في منطقة ما لا تكفي وحدها لتحديد الأثر الفعلي لهذه الكمية بالنسبة لحياة النبات والحيوان والإنسان (شرف، ٢٠٠٠، ص ٤٩١).

وتؤثر القيمة الفعلية للأمطار على الموارد المائية والإنتاج الزراعي والأنشطة التي تعتمد على المياه السطحية والجوفية، وبسبب موقع المملكة عامة ومنطقة الدراسة بصورة خاصة فإن تحليل القيمة الفعلية للأمطار والتنبؤ بتغيراتها المستقبلية أحد أولى اهتمامات وزارة المياه والزراعة، حيث تؤثر تبايناتها في تباين مستويات الجفاف، وتنعكس على حياة الناس والتنوع الحيوي والزراعي والمياه السطحية والجوفية؛ وبالتالي تكمن أهمية هذه الدراسة من تصنيف مناخ محافظة الطائف، والتحقق من حالات الجفاف الجوية، وما يترتب عليها من آثار على الغطاء النباتي. فالجفاف الجوي يعتبر عامل حاسم في تحديد تطور الغطاء النباتي الطبيعي، مع الأخذ في الاعتبار الإجهاد المائي الذي يمكن أن يحدث مع انخفاض الغطاء النباتي (Kosmas, et al, 1999, p.87).

وبذلك فإن تحليل توزيع القيمة الفعلية للأمطار ومحاكاة تغيراتها مهمة ليس فقط من كشف آثارها على الغطاء النباتي بل لنجاح العمليات الزراعية وتنمية الغطاء النباتي وتوفير معلومات مهمة تتعلق بالكوارث الطبيعية كالجفاف ومخاطر السيول وغيرها في المحافظة، لذلك تعد دراسة القيمة الفعلية للمطر أمراً في غاية الأهمية نتيجة لعلاقتها بالتوزيع المكاني للأمطار ومعامل الجفاف.

دراسات سابقة:

تناول (حافظ، ٢٠٠٩م) القيمة الفعلية للأمطار بساحل مريوط التي أكدت على تطابق نتائج معاملات القيمة الفعلية زمانياً ومكانياً، مع وجود علاقة قوية بين توزيع المطر شهرياً بموسم المطر والقيمة الفعلية للمطر، وضعف العلاقة وانعدامها نسبياً بداية ونهاية موسم المطر، كما توصلت الدراسة إلى أن الإقليم ينقسم طبقاً للقيمة الفعلية للمطر إلى مناطق ذات فاعلية مطرية شبه فصلية، ومناطق معدومة الفاعلية المطرية لعدم كفاية الأمطار.

وتطرقت دراسة (يوسف، ٢٠١٠م) للقيمة الفعلية للأمطار في اليمن، وطبقت معادلات تصنيف المناخ، وتوصلت إلى أن معظم محطات اليمن تدخل في ضمن الأقاليم الجافة باستثناء محطته إب التي تدخل ضمن الأقاليم الرطبة، وأكدت الدراسة على تباين القيمة الفعلية في بعض المحطات للأشهر المطيرة التي تعد فيها أشهر مارس وأبريل ومايو ويونيو ويوليو ضمن الأقاليم شبه الرطبة بمعادلة ديمارتون كما هو الحال في محطات عمران وحجة وصنعاء وذمار وتعز.

وقارن (Almazroui, 2011) بيانات هطول الأمطار بالمحطات مع بيانات القمر (TRMM) في المملكة العربية السعودية بين ١٩٩٨-٢٠٠٩م، وتوصلت النتائج إلى أن اتجاهات هطول الأمطار متشابهة من المصدرين، وبلغ معامل الارتباط لهطول الأمطار بين (TRMM) وبيانات مقياس المطر من محطات الرصد الأرضية ٠.٩٠، مع مستوى أهمية بنسبة ٩٩٪ على المقياس الشهري.

وحلل (Mashat & Abdel Basset, 2011) هطول الأمطار على المملكة العربية السعودية، وأظهرت نتائج تحليل البيانات أن أعلى كمية أمطار تهطل خلال فصل الربيع جنوب غرب ووسط وشرق المملكة، وثاني أعلى كمية أمطار خلال فصل الشتاء شرق وشمال شرق المملكة، ويعد فصل الصيف أقل في كمية هطول الأمطار عدا المنطقة الجبلية جنوب غرب المملكة.

وأكدت دراسة (أبو غرسة، ٢٠١٥م) على العلاقة القوية بين توزيع الأمطار الشهرية بموسم المطر، وضعفها مع انعدام فاعلية المطر بفصل الصيف الجاف، وتعد

معدلات تبخر النتح الفعلي التي تتأثر بالرطوبة شتاءً وسقوط المطر وانخفاض الحرارة مؤشراً على فائض في الموازنة المائية، وتعاني المنطقة من عجز في الموازنة المائية صيفاً حيث يسود الجفاف ودرجات الحرارة المرتفعة.

وتطرق (Subyani & Hajjar, 2016) لتحليل هطول الأمطار في جدة، وكان هدف الدراسة توضيح خصائص فترات الجفاف والرطوبة وشدة هطول الأمطار، وتوصلت النتائج لتغير اتجاه السلاسل الزمنية اليومية والشهرية والسنوية للأمطار، حيث بلغ متوسط مدة الجفاف ٨٠ يوماً، وتؤكد نتائج التحليل السنوي والموسمي إلى أن الأمطار تميل للكثافة بمواسم والجفاف في أخرى.

واستعمل (Al-Husban, 2017) خوارزمية وزن المسافة العكسي لتقدير تباين كمية الأمطار الشهرية والسنوية في حوض الأزرق بين عامي ١٩٨٠ - ١٩١٦ بهدف إنتاج خرائط توزيع الأمطار، واعتمدت الدراسة على بيانات ٢٢ محطة أرضية داخل وحول حدود الحوض، وأخرى لتمثل السنوات الأكثر جفافاً، وأكدت نتائج الدراسة تباين كبير للأمطار على المستويين الشهري والسنوي، وعلى مستوى السنوات الأكثر رطوبة والأقل رطوبة. ونمذج (Kumara, et al, 2017) اتجاهات هطول الأمطار وطور منهجاً لتحديد اتجاهاتها مكانياً باستخدام بيانات الأقمار الصناعية بدقة 0.25×0.25 لمعرفة قدرة نظم المعلومات الجغرافية في تنفيذ إجراءات اختبارات الاتجاه، وارتباط سبيرمان، وكيندال، واختبار مان كيندال، على مجموعات البيانات النقطية، وكشف نتائج التقييم عن اتفاق جزء كبير من نتائج الاختبار قبل هطول الأمطار الموسمية وغير الموسمية وأقصى هطول للأمطار يومياً.

ودرس (الفهداوي، ٢٠١٨) القيمة الفعلية للأمطار في محافظة الأنبار وأثرها على النبات الطبيعي، معتمداً على معادلة القيمة الفعلية (لثورنثويت) التي وظفت المعدل الحراري وكمية المطر لستة محطات مناخية منتشرة في المحافظة، وتبين أن القيمة الفعلية للأمطار قليلة في عموم محافظة الأنبار، مع تباين بسيط بين المحطات المشمولة بالدراسة، وارتفاع نسبي للقيمة الفعلية في بعض السنوات المطيرة، كما أن القيمة الفعلية على مستوى

الفصول تكون قليلة أيضاً، مع تباين قليل بين فصل وآخر إذ سجلت أعلى قيمة في فصل الشتاء يليه فصل الربيع ثم الخريف.

وتطرق (Bahrawi, 2018) لخصائص توزيع أمطار منطقة مكة المكرمة، كان هدف الدراسة تحليل بيانات هطول الأمطار لتحديد أفضل توزيع لها من خلال تحليل وتيرة هطول الأمطار، وأظهرت النتائج أفضل التوزيعات الاحتمالية وتوقعات هطول الأمطار في فترات العودة أن ٣٦٪ من محطات الأمطار تتبع توزيع لوغاريتمي عادي، ٤١٪ من المحطات تتبع توزيع بيرسون.

وتناول (Ideki, & Weli, 2019) تحليل تقلبات هطول الأمطار باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في نيجيريا واستخدمت الدراسة بيانات الأقمار الصناعية وطريقة وزن المسافة المعكوسة (IDW) لإنشاء خرائط مكانية لهطول الأمطار من ٢٠٠٠-٢٠١٧، وتوصلت نتائج الدراسة إلى التباين المكاني زمنياً لهطول الأمطار خاصة ولايات النيجر والهضبة وبيني.

وطبق (ابن حشر، ٢٠٢٠) مؤشرات لانج وديمارتون ومؤشر البرنامج البيئي للأمم المتحدة لتقدير القيمة الفعلية للمطر بمنطقة تبوك، واعتمد على التحليل الإحصائي لفحص مدى مطابقة بيانات الأمطار والأيام الممطرة للتوزيع الطبيعي، وأظهرت نتائج مؤشر لانج أن عتبة متوسط الأمطار الفعلية يتراوح بين ١.٣ - ٢٧.٤ ملم، وعتبة الأمطار الفعلية اليومية القصوى ١٥٤.١ ملم بمحطة البدع، ونتائج مؤشر ديمارتون أن عتباتي الأمطار الفعلية بين ١.٢ - ١٥.٢ ملم، والأمطار الفعلية اليومية القصوى ٨٠.٤ ملم بمحطة البدع، ونتائج مؤشر الجفاف أن عتباتي الأمطار الفعلية بين ١.٨ - ٣٠.٣ ملم، والأمطار الفعلية اليومية القصوى ١٣٠.٥ ملم بمحطة البدع.

وتطرق (Almazroui, 2020) لاتجاه هطول الأمطار بالمملكة في العقود الأخيرة، وكان هدف الدراسة كشف اتجاهات هطول الأمطار والظواهر المتطرفة المرتبطة بها، وحساب تغير متوسط هطول الأمطار الشديدة بخمس مناطق مناخية من خلال تقدير الخصائص المتطرفة المرتبطة بتواتر وكثافة الأمطار اليومية. وكشفت نتائج التحليل أن

هطول الأمطار السنوية آخذه في التناقص ٥.٨٩ ملم/ عقد خلال فترة التحليل، بينما زاد المعدل الشهري في العقد الأخير بنحو ٥.٤٤ ملم/ عقد.

وقام (Elfeki, et al, 2022) بالتحليل الزماني المكاني للأمطار الشهرية في المملكة العربية السعودية، وركزت الدراسة على استخراج السمات الإحصائية زمانيا ومكانيا لهطول الأمطار الشهرية، وكشف علاقتها بالتقلبات الجوية واسعة النطاق بغرض إجراء تنبؤات مستقبلية، وتوصلت النتائج لوجود علاقة قوية بين الموسم الرطب (نوفمبر - أبريل) مع ظاهرة النينو للتذبذب الجنوبي وهو تباين دوري غير منتظم في الرياح ودرجات حرارة سطح البحر فوق المحيط الهادئ، مما يؤثر على مناخ معظم المناطق الاستوائية والمناطق الفرعية.

واستخدم (Baljon & Sharma, 2023) تقنيات التعلم الآلي المحسنة للتنبؤ بهطول الأمطار في المملكة العربية السعودية، وأجريت الدراسة لاختبار فعالية العديد من مناهج التعلم الآلي (ML) للتنبؤ بهطول الأمطار، بالاعتماد على بيانات الطقس التاريخية جنوب المملكة التي تم الحصول عليها من قاعدة بيانات الأرصاد الجوية، وتم تحديد الخصائص ذات الصلة المطلوبة للتنبؤ بهطول الأمطار، وتحديد ما إذا كان هطول الأمطار المتوقع سيكون منتظماً أم غزيراً.

ومن خلال العودة للدراسات السابقة في المملكة بصورة عامة، يلاحظ تركيز هذه الدراسات على تحليل توزيع الأمطار، وكشف تبايناتها المكانية زمانيا، وخصائصها وتغيراتها، وقليل منها تطرقت لتحليل القيمة الفعلية للأمطار دون التطرق إلى الآثار المترتبة عليها، لذلك جاءت هذه الدراسة لسد هذه الفجوة وبالذات في محافظة الطائف التي تعتبر من المحافظات الزراعية والسياحية في المملكة.

منطقة البحث:

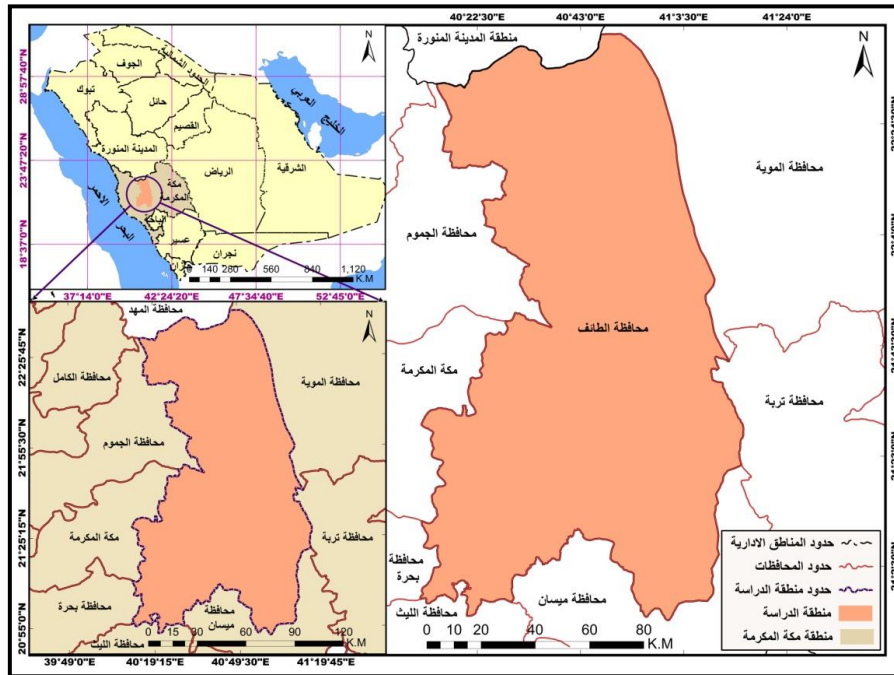
تعتبر محافظة الطائف إحدى المحافظات التابعة إداريا لمنطقة مكة المكرمة، وتقع مكانياً وسط منطقة مكة المكرمة جنوب غرب المملكة (شكل رقم ١)، وتقع فلكياً بين دائرتي عرض ٠٥° ٥٤' ٢٠" ١٥° ٤٥' ٢٢" شمالاً، وخطي طول ٣٥° ١١' ٤٠" - ١٥°

١٢' ٤١° شرقاً، بمساحة ١٤٥٩١.٢٢ كم²، يحدها من الشمال محافظة المهدي التابعة لمنطقة المدينة، ومن الشرق محافظتي المويه وتربة ومن الجنوب محافظتي ميسان والليث، ومن الغرب محافظة بحرة ومكة المكرمة والجموم.

أهداف البحث:

- ١ - التحليل المكاني للقيمة الفعلية للأمطار وتغيرها وآثارها على الغطاء النباتي بين عامي ٢٠٠٠ - ٢٠٣٢.
- ٢ - التنبؤ بالقيمة الفعلية للأمطار وتأثيرها في الغطاء النباتي بمحافظة الطائف بين عامي ٢٠٢٢ - ٢٠٣٢. ولتحقيق هذه الأهداف اتبعت الدراسة المنهجية الآتية:

شكل رقم (١): موقع منطقة الدراسة.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على طبقات رقمية (Shape file) للمناطق الإدارية والمحافظات.

منهجية البحث:

لتحقيق أهداف الدراسة تم الاعتماد على المنهجين الوصفي التحليلي القائم على نظم المعلومات الجغرافية والكمي، وتم من خلالهما كشف واقع توزيع القيمة الفعلية للأمطار وتغيراتها حسب نموذج ديمارتون، وتحديد النطاقات المناخية السائدة في المنطقة، وكشف آثارها على الغطاء النباتي باستخدام المنهج الكمي في حساب العلاقات، وتحديد مستوى دلالاتها باتباع عدة اختبارات إحصائية، وبالتالي مرت منهجية البحث بعدة خطوات تدرجت على النحو الآتي:

أ) جمع البيانات:

تم الحصول على بيانات الدراسة الخاصة بالأمطار والحرارة والغطاء النباتي على شكل طبقات (Raster) من موقع وكالة ناسا لكل إحدى عشرة عام بين عامي ٢٠٠٠ - ٢٠٢١، ويوضح الجدول رقم (١) بعض التفاصيل عن البيانات المناخية المستخدمة في الدراسة.

جدول رقم (١) البيانات المناخية المستخدمة في الدراسة.

العنصر	الوحدة	القمر	الدقة الزمنية	الدقة المكانية	بداية المدة	نهاية المدة
الأمطار	MM/Month	TRMM	Monthly	٠.٢٥°	٢٠٠٠ - ١ - ١	٢٠١٠ - ١٢ - ٣١
الأمطار	MM/Month	TRMM	Monthly	٠.٢٥°	٢٠١١ - ١ - ١	٢٠٢١ - ١٢ - ٣١
الحرارة	K	FLDAS Model	Monthly	٠.١°	٢٠٠٠ - ١ - ١	٢٠١٠ - ١٢ - ٣١
الحرارة	K	FLDAS Model	Monthly	٠.١°	٢٠١١ - ١ - ١	٢٠٢١ - ١٢ - ٣١

الغطاء النباتي	NDVI	MODIS Terra	Monthly	٠.٠٥°	- ٢ - ١ ٢٠٠٠	- ١٢ - ٣١ ٢٠١٠
الغطاء النباتي	NDVI	MODIS Terra	Monthly	٠.٠٥°	- ١ - ١ ٢٠١١	- ١٢ - ٣١ ٢٠٢١

المصدر: (<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/>).

ب) معالجة البيانات:

بعد القيام بجمع الطبقات الخلوية المبيّنة في الجدول السابق تم الانتقال إلى الخطوة الثانية متمثلة بمعالجة الطبقات بداية بتوحيد الارجاع لجميع الطبقات، من خلال إعادة ارجاع كل منها من نظام (WGS_1984) إلى النظام المترى (UTM_ZONL_37N). وتحويل طبقتي بيانات الأمطار للمدتين من (MM/Month) إلى (MM/Year)، وذلك من خلال ضرب الطبقات المرجعة في الخطوة السابقة ب ١٢ شهر باستخدام الحاسبة الخلوية ببرنامج (Arc Map). وتم استخدام الحاسبة الخلوية (Raster Calculator) في البرنامج نفسه لتحويل الحرارة من الكلفانية إلى المئوية باستخدام الصيغة الرياضية

$$(^{\circ}\text{C}) = (^{\circ}\text{K}) - 273.15$$

حيث (°C) درجات الحرارة مئوية، (°K) الطبقات المعلوماتية للحرارة بالكلفانية بصيغة (Raster).

ونظرا لاختلاف الدقة المكانية للطبقات المعلوماتية حيث تبلغ دقة طبقتي الأمطار (٠.٢٥°) إلى ما يعادل (٢٧.٢) كم، ودقة طبقات درجات الحرارة (٠.١°) أي ما يعادل (١٠.٨) كم، ودقة طبقة الغطاء النباتي (٠.٠٥°) أي ما يعادل (٥.٤) كم، لذا كان لابد من توحيد الدقة المكانية للطبقات المعلوماتية المرجعة في الخطوة الأولى، وذلك من خلال تحويل هذه الطبقات من صيغ (Raster) إلى (Shapefile point) باستخدام أداة (Raster to point) ببرنامج (Arc Map).

ج) اشتقاق الطبقات:

- ١- التحقق من ثبات وصدق بيانات عناصر المناخ من الأقمار الصناعية مع البيانات الأرضية بنفس الخلية الذي تقع فيه المحطة الأرضية بمدينة الطائف، حيث بلغت نسبة ثبات البيانات ٥٪ لمتغير الأمطار، ٣٪ مع متغير درجات الحرارة، مما يعني ثبات وعدم وجود تناقض بيانات العنصرين من المصدرين كون النسب لم تتجاوز ١٠٪ حسب طريقة التسلسل الهرمي.
- ٢- اشتقاق الطبقات المعلوماتية من الطبقات النقطية (Shapefile point) لكل من الأمطار والحرارة والغطاء النباتي باستخدام خوارزمية (IDW)، وأثناء اشتقاق الطبقات تم توحيد الدقة المكانية لها.
- ٣- استخدام الحاسبة الخلوية (Raster Calculator) في برنامج (Arc Map) لتطبيق معادلة ديمارتون لحساب القيمة الفعلية للأمطار كما يأتي:

$$V = \frac{R}{T+10} \quad (\text{Malivva \& Missimer, 2012, p. 21})$$

حيث (V) القيمة الفعلية للأمطار، R معدل المطر السنوي (ملم)، T الحرارة سنوياً (م)، ١٠ عامل ثابت. وعلى أساس نتائج تطبيق المعادلة وضع ديمارتون حدود لتصنيف الأقاليم المناخية كما يأتي:

جدول رقم (٢): الحدود المناخية حسب نتائج معادلة ديمارتون.

نوع المناخ	القيمة الفعلية للأمطار
مناخ جاف صحراوي	أقل من ٥
مناخ شبه جاف	١٠ - ٥
مناخ رطب نسبياً	٢٠ - ١٠
مناخ رطب	٣٠ - ٢٠
مناخ شديد الرطوبة	أكثر من ٣٠

المصدر: الباحث بالاعتماد على (أبو غرسة، ٢٠١٥م).

٤- استخدام خوارزمية (Percentage change) برنامج (Idrisi Selva)، لاشتقاق طبقات نسب التغيرات المكانية التي طرأت على القيمة الفعلية للأمطار والغطاء النباتي بين كل مرحلتين بالاعتماد على الطبقات المعلوماتية الناتجة عن معادلة (ديمارتون) بالنسبة للقيمة الفعلية للأمطار وخوارزمية (IDW) بالنسبة للغطاء النباتي، وإعادة تصنيف الطبقات لتحديد شكل ومقدار تغير كل منهما.

٥- كشف مدى تأثير القيمة الفعلية للأمطار في الغطاء النباتي من خلال حساب معامل الارتباط واختبار دلالة العلاقات بين تغير القيمة الفعلية للأمطار كمتغير مستقل والغطاء النباتي كمتغير تابع باستخدام عدة خوارزميات ضمن قائمة (Series Trend Analysis) برنامج الإدريسي.

٦- التنبؤ بتوجه كل من القيم الفعلية للأمطار والغطاء النباتي عام ٢٠٣٢م باستخدام نموذج (Multi Logistic Reg) في برنامج الإدريسي، ومن مخرجاته الاحتمالية (log likelihood)، والتباين (McFadden)، واختبار مربع كاي (Chi Square)، ومعامل الارتباط (Cramer's V) وهو معامل ارتباط بيرسون المستند لاختبار مربع كاي، ودرجة الحرية (df)، ومستوى الدلالة الاحصائية (P-Level) للعلاقات المكانية بين المتغيرات، ويتم من خلال هذه المخرجات تحديد ملائمة وتقييم النماذج من خلال تسجيل احتمالية نموذج التقاطع كمجموع إجمالي الخلايا، وتسجيل احتمالية النموذج الكامل كمجموع للأخطاء التربيعية.

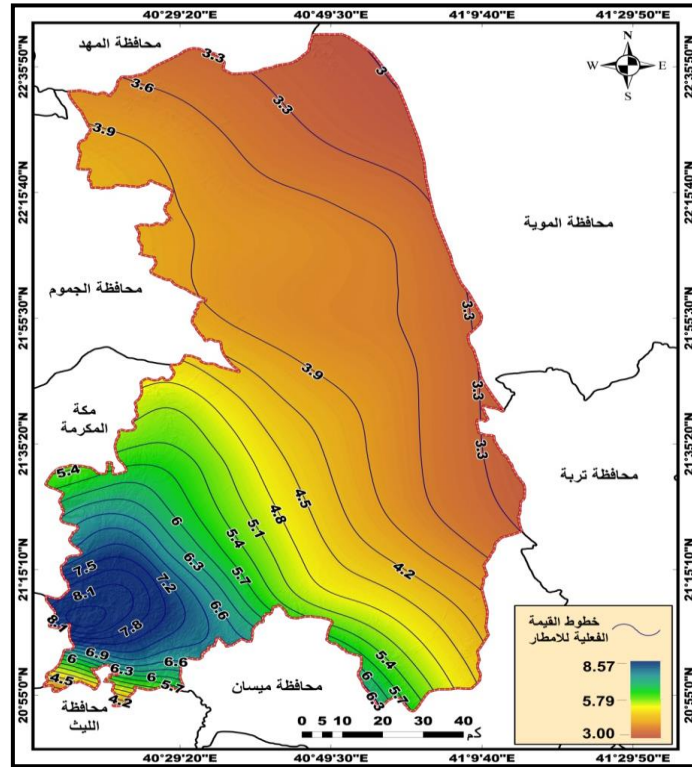
(د) تحليل ومناقشة النتائج:

أ) القيمة الفعلية للأمطار بين عامي ٢٠٠٠ - ٢٠١٠م:

توصلت نتائج اشتقاق طبقة القيمة الفعلية للأمطار في محافظة الطائف بين عامي ٢٠٠٠ - ٢٠١٠ من خلال تطبيق نموذج ديمارتون في (GIS) بالاعتماد على طبقتي الأمطار ودرجات الحرارة (الملاحق ١ إلى ٤) للمدة نفسها تركز القيم العالية للقيمة الفعلية للأمطار في المناطق الجبلية جنوب غرب محافظة الطائف، حيث تزداد كمية المطر وتقل درجات الحرارة.

وتقل القيمة الفعلية للأمطار كلما اتجهنا نحو المناطق المنخفضة شمال وشرق المحافظة، حيث تقل كمية المطر وتزداد درجات الحرارة (الملاحق ١ إلى ٤)، وتراوحت القيمة الفعلية للأمطار بين ٣ إلى ٨.٥٧ سنوياً (شكل رقم ٢)، بمتوسط مكاني لتوزيع القيمة الفعلية للأمطار بلغ ٤.٤٢ سنوياً، وبلغت قيمة الانحراف المعياري لتوزيعها ١.٢٢ سنوياً، وتعكس هذه النتائج تركيز مكاني للقيمة الفعلية للأمطار جنوب غرب وجنوب محافظة الطائف خلال هذه المدة.

شكل رقم (٢): القيمة الفعلية للأمطار في محافظة الطائف بين عامي ٢٠٠٠-٢٠١٠ م.



المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على مرئيتي (TRMM, FLDAS).

بناء على ذلك توصلت نتائج تصنيف طبقة القيمة الفعلية للأمطار منطقة الدراسة خلال هذه المدة وذلك حسب حدود الفئات التي وضعها ديمارتون وجود نطاقين مناخيين فقط للقيمة الفعلية للأمطار في محافظة الطائف الأول يتصف بكونه مناخ جاف يقع حيث تقل القيم الفعلية للأمطار عن ٥، ويغطي هذا النطاق شمال وشرق ووسط محافظة الطائف بمساحة بلغت ١٠٩٦٧.٣٣ كم^٢، بنسبة ٧٥.١٧٪ من إجمالي مساحة المحافظة (شكل رقم ٣). ويبرز النطاق المناخي الثاني حيث تتراوح القيمة الفعلية للأمطار بين ٥ - ١٠ سنوياً، ويتصف هذا النطاق بسيادة المناخ شبه الجاف، ويقع جنوب غرب محافظة الطائف حيث تتصف هذه المنطقة بارتفاع كمية المطر وتدنّي درجات الحرارة، بمساحة بلغت ٣٦٢٣.٩١ كم^٢، بنسبة ٢٤.٨٣٪ من إجمالي مساحة المحافظة.

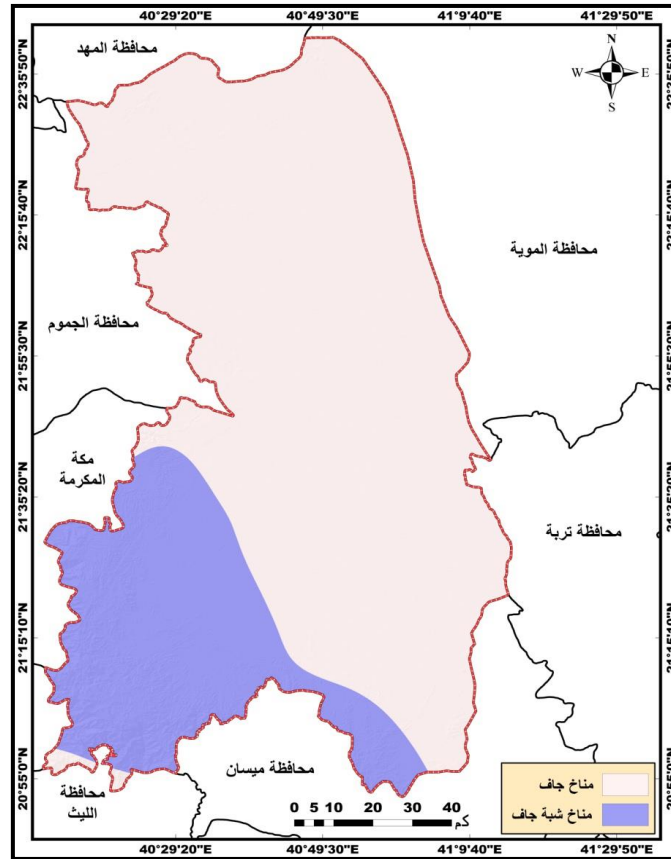
ب) الغطاء النباتي بين عامي ٢٠٠٠ - ٢٠١٠:

توصلت نتائج التحليل المكاني للغطاء النباتي في محافظة الطائف بين عامي ٢٠٠٠ - ٢٠١٠م وجود علاقة بين متغيري الغطاء النباتي والقيمة الفعلية للأمطار حيث يتركز الغطاء النباتي الذي عادة ما يتألف من الحشائش والأعشاب والأشجار والشجيرات جنوب غرب المحافظة أينما ترتفع القيمة الفعلية للأمطار بسبب زيادة كمية المطر وانخفاض درجات الحرارة. ويقل الغطاء النباتي وتبعثر بشكل كبير شرق وشمال محافظة الطائف، حيث تقل القيمة الفعلية للأمطار بسبب انخفاض كمية المطر وارتفاع درجات الحرارة. وبذلك تراوحت قيمة مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) للغطاء النباتي في محافظة الطائف بين عامي ٢٠٠٠ - ٢٠١٠م بين ٠.٠٥ في المناطق التي تعاني من ندرة وتبعثر الغطاء النباتي إلى ٠.٢٣ في المناطق التي تتصف بوجود غطاء نباتي جيد (شكل رقم ٤)، وبلغ المتوسط المكاني لمؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي على مستوى المحافظة ٠.١، بانحراف معياري تبعثر لتوزيع الغطاء النباتي حول المتوسط بلغ ٠.٠٢، وتعكس هذه النتائج تركّز الغطاء النباتي جنوب غرب محافظة الطائف، حيث تتركز القيم الفعلية المرتفعة للأمطار.

وبالاعتماد على نتيجة مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي للغطاء النباتي في المنطقة صُنفت الدراسة الغطاء النباتي إلى ثلاث نطاقات: الأول حيث يوجد غطاء نباتي جيد تتجاوز

قيمة المؤشر فيه عن ٠.١٥، ويقع هذا النطاق في المنطقة التي تتصف بقيمة فعلية عالية للأمطار، أو في المنطقة التي تتصف بسيادة المناخ شبه الجاف جنوب غرب المحافظة بمساحة بلغت ٦٩٧.٥٤ كم^٢، بنسبة ٤.٧٨٪ من إجمالي مساحة المحافظة (شكل رقم ٥).

شكل رقم (٣): فئات القيمة الفعلية للأمطار في محافظة الطائف بين عامي ٢٠١٠م - ٢٠٢٠م.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في الشكل رقم (٢).

ويبرز النطاق النباتي الثاني حيث تتراوح قيمة مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي للغطاء النباتي في المنطقة بين ٠.١٥ - ٠.١ سنوياً جنوب، وجنوب غرب، وغرب المنطقة،

ويتصف بوجود غطاء نباتي فقير، ويربط بين نطاق الغطاء النباتي الجيد جنوب غرب المحافظة، ونطاق الغطاء النباتي الفقير جدا شرقها وشمالها. وعلى الرغم من أن هذا النطاق يتصف بسيادة المناخ الجاف، لكنه أكثر أمطاراً وأقل حرارةً من النطاق الثالث كونه لا يقع في منطقة ظل المطر. وتبلغ مساحة هذا النطاق ٤٠٨٣.٠٩ كم^٢، بنسبة ٢٧.٩٨٪ من إجمالي مساحة المحافظة.

ويبرز نطاق النبات الثالث حيث تقل قيمة مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي عن ٠.١ سنوياً شرق محافظة الطائف، ويفتقر هذا النطاق إلى الغطاء النباتي بشكل كبير، ويتصف بسيادة المناخ الجاف، ويقع في المنطقة التي تقل فيها كمية المطر السنوية عن ١٥٠ ملم بسبب وقوعها بمنطقة ظل المطر شرق ووسط المحافظة، وحيث ترتفع درجات الحرارة عن ٢٤ م^٢، بمساحة بلغت ٩٨١٠.٦١ كم^٢، بنسبة ٦٧.٢٤٪ من إجمالي مساحة المحافظة.

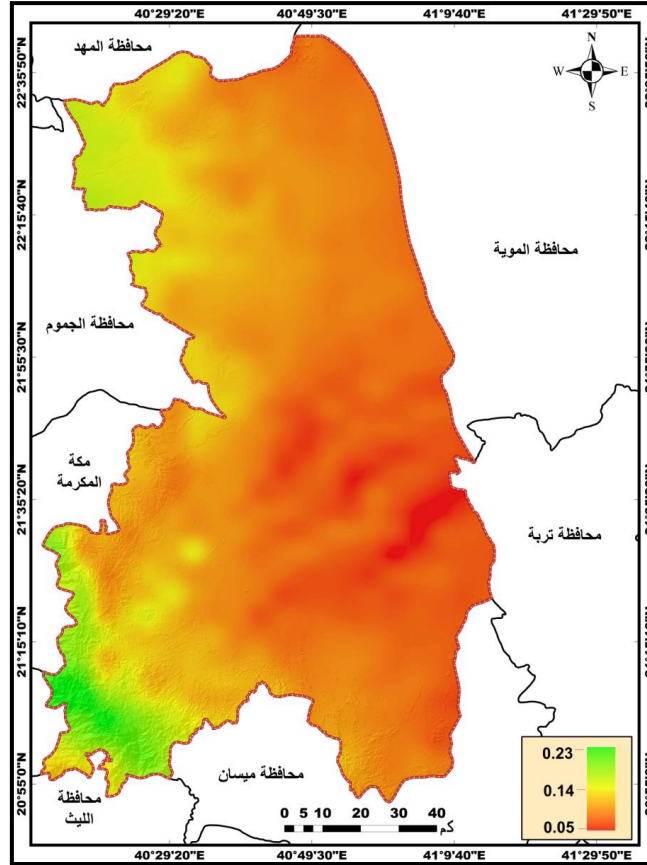
ثانياً) القيمة الفعلية للأمطار والغطاء النباتي بين عامي ٢٠١١ - ٢٠٢١

أ) القيمة الفعلية للأمطار بين عامي ٢٠١١ - ٢٠٢١:

توضح نتائج تطبيق نموذج ديمارتون في بيئة نظم المعلومات الجغرافية لاستخلاص طبقة القيمة الفعلية للأمطار في محافظة الطائف بين عامي ٢٠١١ - ٢٠٢١ م بالاعتماد على متغيري الأمطار ودرجات الحرارة (الملاحق ٥ إلى ٨) لهذه المدة ارتفاع القيم الفعلية للأمطار في المناطق الجبلية جنوب غرب محافظة الطائف، حيث ترتفع كمية المطر، وتقل درجات الحرارة، وتراجع القيم الفعلية للأمطار كلما اتجهنا نحو شرق وشمال محافظة الطائف، حيث تتراجع كمية المطر وتزداد درجات الحرارة. وعليه تراوحت القيم الفعلية للأمطار خلال هذه المدة كما يوضح شكل رقم (٦) بين ٢.٦٨ لترات الحد الأدنى للقيمة الفعلية للأمطار عن المدة السابقة بنحو ٠.٣٢، إلى ٨.٢٧ سنوياً، ليتراجع الحد الأعلى للقيمة الفعلية للأمطار بنحو ٠.٣. وبلغت قيمة المتوسط المكاني لتوزيع القيمة الفعلية للأمطار ٤.٨٨ سنوياً، وبالتالي فقد زادت قيمة المتوسط المكاني للقيمة الفعلية للأمطار بين المديتين بنحو ٠.٤٦، مما يعني أن القيمة الفعلية للأمطار بين عامي ٢٠١١ - ٢٠٢١ م أعلى مما كانت عليه بين عامي

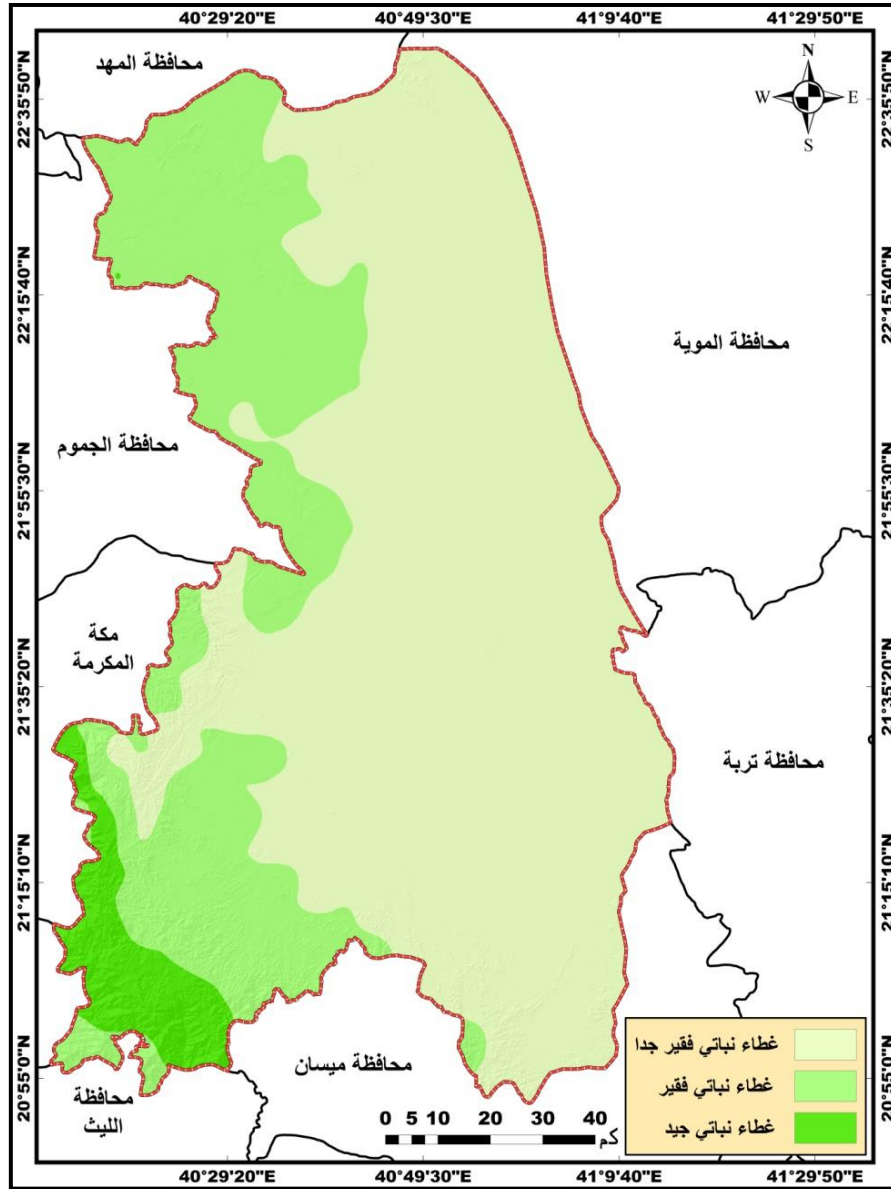
٢٠٠٠ - ٢٠١٠ م، وبالتالي فإن تأثيرها على جفاف الغطاء النباتي أقل من تأثيرها في المدة السابقة الممتدة بين عامي ٢٠٠٠ - ٢٠١٠ م. وبلغت قيمة الانحراف المعياري لتوزيع القيمة الفعلية للأمطار ١.٢٩ سنوياً. وتعكس قيمتي متوسط وانحراف توزيع القيم الفعلية للأمطار تركزها مكانياً جنوب غرب محافظة الطائف.

شكل رقم (٤): مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي في محافظة الطائف بين عامي ٢٠٠٠ - ٢٠١٠ م.



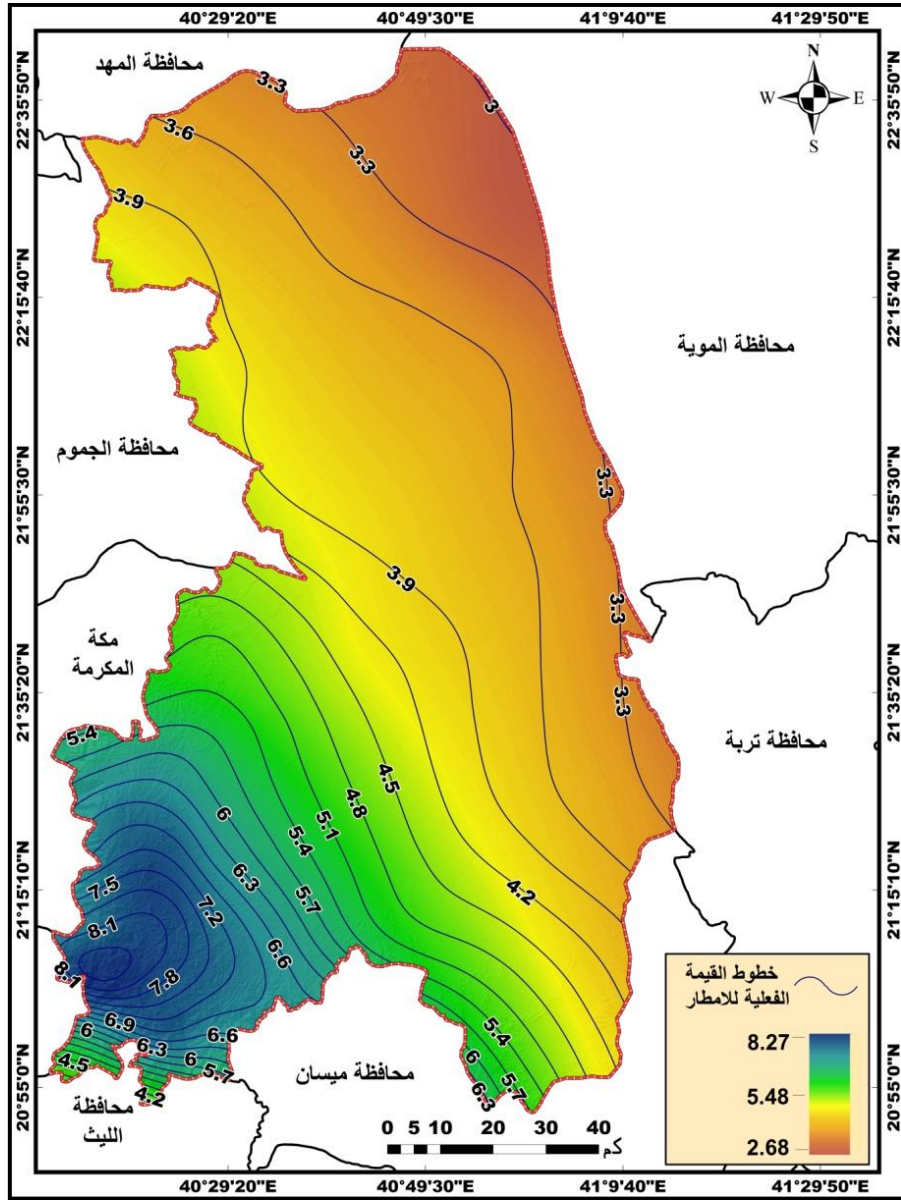
المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على بيانات القمر الصناعي (MODIS TERRA).

شكل رقم (٥): فئات الغطاء النباتي في محافظة الطائف بين عامي ٢٠٠٠-٢٠١٠م.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في الشكل رقم (٤).

شكل رقم (٦): القيمة الفعلية للأمطار في محافظة الطائف بين عامي ٢٠١١ - ٢٠٢١ م.



المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية على مرئتي (TRMM, FLDAS).

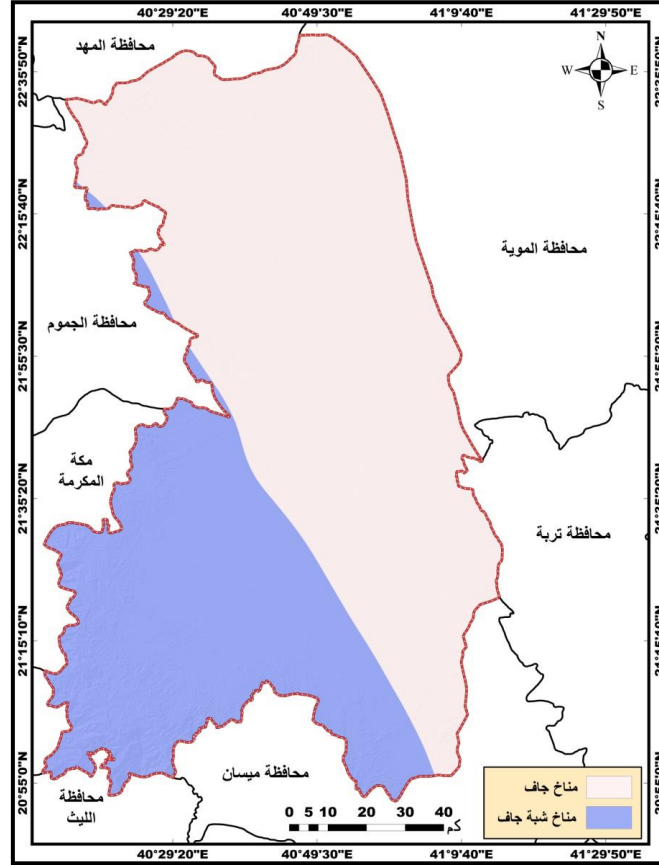
ومن المؤشرات التي تدل على إيجابية تأثير القيمة الفعلية للأمطار خلال هذه المدة وتراجع تأثيراتها السلبية على الغطاء النباتي في محافظة الطائف أكدت نتائج تصنيف طبقة القيمة الفعلية للأمطار خلال هذه المدة حسب حدود الفئات التي وضعها ديمارتون استمرارية تغطية النطاقين المناخيين الجاف وشبه الجاف (شكل رقم ٧)، مع تغير مساحة كل منهما، حيث تراجعت مساحة المناخ الجاف الذي تقل فيه القيم الفعلية للأمطار عن ٥٠. ويغطي شمال وشرق محافظة الطائف من ١٠٩٦٧.٣٣ كم^٢، بنسبة ٧٥.١٧٪ من إجمالي مساحة المحافظة بين عامي ٢٠٠٠ - ٢٠١٠ م، إلى ٩٢٨٠.٢٩٥ كم^٢، بنسبة ٦٣.٦٪ من إجمالي مساحة المحافظة بين عامي ٢٠١١ - ٢٠٢١ م.

في المقابل زادت مساحة النطاق المناخي شبه الجاف الذي تتراوح قيمة فاعلية الأمطار فيه بين ٥ - ١٠ سنوياً، ويغطي جنوب غرب محافظة الطائف، حيث ترتفع كمية المطر السنوية وتقل معدلات الحرارة من ٣٦٢٣.٩١ كم^٢، بنسبة ٢٤.٨٣٪ من إجمالي المساحة بين عامي ٢٠٠٠ - ٢٠١٠ م، إلى ٥٣١٠.٩٢ كم^٢، بنسبة ٣٦.٤٪ من إجمالي مساحة المحافظة بين عامي ٢٠١١ - ٢٠٢١ م.

ب) الغطاء النباتي بين عامي ٢٠١١ - ٢٠٢١ م:

توضح نتائج التحليل المكاني للغطاء النباتي في محافظة الطائف في المرحلة الثانية الممتدة بين عامي ٢٠١١ - ٢٠٢١ م ارتباط قوي لتوزيع النبات بالقيمة الفعلية للأمطار. ومما يؤكد ذلك تركيز الغطاء النباتي بمناطق ارتفاع القيم الفعلية للأمطار جنوب غرب المحافظة، حيث ترتفع كمية المطر، وتنخفض درجات الحرارة، ويتبعثر الغطاء النباتي، وتقل درجة اخضراره بنفس الاتجاه الذي تقل فيها القيم الفعلية للأمطار شرق وشمال محافظة الطائف، حيث تنخفض كمية المطر وترتفع درجات الحرارة ومعدلات التبخر ويسود المناخ الجاف.

شكل رقم (٧): فئات القيمة الفعلية للأمطار في محافظة الطائف بين عامي ٢٠١١-٢٠٢١ م.

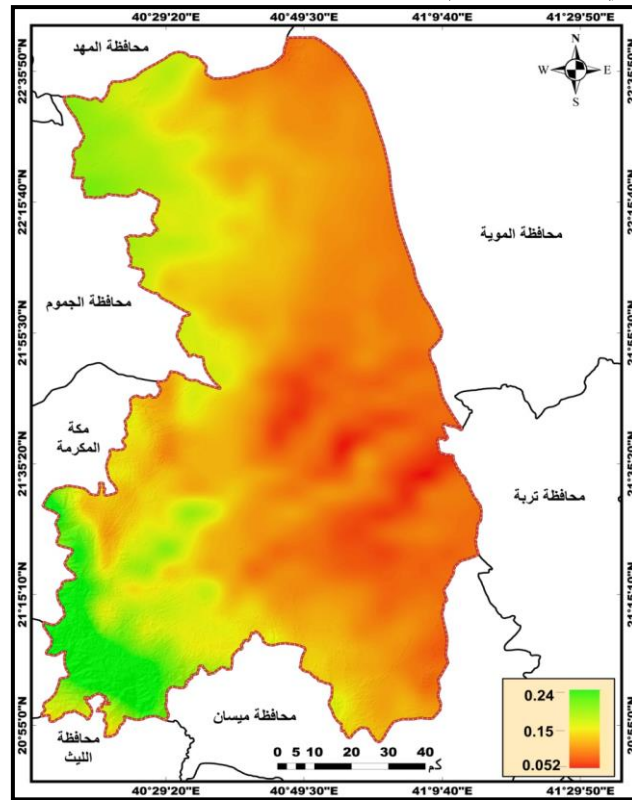


المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في الشكل رقم (٦).

بناء على ذلك تراوحت قيمة مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) للغطاء النباتي في منطقة الدراسة خلال هذه المدة بين ٠.٠٥٣ في المناطق التي تتصف بندرة، وتبعثر، وقلة درجة اخضرار الغطاء النباتي، ليرتفع الحد الأدنى للمؤشر بنحو ٠.٠٣، إلى ٠.٢٤ في المناطق التي تتصف بوجود غطاء نباتي جيد، ليرتفع الحد الأعلى لمؤشر اخضرار النبات بنحو ٠.٠١ عن المدة السابقة (شكل رقم ٨). وبذلك بلغ المتوسط

المكاني لمؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي ٠.١، بانحراف معياري لتبعثر توزيع الغطاء حول المتوسط بلغ ٠.٠٢٧. وتعكس قيمتي متوسط وانحراف التوزيع تركيز الغطاء النباتي بمناطق تركيز القيم الفعلية للأمطار جنوب غرب محافظة الطائف.

شكل رقم (٨): مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي في محافظة الطائف بين عامي ٢٠١١-٢٠٢١م.

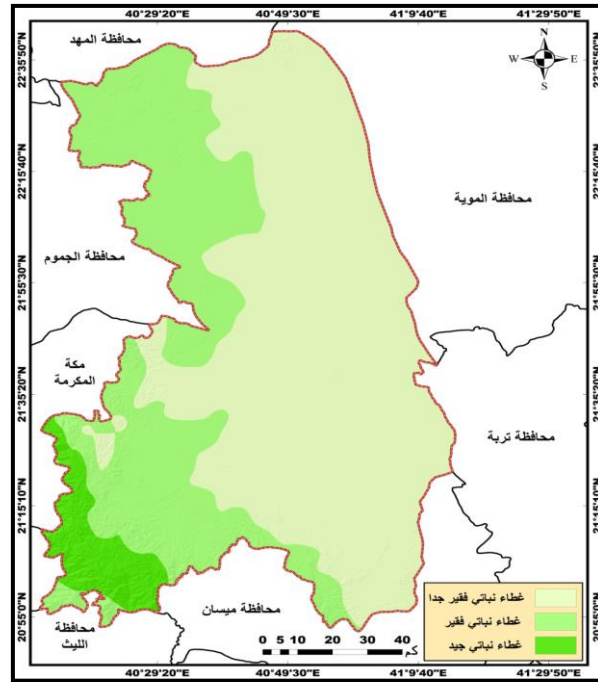


المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على بيانات القمر الصناعي (MODIS TERRA).

وتظهر نتائج تصنيف طبقة مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي استمرارية تغطية المنطقة ذات الغطاء النباتي الجيد (شكل رقم ٩)، حيث تتجاوز قيمة مؤشر الاختلاف

الخضري ٠.١٥ المنطقة التي تتصف بمناخ شبه جاف، وقيمة فعلية عالية للأمطار جنوب غرب محافظة الطائف، بمساحة بلغت ٨٠١.٥٥٢٥ كم^٢، بنسبة ٥.٥٪ من إجمالي مساحة المحافظة، وزادت مساحة نطاق الغطاء النباتي الجيد بنحو ١٠٤.٠١ كم^٢ عن المدة السابقة. وترجع هذه الزيادة إلى زيادة مساحة النطاق المناخي شبه الجاف بين المدينتين. ويغطي نطاق المناطق التي تتصف بفقرها للغطاء النباتي حيث تتراوح قيمة مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي بين ٠.١ - ٠.١٥ غرب منطقة الدراسة، بمساحة بلغت ٤٩٠١.٥٣ كم^٢، بنسبة ٣٣.٦٪ من إجمالي مساحة المحافظة، وبالتالي زادت مساحة هذا النطاق النباتي بنحو ٨١٨.٤٤ كم^٢ عن المدة السابقة.

شكل رقم (٩): فئات الغطاء النباتي في محافظة الطائف بين عامي ٢٠١١ - ٢٠٢١ م.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في الشكل رقم (٨).

ويقع نطاق الغطاء النباتي الفقير جدا حيث تقل قيمة مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي عن ٠.١ في المناطق التي تتصف بسيادة المناخ الجاف شمال وشرق محافظة الطائف، بمساحة بلغت ٨,٨٨٨,١٣ كم^٢، بنسبة ٦٠.٩١٪ من إجمالي مساحة المحافظة، وتراجعت مساحة هذا النطاق الفقير جدا بالغطاء النباتي بنحو ٩٢٢.٤٨ كم^٢ بين المديتين.

ثالثاً) تغيرات القيمة الفعلية للأمطار والغطاء النباتي:

أ) تغير القيمة الفعلية للأمطار:

تظهر نتائج تطبيق دالة نسبة التغير (Percentage Change) للقيمة الفعلية للأمطار بين المديتين (شكل رقم ١٠)، فقد تراوحت نسبة تغير القيم الفعلية للأمطار بين -١٢.٦٪ في المناطق التي تراجعت فيها القيمة الفعلية للأمطار في المدة الممتدة بين عامي (٢٠١١ - ٢٠٢١م) عنها في المدة بين عامي (٢٠٠٠ - ٢٠١٠م). ويظهر جنوب غرب، وجنوب شرق، وشمال شرق محافظة الطائف ٥١.١٦٪ من المناطق التي ارتفعت فيها القيم الفعلية للأمطار بين عامي (٢٠١١ - ٢٠٢١م) مقارنة بالقيم الفعلية لها بين عامي (٢٠٠٠ - ٢٠١٠م). ويظهر جنوب غرب، وغرب، وشمال غرب، ووسط جنوب محافظة الطائف، وبلغت قيمة المتوسط المكاني لتوزيع نسب تغير القيمة الفعلية للأمطار بين المرحلتين ١٠.٥٢٪. وتعكس هذه القيمة أن تغير القيمة الفعلية للأمطار في المحافظة كوحدة مكانية كان موجبا في أغلب المناطق بين المديتين، وبلغ انحراف توزيع نسب تغير القيمة الفعلية للأمطار عن متوسطها ٧.٢٢٪.

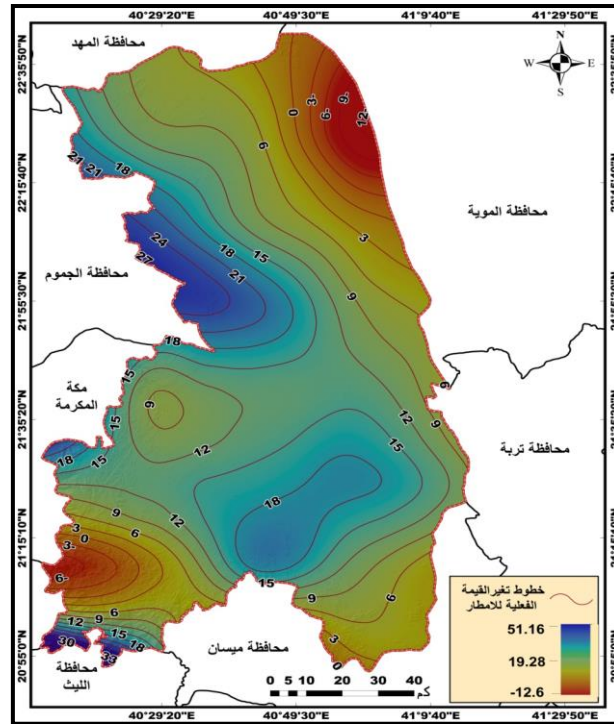
وبذلك تبرز المنطقة التي شهدت تغير إيجابي للقيمة الفعلية للأمطار بنسبة تجاوزت ٢٤٪ في المناطق المواجهة للرياح الموسمية الجنوبية الغربية غرب وجنوب غرب المحافظة (شكل رقم ١١). وتعد نسبة التغير الإيجابي العالية للقيمة الفعلية للأمطار بهذه المناطق سبب خروج غالبيتها من نطاق المناخ الجاف إلى نطاق المناخ شبه الجاف، بمساحة بلغت ٣٧٩.٩٦ كم^٢، بنسبة ٢.٦٪ من مساحة المحافظة.

وتغطي المنطقة التي تراوحت نسبة تغير القيمة الفعلية للأمطار فيها بين المديتين بين ٢٤ - ١٦٪ جنوب غرب، وغرب، ووسط المحافظة. ومن الملاحظ أن هذا التغير

الإيجابي كان سبب خروج أجزاء واسعة من هذه المناطق من نطاق المناخ الجاف إلى نطاق المناخ شبه الجاف بين المديتين، وبلغت مساحة هذه المنطقة ٢٩٣١.٦٧ كم^٢، بنسبة ٢٠.٠٩٪ من إجمالي مساحة المحافظة.

وتقع المنطقة التي تراوحت فيها نسبة تغير القيمة الفعلية للأمطار بين المديتين بين ١٦ - ٨٪ جنوب غرب، وغرب، وجنوب شرق، ووسط المحافظة، وتحولت أجزاء من هذه المناطق جنوب وجنوب غرب المحافظة من نطاق المناخ الجاف إلى نطاق المناخ شبه الجاف، وبلغت مساحة هذه المنطقة ٦٦٣٩.٣٩ كم^٢، بنسبة ٤٥.٥٪ من إجمالي مساحة المحافظة.

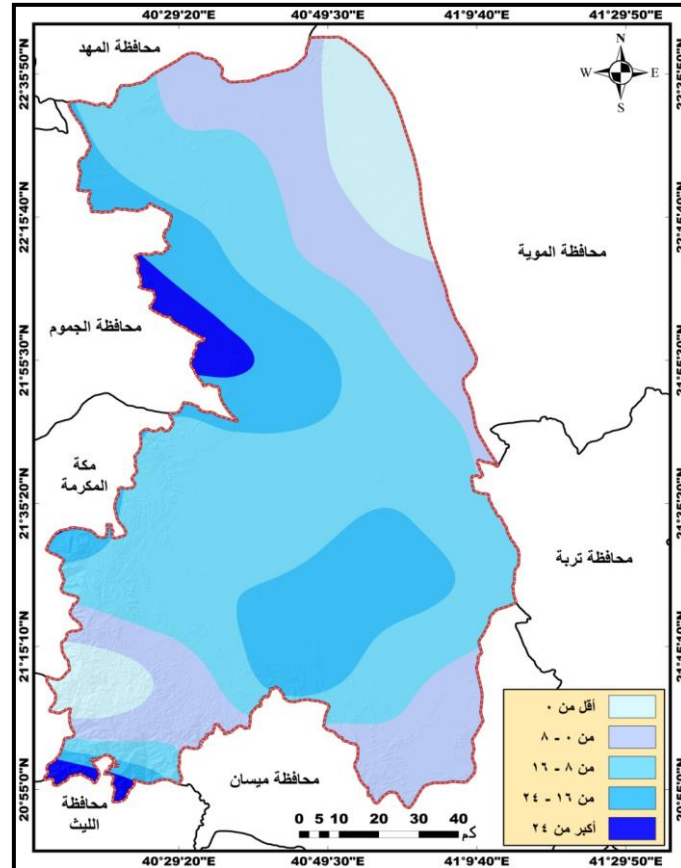
شكل رقم (١٠): نسبة تغير القيمة الفعلية للأمطار في محافظة الطائف بين عامي ٢٠٠٠ - ٢٠٢١ م.



المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على الطبقات المعلوماتية في الشكلين (٢، ٦).

وتمتد المنطقة التي تراوحت فيها نسبة تغير القيمة الفعلية للأمطار بين المدينتين بين ٨ - ٠٪ شمال، وشرق، وجنوب شرق، وجنوب غرب المحافظة. ومن الملاحظ أن هذا التغير الإيجابي كان سبب تحول المناطق الجنوبية والجنوبية الغربية من المحافظة إلى نطاق المناخ شبه الجاف بين المدينتين، بمساحة بلغت ٣,٤٣٨.٤٤ كم^٢، بنسبة ٢٣,٥٦٪ من إجمالي مساحة المحافظة.

شكل رقم (١١): فئات نسب تغير القيمة الفعلية للأمطار في محافظة الطائف بين عامي ٢٠٠٠ - ٢٠٢١ م.



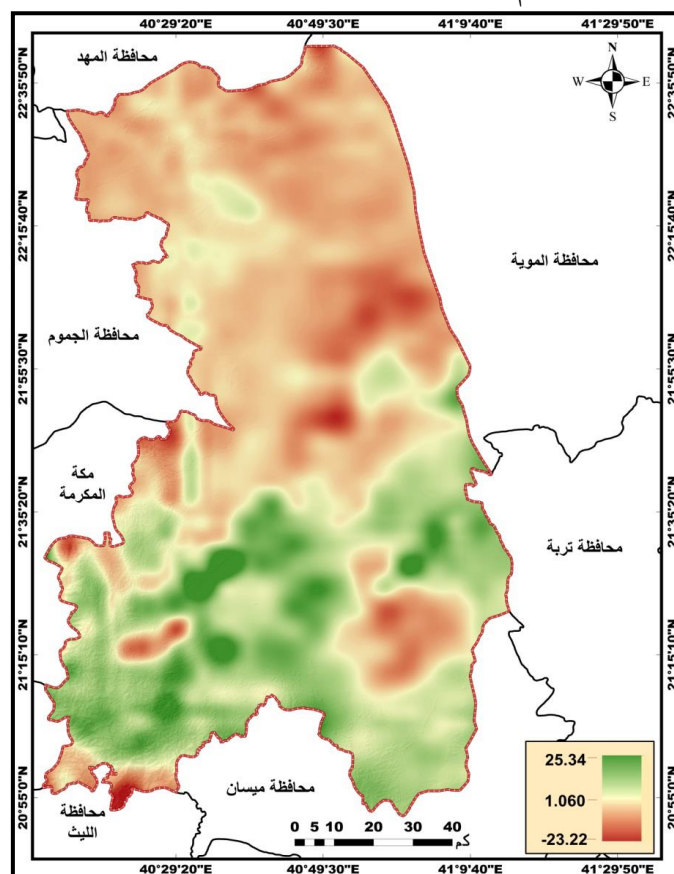
المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في الشكل رقم (١٠).

وتقع الفئة التي شهدت تغيراً سلبياً للقيمة الفعلية للأمطار بين المديتين في المناطق التي تغيرت فيها القيمة الفعلية للأمطار بأقل من الصفر أو بالسالب بالمناطق قليلة الارتفاع جنوب غرب وتلك التي تقع بمنطقة ظل المطر شمال شرق محافظة الطائف. وعلى الرغم من هذا التغير إلا أن المناطق التي تقع جنوب غرب المحافظة لا تزال قيمها الفعلية للأمطار أعلى من ٠,٥، وبالتالي فإن نسب تغيراتها السلبية البسيطة لم تحولها من نطاق المناخ شبه الجاف إلى نطاق المناخ الجاف، وبلغت مساحة هذه المنطقة ١٢٠١,٧٥ كم^٢، بنسبة ٨,٢٣٪ من إجمالي مساحة المحافظة.

ب) تغير الغطاء النباتي:

تظهر نتائج كشف نسبة تغير الغطاء النباتي (شكل رقم ١٢)، تراوح نسبة تغيره على مستوى المحافظة بين ٢٣,٢٢٪ في المناطق التي تراجع فيها اخضرار وتغطية الغطاء النباتي في المدة بين عامي (٢٠١١ - ٢٠٢١ م) عنها بين عامي (٢٠٠٠ - ٢٠١٠ م)، وتظهر شمال ووسط جنوب محافظة الطائف، إلى ٢٥.٣٤٪ في المناطق التي زادت فيها درجة اخضرار الغطاء النباتي وكثافته بين عامي (٢٠١١ - ٢٠٢١ م) مقارنة بما كان بين عامي (٢٠٠٠ - ٢٠١٠). وتظهر هذه الزيادة في جنوب، وجنوب غرب، وجنوب شرق محافظة الطائف، بمتوسط مكاني لتوزيع نسب تغير النبات بلغت ٠,٣٨٪، وقيمة انحراف معياري لتوزيعها عن متوسطها ٤,٥٨٪. وتعكس قيمتي متوسط وانحراف تغيرات الغطاء النباتي تبعثرها مكانياً على مستوى المحافظة.

شكل رقم (١٢): نسبة تغير الغطاء النباتي في محافظة الطائف بين عامي ٢٠٠٠-٢٠٢١ م.

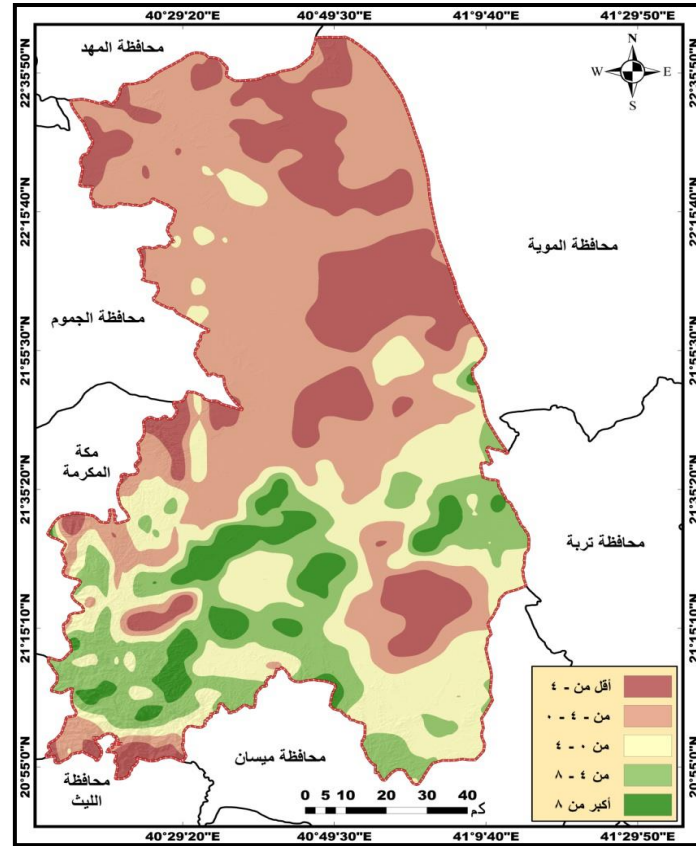


المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على الطبقات المعلوماتية في الشكلين (٨، ٤).

بناء على ذلك تظهر المنطقة التي شهدت تغير إيجابي للغطاء النباتي بنسبة تجاوزت ٨٪ جنوب غرب وجنوب شرق وجنوب منطقة الدراسة (شكل رقم ١٣). وشهدت هذه المناطق تغيرات إيجابية للقيمة الفعلية للأمطار تراوحت بين ٢٤ - ٥١٪، بمساحة بلغت ٧٣٢,٩١ كم^٢، بنسبة ٥,١٪ من إجمالي مساحة المحافظة.

وتمتد المنطقة التي تراوحت نسبة تغير الغطاء النباتي فيها بين المديتين بين ٨ - ٤٪ بمحاذاة منطقة التغير الأولى جنوب غرب، وجنوب شرق، وجنوب، ووسط المحافظة. ويرجع التغير الإيجابي للغطى النباتية بهذه المنطقة بتغير إيجابي لنسب القيمة الفعلية للأمطار بهذه المنطقة بين ٨ - ٢٤٪. وقد بلغت مساحة هذه المنطقة ١٣٦.٣١ كم^٢، بنسبة ١٤,٦٤٪ من إجمالي مساحة المحافظة.

شكل رقم (١٣): فئات نسب تغير الغطاء النباتي في محافظة الطائف بين عامي ٢٠٠٠ - ٢٠٢١ م.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في الشكل رقم (١٢).

وتقع المنطقة التي تراوحت فيها نسبة تغير الغطاء النباتي بين ٤ - ٠٪ بمحاذاة منطقة تغير الغطاء لنبات الفئة الثانية جنوب، وجنوب غرب، وجنوب شرق، وغرب، ووسط المحافظة. ويرجع التغير الإيجابي للنبات بهذه المنطقة إلى التغير الإيجابي للقيمة الفعلية للأمطار بين ٠ - ١٦٪، وتبلغ مساحة هذه المنطقة ٣١٠٦.٥٩ كم^٢، بنسبة ٢١.٢٩٪ من إجمالي مساحة المحافظة.

وتبرز المنطقة التي شهدت تغيرات سلبية (بين ٠ - ٤٪) للغطاء النباتي بين الفترتين شمال، وجنوب شرق، وجنوب غرب، ووسط المحافظة. وعليه يرتبط هذا النوع من التغير للغطاء النباتي بمتغيرات مكانية عدة وقوعها ضمن نطاق المناخ الجاف، والتغير المحدود بالسالب للقيمة الفعلية للأمطار في عدة مناطق، وارتفاع معدل تبخر التتح في المناطق الأقل ارتفاعاً جنوب غرب المحافظة. وبلغت مساحة هذه المنطقة ٥٨٧٣.٤١ كم^٢، بنسبة ٤٠.٢٥٪ من إجمالي مساحة المحافظة.

وتقع الفئة التي شهدت تغيراً سلبياً أقل من ٤ - للغطاء النباتي بين المديتين في مناطق تغير القيم الفعلية للأمطار بالسالب شمال، وشمال شرق، وشمال غرب، وجنوب شرق محافظة الطائف، بمساحة بلغت ٢٧٤١,٩٨٥ كم^٢، بنسبة ١٨,٧٩٪ من إجمالي مساحة المحافظة.

ج) أثر تغير القيمة الفعلية للأمطار في الغطاء النباتي:

توصلت نتائج حساب معامل الارتباط واختبار دلالة العلاقات بين تغير القيمة الفعلية للأمطار كمتغير مستقل وتغير الغطاء النباتي كمتغير تابع باستخدام خوارزميات (Series Trend Analysis) ببرنامج الإدرسي إلى اختلاف قيمة الارتباط بين المتغيرين بين ١- في المناطق التي تتصف فيها العلاقة بين المتغيرين بالعكسية؛ أي كلما زادت القيمة الفعلية للأمطار قلت كثافة واخضرار الغطاء النباتي شمال، وشمال شرق، وجنوب غرب، ووسط المنطقة، مما يعني ارتباط الغطاء النباتي في هذه المناطق بمتغيرات بيئية أخرى مثل التربة، والتركيب الصخري، والارتفاع، والانحدار، والرعي، والتحطيب وغيرها، إلى ١+

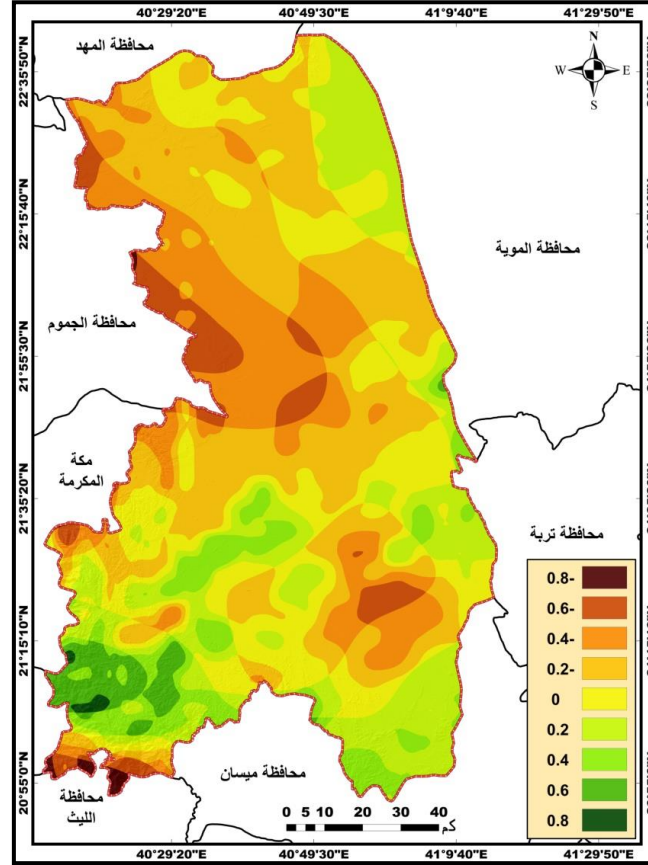
في المناطق التي تتصف فيها العلاقة بين متغيري الأمطار والغطاء النباتي بالطردية، أي كلما زادت القيمة الفعلية للأمطار زادت كثافة واخضرار الغطاء النباتي كما هو الحال جنوب غرب، وجنوب شرق، ووسط المحافظة، مما يعني أن القيمة الفعلية للأمطار في هذه المناطق تأتي في مقدمة المتغيرات البيئية المؤثرة في الغطاء النباتي. وعليه صنف العلاقات المكانية بين متغيري الأمطار والغطاء النباتي حسب قوة وشكل العلاقة إلى علاقات طردية قوية جدا بين متغيري الأمطار والغطاء النباتي، وتظهر حيث تراوحت قوة العلاقة بين المتغيرين بين ١ - ٠.٨ في الكتلة الجبلية المرتفعة جنوب غرب المحافظة، بمساحة بلغت ٣٤,٤٣٥ كم^٢، بنسبة ٠,٢٣٪ من إجمالي مساحة المحافظة (شكل رقم ١٤).

وتظهر العلاقة الثانية في المناطق التي اتصفت فيها العلاقة المكانية بكونها طردية قوية بين المتغيرين، وتظهر حيث تراوحت قوة العلاقة بين المتغيرين بين ٠,٨ - ٠,٦ في المنطقة الجبلية المرتفعة جنوب غرب المحافظة، بمساحة بلغت ٤٠٢,٥ كم^٢، ونسبة ٢,٧٥٪ من إجمالي مساحة المحافظة. وتتصف العلاقة المكانية الثالثة بكونها طردية معتدلة بين المتغيرين، حيث تراوحت قوة العلاقة بين ٠,٦ - ٠,٤، وتظهر جنوب، ووسط، وجنوب غرب، وجنوب شرق، وشرق المحافظة، بمساحة بلغت ٩٨٨,٥٧ كم^٢، بنسبة ٦,٧٨٪ من إجمالي مساحة المحافظة. وتظهر المناطق التي اتصفت فيها العلاقة المكانية بين المتغيرين بكونها طردية ضعيفة، حيث تراوحت قوة العلاقة بينهما بين ٠.٤ - ٠,٢، وتظهر جنوب، ووسط، وجنوب شرق، وشرق، وجنوب غرب المحافظة، بمساحة بلغت ٢,٥٤٢,٥١ كم^٢، بنسبة ١٧,٤٣٪ من إجمالي مساحة المحافظة. وتقع المناطق التي تتسم فيها العلاقة المكانية بين متغيري القيمة الفعلية للأمطار والغطاء النباتي بكونها طردية ضعيفة جداً إلى صفرية، حيث تراوحت قوة العلاقة بينهما بين ٠,٢ - ٠، جنوب، ووسط، وشرق، وشمال، وشمال شرق المحافظة، بمساحة بلغت ١,٥٢٩,٤٨ كم^٢، بنسبة ١٠,٤٨٪ من إجمالي مساحة المحافظة.

في المقابل يظهر شكل (١٤) مناطق بروز العلاقات العكسية بين متغيري الأمطار والغطاء النباتي، حيث تظهر العلاقة القوية جداً بين المتغيرين حيثما تراوحت علاقة

المتغيرين بين 1^- - $0,8^-$ في المناطق الأقل ارتفاعاً جنوب غرب وغرب المحافظة، بمساحة بلغت $54,34$ كم^٢، بنسبة $0,37\%$ من إجمالي مساحة المحافظة. وتنتشر المناطق التي اتصفت فيها العلاقة المكانية بكونها عكسية قوية بين المتغيرين حيث تراوحت العلاقة بينهما بين $0,8^-$ - $0,6^-$ وسط، وجنوب شرق، وشمال غرب، وغرب المحافظة، بمساحة بلغت $712,75$ كم^٢، بنسبة 4.88% من إجمالي مساحة المحافظة. وتغطي المناطق التي اتصفت فيها العلاقة المكانية بين القيمة الفعلية للأمطار والغطاء النباتي بكونها عكسية معتدلة، حيث تراوحت العلاقة بينهما بين $0,6^-$ - $0,4^-$ جنوب غرب، ووسط، وجنوب شرق، وشمال غرب المحافظة، بمساحة بلغت 2320.62 كم^٢، بنسبة $15,9\%$ من إجمالي مساحة المحافظة. وتقع المناطق التي اتصفت فيها العلاقة المكانية بين القيمة الفعلية للأمطار والغطاء النباتي بكونها عكسية ضعيفة، حيث تراوحت قوة العلاقة بين $0,4^-$ - $0,2^-$ ، وسط، وشمال، وجنوب شرق، وشمال غرب، وجنوب غرب المحافظة، بمساحة $4476,5$ كم^٢، بنسبة $30,67\%$ من إجمالي مساحة المحافظة. وتمتد المناطق التي تتصف فيها علاقة الغطاء النباتي بالقيمة الفعلية للأمطار بأنها عكسية ضعيفة جداً، حيث تراوحت بين $0,2^-$ - 0 وسط، وشمال المحافظة، بمساحة بلغت $1529,48$ كم^٢، بنسبة $10,48\%$ من إجمالي مساحة المحافظة.

شكل (١٤): العلاقة بين تغير الغطاء النباتي والقيمة الفعلية للأمطار بمحافظة الطائف بين عامي ٢٠٠٠-٢٠٢١م.



المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على الطبقات المعلوماتية في الشكلين (١١، ١٢).

(د) محاكاة القيمة الفعلية للأمطار بين عامي ٢٠٢٢ - ٢٠٣٢م:

تتضمن خطط إدارة الموارد المائية على نماذج محاكاة الأحداث الهيدرولوجية المتسلسلة زمنياً، وتعد عملية هطول الأمطار واحدة من هذه الأحداث، وتتوفر العديد من

الأساليب القائمة على الإحصائيات لتحليل ومحاكاة السلاسل الزمنية للأمطار والتنبؤ بها (Abebe, 2018, p.82). ويتم استخدام تقنيات التنبؤ بالمناخ باستخدام النماذج العددية والإحصائية (Perez, et al, 2021, p.1).

وبذلك تظهر نتائج محاكاة القيمة الفعلية للأمطار عام ٢٠٣٢م وجود علاقة ارتباط قوية بينها وبين متغيري الأمطار والحرارة في المحافظة، وملاءمة نموذج توقع القيمة الفعلية للأمطار قائم على اختبار نسبة الاحتمالية بشكل أفضل من تطبيق نموذج التقاطع بين القيمة الفعلية وكل متغير على حدة. ومما يؤكد ذلك نجد قيمة الاحتمال (log likelihood) للنموذج الكامل بلغت ٧٣,٩٤٠,٦، وبلغت قيمة اختبار مربع كاي ١,٦٨٨,١٦٢.٤، بدرجة حرية ١٠، بمستوى دلالة ٠,٠٠٠، وبلغت قيمة (McFadden) نحو ٠,٩٥٨. وتشير هذه القيمة إلى كفاية تقدير قيم التنبؤ بالقيمة الفعلية للأمطار بالاعتماد على متغيري الأمطار والحرارة، ورفض فرضية العدم التي ترى بأنه لا يمكن الاعتماد على متغيري الأمطار والحرارة فقط في تقدير القيمة الفعلية للأمطار، واستنتاج أن هذا النموذج يناسب بيانات التنبؤ بها بشكل قوي جداً.

من جانب آخر أظهرت نتائج تقييم نموذج التنبؤ بالقيمة الفعلية للأمطار عام ٢٠٣٢م أن قيمة اختبار مربع كاي (Chi Square) نحو ٢٦٧٧٤٦٠٥، وبلغت درجة الحرية (df) ٢٥، ومستوى الدلالة ٠,٠٠٠٠، وقيمة معامل الارتباط بين متغيرات نموذج التنبؤ نحو ٠,٩٥٨، مما يعني وجود علاقة ارتباط طردية قوية جداً ذات دلالة إحصائية عند مستويي (٠,٠٥، ٠,٠١) بين القيمة الفعلية للأمطار ومتغيري الأمطار والحرارة - دقة نتائج نموذج التنبؤ بالقيمة الفعلية للأمطار.

وتبين نتائج النموذج تغير مساحة القيم الفعلية للأمطار حيث من المتوقع تراوح القيمة الفعلية للأمطار عام ٢٠٣٢ بين ٣ - ٨، فضلاً عن تراجع تأثيراتها على النبات جنوب وجنوب شرق وشمال غرب محافظة الطائف، بسبب توقع ارتفاع الحد الأدنى للقيمة الفعلية للأمطار بهذه المناطق.

وبذلك تؤكد نتائج تصنيف طبقة توقع القيمة الفعلية للأمطار خلال هذه المدة

حسب حدود فئات ديمارتون استمرار تغطية النطاقين الجاف وشبه الجاف (شكل رقم ١٥)، مع اتساع مساحة المناخ شبه الجاف على حساب المناخ الجاف. ومن المتوقع تراجع مساحة المناخ الجاف الذي يغطي المنطقتين الشرقية والشمالية من المحافظة، حيث تقل القيم الفعلية للأمطار عن ٥، في ٩,٢٨٠.٢٩ كم^٢، بنسبة ٦,٦٣٪ من إجمالي مساحة المحافظة بين عامي ٢٠١١ - ٢٠٢١ م، إلى ٦,٨٧٧,٨٦ كم^٢، بنسبة ١٣,٤٧٪ من إجمالي مساحة المحافظة بين عامي ٢٠٢٢ - ٢٠٣٢ م.

من جانب آخر يتوقع زيادة مساحة النطاق المناخي شبه الجاف، حيث تتراوح القيمة الفعلية للأمطار بين ٥ - ١٠ سنوياً، ويغطي جنوب غرب وغرب محافظة الطائف، حيث تواجه السفوح الجبلية الرياح الموسمية، وتقل معدلات الحرارة من ١٠,٩٢ كم^٢، بنسبة ٤,٣٦٪ من إجمالي مساحة المحافظة بين عامي ٢٠١١ - ٢٠٢١ م، إلى ٧,٧١٣,٣٦ كم^٢، بنسبة ٨٦,٥٢٪ من إجمالي مساحة المحافظة بين عامي ٢٠٢٢ - ٢٠٣٢ م.

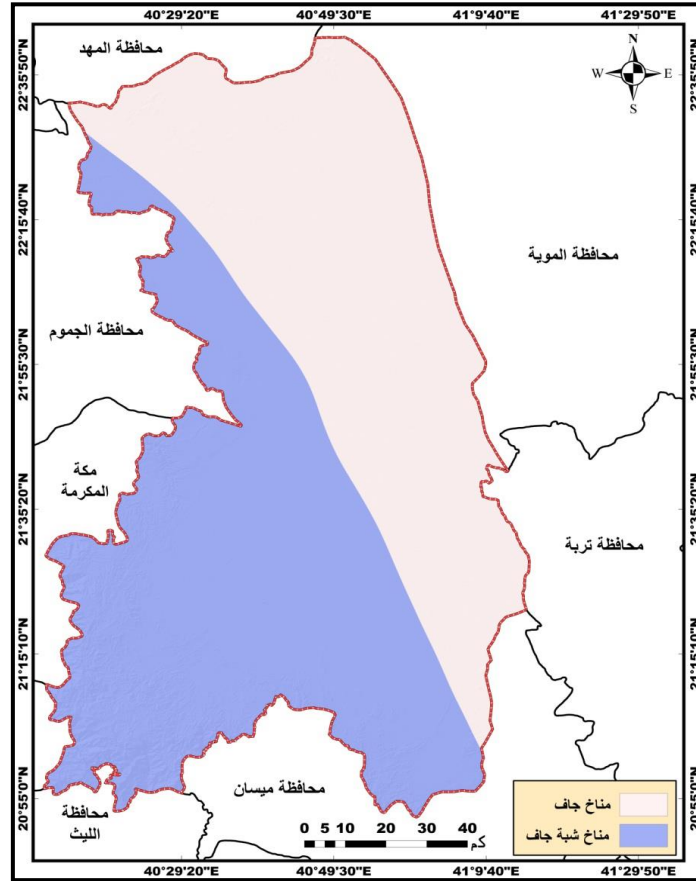
هـ) محاكاة الغطاء النباتي بين عامي ٢٠٢٢ - ٢٠٣٢ م:

توصلت نتائج الكشف عن مدى ملائمة نموذج محاكاة الغطاء النباتي في محافظة الطائف عام ٢٠٣٢ م أن نتيجة الاحتمال تؤكد على أهمية النموذج الكامل، حيث بلغت قيمة الاحتمال (log likelihood) نحو ٤٠,٨٨٨,٢، وبلغ اختبار مربع كاي ٣١٣,٣٢٥٧,٨، عند درجة حرية ٤٨، وبلغت قيمة (McFadden) نحو ٠,٠١٣، بمستوى دلالة ٠,٠٠٠، وتشير هذه القيمة إلى كفاية تقدير الغطاء النباتي بالاعتماد على القيمة الفعلية للأمطار فقط، وبالتالي تم رفض فرضية العدم التي ترى بأنه لا يمكن الاعتماد على القيمة الفعلية للأمطار فقط في التنبؤ، ومن ثم الاستنتاج بأن هذا النموذج يناسب بيانات التنبؤ بشكل مقبول.

وأظهرت نتائج تقييم نموذج التنبؤ بالغطاء النباتي أن قيمة اختبار مربع كاي (Chi Square) للتنبؤ بالنبات عام ٢٠٣٢ م نحو ٩١٣,١٤١,١٣، وبلغت درجة الحرية (df) ٢٣٠٤، ومستوى دلالة ٠,٠٠، بمعامل ارتباط بين متغيري الغطاء النباتي والقيمة الفعلية للأمطار بلغ ٠,٠٥٧١، مما يعني وجود علاقة ارتباط طردية ضعيفة بين الغطاء النباتي والقيمة الفعلية للأمطار في المنطقة. وعلى الرغم من ضعف هذه العلاقة إلا أنها ذات دلالة احصائية

عند مستويي (٠,٠٥, ٠,٠١). وتظهر نتائج محاكاة الغطاء النباتي عام ٢٠٣٢م تراوح مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي بين ٠,٠٥٣ في المناطق التي تتصف بندرة الغطاء النباتي، ليرتفع الحد الأدنى للمؤشر بنحو ٠,٠٠٠١، إلى ٠,٢٦ في المناطق التي تتصف بوجود غطاء نباتي جيد، ليرتفع الحد الأعلى بنحو ٠,٠١٦، بمتوسط مكاني بلغ ٠,١.

شكل رقم (١٤): توقع القيمة الفعلية للأمطار في محافظة الطائف بين عامي ٢٠٢٢-٢٠٣٢م.

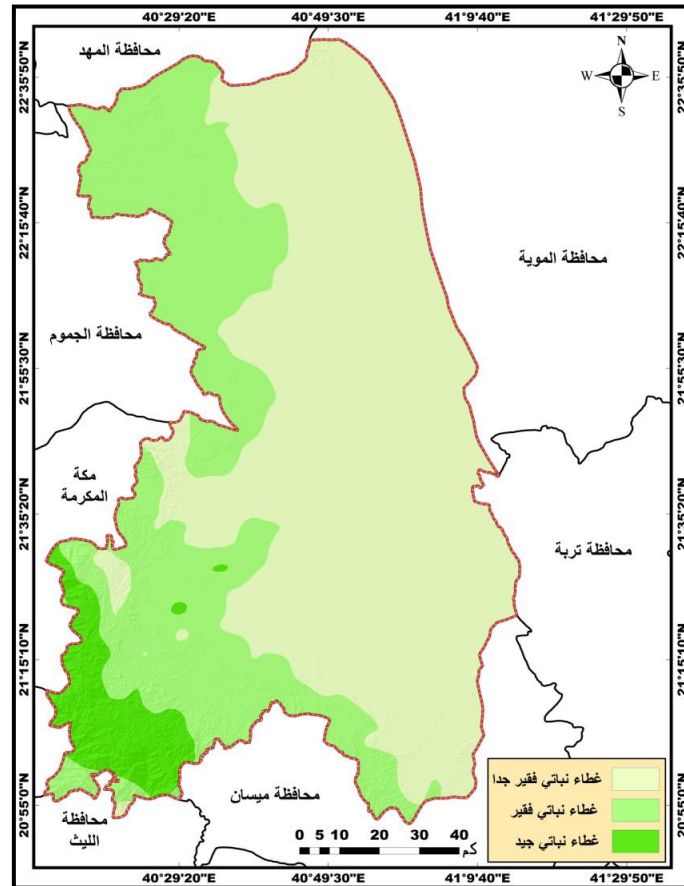


المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقات المعلوماتية السابقة.

وتؤكد نتائج تصنيف طبقة الغطاء النباتي المتوقعة لعام ٢٠٣٢م تغير مساحة فئات النبات، مع اتساع مساحة الفئتين الفقيرة جداً، والجيدة، وتراجع مساحة الفئة الفقيرة بالغطاء النباتي، ويرجع ذلك إلى التغيرات التي قد تطرأ على القيمة الفعلية للأمطار بين مدة وأخرى (شكل رقم ١٥).

شكل رقم (١٥): فئات توقع الغطاء النباتي في محافظة الطائف بين عامي ٢٠٢٢

٢٠٣٢م.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقات المعلوماتية السابقة.

ومن المتوقع استمرار تغطية الغطاء النباتي الجيد، حيث تتجاوز قيمة مؤشر الاختلاف الخضري ٠,١٥ في المنطقة التي تتصف بمناخ شبه جاف جنوب غرب محافظة الطائف، بمساحة ٨٥٨,١٢ كم^٢، ونسبة ٥,٨٨٪ من إجمالي مساحة المحافظة. ويتوقع زيادة هذه المساحة بنحو ٥٦,٥٧ كم^٢. وترتبط زيادة مساحة الغطاء النباتي هنا باتساع مساحة المناخ شبه الجاف. ويتوقع امتداد نطاق الغطاء النباتي الجيد في المناطق حيث تتراوح قيمة مؤشر الاختلاف الخضري بين ٠.١٥ - ٠.١ جنوب غرب، وغرب منطقة الدراسة، بمساحة بلغت ٤٨١٠,٥ كم^٢، بنسبة ٣٢,٩٧٪ من إجمالي مساحة المحافظة. وبالتالي قد تراجع مساحة هذا النطاق بنحو ٩١,٠٣ كم^٢. وتؤكد نتائج محاكاة الغطاء النباتي استمرارية انتشار الغطاء النباتي الفقير جداً، حيث تقل قيمة المؤشر عن ٠,١ بمناطق ظل المطر شرق المحافظة، وتقل الأمطار، وترتفع درجات الحرارة، بمساحة ٨,٩٢٢,٦ كم^٢، ونسبة ٦١,١٥٪ من إجمالي مساحة المنطقة. وعليه فمن المتوقع زيادة مساحة هذا النطاق بنحو ٣٤,٤٧ كم^٢.

النتائج:

- زيادة متوسط كمية المطر بين المدينتين بنحو ١٦,٣ ملم، فضلاً عن زيادة مساحة النطاقات الأكثر غزارة بالأمطار، وتراجع مساحة النطاقات الأقل مطراً بين المدينتين. فضلاً عن زيادة درجات الحرارة، حيث ارتفع المتوسط بنحو ٠,١ م[°]، وزيادة مساحة النطاق الأكثر حرارة بين المدينتين.
- فاعلية القيمة الفعلية للأمطار في الغطاء النباتي، وتراجع تأثيراتها السلبية المتعلقة بالجفاف الزراعي، ومما يؤكد ذلك زيادة المتوسط المكاني للقيمة الفعلية للأمطار بنحو ٠,٤٦، واتساع مساحة النطاق المناخي شبه الجفاف من ٣,٦٢٣,٩١ كم^٢، بنسبة ٢٤,٨٣٪ من إجمالي المساحة، إلى ٥,٣١٠,٩٢ كم^٢، بنسبة ٣٦,٤٪ من إجمالي المساحة بين المدينتين.

- تراجع حدة تأثيرات الجفاف المناخي على جفاف الغطاء النباتي في محافظة الطائف، ومما يؤكد ذلك تراجع مساحة نطاق المناخ الجاف من ١٠,٩٦٧,٣٣ كم^٢، بنسبة ٧٥,١٦٪ من إجمالي المساحة، إلى ٩,٢٨٠,٣ كم^٢ بنسبة ٦٣,٦٪ من إجمالي المساحة بين المديتين.
- أثبتت نتائج تحليل الغطاء النباتي وتغيراته إيجابية تأثيرات القيمة الفعلية للأمطار، ومن مؤشرات ذلك زيادة مساحة نطاق الغطاء النباتي الجيد فوق عتبة ٠,١٥ بنحو ٨١٨,٤٤ كم^٢، وتراجع مساحة النطاق الفقير جداً بالغطاء النباتي تحت عتبة ٠,١ بنحو ٩٢٢,٤٨ كم^٢ بين المديتين.

المراجع

مصادر عربية:

- ١ - أبو غرسة، التهامي مصطفى، (٢٠١٣م)، "القيمة الفعلية للمطر والموازنة المائية في منطقة سرت"، مجلة كلية الآداب، العدد، ٥، ص ص ١٣٥ - ١٥٠.
- ٢ - ابن حشر، فهدة فلاح، (٢٠٢٠م)، "تقدير وتحليل القيمة الفعلية للأمطار بمنطقة تبوك في المملكة العربية السعودية"، مجلة جامعة الملك عبد العزيز، مج ٢٨، ع ١٤٤، ص ص ١٤٢ - ١٨٦.
- ٣ - حافظ، محمد السيد، (٢٠٠٩م)، "القيمة الفعلية للأمطار في ساحل مريوط"، دورية الإنسانيات، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية، ع ٣٢، ص ص ٣٣ - ٨٠.
- ٤ - خير الله، حافظ عيسى، (٢٠١٩م)، "تحديد مؤشرات التغير المناخي من خلال تحليل كمية المطر بمحطة أرصاد سرت خلال الفترة ١٩٧١ - ٢٠١٠م"، مجلة مداد الآداب، الجامعة العراقية، عدد خاص بالمؤتمرات.
- ٥ - الدجيلي، علي مهدي جواد، (٢٠٠٨م)، تحليل الاتجاه العام والتنبؤ بكمية المطر في العراق، مجلة كلية التربية، العدد ٢، ص ص ٣٨٣ - ٤٠٠.

- ٦- الشلش، علي حسين، (١٩٧٦م)، القيمة الفعلية للأمطار وأثرها في تحديد الأقاليم النباتية في العراق، مجلة كلية الآداب، العدد، ١٠، ص ص ٤٣-٨٨.
- ٧- شرف، عبد العزيز، (٢٠٠٠م)، الجغرافيا المناخية والنباتية مع التطبيق على مناخ افريقيا ومناخ العالم العربي، الطبعة ١١، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- ٨- عبدالله، عبد الحكيم محمد يوسف، (٢٠١٠م)، "القيمة الفعلية للأمطار في اليمن"، مجلة الأندلس للعلوم الاجتماعية والتطبيقية، ع ٥، ص ص ٧٩-١٠٤.
- ٩- فايد، يوسف عبد المجيد، (١٩٧٥م)، "الأمطار وفعاليتها في الصومال"، مجلة البحوث والدراسات العربية، العدد ٦، ص ص ١٣١-١٥٣.
- ١٠- الفهداوي، طه أحمد عبد، (٢٠١٨م)، "القيمة الفعلية للمطر في محافظة الأنبار وأثرها على النبات الطبيعي"، حوليات آداب عين شمس، مج ٤٦، ص ص ٢٩٤-٣٠٤.

مصادر غير عربية:

- Abbasi. F, et al, (2021), "New Climatic Zones in Iran: A Comparative Study of Different Empirical Methods and Clustering Technique", **Theoretical and Applied Climatology**, Vol. 147, pp. 47-61.
- Abdullah. A. M. Y, (2010), "The Actual Value of Rain in Yemen (in Arabic)", Al-Andalus, **Journal of Social and Applied Sciences**, Vol. 5, pp. 79-104.
- Abebe. S. N, (2018), "Application of Time Series Analysis to Annual Rainfall Values in Debre Markos Town, Ethiopia", **Computational Water Energy and Environmental Engineering**, Vol. 7, No.3, pp. 81-94.
- Abu Gharsa. A. M, (2013), "The Actual Value of Rain And The Water Balance in Sirt Region", (in Arabic), **College of Arts Journal**, Vol. 5, pp. 135-150.
- Al-Dujaili. A. M. J, (2008), "Analysis of the General Trend and Prediction the Amount of Rain in Iraq", (in Arabic), **Journal College of Education**, Vol. 2, pp.383-400.
- Al-Fahdawi, T. A. A, (2018), "The Actual Value of Rain in Anbar Governorate and Its Impact on Natural Vegetation", (in Arabic), **Annals of Ain Shams Literature**, Vol. 46, pp. 294-304.
- Al-Husban, Y, (2017), "Inverse Distance Weighting (IDW) for Estimating

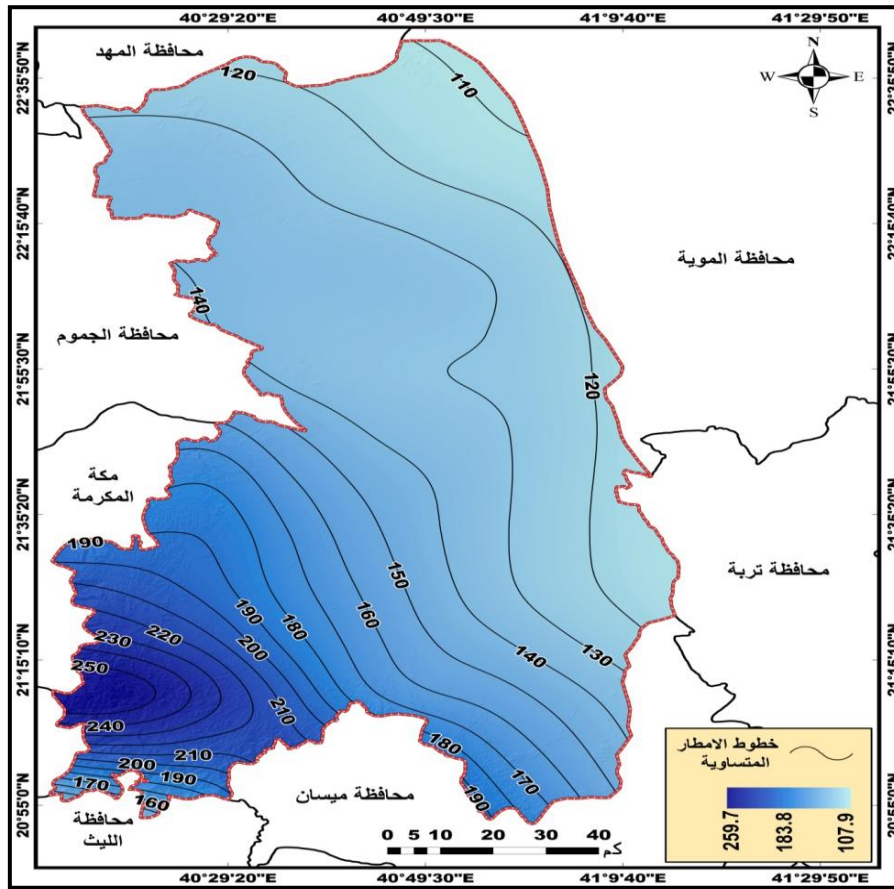
- Spatial Variation of Monthly and Annually Rainfall in Azraq Basin During the Monitor Period (1980-2016)", **Journal of Al-Hussein Bin Talal University for Research**, Vol. 3, Issu. 2, pp. 361-374.
- Almazroui. M, (2011), "Calibration of TRMM Rainfall Climatology over Saudi Arabia During 1998–2009", **Atmospheric Research**, Vol. 99, pp. 400–414.
 - Almazroui. M, (2020), "Rainfall Trends and Extremes in Saudi Arabia in Recent Decades", **Atmosphere**, Vol. 11, 964, pp.1-26.
 - Al-Shalash. A.H, (1976), "The Actual Value of Rainfall and Its Impact on Determining the Vegetation Regions in Iraq", (in Arabic), **Journal College of Arts**, Vol. 10, pp. 43-88.
 - Bahrawi. J. A, (2018), "Rainfall Distribution And Its Characteristics in Makkah Al-Mukarramah Region, Saudi Arabia", **Applied ecology and environmental research**, Vol. 16 (4), pp.4129-4144.
 - Baljon. M, Sharma. S. K, (2023), "Rainfall Prediction Rate in Saudi Arabia Using Improved Machine Learning Technique", **Water**, Vol. 15, pp. 1-22.
 - Elfeki. A, et al, (2022), "Spatiotemporal Analysis of Monthly Rainfall Over Saudi Arabia and Global Teleconnections, Geometrics", **Natural Hazards and Risk**, Vol. 13, No. 1, pp.2618–2648.
 - Fayed. Y. A, (1975), "Rainfall and Its Effectiveness in Somalia", (in Arabic), **Arab Research and Studies Journal**, Vol. 6, pp. 131-153.
 - Hafez. M. A, (2009), "The Actual Value of Rainfall on Coast of Mariout", (in Arabic), **Humanities Journal**, Faculty of Arts, Alexandria University, Vol, 32, pp. 33-80.
 - IbnHasher. F. F, (2020), "Estimation and Analysis of the Actual Rainfall Value in Tabuk Region in the Kingdom of Saudi Arabia", (in Arabic), **King Abdulaziz University**, Vol. 28, pp.142-186.
 - Ideki. O, Weli. V. E, (2019), "Analysis of Rainfall Variability Using Remote Sensing and GIS in North Central Nigeria", **Atmospheric and Climate Sciences**, Vol. 9, No. 2, pp. pp.191-201.
 - KirAll. H. I, (2019), "Determining Indicators of Climate Change Through Analyzing Amount of Rain at Sirt Meteorological Station During Period 1971-2010", (in Arabic), **Medad Journal of Arts**, Iraqi University, special issue for conferences.
 - -Kosmas. C, Kirkby. M, Geeson. N, (1999), **Manual On: Key Indicators of Desertification and Mapping Environmentally Sensitive Areas to Desertification**, European Commission, Energy, Environment and Sustainable

Development, EUR 18882.

- Kumara, S, Machiwalb, D, Dayalb. D, (2017), "Spatial Modelling of Rainfall Trends Using Satellite Datasets and Geographic Information System", **Hydrological sciences journal**, Vol. 62, No. 10, pp.1636–1653.
- Maliva. R.G, Missimer. T.M, (2012), "Arid Lands Water Evaluation and Management", **Environmental Science and Engineering**, DOI: 10.1007/973-3-642-29104.
- Mashat. A, Abdel Basset, H, (2011), "Analysis of Rainfall over Saudi Arabia", **JKAU: Met., Env. & Arid Land Agric. Sci.**, Vol. 22, No. 2, pp. 59-78.
- Perez. R. E, Molina. M. C, González. F. N, (2021), "Analysis of Rainfall Time Series with Application to Calculation of Return Periods", **Sustainability**, Vol. 13, p. 1-18.
- Piri. I, et al, (2017), "Determination of the Best Geostatistical Method for Climatic Zoning in Iran", **Appl. Ecolenv Res**, Vol. 15, pp. 93-103.
- Sharaf. A, (2000), **Climatic and botanical geography with application to climate of Africa and climate of Arab world (in Arabic)**, Edition, 11, University Knowledge House, Alexandria.
- Subyani. A. M, Hajjar. A. F, (2016), "Rainfall Analysis in the Contest of Climate Change for Jeddah Area, Western Saudi Arabia", **Arab J Geosci**, Vol. 9, pp. 1-15.
- Setianto. A, Triandini. T, (2013), "Comparison of Kriging and Inverse Distance Weighted (IDW) Interpolation Methods in Lineament Extraction and Analysis", **J. SE Asian Appl. Geol**, Vol. 5 (1), pp. 21–29.
- Zarei. R, Sarajian. M, Bazgeer. S, (2013), "Monitoring Meteorological Drought in Iran Using Remote Sensing and Drought Indices", **J Desert**, Vol, 18, pp. 89-97.

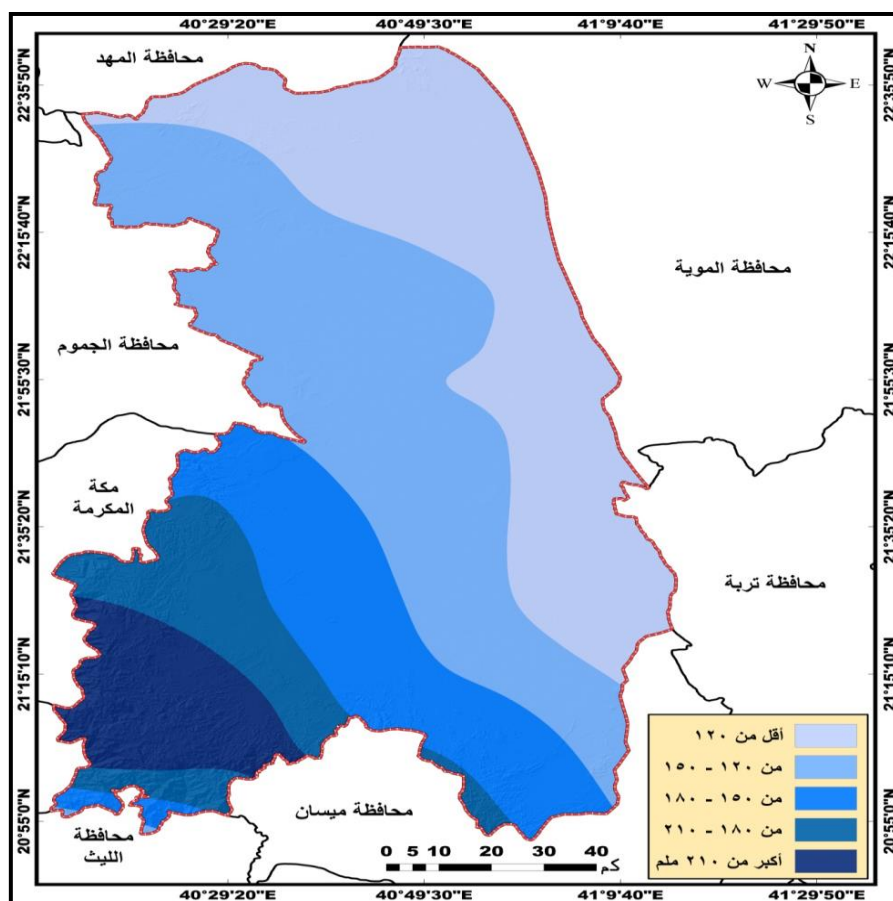
الملاحق

ملحق رقم (١): التحليل المكاني لتوزيع الامطار في محافظة الطائف بين عامي ٢٠٠٠ - ٢٠١٠ م.



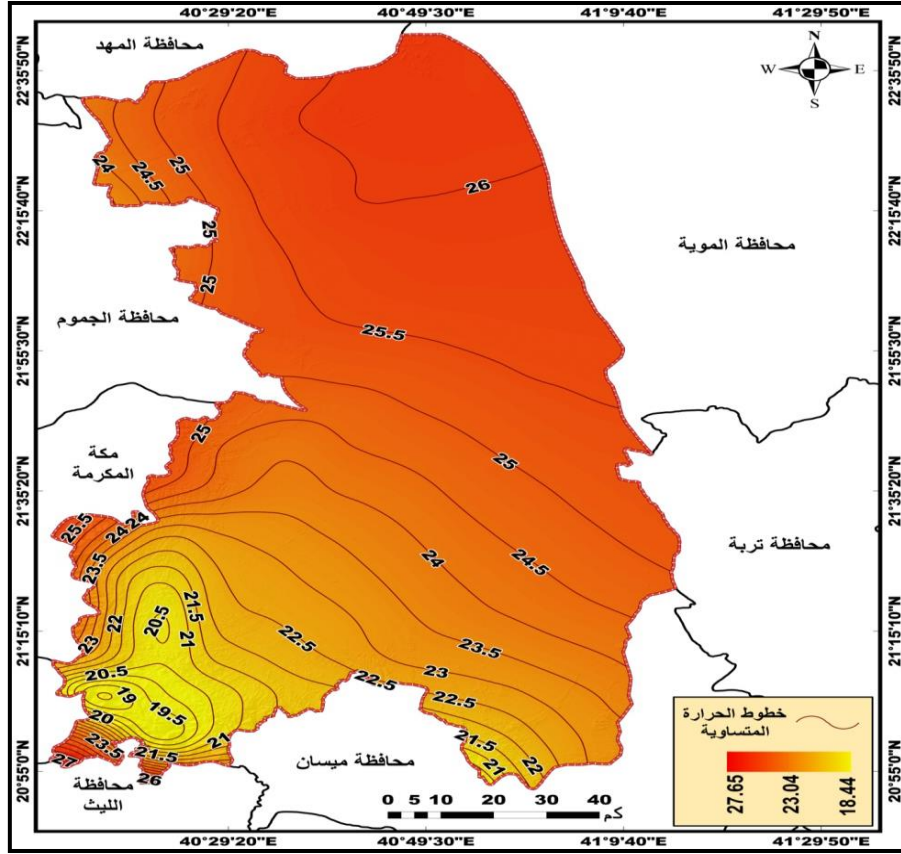
المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات القمر الصناعي (TRMM) ونظم المعلومات الجغرافية.

ملحق رقم (٢): فئات توزيع الأمطار في محافظة الطائف بين عامي ٢٠٠٠-٢٠١٠م.



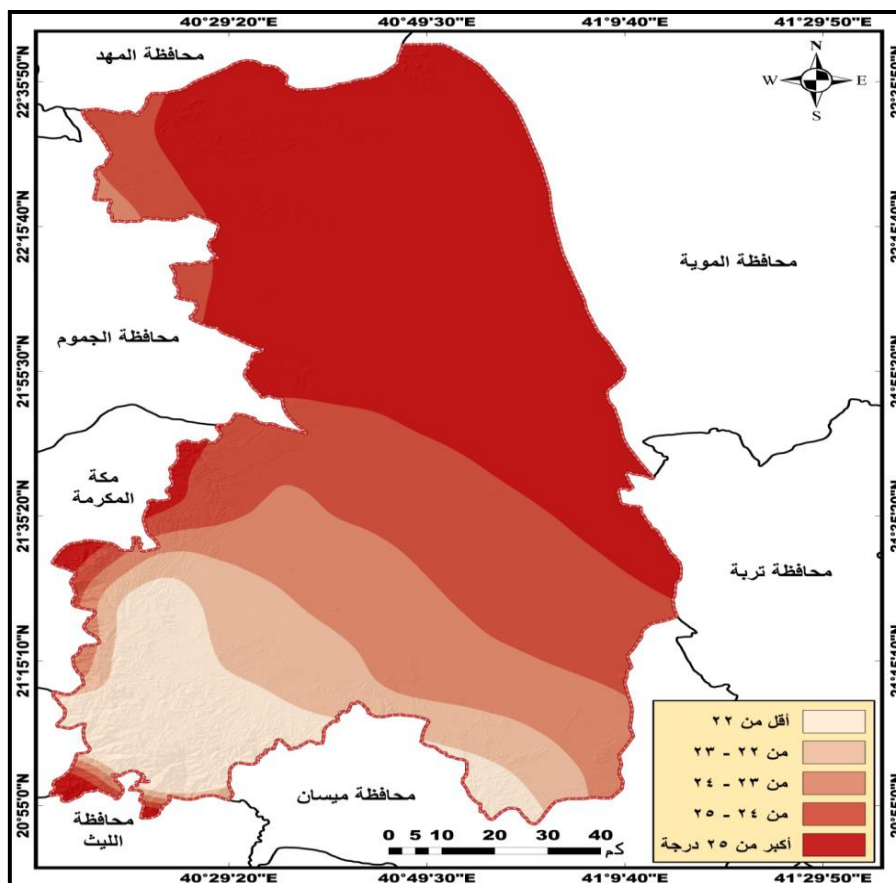
المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في ملحق رقم ١.

ملحق رقم (٣): التحليل المكاني لتوزيع درجات الحرارة في محافظة الطائف بين عامي ٢٠٠٠-٢٠١٠م.



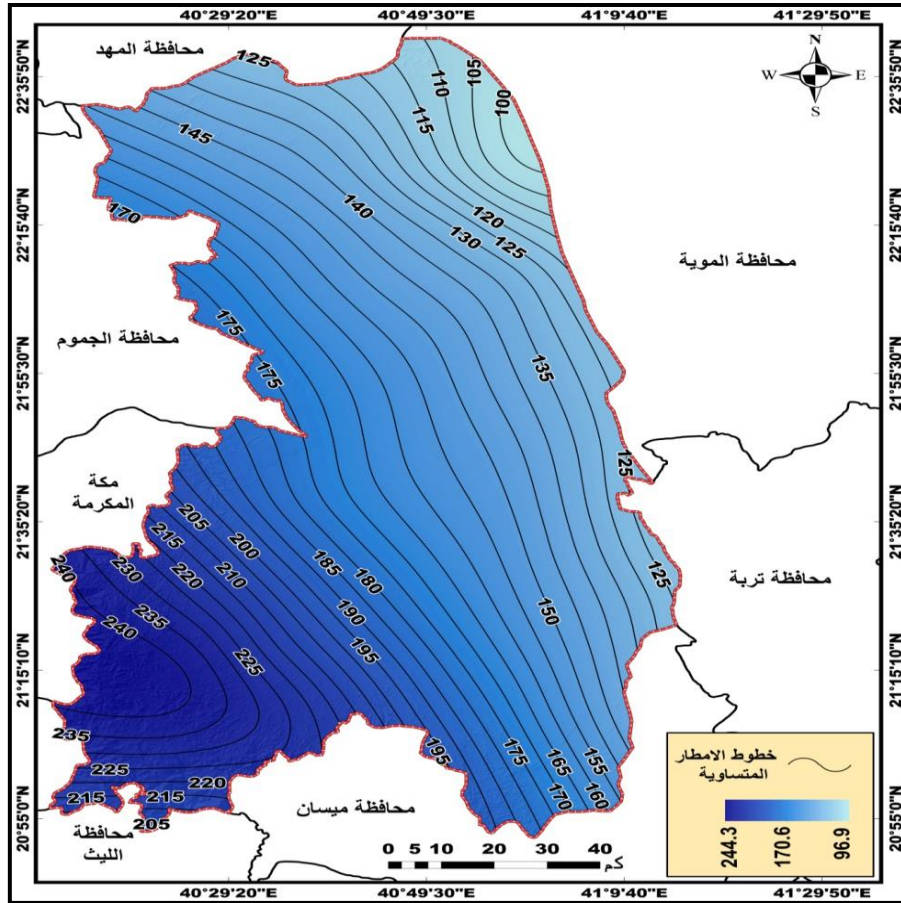
المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على بيانات القمر الصناعي (FLDAS MODEL).

ملحق رقم (٤): فئات توزيع درجات الحرارة في محافظة الطائف بين عامي ٢٠٠٠ - ٢٠١٠ م.



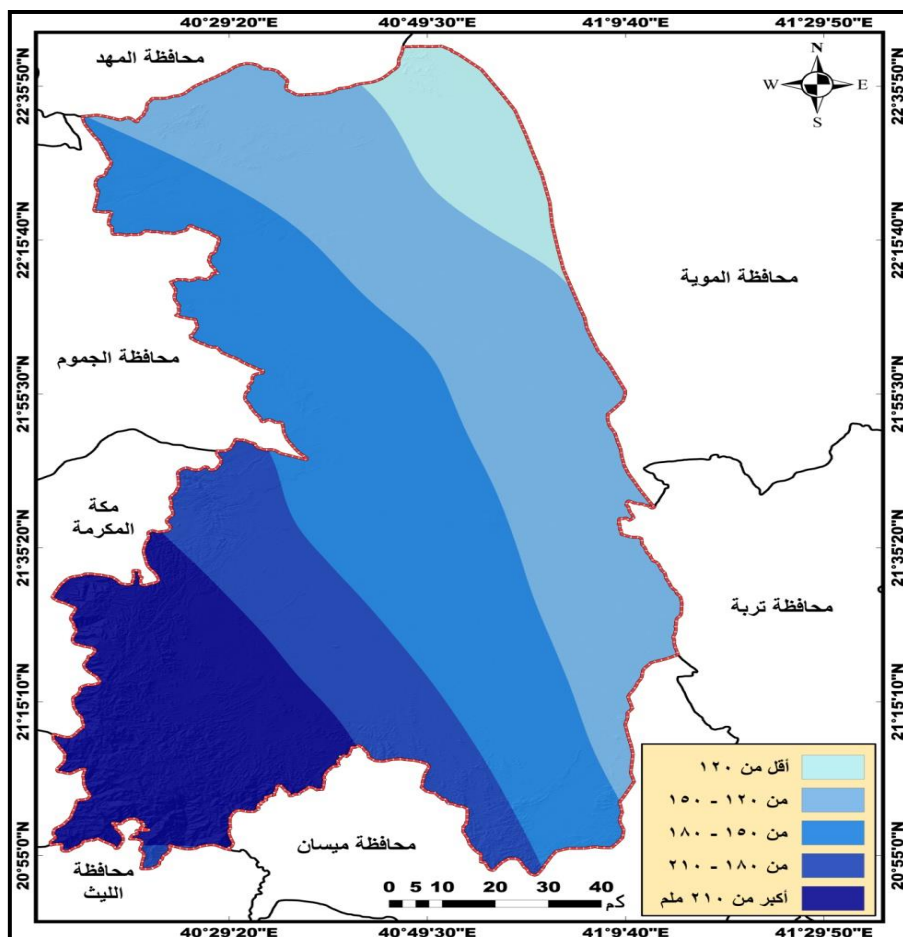
المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في ملحق رقم ٣.

ملحق رقم (٥): التحليل المكاني لتوزيع الامطار في محافظة الطائف بين عامي ٢٠١١-٢٠٢١ م.



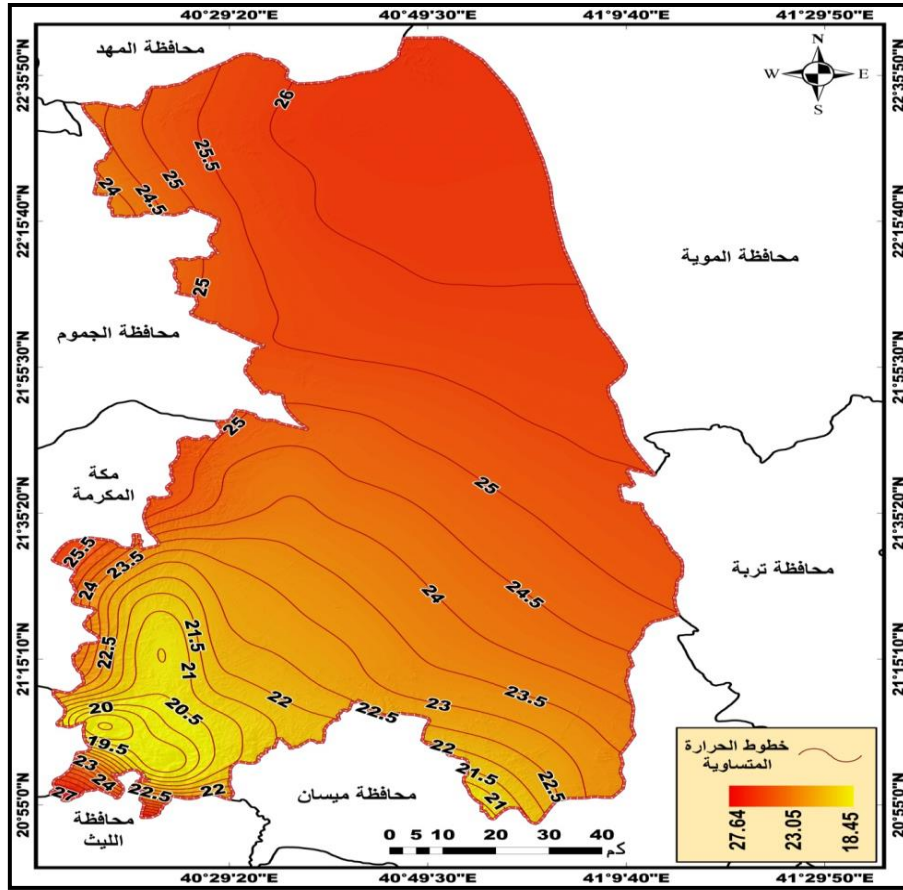
المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على بيانات القمر الصناعي (TRMM).

ملحق رقم (٦): فئات توزيع الامطار في محافظة الطائف بين عامي ٢٠١١-٢٠٢١ م.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في ملحق رقم ٥.

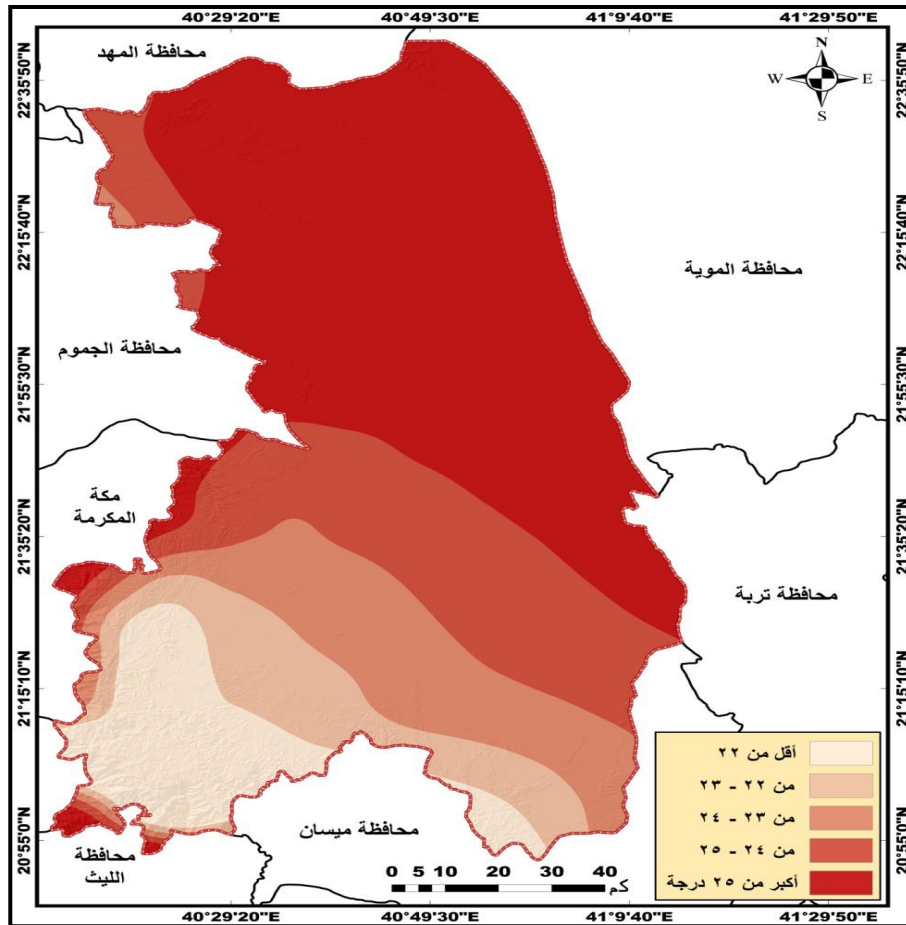
ملحق رقم (٧): التحليل المكاني لتوزيع درجات الحرارة في محافظة الطائف بين عامي ٢٠١١-٢٠٢١م.



المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على بيانات القمر الصناعي (FLDAS

MODEL).

ملحق رقم (٨): فئات توزيع درجات الحرارة في محافظة الطائف بين عامي ٢٠١١ - ٢٠٢١ م.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في ملحق رقم ٧.

Simulation actual value of precipitation and its impact on change of vegetation in Taif Governorate using geospatial techniques

Dr. Amina Atallah Abed Rabbo Al-Rehaili

Abstract:

The study aims to spatial analysis actual value of precipitation, its changes and its effects on changing distribution of vegetation in Taif Governorate, predicting actual value of precipitation and its effect on vegetation in future, through find relationship rainfall and vegetation in the study area. The objectives of study were achieved using (IDW) algorithm to deriving informational layers for variables air temperature, precipitation amounts, and vegetation from image obtained from the NASA website for every eleven years between 2000-2021. and application of Demarton model in GIS environment to derive actual value of precipitation based on two layers precipitation and temperature. Thus, reveal extent effect of the actual value of precipitation on vegetation by calculating relationships coefficient and testing significance of spatial relationships between change actual value of precipitation and change of vegetation. then simulate each other's direction to 2032 using Multi Logistic Reg model in IDRESI Selve- Version 17.

The results of study found an increase in precipitation amount between the two study periods 2000-2011 and 2011-2021, evidenced by an increase spatial average of precipitation by about 16.3 mm, as well as an increase area of the rainiest zones and a decrease area of the less rainy zones. which indicates a positive effect of actual value of precipitation in vegetation, and its negative effects related to agricultural drought in Taif Governorate. which is confirmed by the decline area of the dry climate according to Demarton classification from 10967.33 km² to 9280.3 km². and increase area of good vegetation above threshold 0.15 for Normalized difference vegetation index about 818.44 km², and decrease area of zone is very poor in vegetation below threshold 0.1 about 922.48 km² between the two periods.

Keywords:

Simulation Model, Rainfall, Vegetation, Geospatial Techniques, Taif Governorate

النمذجة المكانية – الزمانية للسيول في المناطق العمرانية مدينة الدلم، محافظة الخرج المملكة العربية السعودية – أنموذجاً استناداً إلى التكامل ما بين الجيوماتكس والنمذجة الهيدروديناميكية

د. أشرف أحمد علي عبد الكريم

أستاذ جغرافية العمران ونظم المعلومات الجغرافية المشارك بوزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان.

الملخص:

يعد بناء نمذجة مكانية – زمانية لإنشاء محاكاة دقيقة للسيول في المناطق العمرانية للمدينة العربية، وتحديد المناطق العمرانية المعرضة للغمر أحد أهم التحديات في الدراسات الهيدرولوجية، كما أنها على درجة كبيرة من الأهمية لمتخذي القرار السياسي والتخطيطي. وتهدف هذه الدراسة إلى تطوير نهج تكاملي لبناء وتطوير نمذجة مكانية – زمانية للسيول بالمناطق العمرانية للأودية المؤثرة على مدينة الدلم، بمحافظة الخرج، المملكة العربية السعودية، والتي تتعرض لسيول متكررة ومقارنتها مع السيول التاريخية الأخيرة، من خلال تطوير أربعة خرائط متكاملة وهي: خريطة الغمر بمياه السيول، وخريطة أعماق مياه السيول، وخريطة سرعة مياه السيول، وخريطة المخاطر، ووضع حلول وتوصيات استراتيجية لمحاولة التخفيف والحماية من الآثار السلبية الناجمة عنها.

ولتحقيق هذه الأهداف تم الدمج بين الجيوماتكس والمتمثل في الاستشعار عن بعد (Remote Sensing (RS) ونظم المعلومات الجغرافية (Geographical information systems (GIS) والنمذجة الهيدروديناميكية والتي يمثلها في هذه الدراسة النموذج الهيدرولوجي ذو النظام الهندسي (HEC- Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System, HMS)، والنموذج الهيدروليكي لبرنامج مركز الهندسة الهيدرولوجية – نظام تحليل الأنهار

Hydrologic Engineering Center–River Analysis System (HEC-RAS) وتوصلت هذه الدراسة إلى أن مدينة الدلم تتعرض إلى مخاطر سيول منقولة نتيجة وقوعها في ملتقى العديد من مجاري الأودية. ومن أهم هذه الأودية: وادي ماوان، ووادي الرغيب، ووادي العقيمي، ووادي الحريق، ووادي السوط، ووادي الأيسر. ونتيجة لذلك يتعرض نحو ٣٠.٩٦٪ من مساحة مدينة الدلم للغمر من السيول لعاصفة تصميمية ل ١٠٠ عام. وطبقاً لتصنيف خريطة المخاطر يتعرض نحو ٣٠.٤٩٪ من المناطق العمرانية لمخاطر مرتفعة تتركز في أحياء الناصرية، والديرة، والخالدية؛ في حين يتعرض نحو ٢١.٨٦٪ من المناطق العمرانية لمخاطر متوسطة تتركز في أحياء العويمرية، والفيصلية والصحنة. أما المناطق العمرانية المعرضة لمخاطر منخفضة فإنها تبلغ نحو ٤٧.٦٥٪، وتتركز في أحياء الشفاء، وسدير، والياسمين، والعين، والسلمانية، والعليا. وتوصي هذه الدراسة بضرورة التدخل الهندسي لحماية مدينة الدلم عن طريق إنشاء مجموعة مختلفة من منشآت درء أخطار السيول المختلفة.

الكلمات الدالة:

النمذجة المكانية – الزمانية – الجيوماتكس – مخاطر السيول – النموذج الهيدرولوجي (HEC-HMS) – النموذج الهيدروليكي (HEC-RAS) – مدينة الدلم.

– مقدمة:

لا يزال التنبؤ بالسيول ومحاكاتها مكانياً وزمانياً وإدارتها في معظم الأحواض في المناطق الجافة وشبه الجافة، خاصة في أحواض التصريف غير المقاسة هيدرولوجياً بحاجة إلى درجة كبيرة في التوسع والاعتماد على استخدام النماذج الهيدرولوجية والهيدروليكية، وهناك اعتراف علمي متزايد بالاعتماد على النمذجة المكانية – الزمانية لمحاكاة وتقييم السيول في العقود الأخيرة ، حيث يعد التنبؤ ومحاكاة وتقييم خرائط السيول أمر بالغ الأهمية، نظراً للتغيرات السريعة للعمليات الناشئة بشكل أساسي عن التغير في المناخ، والتوسع الحضري، والتدخلات البشرية (Ramachandran, et al, 2019, p 7; Tadesse, et al, 2022, pp 1-24; Abdel-Fattah et al, 2017, p 14).

ويعد إنتاج خرائط السيول المستند إلى النمذجة المكانية – الزمانية للنماذج

الهيدروديناميكية بمثابة الطريقة الأكثر فعالية (Bathrellos, et al, 2016, p 4)، وذلك للحد من تأثيرات مخاطر السيول على الأفراد والممتلكات، حيث تستخدم هذه الخرائط لتوجيه مخططات استخدامات الأرض ومشاريع درء مخاطر السيول.

والنموذج في الجغرافيا يعرف بأنه بنية شكلية لإدراك مجموعة من الظواهر، التي تمتلك بينها علاقات معينة أو أنه التمثيل التخطيطي المبسط والشامل للظاهرة وفق نهج سليم، (صفوح، ٢٠٠٠م، ص ٥٠)، وتعرف النمذجة على أنها تجريد للواقع يركز على جمع معلومات عن نظام ما بغرض تحليله وفهم سلوكه وإجراء تجارب وافتراسات لا يمكن إجرائها عليه بشكل مباشر. إذن يمكن القول بأن مفهوم النمذجة أكبر من النموذج، والنمذجة هي جزء من المحاكاة وتتضمن عملية تصميم نموذج لنظام حقيقي وإجراء التجارب على ذلك النموذج لغرض الوصف والتفسير والتنبؤ. والهدف من بناء النماذج المكانية هو تحقيق ثلاثة أهداف رئيسية هي: التقييم (تقييم الظاهرة)، والتقدير (وهو تقدير الظاهرة وعناصرها والتعرف على تأثيرها على الإنسان والبيئة)، والتنبؤ (حيث يستفاد من هذا التنبؤ بالتغيرات التي تحدث على الظاهرة الجغرافية عبر الزمن) (عبد الكريم، ٢٠٢٠م، ص ٨٥).

ويمكن تقسيم النماذج المكانية طبقاً للحصر والتصنيف بالمجالات العالمية إلى: نماذج المنطق الضبابي وعدم اليقين، ومن أهمها نموذج: السحاب Cloud-CA، والضباب Fuzzy-CA، ومونت كارلو FSMC-CA، ونماذج النمو الحضري وتغيرات استخدامات الأرض مثل نموذج: كلارك للنمو الحضري SLEUTH، والشبكة العصبية (Artificial neural networks (ANNs، والأنومات الخلوي - ماركوف CA-Markov)، والنماذج الإحصائية المكانية مثل نموذج: إمكانية الوصول Accessibility، والانحدار الموزون Geographically weighted regression، وتخصيص الموقع Location Allocation model، ونماذج البيئة والمخاطر ومن أهمها نموذج: نموذج مخاطر السيول HEC-RAS، ونموذج مخاطر الزلازل، ونموذج مخاطر هجرة وانتقال الكثبان الرملية COSI-CORRENTI.

(عبدالكريم، ٢٠٢٠م، ص ص ٨٥، ٨٦، ٨٧).

وتتمثل إحدى استراتيجيات إدارة مخاطر السيول في تحديد المناطق العمرانية المعرضة للغمر، والتي لا يمكن انتاجها دون بناء وتطوير نمذجة مكانية - زمانية. هذا إلى جانب تقديم سيناريوهات وبدائل الحماية، وتخفيف الأضرار، والإنذار المبكر، وتيسير الاستجابة السريعة، وفي الآونة الأخيرة كان لدمج تقنيات الاستشعار عن بعد (RS) بما وفرته من صور الأقمار الصناعية عالية الدقة (Billa, et al, 2005, p 1358; Billa, et al, 2006, p 234; Pradhan and Shafiee, 2009, p 8)، مع نظم المعلومات الجغرافية (GIS) من خلال ما وفرته من خرائط ونماذج ارتفاعات رقمية دور كبير في إجراء تقييم أثار الأضرار الناجمة عن السيول من خلال رسم خرائط مخاطر السيول (Saleh and Al-Hatrushi, 2010, p 72; Youssef, et al, 2011, p 611; Pradhan and Youssef, 2011, p 190; Haq, et al, 2012, p 136).

وفي هذه الدراسة تم استخدام نهج تكاملي لدمج الجيوماتكس المتمثل في الاستشعار عن بعد (RS)، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)، والنمذجة الهيدروديناميكية للوصول إلى نطاق الغمر (السهل الفيضي) بمدينة الدلم، ومقارنتها بالسيول التاريخية، حيث توفر تقنيات الجيوماتكس المتمثلة في الاستشعار عن بعد (RS)، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) تغطية متكررة للمناطق المعرضة للسيول بالمدن بطريقة منتظمة وسريعة، وذلك عن طريق صور الأقمار الصناعية، ومن ثم الحصول على بيانات زمانية ومكانية للسيول. كما ساعدت نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في خلق بيئة عمل متميزة مع البيانات الزمانية والمكانية الواسعة والتي كانت بمثابة مدخلات أساسية عند بناء وتشغيل النماذج الهيدروديناميكية.

وفي هذه الدراسة تم الاعتماد على النمذجة الهيدرولوجية من خلال استخدام برنامج (HEC-HMS). ويعرف نموذج (HEC-HMS) بأنه برنامج حاسوبي هيدرولوجي يختص بنمذجة ومحاكاة علاقة الأمطار بالجريان السطحي في أحواض التصريف المائية، وهو النسخة المحدثة ذات الواجهة الرسومية من برنامج (HEC-1)، ويستخدم البرنامج لعمل كافة الحسابات الهيدرولوجية. وتتمثل أهم مخرجاته في حساب التصريفات، وتسرب المياه الجوفية، وحركة الماء في المجاري المائية، والفواقد، والرشح الكلي، والمطر

المتبقي، وقيم الجريان المباشر (عبد الكريم، ٢٠٢٠م، ص ٢٨٨).

ولتحليل آثار السيول وتحديد مناطق غمر السيول تم تطبيق برنامج مركز الهندسة الهيدرولوجية - نظام تحليل الأنهار (HEC-RAS) وهو برنامج حاسوبي هيدروليكي يختص بنمذجة ومحاكاة حركة الماء في المجاري المائية الطبيعية كالأنهار في العديد من المناطق حول العالم، والمجاري الصناعية كالقنوات والترع والمصارف. وهذا البرنامج لديه القدرة على عمل حسابات حركة الرواسب، والملوثات الكيميائية في التيار المائي؛ ويستخدم أيضًا في رسم خرائط الغمر بمياه السيول، وأعماق، وسرعات المياه، كما يُستخدم في حساب مخاطر السيول، وحساب معدلات النحر، وتقييم المنشآت الهيدروليكية (عبد الكريم، ٢٠٢٠م، ص ٣٣٨، عبد الكريم، ٢٠٢١م، ص ٦٣)، هذا إلى جانب أنه تم الاعتماد على هذه النماذج رسميًا في معظم الجهات الحكومية بالمملكة العربية السعودية من خلال الأمر السامي الكريم رقم ٢٨٨٦٥ في ٢٨/٣/١٤٣٨هـ والمعني بضوابط وآليات إعداد الدراسات الهيدرولوجية بالمملكة والذي تم تطبيقه على وجه الخصوص في وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان، والهيئة العامة للمساحة الجيولوجية، ووزارة البيئة والزراعة والمياه، والعديد من الجهات الحكومية الأخرى ذات الصلة.

- إشكالية الدراسة:

- تتعرض مدينة الدلم لسيول متكررة: أكثرها تأثيراً السيول التي حدثت في ١٩/٤/١٤٣٤هـ، ٢٢/٥/١٤٣٨هـ، ٢٢/٦/١٤٤٤هـ نتيجة وقوعها في ملتقى مجموعة كبيرة من الأودية: من أهمها وادي ماوان، ووادي الرغيب، ووادي العقيمي، ووادي الحريق، ووادي السوط، ووادي الأيسر، حيث يغذي هذه الأودية مجموعة كبيرة من الروافد التي تحمل سيول منقولة من عشرات الكيلومترات باتجاه مدينة الدلم، الأمر الذي يشكل تهديدًا مستمر على البنية التحتية والممتلكات بمدينة الدلم (الشكل رقم ١).

- عدم توافر خرائط مكانية - زمانية للمناطق المعرضة للغمر نتيجة سيول الأودية التي تهاجم مدينة الدلم، يمكن من خلالها تحديد المناطق الحرجة والتي تحتاج إلى تدخلات هندسية لدرء مخاطر السيول أمام متخذي القرار السياسي والتخطيطي.
- محدودية الطرق التقليدية في بناء محاكاة للنمذجة المكانية ثنائية الأبعاد توضح مناطق الغمر بمياه السيول وسرعتها وعمقها، الأمر الذي يؤدي إلى ضعف النتائج والتوصيات والحلول المقدمة في العديد من الدراسات الهيدرولوجية التي تناولت موضوع تقييم ودرء مخاطر السيول المحتملة سواء على البنية التحتية أو التجمعات العمرانية.
- غياب استخدام النماذج الحاسوبية الحديثة ثنائية الأبعاد القائمة على النمذجة الهيدرولوجية والهيدروليكية مثل (HEC-RAS&HEC-HMS) في إنتاج خرائط الغمر، وخرائط المخاطر، وتقييم منشآت مياه السيول التي بدونها لا يمكن معرفة الطاقة الاستيعابية وقدرة هذه المنشآت على تمرير تدفق السيول.

- أهداف الدراسة:

- تأخذ هذه الدراسة أبعادًا اقتصادية، واجتماعية، وتخطيطية مهمة لمتخذي القرار السياسي والتخطيطي بالمملكة العربية السعودية، ويأتي ذلك من خلال مجموعة من الأهداف تتمثل في:
- تحديد المناطق العمرانية المعرضة للغمر بمياه السيول خلال فترات رجوع مختلفة (١٠-٢٥-٥٠-١٠٠ سنة).
 - تحديد مناطق الضرر للمناطق المأهولة بالسكان بمدينة الدلم من خلال خريطة المخاطر.
 - تقديم آلية فعالة، وخطة الحماية والوقاية من مخاطر السيول لاحتواء مشكلات التوسع العمراني للمدينة.

٤- تساؤلات الدراسة:

- هل يعد النموذج الهيدرولوجي (HEC-HMS) النموذج الأكثر ملاءمة لدراسة الخصائص الهيدرولوجية في المناطق الجافة وشبه الجافة؟

- ما حجم السيول والتدفق الأقصى لأحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم خلال فترة رجوع ١٠ و ٢٠ و ٥٠ و ١٠٠ سنة؟
- ما مدى كفاءة استخدام النموذج الهيدروليكي (HEC-RAS) لعمل محاكاة مكانية - زمانية ثنائية الأبعاد وتحديد نطاق الغمر (السهل الفيضي) لعمق وسرعة مياه السيول لأحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم؟
- هل هناك علاقة بين زيادة التوسع العمراني وتغير استخدامات الأرض للمدينة وزيادة مخاطر السيول؟
- هل منشآت تصريف مياه السيول القائمة قادرة على تمرير تدفقات الذروة للأودية المؤثرة عليها؟
- ما هي المناطق العمرانية المعرضة لأخطار السيول بمدينة الدلم؟
- هل يمكن وضع آليات وسيناريوهات تخفيف لحماية المدينة من أخطار السيول؟

- منطقة الدراسة:

• تقع مدينة الدلم على بعد ٩٥ كم جنوب غرب مدينة الرياض، وبين دائرتي عرض $24^{\circ}21'15.74''$ ، $23^{\circ}56'50.35''$ شمالاً، وبين خطي طول $47^{\circ}11'9.79''$ ، $47^{\circ}5'42.18''$ شرقاً، وذلك في منطقة شبه مستوية على ارتفاع ٤٥٠-٥٠٠ متر فوق سطح البحر. وتعد مدينة الدلم ثاني أكبر مدن محافظة الخرج من حيث عدد السكان والمساحة العمرانية بعد الخرج. وترتبط مدينة الدلم بمدينة الرياض وبمحافظة جنوب منطقة الرياض من خلال طريق الرياض - وادي الدواسر، وترتبط بمدينة الخرج ومدينة حرض والمنطقة الشرقية من خلال طريق حرض - وادي الدواسر، وتبلغ مساحتها نحو ٥١ كم^٢، وتتكون مدينة الدلم من ١٤ حيًا سكنيًا، وتتكون خريطة استخدامات الأرض بالمدينة من مناطق عمرانية تقدر مساحتها بحوالي ١٥.٨٨ كم^٢ وأراضي فضاء غير مخططة مساحتها حوالي ٤.٩٢ كم^٢ وأراضي زراعية بمساحة حوالي ٣.٧١ كم^٢ (الشكل رقم ٢).

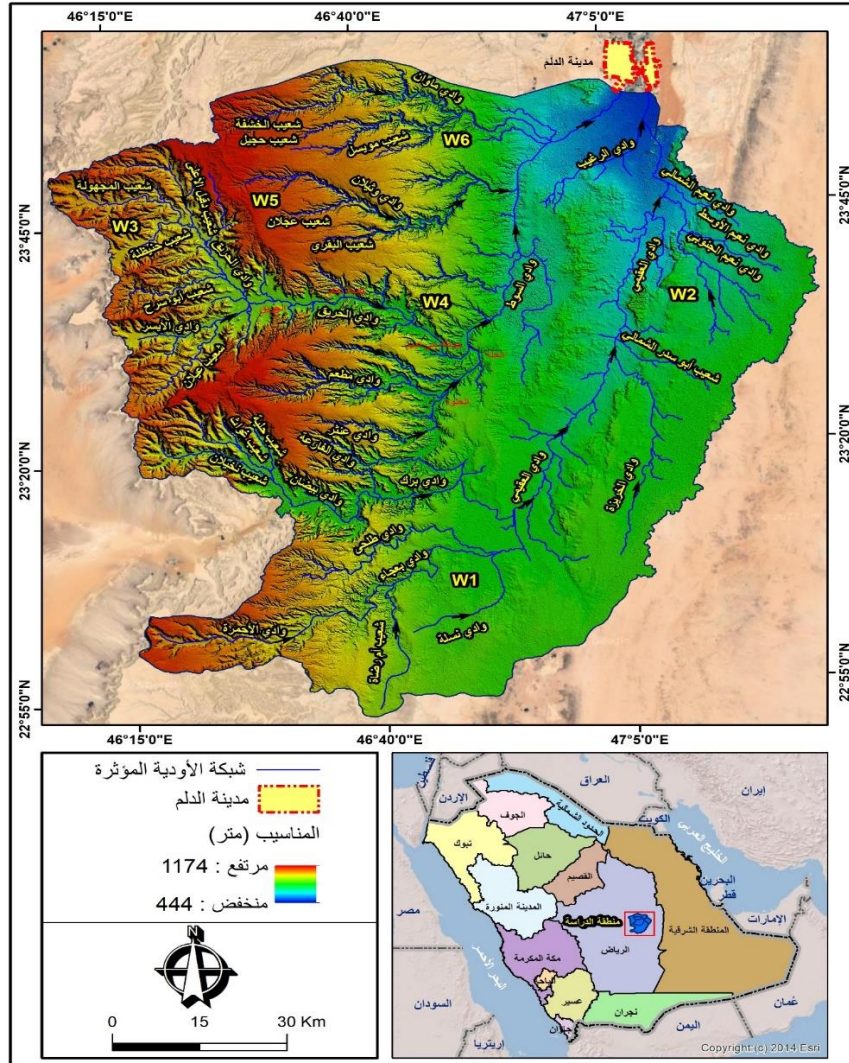
شكل رقم (١): جانب من إشكالية الدراسة - غرق مدينة الدلم في ٧/١٢/٢٠١٧م الموافق ٨/٣/١٤٣٩هـ.



المصدر: <https://sabq.org/saudia>

وبلغ عدد سكان مدينة الدلم نحو ٦٧٦،١٣ نسمة عام ١٤٠٧هـ ارتفع إلى حوالي ٩٧٤،٢٨ نسمة في عام ١٤١٣هـ بمعدل نمو سكاني سنوي يقدر بحوالي ١٣ % سنوياً، ووصل عدد سكان المدينة في عام ١٤٢٥هـ إلى حوالي ٣٤٩٣١ نسمة، ووصل عدد السكان في ١٤٣١هـ إلى ٤٠١١٤ نسمة بمعدل نمو سكاني يقدر بنحو ٢،٣٣٪ خلال الفترة ١٤٢٥-١٤٣١هـ. وبلغ عدد السكان في عام ١٤٤٣هـ ٥٣١٠٧٢ نسمة (الهيئة العامة للإحصاء، ٢٠١٠م، ص ٣)، وتصل الكثافة السكانية العامة على مستوى مدينة الدلم بصفة عامة إلى حوالي ٥٢.٢٨ نسمة/هكتار، وتزيد الكثافة السكانية العامة في حي الصحنه لتصل إلى ٨،٩٥ نسمة/هكتار، وتنخفض في حي الصناعية لتصل إلى ١،٦٩ نسمة/هكتار، وتصل الكثافة السكانية الحضرية على مستوى المدينة إلى ١٥،٩٥ نسمة/هكتار. ويوجد ثلاث مداخل رئيسية تؤدي إلى مدينة الدلم وهي المدخل الشمالي من خلال طريق الرياض - وادي الدواسر، والمدخل الشمال الشرقي من خلال طريق حرص - وادي الدواسر، والمدخل الجنوبي من خلال طريق وادي الدواسر - حرص، (الشكل رقم ٣). وتقع الدلم في منطقة سهلية يحدها من الشرق كثبان رملية تعرف بعرق الضاحي، ويحدها من الغرب مجموعة تلال أشهرها ريع المحسن وجبل أبو ولد، ومن الشمال بلدة نعبان، ومن الجنوب مزارع الرغيب، ومزارع الطيب. وتقع مدينة الدلم في منطقة منخفضة عما حولها، مما يجعلها عرضة للسيول، حيث تتجه السيول من الجنوب الغربي إلى الشمالي الشرقي.

شكل رقم (٢): موقع مدينة الدلم من المملكة العربية السعودية وأحواض التصريف المؤثرة عليها عام ٢٠٢٣م.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على: (أ) الخارطة الرسمية، البوابة الجيومكانية، الهيئة العامة للمساحة، (ب) أطلس خرائط توزيعات نتائج التعداد العام للسكان والمساكن، الهيئة العامة للإحصاء، (ج) المراجعة الفضائية Landsat8/OLI لعام ٢٠٢٣م، (د) نموذج الارتفاع الرقمي بدقة ١٠ متر.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على النطاق العمراني لمدينة الدلم، بلدية محافظة الدلم.

- منهج الدراسة:

اعتمدت هذه الدراسة على منهج شمولية الواقع الجغرافي بأقسامه الثلاثة التي تشمل توزيع الظاهرات، ووصفها، وتصنيفها؛ ثم الربط بين المتغيرات المختلفة، والتحليل والتفسير، ثم التنبؤ والتخطيط والتقويم (صفوح، ٢٠٠٠م، ص ١٢٣)، وعلى المنهج الاستقرائي لتحديد أهم العوامل المؤثرة في زيادة مخاطر السيول بمنطقة الدراسة، كما اعتمدت الدراسة على المنهج السلوكي، من أجل تفسير بعض الضوابط الطبيعية والبشرية، كما اعتمدت الدراسة على منهج التحليل المكاني Spatial Analysis الذي يعتمد على الأساليب الكمية الحديثة في نشأة وتطور الظاهرات من خلال توظيف النموذج الهيدرولوجي (HEC-HMS) في حساب منحني هيدروجراف السيول لأحواض التصريف المختلفة، وتقدير حساب كميات مياه السيول ومعدلات تدفقها اعتماداً على طريقة SCS Unit Hydrograph، وتم حساب خصائص الأمطار Rainfall depth لأحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم خلال فترات رجوع مختلفة باستخدام برنامج HYFRAN، بالإضافة إلى توظيف GIS&RS في إنتاج خرائط استخدامات الأرض وخرائط التربة لأحواض التصريف التي تعد المدخلات الأساسية لتشغيل النموذج الهيدرولوجي، وبناء نموذج ثنائي الأبعاد لبرنامج (HEC-RAS)، لتحديد نطاق الغمر وعمق وسرعة مياه سيول لأحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم.

- الدراسات السابقة:

من خلال الحصر التصنيفي الذي قام به الباحث لدراسات السيول بصفة عامة والنمذجة المكانية - الزمانية لها بصفة خاصة داخل وخارج المملكة العربية السعودية أمكن تصنيف الدراسات السابقة على النحو الآتي: دراسة علي وطارق (Ali and Tariq, 2001) عن الخصائص الطبيعية والهيدرولوجية لحوض وادي يللمم بتطبيق نموذج سنايدر في تقدير كمية التصريف، وذروة التصريف وحجمه خلال نصف ساعة لقطاعات الحوض الثلاثة (هيثان - نيات - يللمم)، وقد تراوحت قيم تدفق الذروة للثلاث مناطق ما بين ٣٧٠-٦٣٥ م^٣/ث، وبلغ التدفق الأقصى لحوض وادي يللمم الكلي ١٦١٠ م^٣/ث.

دراسة الأحمدى (AlAhmadi, 2005) عن نمذجة جريان الأمطار في المناطق القاحلة في المنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية، حيث تناولت هذه الدراسة استخدام النموذج الهيدرولوجي (HEC-HMS) في ثلاثة أحواض فرعية مختلفة متوسطة الحجم وهي: أعالي وادي الليث، وأعلى وادي طبالة، وأعلى وادي يبا.

دراسة الجعيدى وبوروية (٢٠٠٧م)، حيث تناولت هذه الدراسة تطبيق نموذج سنايدر لتقدير تدفق الذروة للسيول في حوض وادي العين بالخرج، وهذا النموذج يضم في مدخلاته بعضاً من المتغيرات المورفومترية والتي تم استخلاصها من بيانات القمر الفرنسي سبوت- لتقدير ذروة التدفق السيلي، كما عملاً على حساب زمن التركيز والتدفق النوعي، وحجم الجريان السطحي وعمقه وقوته لمعرفة الخصائص الهيدرولوجية لسيول وادي العين.

دراسة بوروية (٢٠٠٧م) عن الدراسة الهيدرولوجية لتقدير حجم سيول حوض وادي عتود، تم من خلالها تقدير حجم السيول وتدفق الذروة الأقصى والمتوسط والأدنى لأحواض أودية عتود الأعلى، ومربا، وضلع، بتطبيق نموذج سنايدر Snyder، وقد تراوحت قيم تدفق الذروة الأقصى بين ٩.١٣٥٤ و ٥.١٨٨٦ م^٣/ث، وقيم تدفق الذروة المتوسط بين ٤.١٣٦ و ١.١٨٥ م^٣/ث، وقيم تدفق الذروة الأدنى بين ١.٣٦ و ٨.٤٩ م^٣/ث في حوضي عتود الأعلى ووادي ضلع على التوالي.

دراسة الجعيدى (٢٠٠٨م)، حيث هدفت هذه الدراسة إلى تطبيق نموذج سنايدر لتحديد الخصائص الهيدرولوجية وخصائص السيول في أحواض السدود المقترحة على وادي العين وماوان، ووجد بأن الفارق بين القيم الدنيا والقصوى في كلا الحوضين متساوية، بينما بلغت فترة استجابة سد حوض وادي العين لأقصى ذروة تدفق ١.٤٩ ساعة وفي سد حوض وادي ماوان بلغت ١.٢٨ بفارق ٢٠ دقيقة.

دراسة غانم (٢٠٠٨م) عن أسباب الفيضانات في المناطق الجافة وشبه الجافة بالتطبيق على مدينة معبر اليمنية، حيث تهدف هذه الدراسة إلى معرفة وفهم خصائص وأسباب الفيضانات التي تغمر اجزاء كبيرة من مدينة معبر، وقد أظهرت الدراسة أن العوامل الرئيسة المسببة للفيضانات تتضمن عوامل طبيعية وبشرية، وقد بلغ حجم المياه

المتوقع تراكمها خلال حدوث العاصفة التصميمية حوالي ٦٤٧٦٦٠ متر مكعب مما سيؤدي إلى غمر أجزاء واسعة من المدينة.

دراسة الأحمدى وصبياني (AlAhmadi and Subyani, 2011) عن نمذجة جريان الأمطار في منطقة المدينة في غرب المملكة العربية السعودية، حيث تناولت هذه الدراسة نماذج SCS للتنبؤ بالاستجابة الهيدرولوجية لخمسة وديان جافة غير مقيدة في منطقة المدينة وهي المستورة والماريج وصفرة والفراغة والعقيق، وإنتاج خرائط إقليمية للحد الأقصى لهطول الأمطار المحتمل (PMP) والسيول القصوى المحتملة (PMF) لهذه المنطقة من الدراسة.

دراسة يوسف وآخرون (Youssef, et al, 2011) عن تقدير السيول المفاجئة على طول طريق سانت كاترين في جنوب سيناء باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والخصائص المورفومترية وصور الأقمار الصناعية، حيث تهدف هذه الدراسة إلى إنشاء خرائط التعرض لمخاطر السيول باستخدام طريقة الشامي وطريقة تقييم دقة الخطر المورفومترية وتحديد الأحواض الفرعية ذات القابلية العالية للتعرض للسيول، ووضع الخطط المناسبة للتخفيف من آثار السيول.

دراسة داوود وآخرون (٢٠١٢م) عن تقييم مخاطر الفيضانات المفاجئة بمدينة مكة المكرمة بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية، حيث تم تطوير نظام معلومات جغرافي لتحديد حجم وتوزيع خصائص الفيضانات مكانياً، وذلك عن طريق دمج عدة قواعد معلومات طبوغرافية ومناخية وجيولوجية واستخدامات الأراضي، في إطار متكامل يستخدم طريقة منحني الأرقام CN لنمذجة الفيضانات في الأودية القاحلة التي لا تتوافر عندها قياسات حقيقية للفيضان.

دراسة باجابا وآخرون (Bajabaa, et al, 2013) عن تقييم مخاطر السيول المفاجئة في حوض وادي الليث اعتماداً على قياس الخصائص المورفومترية التفصيلية لحوض الليث، تم تحديد مخاطر السيول المفاجئة لحوض الليث وأحواضه الفرعية وتصنيفها إلى ثلاث مجموعات (درجة خطورة عالية، درجة خطورة متوسطة، ودرجة خطورة منخفضة)، وتخطيط تجميع مياه الأمطار وإدارة أحواض التصريف في مناطق المعرضة لخطر السيول.

دراسة خسروي وآخرون (Khosravi, et al, 2016) عن تقييم التأثير بالسيول المستند إلى نظم المعلومات الجغرافية ورسم الخرائط في إيران، حيث هدفت هذه الدراسة إلى إعداد خرائط الحساسية للسيول باستخدام أربعة نماذج، وهي نسبة التردد (FR)، وأوزان الأدلة (WofE)، وعملية التحليل التسلسلي الهرمي (AHP)، ومجموعة نسبة التردد مع التحليل التسلسلي الهرمي (FR- AHP)، وقد أظهرت النماذج الأربعة دقة معقولة في تحديد المناطق المعرضة للسيول.

دراسة الأحمدى وآخرون (AlAhmadi, et al, 2016) عن النمذجة الهيدرولوجية القاحلة في وادي العقيق في المدينة المنورة بالمملكة العربية السعودية، حيث تناولت هذه الدراسة تقدير هيدروجراف مياه السيول وتصريف الذروة، وتقييم خصائص التدفق من محاكاة جريان الأمطار لروافد وادي العقيق باستخدام HEC-HMS، ونموذج Talbot، وتراوحت نسبة الجريان السطحي المباشر لوادي العقيق في ما بين ٢٥٪ و ٢٨٪ من إجمالي هطول الأمطار.

دراسة درويش (٢٠١٧م) عن النمذجة الخرائطية لمخاطر السيول في حوض وادي منى بمكة المكرمة باستخدام طريقة CN، حيث تهدف هذه الدراسة إلى تقدير حجم ومخاطر السيول في حوض وادي منى باستخدام طريقة CN التي تعتمد في تقدير الجريان السطحي على استخدامات الأرض والمجموعة الهيدرولوجية للتربة والرطوبة المسبقة للتربة والأمطار، وقد بلغ عمق الجريان لحوض وادي منى ١٧٢ مم وبلغ حجم الجريان ٣١٥٨٤٢٣ م^٣ وبلغت ذروة التدفق ٣٧٨.٨٥ م^٣/ث.

دراسة الأحمدى (AlAhmadi, 2017) عن التقدير الأمثل للمعلومات في نمذجة السيول المفاجئة لأعلى وادي الليث، غرب المملكة العربية السعودية، حيث تهدف هذه الدراسة إلى التحقق في الاستفادة المثلى من طريقة (SCS-CN) لإنتاج تصريفات تدفق الذروة المعاييرة في الجزء العلوي من وادي الليث، وقد أظهرت الدراسة أنه ويتراوح الفرق بين نسبة تدفق الذروة الملحوظة والمحاكاة من ٢٠٪ إلى ٣٨٪.

دراسة فرحان وعايض (Farhan and Ayed, 2017) عن تقييم مخاطر السيول المفاجئة في مستجمعات المياه الجافة في الأردن، حيث تهدف هذه الدراسة إلى استخدام تحليل الخصائص المورفومترية لتحديد مخاطر السيول المفاجئة لأحواض التصريف

الفرعية لحوض وادي فيران، وتحديد المناطق ذات الحساسية المرتفعة، ووضع الحلول المناسبة للتخفيف من مخاطر السيول.

دراسة الزهراني وآخرون (Al-Zahrani, et al, 2017) عن تقدير احتمالية وقوع السيول في المناطق الحضرية، حيث تهدف هذه الدراسة إلى بناء نموذج محاكاة السيول لمنطقة مستجمع المياه في مدينة حفر الباطن، ويمكن استخدام نتائج هذه الدراسة لأغراض التخطيط وفي تصميم هياكل التحكم في السيول حيث قدرت الدراسة الجريان السطحي المقابل لعواصف التصميم المختلفة في تحديد مناطق السيول.

دراسة الدغيري والعوضي (٢٠١٧م) عن التحليل الهيدرولوجي وتقدير حجم السيول في حوض وادي الوطاة بمنطقة القصيم، وأظهرت الدراسة أن تدفق الذروة في وادي الوطاة المحسوب بنموذج سنايدر Snyder في فترات الرجوع (١٠،٥٠،٢٥،١٠،٥) سنة) يتراوح ما بين ٣.٢٦ م^٣/ث - ٥٦٠.٠٤ م^٣/ث، بينما يتراوح تدفق الذروة في وادي الوطاة باستخدام طريقة SCS ما بين ١٥٨ م^٣/ث - ٢٧٠٩٠ م^٣/ث.

دراسة عبد الكريم (AbdelKarim, 2019) عن تقييم مخاطر السيول المحتملة على طريق جازان - أبها بالمملكة العربية السعودية، حيث تهدف هذه الدراسة إلى تقديم مقترح ونهج جديد لتقييم مخاطر السيول المحتملة لمشاريع البنية التحتية من خلال نموذج حالة طريق جازان - أبها من خلال إنشاء خريطة لتصنيف المناطق المعرضة لمخاطر السيول لطريق جازان - أبها استناداً لنموذج HEC-HMS و HEC-RAS، ووضع خرائط الحلول والمقترحات والبدائل المناسبة لدرء مخاطر السيول.

دراسة عبد الرازق وآخرون (Abdulrazzak, et al, 2019) عن تقييم مخاطر السيول المفاجئة في البيئة الحضرية الجافة، حيث هدفت هذه الدراسة إلى استخدام تقنية مصفوفة المخاطر بالتطبيق على الجامعات الإسلامية في المدينة المنورة، المملكة العربية السعودية، وقد اعتمدت على تكامل النماذج الهيدروليكية للنموذج الهيدرولوجي لتحديد مناطق السيول، حيث تعد مصفوفة مخاطر السيول أداة كمية لتقييم مخاطر الفيضانات الذي يعد أمراً حاسماً لصانعي القرار.

دراسة عبد الكريم وجابر (AbdelKarim and Gaber, 2019) عن تقييم مخاطر

السيول لحوض وادي نعمان، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية خلال الفترة ١٩٨٨-٢٠١٩م، استناداً إلى التكامل ما بين الجيوماتكس والنمذجة الهيدروليكية، وتهدف هذه الدراسة إلى تقييم التأثير الفعال للسيول المفاجئة لحوض وادي نعمان على المناطق الحضرية، وتقديم خريطة مخاطر السيول من خلال خريطة مصفوفة المخاطر، وتقديم بدائل الحماية المقترحة لمنطقة الدراسة.

دراسة عبد الكريم وآخرون (AbdelKarim, et al, 2019) عن تطبيق نهج جديد لتحديد المناطق العمرانية المعرضة لمخاطر السيول لمدينة تبوك، حيث هدفت هذه الدراسة إلى تحديد تأثير مخاطر السيول على المناطق العمرانية حيث تتعرض مدينة تبوك لمهاجمة ٥ أودية رئيسة وتحمل هذه الأودية إلى سيول مفاجئة مما يؤثر على المناطق الحضرية، مع تقديم آلية مقترحة لحماية المدينة عن طريق التكامل بين النمذجة الهيدرولوجية والهيدروليكية.

دراسة عبد الكريم وآخرون (AbdelKarim, et al, 2019) عن تكامل الاستشعار عن بعد والنمذجة الهيدرولوجية في تقييم أثر تغير مورفولوجية استخدامات الأرض على زيادة مخاطر السيول التي تسببت في انجراف مسار قطار الرياض - الدمام، ونتج عن ذلك أضرار في الأرواح والممتلكات والبنية التحتية نتيجة إعادة تخطيط استخدامات الأرض بالتعدي على الأودية الطبيعية وهو الأمر الذي أدى إلى فقدان التوازن البيئي والأيكولوجي لخصائص منطقة الدراسة.

دراسة عبد الكريم والدوسري (٢٠١٩م) عن التكامل بين نظم المعلومات الجغرافية والنمذجة الهيدرولوجية والهيدروليكية عند تقدير مخاطر سيول وادي سمين المؤثر على مدينة أملج بمنطقة تبوك، حيث تهدف هذه الدراسة إلى تطوير نموذج ثنائي الأبعاد لحساب سرعة وعمق وانتشار سيول وادي سمين المؤثر على مدينة أملج من أجل تحديد المناطق العمرانية المعرضة للسيول، وتحديد مؤشر المخاطر وتصميم استراتيجيات للتخفيف من آثار السيول المحتملة.

دراسة عبد الكريم وآخرون (AbdelKarim, et al, 2020) عن رسم خرائط لمخاطر

السيول باستخدام الرتب المورفومترية، حيث هدفت هذه الدراسة إلى تطوير نهج تكاملي لرسم خرائط مخاطر السيول على طول مسار قطار الشمال في مدينة القريات بالمملكة العربية السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونمذجة المخاطر للرتب المورفومترية، واقتراح حلولاً استراتيجية للتخفيف والحماية من الآثار السلبية وتحسين مستوى الوعي بجيو مورفولوجيا السيول.

دراسة عبد الكريم وآخرون (AbdelKarim, et al, 2020) عن التكامل بين تحليل القرار متعدد المعايير القائم على نظم المعلومات الجغرافية والتحليل التسلسلي الهرمي في تحديد مخاطر السيول، حيث هدفت هذه الدراسة إلى تطوير خريطة التعرض للسيول وتحديد المناطق المعرضة للسيول على طول مسار قطار الشمال، والتنبؤ بمدى تعرض المناطق العمرانية والأراضي الزراعية والبنية التحتية لمخاطر السيول المحتملة في المستقبل، وتقديم حلول إستراتيجية وتوصيات لتخفيف وحماية هذه المناطق من الآثار السلبية للسيول.

دراسة عبد الكريم (٢٠٢١م) عن أخطار السيول على مسار السكة الحديدية لحوض وادي باير المؤثر على مسار قطار الشمال جنوب مدينة القريات بالمملكة العربية السعودية، حيث هدفت هذه الدراسة إلى تقييم مخاطر السيول لحوض وادي باير وتحديد المناطق العمرانية والزراعية ومرافقة البنية التحتية لمسار قطار الشمال الواقعة فيحرم وادي باير وروافده ومصباته والمعرضة لمخاطر السيول وتحديد مستويات الخطر بكل جزء منها، وتقديم آلية فعالة لتخفيف مخاطر السيول المحتملة عليها.

ومن خلال عرض الدراسات السابقة تبين أنه يُعد نموذج سنايدر من أكثر النماذج الرياضية التي يستخدمها الباحثون العرب في تقدير تدفق الذروة للسيول، ويعتمد هذا النموذج في مدخلاته على بعض السمات المورفومترية لأحواض التصريف والتي يتم استخلاصها من بيانات صور الأقمار الصناعية أو الخرائط التقليدية، وبالرغم من تطبيق هذا النموذج في معظم الدراسات التي تم حصرها إلا أنه يؤخذ عليه اعتماده على قيم لمعامل تدفق الذروة $peak\ flow\ factor\ (ct)$ وزمن تدفق الذروة $time\ of\ peak\ flow\ (cp)$ مقاسة من أحواض مجاورة ومشابهة للأحواض المدروسة، كما لم يظهر في تلك الدراسات حساب زمن

الوصول للذروة (Tp)، الأمر الذي سيؤدي إلى عدم الدقة في تحديد الزمن الأساسي للسيول (البارودي، وآخرون ٢٠١٣م، ص ٧٧٦)، وعلى الرغم من أن طريقة سنايدر موجودة ضمن النماذج الهيدرولوجية المعروفة مثل (HEC-1 و HEC-HMS)، التي يقدمها المشغل الرئيس برنامج نظام نمذجة الأحواض المائية (WMS)، إلا أنه لم يتم استخدامه ضمن هذه النماذج المعروفة التي طبقت على نطاق واسع محلياً وعالمياً، ومن ثمّ قلت فرص استخدامه بطريقة آلية واحترافية ودقيقة، حيث أن هذا النموذج يفقد الدقة في بناء المدخلات أو تحليل النتائج النهائية للسيول، كما أن هذا النموذج لا يستخدم حالياً لدى الجهات المخول لها إعداد واعتماد الدراسات الهيدرولوجية في المملكة العربية السعودية التي جنحت منذ فترة بعيدة إلى استخدام نماذج (HEC-RAS، HEC-HMS) في دراساتها.

كما تبين أنه لم يحظى موضوع النمذجة المكانية - الزمانية للسيول بالمناطق العمرانية على اهتمام الباحثين الجغرافيين، على الرغم من الحاجة الضرورية لبناء هذه النماذج في ظل التغيرات المناخية، والتوسع العمراني المفرط والتي شهدتها المدن السعودية خلال الثلاثين عاماً الماضية، هذا إلى جانب أن معظم أحواض التصريف بالمملكة العربية السعودية غير مقاسة هيدرولوجياً الأمر الذي يحتم من استخدام النماذج الهيدرولوجية والهيدروليكية، وعلى الرغم من تطور النماذج الهيدرولوجية والهيدروليكية وانتشارها حيث أصبح الكثير منها مجاني ومتاح، وأصبح استخدامها واسع الانتشار في الجهات السعودية الحكومية والخاصة مثل وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان، والهيئة العامة للمساحة الجيولوجية، إلا أن مواكبة هذا التطور واستخدامه في الدراسات الهيدرولوجية لم يكن على القدر الكافي في المدرسة الجغرافية العربية، حيث أن نموذجي (HEC-RAS و HEC-HMS) تم اختبارهما ومعايرتهما على نطاق عالمي في دراسات النمذجة الهيدرولوجية والهيدروليكية المختلفة إلا أنه لم يتم استخدامها الاستخدام الأمثل في دراسة أحواض التصريف بالمناطق العربية، أن موضوع النمذجة المكانية - الزمانية للسيول ثنائية الأبعاد، وتحديد ما يعرف بنطاق الغمر للمناطق العمرانية لم يدخل حيز دائرة الاهتمام في الدراسات الجغرافية حتى الان، فعظم الدراسة السابقة التي تم حصرها تعتمد بشكل رئيسي على نماذج بسيطة مثل سنايدر (Snyder)

ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) دون التدخل بعمق إلى استخدام نموذجي (HEC-HMS و HEC-RAS) واستخدامهما في بناء نماذج مكانية - زمانية ثنائية الأبعاد، وبالنظر لمعظم الدراسات السابقة وخاصة لدى الباحثين الجغرافيين فأنا نلاحظ الاهتمام الشديد بالخصائص الجيومورفولوجية والمورفومترية وبعض الخصائص الهيدرولوجية الأخرى دون الوصول إلى نمذجة السيول أو تحديد نطاق الغمر، خاصة أن موضوع النمذجة المكانية - الزمانية للسيول يحتاج إلى بيانات ومدخلات دقيقة لتشغيلها الأمر الذي حد من انتشارها لدى الجغرافيين، وبالتالي فإن المدرسة الجغرافية العربية تعاني من أزمة منهجية لمقرراتها الدراسية خاصة في الجغرافيا الطبيعية (الدراسات الهيدرولوجية)، وترتب على هذه الأزمة تخرج أجيال من الجغرافيين تجهل الحديث من العلم وتفتقر إلى المشاركة في سوق العمل، وما يميز الدراسة التي نحن بصددتها أنها من الدراسات القليلة في المكتبة العربية التي دمجت النمذجة الهيدرولوجية ممثلة في برنامج (HEC-HMS) والنمذجة الهيدروليكية (HEC-RAS) لتحديد مناطق الغمر بمدينة الدلم، ووضع استراتيجيات التخفيف ولحماية المدينة من السيول.

٨- إجراءات الدراسة ومعالجة البيانات:

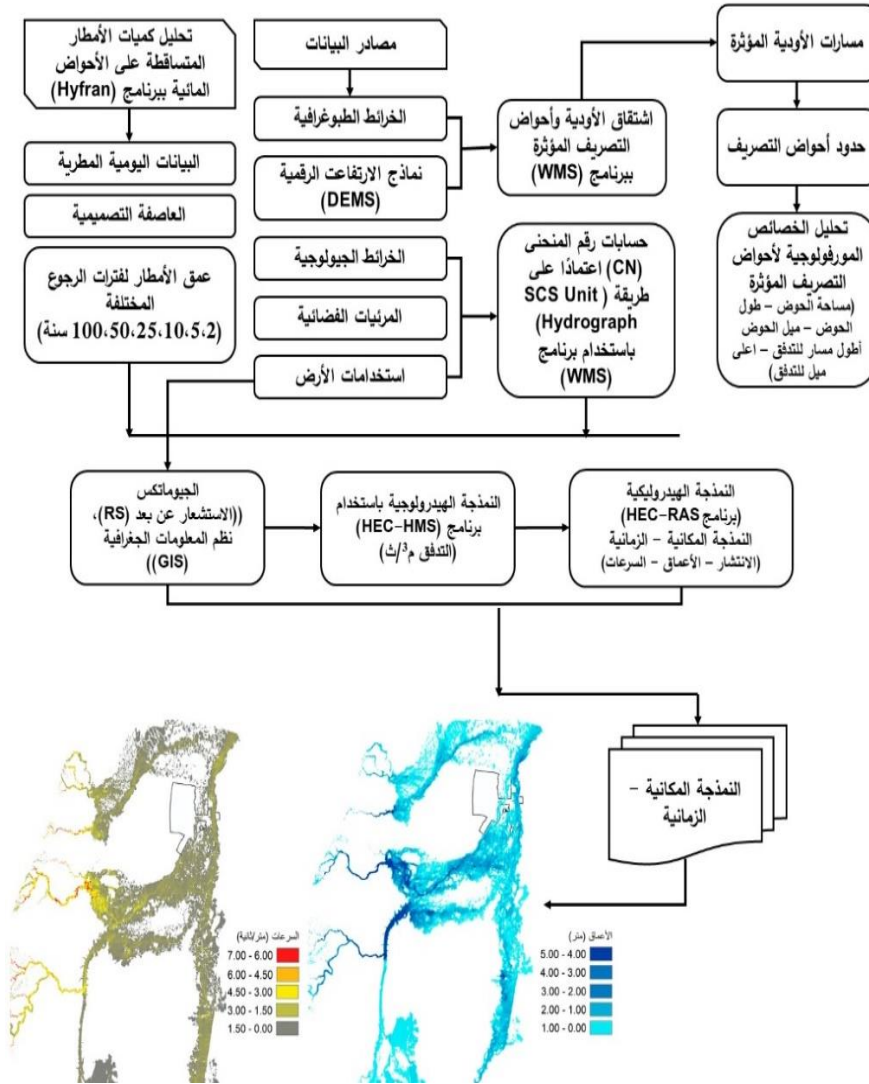
يوضح الشكل رقم (٤) المنهجية المتبعة وإجراءات الدراسة في تطوير نهج تكاملي لبناء وتطوير نمذجة مكانية - زمانية للسيول بالمناطق العمرانية للأودية المؤثرة على مدية الدلم، والتي تعتمد على نهج دمج الجيوماتكس والنمذجة الهيدروديناميكية من خلال إنتاج أربعة خرائط رقمية وهي خريطة نطاق الغمر لمياه السيول، وخريطة عمق مياه السيول، وخريطة سرعة مياه السيول، ويمكن تتبع خطوات معالجة البيانات على النحو التالي:

٨-١ تحديد مصادر البيانات:

٨-١-١ الخرائط والصور الفضائية:

يحتاج النموذج الهيدرولوجي (HEC-HMS) والهيدروليكي (ECR-RAS) المستخدمان في هذه الدراسة كغيرهما من النماذج الهيدروديناميكية إلى توفير العديد من مصادر البيانات كما هو موضح بالجدول رقم (١)

شكل رقم (٤): منهجية وإجراءات الدراسة عام ٢٠٢٣م.



المصدر: من عمل البحث اعتماداً على النمذجة الهيدرولوجية والهيدروليكية ونظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

جدول رقم (١): بيانات الإدخال ودرجة الوضوح المكانية ومصادرها المستخدمة في الدراسة عام ٢٠٢٣ م

المعايير	البيانات المستخدمة		الهيئات / المواقع المستخدمة للحصول على البيانات
	المصدر	المقياس / الدقة المكانية	
الأودية	نموذج الارتفاع الرقمي	١٠ متر	مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، معهد بحوث الفضاء
	الخرائط الطبوغرافية	١:٥٠.٠٠٠	الهيئة العامة للمساحة
الانحدارات	نموذج الارتفاع الرقمي	١٠ متر	مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، معهد بحوث الفضاء
استخدامات الأرض	المرئية الفضائية Landsat 8	٣٠ متر	http://earthexplorer.usgs.gov
استعمالات الأرض التفصيلية		١:١٠.٠٠٠	وكالة تخطيط المدن، وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان
محطات الأمطار	الخرج (R002) – المصانع بالرياض (R001) – ديراب (R007) – ضرما (R112) – حوطة بني تميم (R115) – الغيل (R008) – الحريق (R104) – الغيل (R107)		وزارة البيئة والمياه والزراعة
المجموعة الهيدرولوجية للتربة	خرائط التربة	١:٢٥٠.٠٠٠	وزارة البيئة والمياه والزراعة
الجيولوجيا	الخرائط الجيولوجية	١:٢٥٠.٠٠٠	هيئة المساحة الجيولوجية السعودية
العبارات والجسور	الرفع المساحي		بلدية محافظة الدلم
	الدراسة الميدانية للباحث		زيارة منطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على مصادر البيانات أعلاه في الجدول.

٨-١-٢ الدراسة الميدانية:

لعبت الزيارة الميدانية لمنطقة الدراسة دورًا مهمًا في تحديد الأودية ومسارات الشعاب بمنطقة الدراسة، وتقييم المنشآت الهيدروليكية القائمة، حيث تمت في شكل زيارات استطلاعية، وقد تم الاستعانة ببلدية محافظة الدلم وبعض الإدارات المختلفة، هذا إلى جانب المقابلات الشخصية مع بعض المواطنين، وذلك بهدف التعرف عن كثب على المشكلات وحجمها، حيث تم الوقوف على حجم وعدد منشآت درء أخطار السيول القائمة والمتمثلة في العبارات والكباري والجسور والسدود، وذلك من خلال الاستعانة بجهاز (GPS) واستمارة المعلومات، كما تم الوقوف ميدانيًا على النقاط الحرجة التي تتعرض لمخاطر سيول أثناء مهاجرة السيول للمدينة، وذلك من خلال ردود المواطنين والجهات المسؤولة، كما تم الوقوف ميدانيًا على مسارات الأودية داخل وخارج المدينة ومطابقتها مع الخرائط الطبوغرافية ونماذج الارتفاعات الرقمية.

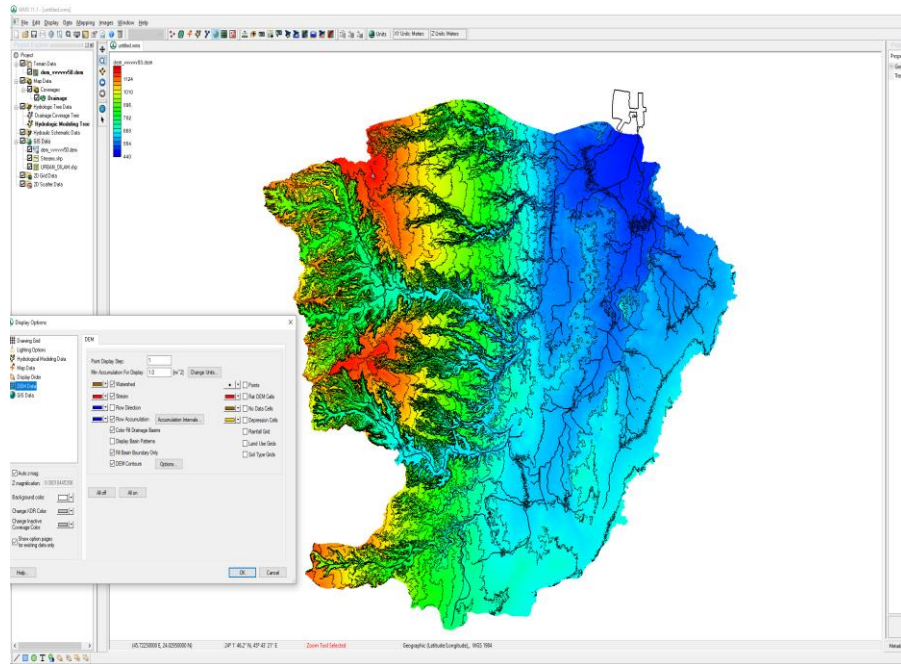
٨-٢ النمذجة الهيدرولوجية والهيدروليكية (النمذجة الهيدروديناميكية):

٨-٢-١ برنامج نظام نمذجة الأحواض المائية (Watershed Modeling System)
((WMS)):

تمت عملية اشتقاق وترسيم الأودية والأحواض باستخدام برنامج نظام نمذجة الأحواض المائية ((Watershed Modeling System (WMS)) وذلك من خلال النموذج (Drainage Module) من قائمة (DEM) وهي القائمة الأساسية في اشتقاق وترسيم الأحواض والأودية من خلال (Compute flow direction/Accumulation) ليقوم البرنامج بعمل (TOPAZ) لتحديد اتجاهات الجريان ومسارات الأودية، بالإضافة إلى استخراج الخصائص المورفومترية من خلال النموذج (Drainage Module) عن طريق (Compute basins Data)، ويقدم برنامج (WMS) قائمة عريضة من الطرق الرياضية لحساب زمن التركيز والتأخير مثل طريقة كلارك ((Clark (UC))، وطريقة سنايدر ((Snyder (US))، وطريقة إدارة خدمات المحافظة على التربة ((SCS dimensionless (UD))، وطريقة

المنحنى المائي الوجدوي المعطى (المرصود) ((Given unit Hydrograph (UI)، وطريقة الأمواج الكينماتيكية ((Kinematic wave (UK)، بالإضافة إلى استخدام طريقة الوزن النسبي لمحطات المطر (Precipitation Gage Weight) لإنشاء مضلعات تيسين (Thiessen Polygon) داخل برنامج (WMS) لحساب عمق المطر لمحطات الأمطار المؤثرة على منطقة الدراسة، (عبد الكريم، ٢٠٢٠م، ص ٣٦)، (الشكل رقم ٥).

شكل رقم (٥): واجهة برنامج نظام نمذجة الأحواض المائية (Watershed Modeling System (WMS)) لأحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم عام ٢٠٢٣م.



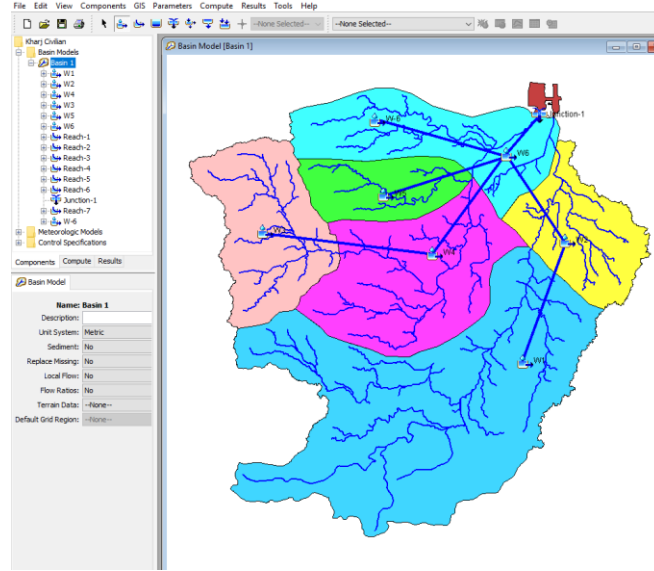
المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على برنامج نظام نمذجة الأحواض المائية (Watershed Modeling System (WMS)).

٨-٢-٢ النمذجة الهيدرولوجية ذو النظام الهندسي (HEC-HMS) (النمذجة الزمانية للسيول):

حقق نموذج (HEC- HMS) انتشاراً واسعاً في اشتقاق وحدة الهيدرولوجراف للأحواض غير المقاسة في المناطق الجافة، حيث يقوم النموذج بعمل النمذجة الزمانية لمياه السيول من خلال محاكاة العواصف المطرية للفترات التكرارية المختلفة (١٠، ٢٠، ٥٠، ١٠٠ سنة)، وفي عام ٢٠١٧م اعتمدت المملكة العربية السعودية هذه النماذج رسمياً من خلال وزارة الشؤون البلدية والقروية، والهيئة العامة للمساحة الجيولوجية باعتبارهما الجهتين المنوط بهما اعتماد الدراسات الهيدرولوجية حيث صدر الأمر السامي الكريم رقم ٢٨٨٦٥ في ٢٨/٣/١٤٣٨هـ بتعميم استخدام برنامجي (HEC- HMS) و (HEC-RAS) عند إعداد الدراسات الهيدرولوجية والهيدروليكية، وذلك لدرء مخاطر السيول في جميع أنحاء المملكة العربية السعودية (عبد الكريم، ٢٠٢٠م، ص ٦٢)، الشكل رقم (٦).

وقد تم استخدام طريقة رقم المنحنى (Runoff Curve Number) حيث تستخدم هذه الطريقة لتقدير الجريان السطحي وتحديد التدفقات العظمى لمياه السيول وحساب هيدرولوجراف السيل بعد خصم قيم الفواقد المختلفة من مياه الأمطار المتساقطة على حوض الصرف طبقاً لخصائص التربة والانشطة المقامة عليها واستخدامات الأراضي، ويعبر عن هذه الفواقد بمعامل يطلق عليه رقم منحنى الجريان السطحي (Runoff Curve Number).

شكل رقم (٦): واجهة النموذج الهيدرولوجي لبرنامج HEC-HMS لأحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم عام ٢٠٢٣م.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على النموذج الهيدرولوجي HEC-HMS.

ويتم الحصول على معدل التدفق الأقصى للجريان السطحي لمياه السيول فوق سطح حوض التصريف باستخدام المعادلة التالية:

$$(١) \quad Q = qu * AB * R * F$$

حيث:

Q = التدفق الأقصى لمياه السيول على كامل مساحة حوض التصريف (م^٣/ثانية).

qu = وحدة التدفق الأقصى (م^٣/ثانية/كم^٢/مم).

AB = مساحة حوض التصريف (كم^٢).

R = عمق جريان مياه السيل (Runoff Depth) المتوقع حدوثه على وحدة المساحات من حوض التصريف (مم).

F = معامل لتصحيح قيمة الجريان السطحي نتيجة وجود برك التجميع بحوض التصريف.

$$(٢) \quad qu = (10Co - 3.36609) * (TcC1 + C2 \log(Tc))$$

حيث:

qu = وحدة التدفق الأقصى (م^٣/ ثانية / كم^٢/ مم).

T_c = زمن التركيز (ساعة).

C_0, C_1, C_2 = ثوابت تتوقف قيمتها على نسبة الفواقد الابتدائية من مياه الأمطار والإستيعاب الأولي لحوض التصريف (I_a/P).

I_a = مقدار الفواقد الابتدائية واستيعاب الحوض الأولي للعاصفة الممطرة (مم).

P = أقصى معدل يومي لشدة تساقط الأمطار للعاصفة الممطرة التصميمية (مم/ يوم).

ويتم تحديد أقصى فقد أو تخزين من الممكن حدوثه في تربة حوض الصرف (S) وكذلك قيمة الفقد الابتدائي (I_a) المتوقع حدوثه في حوض الصرف، باستخدام المعادلة التالية:

$$(٣) \quad S = 25.4 (1000/CN - 10)$$

$$(٤) \quad I_a = 0.2S$$

حيث:

S = أقصى عمق تخزيني بالتربة (مم).

CN = رقم المنحنى والذي يتم تقديره طبقاً للمواصفات العالمية.

I_a = الفقد الابتدائي (عند بداية حدوث العاصفة المطيرة) (مم).

وقد تم الاعتماد أيضاً على خرائط استعمالات الأراضي وغطاء التربة من هيئة المساحة الجيولوجية السعودية (SGS) في تحديد غطاء التربة لأحواض التجميع المؤثرة على النقاط محل الدراسة. وقد تم تقديره باستخدام برنامج (WMS)، حيث تم استخدام الخريطة الجيولوجية وخرائط التربة للمملكة العربية السعودية وتم إعداد ملف لاستخدامات الأراضي بناءً على أحدث الصور الجوية وتم إضافتهم للبرنامج الذي قام بدوره بحساب الـ (CN) لكل منطقة في أحواض التجميع، ثم يتم حساب عمق جريان مياه السيل (R ، Runoff Depth) المتوقع حدوثه على وحدة المساحات من حوض التصريف (مم) صماته، باستخدام المعادلة التالية:

$$(٥) \quad R = \frac{(P - I_a)^2}{(P + 0.8S)}$$

حيث:

P = أقصى معدل يومي لتساقط الأمطار المناظر لفترة التكرار التصميمية (مم).
يعتمد شكل هيدروجراف السيل الناتج من طريقة رقم المنحنى على مساحة حوض التصريف وزمن التأخير (Lag Time, TL) وعادة يحسب زمن التأخير على أنه يساوي ٦٠٪ من زمن التركيز بحوض التصريف.

هناك خمس طرق لتوجيه القنوات في (HEC- HMS)، تم استخدام طريقتين منها هنا:
(١) تستخدم طريقة توجيه Muskingum تقديراً بسيطاً للفرق المحدود لحل المعادلة التالية:

$$(٦) \quad O_t = \left(\frac{\Delta t - 2KK}{2K(1-X) + \Delta t} \right) I_t + \left(\frac{\Delta t - 2KK}{2K(1-X) + \Delta t} \right) I_{t-1} + \left(\frac{2K(1-X) + \Delta t}{2K(1-X) + \Delta t} \right) O_{t-1}$$

حيث:

O = هو التدفق الخارج.

I = التدفقات الداخلة

t time و K و X هي معلمات تعتمد على خصائص القناة والتدفق.

(٢) تعتمد طريقة النبض المعدلة، والمعروفة أيضاً باسم توجيه التخزين أو طريقة توجيه تجمع المستوى، على تقريب الفروق المحدودة لمعادلة الاستمرارية وتقترن بتمثيل تجريبي لمعادلة الزخم. التعبير النموذجي معطى بواسطة

$$(٧) \quad \left(\frac{S_t}{\Delta t} + \frac{O_t}{2} \right) = \left(\frac{I_{t-1} + I_t}{2} \right) + \left(\frac{S_{t-1}}{\Delta t} + \frac{O_{t-1}}{2} \right)$$

حيث:

I و O هما التدفق الداخلي والخارجي، S هو التخزين في وصول القناة، و t هو الوقت،

مطلوب علاقة وظيفية بين التخزين والتدفق الخارج لحل هذه المعادلة.

٨-٢-٣ النماذج الهيدروليكية ثنائية الأبعاد المستخدمة (HEC-RAS) (النمذجة الزمانية والمكانية للسيول):

تم استخدام النماذج الهيدروليكية ثنائية الأبعاد (2D) لحساب نطاق الغمر (النمذجة المكانية) من خلال إنتاج الشغل الفيضي في فترات تكرارية مختلفة (١٠، ٢٠، ٥٠، ١٠٠ سنة)، وتأثيرها على مدينة الدلم حيث تعتبر النماذج أحادية الأبعاد (1D) غير كافية لمحاكاة التدفق والأعماق أو السرعات الناتجة، كما أن النمذجة ثنائية الأبعاد أسهل وأكثر استخداماً مع تزايد القدرة الحاسوبية، ونوعية البيانات المستندة إلى نظم المعلومات الجغرافية وتوافر المعلومات الرقمية مع بيانات الرفع المساحي، لذلك تعتبر النمذجة ثنائية الأبعاد هي حل لتقييم مشاكل السيول للبنية التحتية وفي هذه المرحلة تم استخدام برامج النمذجة ثنائية الأبعاد المعروفة وهو HEC-RAS (2D)، وقد تم تطوير برنامج HEC-RAS بواسطة مركز هندسة الهيدرولوجيا التابع لقسم مهندسي الجيش الأمريكي، وتم اعتماد البرنامج بحيث يتم استخدامه في مشاريع الهندسة المدنية في الوقت الحاضر، حيث تم تطوير البرنامج من HEC-2 إلى نسخة أحدث والتي تتضمن بعض التحسينات، مثل الواجهة الرسومية، أو إمكانية تبادل البيانات مع نظام المعلومات الجغرافية ArcGIS من خلال HEC-GeoRAS كما تم إضافة الإمكانيات الزمانية - المكانية التي تستخدم في الحسابات الهيدروليكية، ومن أهم مخرجات النماذج الهيدروليكية ثنائية الأبعاد (2D) الخرائط ثنائية الأبعاد لحدود انتشار غمر السيول وعمق وسرعة مياه السيول ومناطق الخطورة (2D Flood Extent Maps)، (الشكل رقم ٧).

٨-٢-٤ معايرة النماذج الهيدروولوجية والهيدروليكية:

من أجل عمل المحاكاة والتحقق من نتائج النماذج الهيدرولوجية، يجب معايرة النماذج لاستنتاج المحددات الهيدرولوجية والهيدروليكية لاستخدامها للتنبؤ بفترات العودة المختلفة، يتم تقدير المحددات من خلال إجراءات التجربة والخطأ (Trial & Error) على النموذج ثم مقارنة النتائج بقياسات حقيقية (هطول الأمطار كمدخلات، تدفق كمخرجات) حتى يتم تحقيق الحد الأدنى من الخطأ بين النتائج المحسوبة والمقاسة، ومع ذلك فإن معظم الأحواض في المملكة العربية السعودية هي الأحواض غير المغطاة التي لا تحتوي على أي قياسات،

وحتى يتم التأكد من دقة النماذج الهيدرولوجية التي تم استخدامها من خلال الدراسة، فقد تم إجراء تحليل عدم التأكد من دقة النماذج (Uncertainty Analysis).

٨-٢-٥ التحقق من دقة النمذجة الهيدروليكية:

النمذجة هي محاكاة للظواهر الطبيعية بقدر الإمكان لكي يتمكن لاحقاً في توقع سيناريوهات مختلفة ووضع الحلول الممكنة، وأي نموذج يعتمد في الأساس على ثلاث عناصر أساسية وهم:

المدخلات: وهي البيانات التي يتم تحليلها بالمعادلات التي يقوم بحسابها النموذج مع العلم ان هذه البيانات لا يتم التغيير فيها لان تم قياسها من الطبيعة أو استنتاجها من حسابات أخرى.

المخرجات: وهي النتائج المستنتجة من حساب المعادلات التي يقوم بها النموذج والتي يتم المقارنة بين قيمها والقيم الموجودة بالطبيعة لكي يتم التأكد من دقة النموذج. المعاملات: وهي قيم تعبر عن طبيعة المنطقة والتي يتم تغييرها لكي إذا كانت المخرجات غير متكافئة مع قيم الطبيعة إلى ان يتم توافق النتائج والتأكد من دقة النمذجة، ويتم التأكد من توافق المخرجات طبقاً لمعادلة خطأ جذر متوسط التربيع الآتية:

$$(٨) \quad \text{RMSE} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\text{SIMULATED} - \text{REFERENCE})^2}{n}}$$

حيث إن:

RMSE = خطأ جذر متوسط التربيع

SIMULATED = هي القيم الناتجة من النموذج

REFERENCE = هي القيم التي يتم المقارنة بها

n = هي عدد القيم

ويعد التحقق من صحة النموذج موضعاً رئيساً في التحقق من صحة الفيضان، حيث

تتميز تقييمات مخاطر الفيضانات بمستويات كبيرة من الشك وعدم اليقين (Kia, et al,)

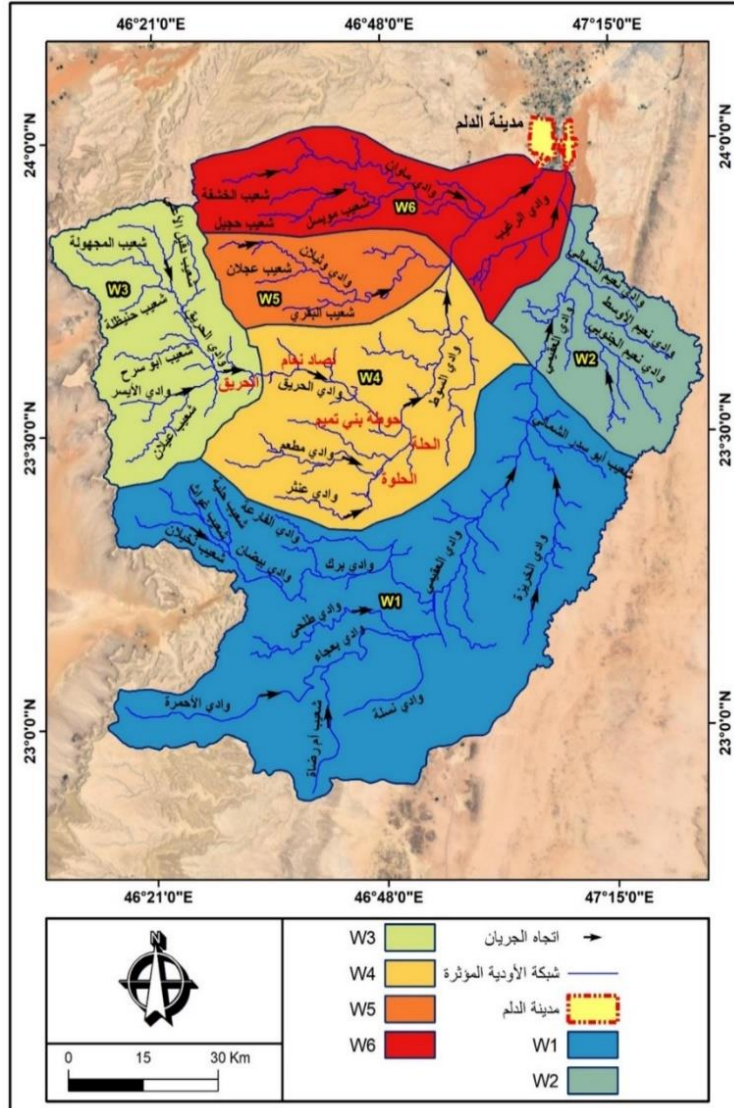
تقديرات محاكاة الفيضان للنمذجة المكانية - الزمانية من خلال التحقق الإحصائي والمكاني والدراسة الميدانية المكثفة ومقارنة أحداث الفيضانات التاريخية بمنطقة الدراسة بالنمذجة الحديثة، وقد تم خلال هذه المرحلة إجراء التحقق للنموذج الهيدروليكي ثنائي الأبعاد HEC-RAS وذلك باستخدام النموذج الهيدروليكي ثنائي الأبعاد PCSWMM.

٩- النتائج والمناقشة:

٩-١ الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف:

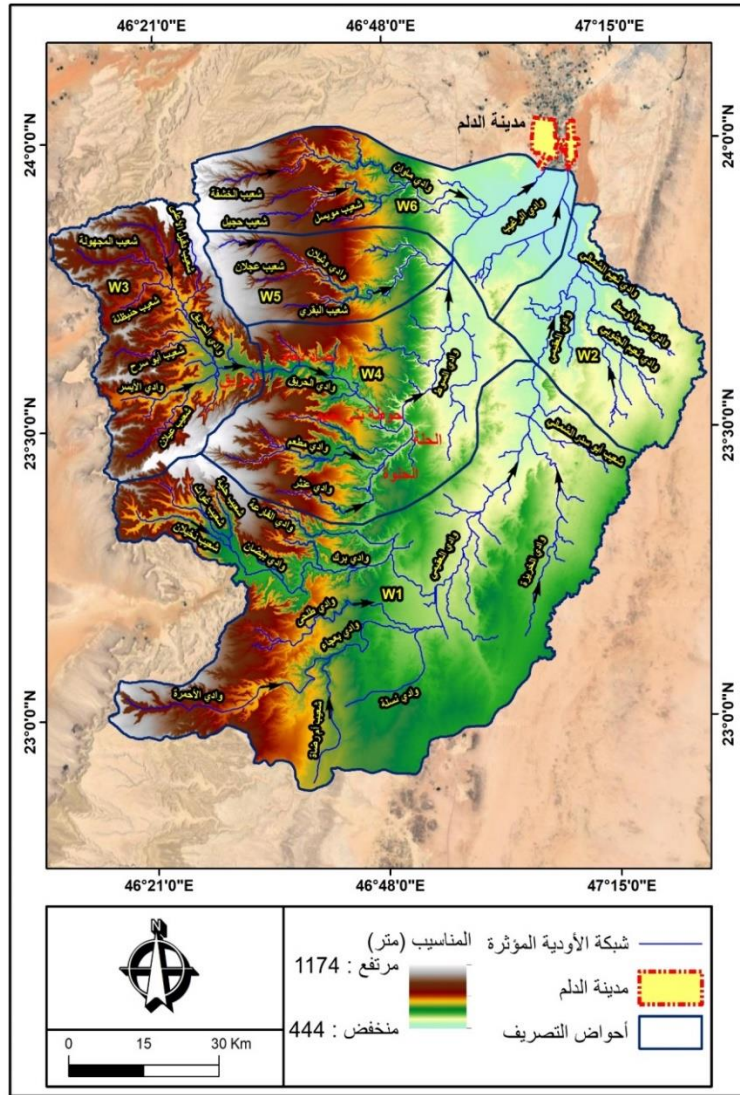
أتضح من تحليل الأشكال رقم (٩،٨) أن مدينة الدلم تتعرض لسيول متكررة نتيجة وقوعها في ملتقى العديد من الأودية من أهمها وادي العقيمي القادم من الجنوب ويغديه العديد من الرافد من أهمها وادي الأحمر، وطلحي، وبعجاء، الفارعة، وبرك، والخريزة، ونسلة، وشعيب أم رضاء، وأبو سدر الشمالي، وحلية، وغواث، ونخيلان، وقد أمكن تقسيم وادي العقيمي إلى حوضين تصريف وهما (W1, W2) ويبلغ أطوال الحوضين ١٣٩٤٤٨، و٧٦٨٦٣ متر على الترتيب، وتبلغ مساحة الحوضين نحو ٣٤٥٦.٨١ كم^٢ للحوض رقم (W1)، و١٠٨٢.٧٨ كم^٢ للحوض رقم (W2)، كما تتأثر مدينة الدلم بوادي الحريق والمتمثل في الحوض رقم (W3) ويغذي وادي الحريق العديد من الروافد من أهمها شعيب المجهولة، وشعيب أبو سرح، وشعيب حنيظلة، وشعيب عيلان، وشعيب دقيل الأعلى، ووادي الأيسر، وتبلغ مساحة هذا الحوض نحو ١٣٦٥.٤٣ كم^٢ وبطول يبلغ نحو ٥١٦٧٠ متر، بالإضافة إلى وادي السوط والمتمثل في الحوض رقم (W4) وتبلغ مساحته ١٨٧١.٦٧ كم^٢، ويبلغ طوله ٨٦٧٧٨ متر، ويغذي وادي السوط العديد من الروافد من أهمها وادي الحريق، ووادي مطعم، ووادي عنثر، كما تتأثر مدينة الدلم بوادي وثيلان والمتمثل في الحوض رقم (W5) وتبلغ مساحته ٧٢٨.٢٦ كم^٢، وبطول ٦٢٦١٢ متر، ومن أهم الروافد التي تغذي وادي وثيلان شعيب عجلان، وشعيب البقري.

شكل رقم (٨): أحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم عام ٢٠٢٣ م.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي بدقة ١٠ م من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، واستخدام برنامج نظام نمذجة الأحواض المائية (WMS)

شكل (٩) نموذج الارتفاع الرقمي لأحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم عام ٢٠٢٣م



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي بدقة ١٠م من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، واستخدام برنامج نظام نمذجة الأحواض المائية (WMS).

ومن أهم الأودية التي تتأثر بها مدينة الدلم وادي ماوان ووادي الرغيب والذي يمثلهما الحوض رقم (W6) والذي يبلغ طوله ١٠٧٧٢٧ متر وتبلغ مساحته نحو ١٥٤٢.١٢ كم^٢، ويغذي وادي ماوان العديد من الروافد من أهمها شعيب مويسل، وشعيب الخفشة، وشعيب حجيل، وتتراوح مناسيب سطح الأرض بالمنطقة ما بين ٤٤ م فوق سطح البحر عند نهاية مصبات الحوض والتي تتمثل بشكل رئيس عند مدينة الدلم، و١١٧٤ م فوق سطح البحر عند بداية منابع الحوض، والجدول رقم (٢) يوضح أهم الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف المؤثرة على منطقة الدراسة.

جدول رقم (٢): أهم الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم عام ٢٠٢٣ م.

الحوض	مساحة الحوض (كم ^٢)	أطول مسار للمياه (م)	ميل الحوض (%)	زمن التأخير (دقيقة)
W1	٤٣٥٦.٨١	١٣٩٤٤٨	٠.٤٢	٤٤٣٦.١٧
W2	١٠٨٢.٧٨	٧٦٨٦٣	٠.٢٠	٤٣٠٣.٢٦
W3	١٣٦٥.٤٣	٥١٦٧٠	٠.٨٤	١٣٨٦.٣٦
W4	١٨٧١.٦٧	٨٦٧٧٨	٠.٧١	٢٣٠١.٣٦
W5	٧٢٨.٢٦	٦٢٦١٢	١.٠٠	١٤٧٦.٧٨
W6	١٥٤٢.١٢	١٠٧٧٢٧	٠.٦٧	٣١٤٤.٣٨

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على برنامج نظام نمذجة الأحواض المائية (WMS)

ومن خلال صور الأقمار الصناعية والرفع المساحي، وكما هو موضح بالشكل رقم (١٠) والجدول رقم (٣) واللذان يوضح السدود القائمة في أحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم، تبين وجود ٤ سدود وهي سد الحريق، وحوطة بني تميم، ولصاد نعام، والحلوة، والغرض من هذه السدود هي الاستعاضة.

جدول رقم (٣): بيانات السدود المؤثرة على أحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم عام ٢٠٢٣م.

اسم السد	الحريق	حوة بني تميم	لصاد نعام	الحولة
اسم المنطقة	الرياض	الرياض	الرياض	الرياض
اسم المحافظة	الحريق	حوة بني تميم	الحريق	حوة بني تميم
نوع السد	ترابي	ترابي	ترابي	ترابي
سعة التخزين (م ^٣)	٦٠٠٠٠٠٠	٩٠٥٦٦٠٤	١٥٠٠٠٠٠	١٠٠٠٠٠٠٠
ارتفاع السد (م)	١٠	١٣	١٣.٩	١٥
طول السد (م)	١٧٠٠	٧٧٠	٢٧٥	٧٠٠
ارتفاع المفيض (م)	١٠	٨.٦	١٢	١٢
طول المفيض (م)	٢٠٠	٢٦٦	٦٥	٥٠
دائرة العرض	٤٠°١٤.٠٠"	٣١°٢٩.٩٩"	٣٧°٣٦.٠٠"	٢٧°٣٩.٩٧"
	٢٣°	٢٣°	٢٣°	٢٣°
خط الطول	٢٥°٣٥.٠٢"	٤٧°٣٥.٨٧"	٣٧°٥٧.٠٠"	٤١°٢٧.٤٨"
	٤٦°	٤٦°	٤٦°	٤٦°
الغرض من السد	الإستعاضة	الإستعاضة	الإستعاضة	الإستعاضة

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات السدود، وبيانات الرفع المساحي بلدية محافظة الدلم.

٩-٢ خصائص الأمطار المؤثرة على منطقة الدراسة:

يعتبر هطول الأمطار وتحديد كميات الأمطار من أهم العوامل التي تساعد على حسابات السيول وتحديد حجم الفيضانات المتجمعة من تلك الأمطار بشكل دقيق (Olawoyin and Acheampong, 2017, p 153)، ويغطي أحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم ثمانية محطات وهي: الخرج (R002) -- ديارب (R007) -- حوة بني تميم (R115) - الغيل (R008) - الحريق (R104) - الغيل (R107)، جدول (٤)، وتم استخراج قيم عمق المطر للفترة التكرارية (١٠، ٢٠، ٥٠، ١٠٠ سنة)، باستخدام برنامج التحليل الاحصائي للأمطار (HyfranPlus (Hydrological Frequency Analysis Plus)، واتضح أن توزيع Exponential هو التوزيع الأنسب لمحطات الخرج (R002)، وديارب (R007)،

وضرما (R112)، والغيل (R008)، وتوزيع Weibull لمحطات المصانع بالرياض (R001)،
والغيل (R107)، وتوزيع Gamma لمحطة الحريق (R104)، وتوزيع Lognormal لمحطة
حوطة بني تميم (R115).

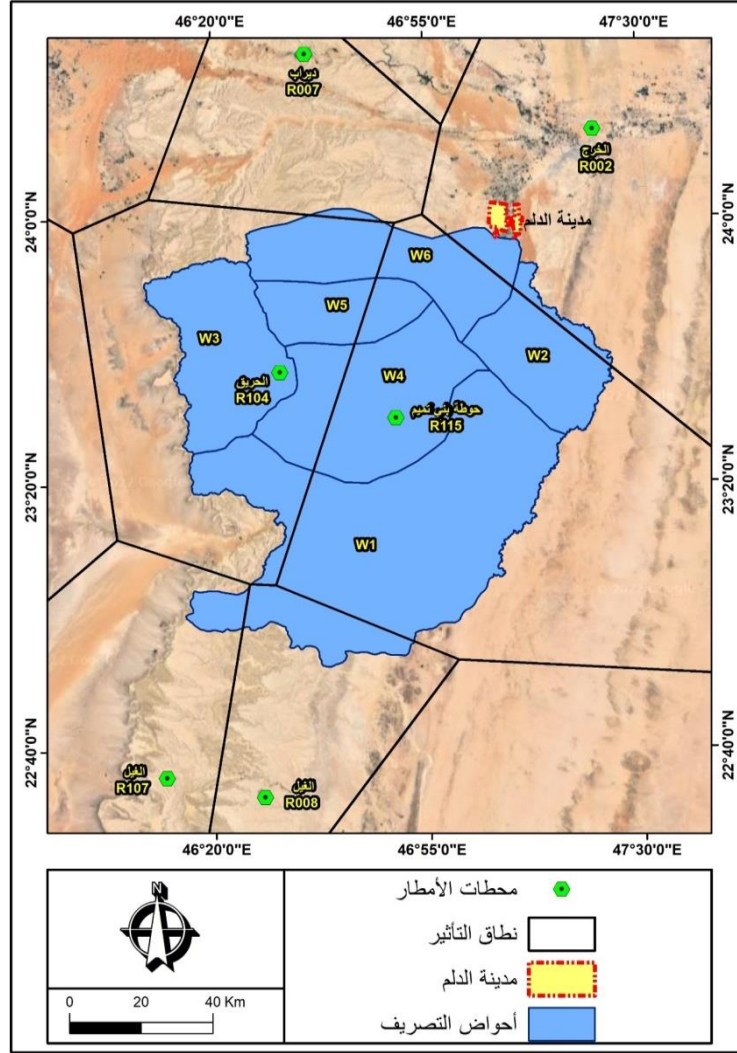
جدول (٤) خصائص محطات قياس الأمطار المستخدمة في الدراسة عام ٢٠٢٣م

محطة أرصاد	خط الطول	دائرة العرض	الارتفاع (م)	المطر المستخدم	عدد سنوات التغطية	رقم المحطة
الخرج	٤٧° ٢٢' ٥٢.٠٠"	٢٤° ١٢' ٧١.٠٠"	٧٦٨.١١	مطر يومي	٥٠	(R002)
ديراب	٤٦° ٣٥' ٣٢.٠٠"	٢٤° ٢٤' ٥٦.٠٠"	٦٣٩.٠٠	مطر يومي	٤٥	(R007)
حوطة بني تميم	٤٦° ٥٠' ٠.٠٠"	٢٣° ٣٠' ٠.٠٠"	٥٢٥.٠٠	مطر يومي	٤٥	(R115)
الغيل	٤٦° ٢٨' ٠.٠٠"	٢٣° ٣٣' ٠.٠٠"	٥٥٠.٠٠	مطر يومي	٥٧	(R008)
الحريق	٤٦° ٣١' ٠.٠٠"	٢٣° ٣٧' ٠.٠٠"	٥٤٠.٠٠	مطر يومي	٥٧	(R104)
الغيل	٤٦° ١٢' ٠.٠٠"	٢٣° ٣٦' ٠.٠٠"	٥٥٠.٠٠	مطر يومي	٥٧	(R107)

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على مواقع محطات قياس الأمطار من وزارة البيئة والمياه والزراعة.

وبسبب وجود أكثر من محطة أمطار تؤثر على أحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم، تم إنشاء مضلعات تيسين (Thiessen Polygon) بهدف معرفة تأثير كل محطة على حوض منطقة الدراسة، وقد اعتمدت هذه الطريقة على تقسيم أحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم إلى عدة أجزاء كل منها يقع تحت التأثير المباشر لمحطة رصد واحدة، ثم يتم حساب متوسط ارتفاع هطول الأمطار بين كل منطقة، ويقسم ارتفاع المطر على المنطقة بأكملها، ويوضح الشكل رقم (١١) مواقع محطات الأمطار، ويشير الجدول رقم (٥) إلى عمق الأمطار لأحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم على أساس المحطات الميتروولوجية اعتماداً على طريقة مضلعات تيسين (Thiessen Polygon) داخل برنامج (WMS) باستخدام طريقة الوزن النسبي لمحطات المطر (Precipitation Gage Weight).

شكل رقم (١١): مواقع محطات قياس الأمطار المحيطة والممثلة لمنطقة الدراسة عام ٢٠٢٣ م.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على مواقع محطات قياس الامطار من وزارة البيئة والمياه والزراعة، باستخدام طريقة الوزن النسبي لمحطات المطر (Precipitation Gage Weight) داخل برنامج (WMS).

جدول رقم (٥): عمق الأمطار لأحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم على أساس المحطات الميترولوجية المؤثرة خلال فترات الرجوع المختلفة عام ٢٠٢٣ م.

بيانات الحوض	المحطات	المساحة (كم ^٢)
الأحواض المتأثرة بمحطات الأمطار (كم ^٢) Area of Influence of Each Station on Watershed	مساحة الحوض (كم ^٢)	١٠٩٤٧
	الخرج (R002)	٢٨٣.٣٩
	ديراب (R007)	٣٦.٦٥
	حوطة بني تميم (R115)	٥٩٦٢.١٢
	الغيل (R008)	٥٠١.٠١
	الحريق (R104)	٤٠٠٦.٤٧
	الغيل (R107)	١٥٧.٣٦
	٥	٢٧.١٣
عمق المطر المستتج خلال فترات الرجوع المختلفة (مم) Rainfall Depth for Different Return Periods (mm)	١٠	٣٩.٩١
	٢٠	٥٠.٥٥
	٥٠	٦٥.٤٠
	١٠٠	٧٧.٣٤

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على طريقة تيسن بلوجن Theissen Polygon داخل برنامج (WMS) باستخدام طريقة الوزن النسبي لمحطات المطر Precipitation Gage Weight

٩-٣ الخصائص الجيولوجية لأحواض التصريف:

تسيطر على منطقة الدراسة صخور يعود عمرها إلى ما بين العصر الجوراسي، والعصر الكريتاسي (الطباشيري)، والزمن الرباعي، ومن خلال تقارير القطاعات الجيولوجية التي وضعتها المساحة الجيولوجية الأمريكية بالتعاون مع شركة أرامكو في المملكة العربية السعودية عن جيولوجية المملكة العربية السعودية تبين أن المتكونات الجيولوجية الرئيسة لمنطقة الدراسة من الأقدم إلى الأحدث (Powers, et al, 1966, p, D134-D142)، ويمكن استعراض ما له علاقة بحسابات رقم المنحنى والجريان السطحي للسيول من خلال الشكل رقم (١٢) والتي تتمثل في العناصر التالية:

أولاً: تكوينات العصر الجوراسي:

تكوين الجبيلة (Jj) Jubaila Formation:

ويرجع التكوين إلى فترة الكمبرجي (Kimmeridgian) الأعلى التابعة للجوراسي الأعلى حيث يمثل أربع وحدات صخرية تمتد غرب المنطقة على جبل طويق وتتكون من:

- حجر جيرى فتاتي وتمثل وحدته العليا: وتتميز باللون المصفر المائل للأحمرار، ويتداخل بالكالكارينيت (Calcarenite) الصلب.
- الكالكارينيت وتمثل الوحدة الوسطى العليا: ويلاحظ على هذه الوحدة تباين لونها بين الرمادي والبرونز المائل للدكانة، وتتميز بصلاية مادتها اللاحمة، ويتخللها طبقات رقيقة من الرمل والحجر الجيري، وتتأثر كثيراً بفعل عمليات التجوية.
- حجر جيرى كالكارينيتي وتمثل الوحدة الوسطى السفلى: والتي تتباين بين اللون الأبيض المصفر إلى البني المائل للأحمرار، وتتألف من الحجر الجيري والكالكارينيت المتداخل بالدولومايت والحبيبات الخشنة من حطام الأصداف.
- حجر جيرى فتاتي وتمثل الوحدة السفلى: وتتباين بين اللون الأبيض المصفر إلى النحاسي المحمر، وتتألف من حجر جيرى فتاتي وحجر جيرى كالكارينيتي، وتحتوي على طبقات رقيقة من الكالكارينيت الصدفي الجيد التماسك، وتتخلله طبقات من الحجر الرملي والطباشير، ويتركز في وسط أحواض التصريف عند أودية ماوان، ووثيلان، والحريق، والسوط، وتبلغ مساحة تكوين الجبيلة ١٩٤٥.٢٩ كم^٢ ويمثل نحو ١٧.٧٧٪.

تكوين العرب: Arab – Hith Formation (Ja):

ويتميز لفترة التيتوني التابعة للجوراسي الأوسط والأسفل، ويتألف من تتابع صخور الحجر الجيري مع الانهيدريت ويتكون من صخور الحجر الجيري ذا لون مصفر يميل للدكانة تفصلها طبقات أقل سمكاً من الانهيدريت الكتلي بلون أبيض متداخل بعدسات من الجبس الأبيض والصلصال والطفل وعقد صغيرة من الدولوميت المائل للصفراء، وتلك الظروف ساعدت على وجود الانهيارات الضخمة على طول مكاشف التكوين بالإضافة لتأثره بعمليات الاذابة الكارستية والتشققات السطحية، ويتركز في الجزء الشرقي والشمالي والجنوبي من أحواض التصريف بالقرب من أودية ماوان، والرغيب، وتبلغ مساحة التكوين العربي (Ja) وتبلغ مساحته ٥٣٧.٥٠ كم^٢ يشكل نحو ٤.٩١٪، ويتكون من التكوين العربي D (Jac)، والتكوين العربي A-B (Jaba).

تكوين حنيفة (Jh) (Hanifa Fm.):

يتكون من الحجر الجيري الناعم أبيض اللون، والمتداخل مع طبقات صغيرة من المارل والطفال الطيني وبعض الكلكارينيت (Calcarinte) والحفريات المرجانية، ويتركز في الجزء الغربي من أحواض التصريف بالقرب من وادي الحريق، وشعيب الخشفة، وحجيل، وتبلغ مساحة تكوين حنيفة نحو ١٧٠٩.٣٨ كم^٢ ويشكل نحو ١٥.٦١٪.

تكوين جبل طويق (Jtm) (Tawayq Fm.):

يتكون من الحجر الجيري الأبيض المتناسك، والمتداخل مع بعض المارل وبعض الكلكارينيت (Calcarinte) تجاه القاعدة، وهذا التكوين تتألف أو تتكون من الجروف الكبيرة المكونة لجبل طويق، ويتركز في الجزء الغربي والجنوبي بالقرب من وادي الأحمر، وشعيب دقيل الأعلى، وعيلان وتبلغ مساحة تكوين جبل طويق نحو ٥٠٢.٤٧ كم^٢ بنسبة ٤.٥٩٪.

تكوين مرات (Jm) (Marrat Fm.):

يتكون من الحجر الجيري والدولوميت مع طبقات رقيقة من الحجر الرملي والطفال الطيني وسط هذا التكوين، ويتركز تكوين مرات في الجزء الغربي في أحواض التصريف بالقرب وادي الحريق ووادي الأيسر، وتبلغ مساحته ٤٧.٠٧ كم^٢ بنسبة تبلغ نحو ٠.٤٣٪.

تكوين ضرما (Jd) (Dhruva Fm.):

يتكون من الحجر الجيري البني اللون المتناسب والمتداخل معه بعض الكلكارينيت (Calcarinte) وحجر الطفال الطيني المائل للون الأخضر وبعض طبقات الحجر الرملي مع أكاسيد الحديد، ويتركز في الجزء الغربي والجنوبي بالقرب من اودية الأيسر، والأحمر، وشعيب المجهولة، وحنظلة، وأبو سرح، عيلان، ونخيلان، وغواث، وتبلغ مساحة تكوين منطقة ضرما نحو ١٣٩٩.٧٧ كم^٢ تمثل نحو ١٢.٨٨٪ ويتكون من تكوين ضرما الأوسط (Jdm)، وتكوين ضرما العلوي (Jdu)، وتكوين ضرما السفلي (Jdl).

ثانياً: تكوينات العصر الكريتاسي (الطباشيري) والتابعة لمجموعة الثمامة:

تكوين السلي: (Sulaib Formation (ks):

ويعود لفترة النيوكومي Neocomian التابعة للكريتاسي الأسفل Lower Cretaceous، ويتكون من صخور الحجر الجيري الفتاتي المتداخل بحجر جيرى كالكارينيتي وطبقات رقيقة من الكلكارينيت مختلط بالرمال الناعمة أحياناً والخشنة أحياناً أخرى وتدخله الحصباء ويحتوي التكوين على حفريات وهياكل صدفية، وتبلغ مساحة تكوين السلي (Ks) نحو ٩٠٨.٢٤ كم^٢ ويمثل نحو ٨.٣٠٪.

تكوين اليمامة (Yamama Formation (ky):

ويعود لفترة النيوكومي التابع للكريتاسي الأسفل، ويتألف من أربع وحدات صخرية تتمثل بصخور من الكالكارينيت المتداخل بطبقات الحجر الجيري الناعم، وأيضاً بطبقات من الحجر الرملي والطفل والكلس والطين الصفائحي، ويحتوي التكوين أيضاً على الأصداغ والرخويات، ويتركز في الجزء الشرقي والجنوبي والشمالي الشرقي بالقرب أودية العقيمي، ونسلة، والرغيب، وتبلغ مساحة تكوين اليمامة (ky) نحو ٣١٣.٠٩ كم^٢ ويمثل نحو ٢.٨٦٪.

تكوين البويب (Buwaib Formation (kbu):

ويتميز إلى فترة الأبتين Aptian المنتمي للكريتاسي الأسفل، ويتكون من صخور الحجر الجيري الفتاتي المتداخل بحجر جيرى كالكارينيتي، وطبقات رقيقة من الكالكارينيت والحجر

الرملي والطفل، بالإضافة إلى وجود هياكل وأصداف بحرية، ويتركز في الجزء الشرقي بالقرب من أودية الخريزة، ونعيم الشمالي، ونعيم الأوسط، ونعيم الجنوبي، وتبلغ مساحة تكوين البويب (Kbu) نحو ٩٥.٢٤ كم^٢ ويشكل نحو ٠.٨٧٪.

تكوين دغوم (Kbd):

يتكون من الحجر الأبيض الرملي، ويتركز في الجزء الجنوب الشرقي من أحواض التصريف بالقرب من ودية الخريزة، ونعيم الشمالي، ونعيم الأوسط، ونعيم الجنوبي، وشعيب أبو سدر الشمالي، وتبلغ مساحته نحو ٤٩٨.٠٩ كم^٢ ويشكل نحو ٤.٥٥٪.

تكوين بريدة (TRm):

يتكون من الحجر الرملي الناعم إلى الحبيبات الخشنة مع طبقات متقاطعة، وحجر رملي طيني، وحجر طيني الكاوليني الغربي الأحمر أو الأبيض، ويتركز في الجزء الغربي بالقرب من وادي الأيسر، وتبلغ مساحته نحو ٢.١٩ كم^٢ ويمثل نحو ٠.٠٢٪.

ثالثاً: تكوينات الزمن الرباعي:

تغطي رواسب الزمن الرابع أجزاء متفرقة من منطقة الدراسة حيث تشغل مجاري الأودية والمراوح الفيضية، وتتكون من رواسب الطمي الناعم المختلط بكربونات الكلس و الجص خاصة في المنخفضات والتي تتميز بعضها بارتفاع رطوبتها فتظهر مسطحاتها باللون الغامق لاحتوائها على أكاسيد الحديد، بالإضافة لوجود رواسب الحصى المؤلف من حجر جيرى وكوارتز المختلط بالصخور المحلية، وتظهر تلك الرواسب السطحية بشكل غير متماسك لكونها تمثل نتاج ارساب لكثير من الأودية المنحدرة نحو المنطقة من الحافات والمرتفعات الجبلية المحيطة بها، وتتكون من رواسب الطمي (Qg)، ورواسب المدرجات النهرية النشطة (Qtz)، ورواسب الخباري (Qk)، ورواسب المدرجات النهرية الغير نشطة (Qty)، والمصاطب الرسوبية (Qf)، ورواسب الحصى غير نشطة (Qgy)، ورواسب الكتبان الرملية النشطة (Qdz)، ورواسب قيعان الأودية (Qsz)، ورواسب الأودية (Qa)، وصخور رملية (Qsg) وتكوين سهل (QNs)، وتبلغ مساحتها ٢٩٨٩.٢٨ كم^٢ تمثل نحو ٢٧.٣١٪.

٩-٤-أ - خريطة التربة وخصائص المجموعة الهيدرولوجية للتربة:

تتكون منطقة الدراسة من صخور فتاتية وكربونية تابعة للجوراسي العلوي والكريتاسي السفلي، وقد لعبت عوامل التعرية والتجوية دوراً هاماً في تكون التربة وتنوعها في منطقة الدراسة كما هو موضح في الشكل رقم (١٤)، والجدول (٦، ٧).
وتتمثل أحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم في المجموعات الهيدرولوجية للتربة (A-B)، حيث تمثل المجموعة الهيدرولوجية للتربة (A) مساحة قدرها ١٠٢٧.٠٨ كم^٢ بنسبة ٩.٣٨٪، في حين تمثل المجموعة الهيدرولوجية للتربة (B) مساحة قدرها ٩٩١٩.٩٩ كم^٢ بنسبة ٩٠.٦٢٪، شكل (١٥)، الجدول رقم (٦، ٧).

جدول رقم (٦): المجموعات الهيدرولوجية للتربة حسب طريقة (SCS) عام ٢٠٢٣م.

المجموعة الهيدرولوجية للتربة	صفات التربة
A	طبقة رملية عميقة مع كمية قليلة جداً من الطين والغرين
B	طبقة رملية أقل عمق من صنف A مع معدل ارتشاح متوسط بعد ترطب التربة
C	طبقة طينية محددة العمق مع معدل ارتشاح دون الوسط قبل وصول التربة إلى حالة التشبع
D	طبقة طينية ذات نسبة انتفاخ عالية مع وجود طبقة ضحلة مع التربة الناعمة الغرينية في السطح

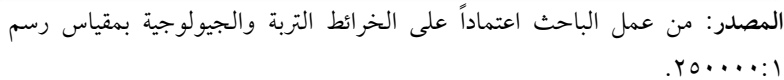
المصدر: (Chwo, et al, 1988, p 149).

جدول رقم (٧): تصنيف المجموعة الهيدرولوجية للتربة عام ٢٠٢٣ م.

الوصف	الرمز	المجموعة الهيدرولوجية للتربة	المساحة (كم ^٢)
كالسي أورثيدز: تربة طميية عميقة، انحدارها من صفر إلى ٣٪	١٠	A	١٠٢٧.٠٨
كالسي أرثيدز: تربة طميية حصوية، عميقة، ملحية، انحدارها من صفر إلى ٥٪	١٥	A	
توري سامتس: كثبان رملية أكثر من ١٠ متر	٥٢	A	
كالسي أرثيدز - بروزات صخرية: سهول ذات تربة طميية عميقة ومرتفعات صغيرة وتلال صخرية	١٩	B	٩٩١٩.٩٩
كالسي أرثيدز وتوري أورثتس - بروزات صخرية: تربة طميية وطمية حصوية، ضحلة ومستوية تقريباً وخفيفة الانحدار ومساحات صخرية مستوية تقريباً إلى شديدة الانحدار	٢٣	B	
توري أورثتس وكالسي أورثيدز - بروزات صخرية: جرف	٤٦	B	

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الخرائط التربة والجيولوجية بمقياس رسم ١:٢٥٠٠٠٠.

الدلم عام ٢٠٢٣ م.



٩-٤ - ب - خريطة استخدامات الارض وحسابات رقم المنحنى:

تتألف أحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم من ثلاثة أنماط رئيسية لاستخدامات الأرض كما هو موضح بالشكل (١٦)، يتمثل النمط الأول في المناطق العمرانية التي تبلغ مساحتها حوالي ٥١.٤٢ كم^٢ بنسبة ٠.٤٧٪، وتعتبر الأراضي الزراعية النمط الثاني من استخدامات الأرض بمساحة حوالي ١١٤.٧١ كم^٢ بنسبة ١.٠٥٪، أما النمط الثالث والأخير فيتمثل في المناطق الصحراوية التي تنتشر في جميع أرجاء الحوض بمساحة حوالي ١٠٥٦١.٣٣ كم^٢ بنسبة ٩٨.٤٨٪، وتتراوح قيم رقم المنحنى لأحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم ما بين ٧٢.٩٢ و٧٧، شكل (١٧)، الجداول (٩، ٨).

جدول رقم (٨): رقم المنحنى حسب أنواع إستعمال الأراضي عام ٢٠٢٣ م.

رقم المنحنى	المجموعة الهيدرولوجية للتربة	المساحة (كم ^٢)	الوصف	استخدام الأرض
٧٧	A	١٥٤.٥٩	سكني	أرض تطوير عمراني
٨٥	B			
٦٣	A	١٤٠٦٤.٣٨	صحراوي	أرض خالية قاحلة
٧٧	B			
٥٥	A	٢٦٣.٥٦	زراعي	الأراضي الزراعية
٦٢	B			

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على خريطة استخدامات الأرض، وخريطة المجموعة الهيدرولوجية للتربة. المصدر: USDA, 1985.

جدول رقم (٩): رقم المنحنى لأحواض التجميع حسب توزيع التربة وإستعمال الأراضي عام ٢٠٢٣ م.

رقم المنحنى	أراضي زراعية (كم ^٢)		أرض خالية قاحلة (كم ^٢)		أرض تطوير عمراني (كم ^٢)		مساحة الحوض (كم ^٢)	الحوض
	B	A	B	A	B	A		
٧٦.٠٦	٣٣.٣٩	١٠.٩٥	٤٠٦٢.٩١	٢٤٣.٣٩	٤.١٠	٢.٠٧	٤٣٥٦.٨١	W1

رقم المنحنى	أراضي زراعية (كم ^٢)		أرض خالية قاحلة (كم ^٢)		أرض تطوير عمراني (كم ^٢)		مساحة الحوض (كم ^٢)	الحوض
	B	A	B	A	B	A		
٧٣.٨٨	٣.٨٦	١.٤٥	٨٤١.٧٢	٢٣٥.٣٠	٠.٣٧	٠.٠٧	١٠٨٢.٧٨	W2
٧٦.٩٨	٦.٣٨	٠.٠٠	١٣٥٠.٦٧	٠.٠٠	٨.٣٨	٠.٠٠	١٣٦٥.٤٣	W3
٧٦.٦٢	٨.٢٢	٠.٠٠	١٧٦٩.٣٠	٦١.١٦	٣٢.٨٨	٠.١١	١٨٧١.٦٧	W4
٧٧.٠٠	٠.٠١	٠.٠٠	٧٢٨.٢٥	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٧٢٨.٢٦	W5
٧٢.٩٢	٦.٩٦	٧٥.٣٠	١١٠٢.٥٤	٣٢٦.١٥	٣.٧٩	٢٧.٣٨	١٥٤٢.١٢	W6

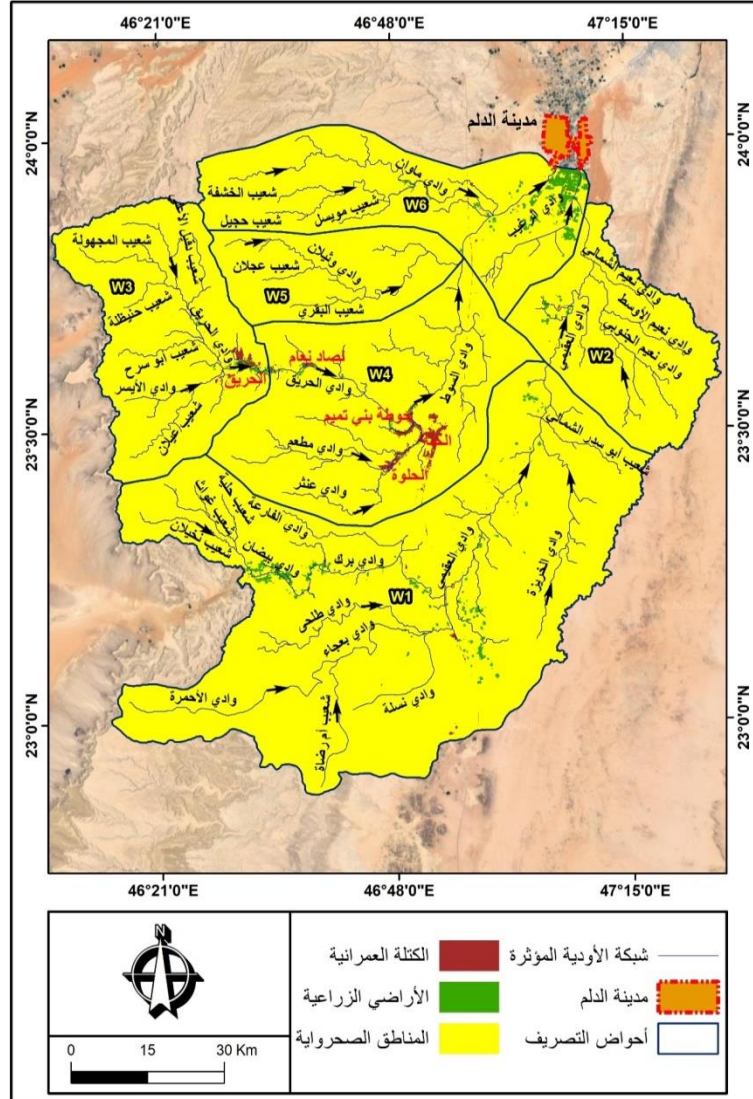
المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على برنامج نظام نمذجة الأحواض المائية (WMS) وتطبيق (SCS,) (1986).

٩-٥ خصائص مياه السيول:

تظهر العديد من الدراسات الحالية كفاءة عالية لنماذج HEC-HMS و HEC-RAS في إنتاج هيدروجراف مياه السيول ورسم خرائط غمر الفيضانات لمستجمعات المياه الكبيرة، ومع ذلك يمكن أيضاً استخدام هذه النماذج في البيئة الحضرية لإنتاج نتائج ومعلومات مفيدة حول الفيضانات (Suriya and Mudgal, 2012, p 212; Jinkang, et al, 2012, p 128).

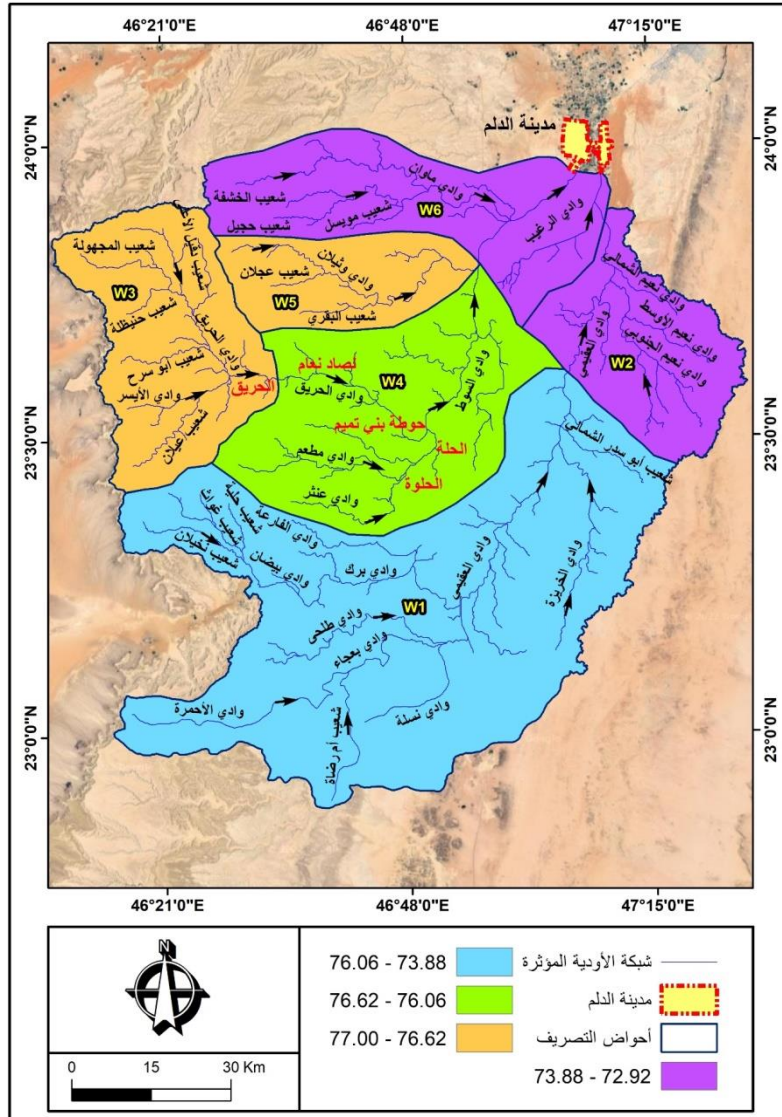
تبين من تحليل هيدروجراف مياه السيول لأحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم الجدول رقم (١٠) أن أحجام السيول لأحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم يتراوح ما بين ٢٠٣٩٠٢٤٠ - ١١٦٠٢٦٧٠٠ م^٣ خلال فترات الرجوع (١٠ - ١٠٠ سنة)، وقد بلغت قيمة التدفق الأقصى للسيول لأحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم ما بين ٧٦.٥٥ - ٣٤٢.٠٩ م^٣/ث خلال فترة الرجوع المختلفة (١٠ - ١٠٠ سنة)، والأشكال (١٧:٢٢) توضح خصائص مياه السيول لأحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم باستخدام النموذج الهيدرولوجي (HEC-HMS).

شكل رقم (١٥): استخدامات الأرض لأحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم عام ٢٠٢٣ م.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على تصنيف الصور الفضائية Landsat8/OLI لعام ٢٠٢٣ م باستخدام برنامج ERDAS Imagine.

شكل رقم (١٦): رقم المنحنى (Curve Number) لأحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم عام ٢٠٢٣ م.



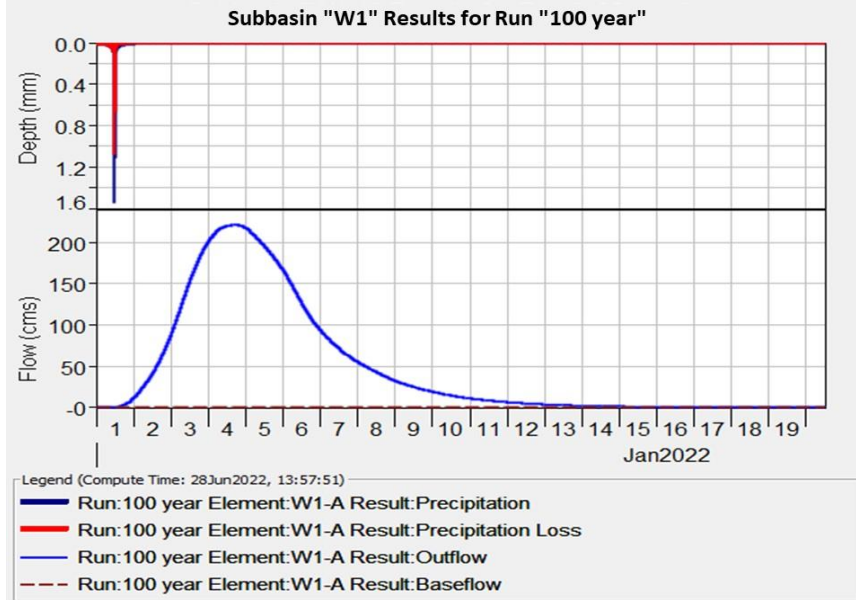
المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على برنامج نظام نمذجة الأحواض المائية (WMS).

جدول رقم (١٠): خصائص مياه السيول لأحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم للأزمة التكرارية المختلفة عام ٢٠٢٣ م.

الأحواض	تدفق الذروة (م ^٣ /ث)				حجم السيول (م ^٣)			
	١٠٠	٥٠	٢٠	١٠	١٠٠	٥٠	٢٠	١٠
W1	٦٧.٤٣	١٢٧.٦٨	٢٣١.٠٦	٣٢٦.٢٠	٢٣٩٨٨.٤٩	٤٥٤٢١.١٣	٨٢١٩٠.٩١	١١٦٠٢٦.٧٠
W2	١٤.٢٨	٢٨.٤٢	٥٣.٣٠	٧٦.٥٥	٤٨٧٧.٧٥	٩٧٠٦.٢٥	١٨١٩٨.٤٧	٢٦١٣٥.٧١
W3	٧٥.١١	١٣٨.١٥	٢٤٤.٨٢	٣٤٢.٠٩	٨٥٩٨.٤٩	١٥٧٧٤.٣٦	٢٧٨٨٤.١٥	٣٨٩١٠.٧٤
W4	٦١.٤٣	١١٣.٨١	٢٠٢.٦٨	٢٨٣.٨٩	١١٣٣٠.٣٤	٢٠٩٧٧.٣٣	٣٧٣٣٦.١١	٥٢٢٧٨.٠٣
W5	٣٦.١٩	٦٧.٠٧	١١٩.٥٣	١٦٧.٤٨	٤٤٢٩.٦١	٨١٩٢.٠١	١٤٥٦٨.٣٥	٢٠٣٩٠.٢٤
W6	٤١.٧٧	٧٧.٢٣	١٣٧.٣٢	١٩٢.١٩	٩٤٠٢.٢٥	١٧٣٧٨.٦٧	٣٠٨٩٢.٧٩	٤٣٢٢٩.٥٠

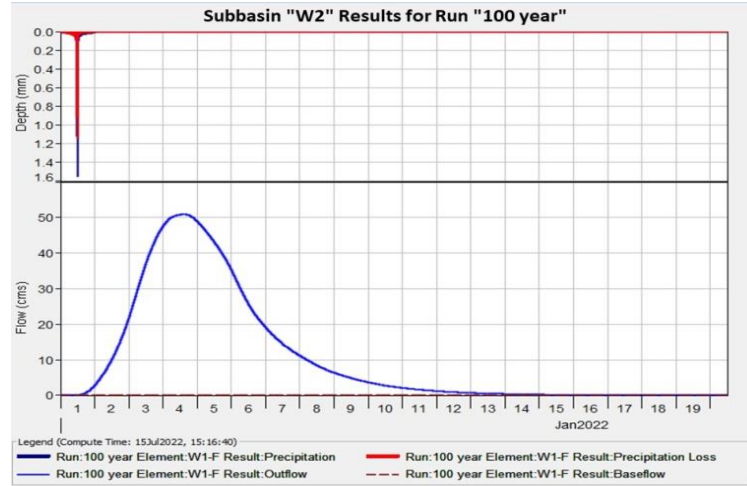
المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على النموذج الهيدرولوجي ذو النظام الهندسي (HEC-HMS).

شكل رقم (١٧): هيدروجراف مياه السيول للحوض رقم (W1) لفترات الرجوع ١٠٠ سنة عام ٢٠٢٣ م.



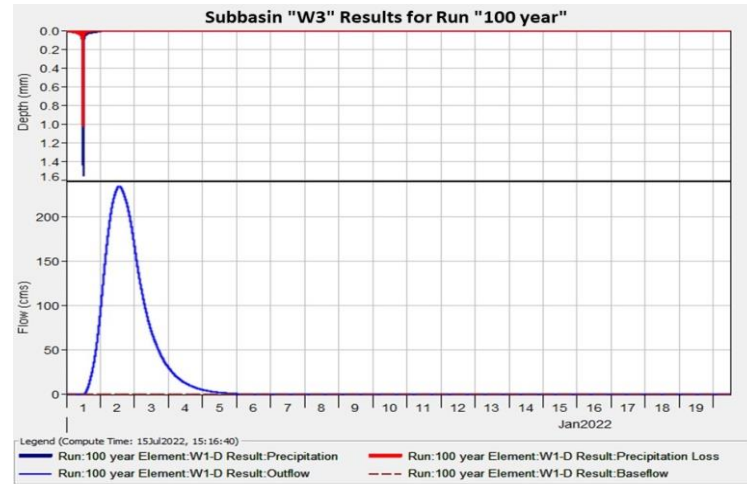
المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على النموذج الهيدرولوجي ذو النظام الهندسي (HEC-HMS).

شكل رقم (١٨): هيدروجراف مياه السيول للحوض رقم (W2) لفترات الرجوع ١٠٠ سنة عام ٢٠٢٣م.



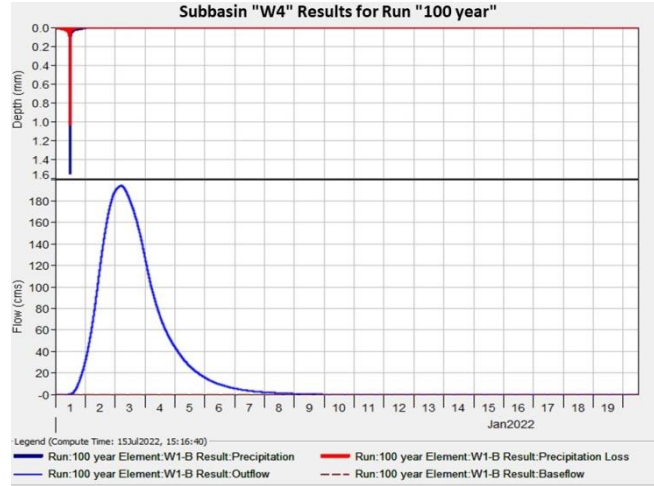
المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على النموذج الهيدرولوجي ذو النظام الهندسي (HEC-HMS).

شكل رقم (١٩): هيدروجراف مياه السيول للحوض رقم (W3) لفترات الرجوع ١٠٠ سنة عام ٢٠٢٣م.



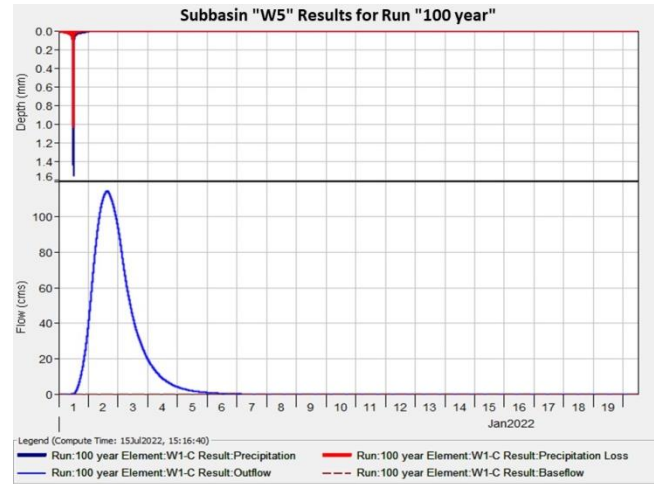
المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على النموذج الهيدرولوجي ذو النظام الهندسي (HEC-HMS).

شكل رقم (٢٠): هيدروجراف مياه السيول للحوض رقم (W4) لفترات الرجوع ١٠٠ سنة عام ٢٠٢٣م.



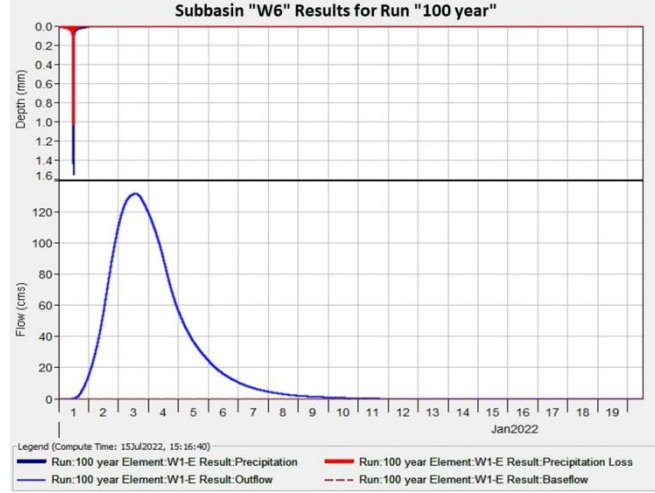
المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على النموذج الهيدرولوجي ذو النظام الهندسي (HEC-HMS).

شكل رقم (٢١): هيدروجراف مياه السيول للحوض رقم (W5) لفترات الرجوع ١٠٠ سنة عام ٢٠٢٣م.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على النموذج الهيدرولوجي ذو النظام الهندسي (HEC-HMS).

شكل رقم (٢٢): هيدروجراف مياه السيول للحوض رقم (W6) لفترات الرجوع ١٠٠ سنة عام ٢٠٢٣م.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على النموذج الهيدرولوجي ذو النظام الهندسي (HEC-HMS).

٩-٦ خصائص النمذجة المكانية - الزمانية ثنائية الأبعاد:

تمثل النمذجة المكانية - الزمانية للسيول الحضرية تحديًا كبيرًا نظرًا لعدم توفر البيانات الدقيقة لمسارات الأودية (Hapuarachchi, et al, 2011, p 2772)، وتأثير البيئة الحضرية التي تشمل المباني، وكذلك المناطق المفتوحة بشدة على التدفق وبالتالي يجب تضمينها في الحسابات والنمذجة التي يتم إجراؤها من خلال تقنيات الكمبيوتر بالتنظيم بشكل أكثر دقة من خلال التحديد الدقيق لمكان ووقت السيول (Paquier, et al, 2015, p 38).

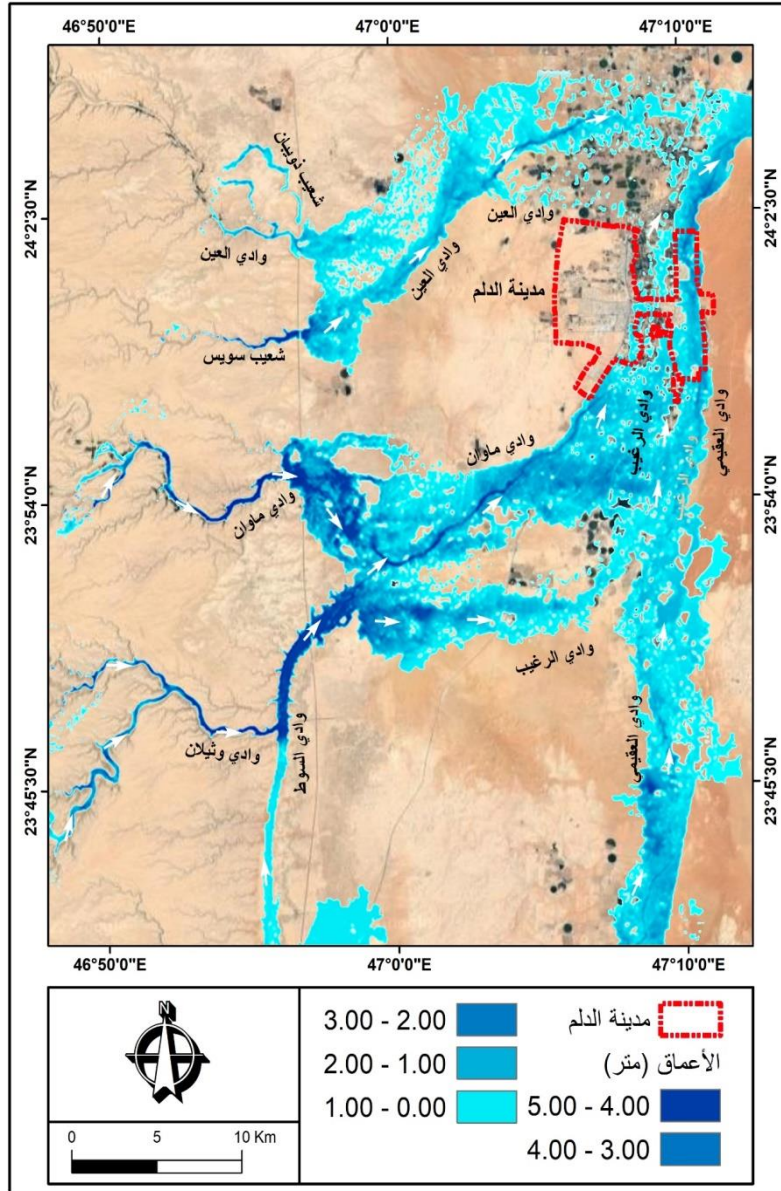
وتعتمد محاكاة السيول بشكل كبير في المناطق العمرانية على مجموعة من المتطلبات والبيانات والنماذج المعقدة، الأمر الذي يتطلب نماذج ارتفاع أكثر تفصيلاً، ونتيجة لذلك فإن نماذج محاكاة السيول الحضرية مقيدة بأوقات المحاكاة المحدودة واستيعاب البيانات في الوقت الفعلي (Teng, et al, 2017, p 202).

وقد اعتمدت عملية بناء وتطوير النمذجة المكانية - الزمانية ثنائية الأبعاد، واستنتاج خرائط عمق وسرعة ونطاق الغمر مياه السيول على إدخال تدفق الذروة المختلفة للأدوية المؤثرة على مدينة الدلم خلال أقصى عاصفة لـ ١٠٠ سنة، في صيغة سلسلة زمنية ومن أهم المدخلات الأخرى هي حالات الحدود (Boundary Condition) في المنطقة المراد دراستها، والتي يبدأ البرنامج بالحساب عن طريقها، وإدخال المدخلات الطبوغرافية والتي تكون عادة في صيغة نقطية ممثلة في بيانات نموذج الارتفاع الرقمي ١٠ متر، هذا إلى جانب توزيع معامل الخشونة (Manning) الخاص بكل منطقة، حيث أن هذا هو المعامل الأساسي الذي يؤثر على نتائج النمذجة الهيدروليكية، ويتم رسم حدود منطقة الدراسة والتي تمثلها أحواض المؤثرة على منطقة الدراسة، ثم تقسيم المساحة الداخلية إلى خلايا صغيرة تعرف بالشبكة العددية، وبعد الإدخال يتم النمذجة الهيدروليكية وتكون المخرجات في صيغة Raster وتتكون هذه المخرجات من: نطاق الغمر بمياه السيول، وخصائص حركة المياه في فترة النمذجة مثل العمق والسرعة، وعند النظر إلى خريطة الأعماق والتي يمثلها الشكل (٢٣) فإن عمق مياه السيول يتراوح ما بين ٠.٠-٥ م، وتتركز الأعماق المرتفعة (٣-٥ م) جنوب غرب مدينة الدلم حيث شكلت الأعماق المرتفعة مساحة قدرها ٣٢٣.٢٦ كم^٢ بنسبة ٦٢.٣٢٪، في حين تركزت الأعماق المتوسطة (٢-٣ م) شمال وجنوب مدينة الدلم بمساحة ١١٥.٩٨ كم^٢ بنسبة ٢٢.٣٦٪، أما بالنسبة للأعماق المنخفضة (٠-٢ م) فتركزت في شمال شرق مدينة الدلم بمساحة بلغت نحو ٧٩.٤٧ كم^٢ بنسبة ١٥.٣٢٪، أما عند النظر لخريطة السرعات والتي يوضحها الشكل رقم (٢٤) فإن سرعة مياه السيول تتراوح ما بين ٠.٠٠-٧.٠ م/ث، وقد تبين أنه تركزت السرعات المرتفعة (٤.٥-٧.٠ م/ث) في جنوب غرب مدينة الدلم حيث شكلت مساحة السرعات المرتفعة نحو ٣١٣.٣٥ كم^٢ بنسبة ٦٠.٤١٪، في حين تركزت السرعات المتوسطة (٣.٠٠-٤.٥ م/ث) جنوب وشمال مدينة الدلم بمساحة ١١٥.٩٨ كم^٢ بنسبة ٢٢.٣٦٪، أما بالنسبة للسرعات المنخفضة (٠.٠-٣.٠ م/ث) فتركزت في شمال شرق مدينة الدلم بمساحة بلغت نحو ٨٩.٣٧ كم^٢ بنسبة ١٧.٢٣٪.

٩-٧- أ المناطق العمرانية المعرضة للغمر بمياه السيول وخريطة المخاطر في مدينة الدلم:

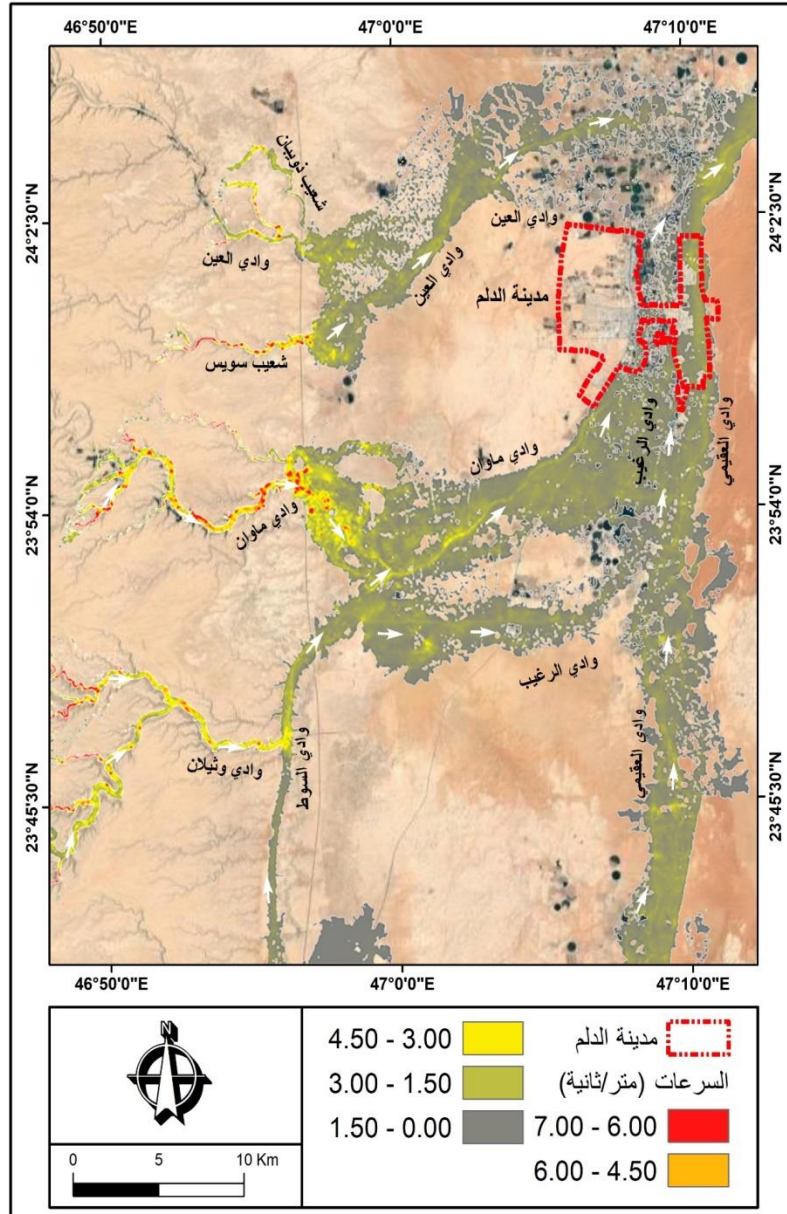
يعد تحديد المناطق المعرضة لمخاطر السيول وتطوير خرائط غمر الفيضانات للمدن المستندة إلى النمذجة المكانية - الزمانية ثنائية الأبعاد أمراً ومطلباً حاسماً في العملية التخطيطية والتنمية العمرانية المستدامة (Abdelkarim, et al, 2019, p 17)، وتبين من نتائج النمذجة المكانية - الزمانية ثنائية الأبعاد والجدول رقم (١١) أنه قد بلغت مساحة المناطق العمرانية المعرضة للغمر في مدينة الدلم نحو ١٥.٧٩ كم^٢ تمثل نحو ٣٠.٩٦٪ من مساحة مدينة الدلم، كما قام الباحث ببناء وتطوير خرائط الخطورة (Risk Map)، وهي خرائط توضح وتصنف درجات الخطورة المتوقعة في مدينة الدلم، استناداً على مجموعة من العوامل، ويتم إنتاج خرائط الخطورة (Risk Map) عن طريق الدمج بين نوعين من الخرائط وهما خريطة شدة الفيضان (Hazard Map) وخريطة الحساسية (Vulnerability Map)، ويتم إنتاج خريطة المخاطر (Hazard Map) باستخدام أعماق وسرعات المياه الناتجة من التحليل الهيدروليكي للأودية باستخدام برنامج (HEC-RAS)، بينما يتم إنتاج خريطة الحساسية (Vulnerability Map) عن طريق الدمج بين مجموعة من العوامل المهمة مثل استعمالات الأراضي، وعدد السكان، والمنشآت القائمة، وهي خريطة تعبر عن أهمية المكان المعرض لخطر الفيضان.

شكل رقم (٢٣): عمق مياه السيول للأودية المؤثرة على مدينة الدلم عام ٢٠٢٣ م.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على النمذجة الهيدروليكية (HEC-RAS).

شكل رقم (٢٤): سرعة مياه السيول للأودية المؤثرة على مدينة الدلم عام ٢٠٢٣ م.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على النمذجة الهيدروليكية (HEC-RAS).

ويتعرض نحو ٤.٨١ كم^٢ من المناطق العمرانية للغمر لمخاطر مرتفعة وتمثل نحو ٣٠.٤٩٪ في أحياء الناصرية، والديرة، والخالدية، في حين تتعرض نحو ٣.٤٥ كم^٢ لمخاطر متوسطة تشكل نحو ٢١.٨٦٪، في أحياء العويمرية، والفيصلية، والصحنة، أما المناطق العمرانية المعرضة للغمر والتي تتعرض لمخاطر منخفضة فأنها تبلغ نحو ٧.٥٢ كم^٢ تمثل نحو ٤٧.٦٥٪، في أحياء الشفاء، وسدير، والياسمين، والعين، والسلمانية، والعليا، وتوضح الأشكال رقم (٢٥، ٢٦) المخاطر ونطاق الغمر.

جدول رقم (١١): المناطق العمرانية المعرضة للغمر والمخاطر في مدينة الدلم عام ٢٠٢٣ م.

المناطق العمرانية المعرضة للغمر	المساحة (كم ^٢)	%
مخاطر عالية	٤.٨١	٣٠.٤٩
مخاطر متوسطة	٣.٤٥	٢١.٨٦
مخاطر منخفضة	٧.٥٢	٤٧.٦٥
الإجمالي	١٥.٧٩	١٠٠.٠٠

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على النمذجة الهيدروليكية (HEC-RAS).

كما أكدت الزيارة الميدانية لمنطقة الدراسة وتحليل نتائج استمارة الاستبيان أن هناك مناطق حرجة تغمر بمياه السيول بالمدينة أثناء تساقط الأمطار وجريان السيول خاصة في الأعوام ١٤٢٤هـ، و١٤٣١هـ، و١٤٣٨هـ وتتمثل هذه المناطق: في طريق الجنوب حيث تغمر عدة أماكن في الطريق ابتداءً من إشارة حي السماري وحتى إشارة هجرة السلمانية مقابل أسواق السعيس وخلفه، بالإضافة إلى طريق زميقة والتجمع امام مركز الدفاع المدني، وفي حي الخالدية مقابل محطة الشعبة، بالإضافة إلى الطريق العام مقابل ثانوية الأمير سلمان بن محمد، وفي شمال حي الخالدية في جنوب عويصة باتجاه الشرق وهو الطريق الفاصل بين حي عويصة وحي الخالدية، وبلدية العين من جهة الطريق العام باتجاه الغرب، وحي عويصة بالخالدية، وطريق الخالدية العام في التقاطع مع طريق المؤدي للمحمدي، ومقابل محطة العثمان على طريق الدلم - الرياض، وطريق العين على مجرى السيل (المزلقاني).

٩-٧- ب التحقق من صحة نموذج مخاطر السيول:

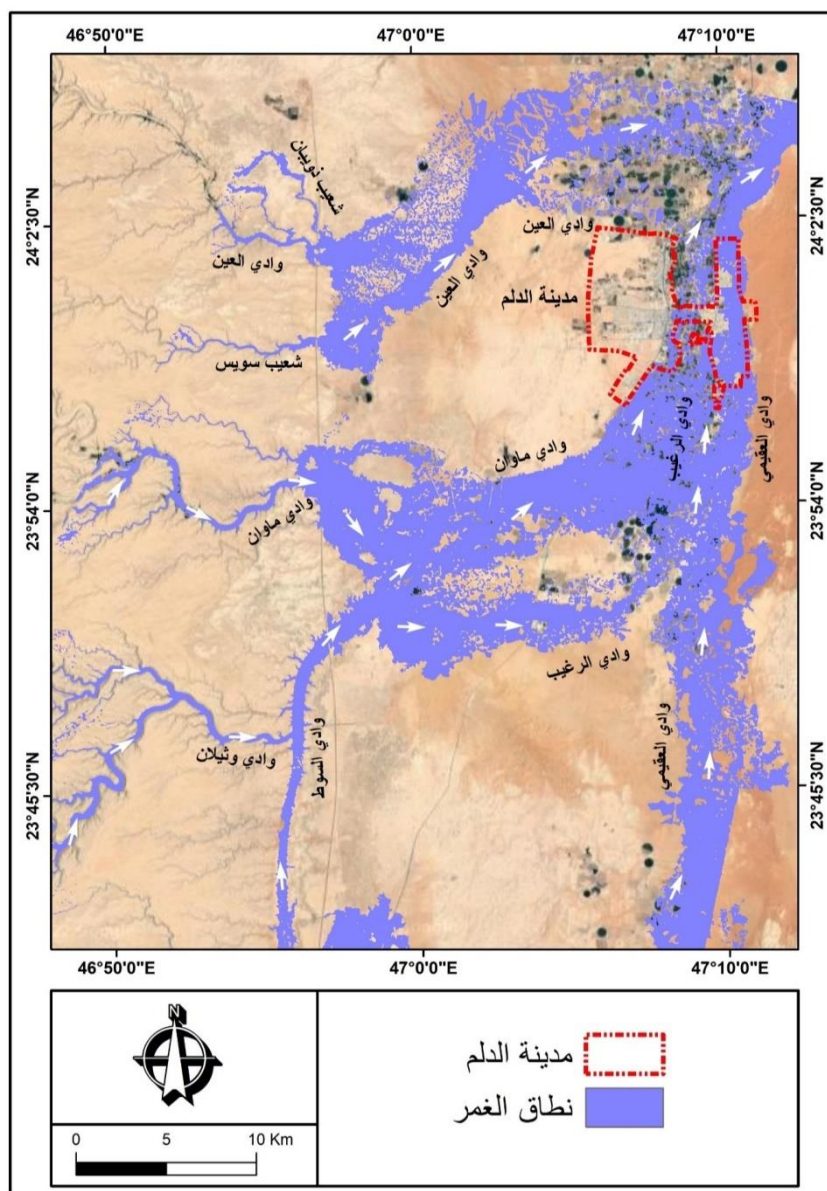
تعتبر طريقة منحنى خصائص تشغيل المستقبل (ROC Curve) طريقة بيانية وإحصائية عالمية تعتمد على أساس رياضي علمي يمكننا من خلالها تقييم اختبار صحة نتائج خريطة مخاطر السيول ودرجة الموثوقية بها بدقة كبيرة (Sarkar et al., 2020, p 9; Lin et al., 2020, p 6)، حيث يمثل منحنى (ROC Curve) رسم بياني من محورين (س، ص)، يتم عرض معدل موجب كاذب ((False Positive Rate (FPR) على طول المحور السيني (س)، وهو معدل يعبر عن عدد العينات في خريطة المخاطر المصنفة أنها غير محتملة حدوث الفيضان وهي في الحقيقة لم يحدث بها فيضان سابق في الطبيعة، ومعدل موجب حقيقي (True Positive Rate) على طول المحور الصادي (ص)، وهو معدل يعبر عن عدد العينات في خريطة المخاطر المصنفة أنها محتملة حدوث الفيضان وهي في الحقيقة حدث بها فيضان سابق في الطبيعة.

جدول رقم (١٢): قيم المساحة تحت المنحني AUC ودرجة التحقق من صحة نتائج مخاطر السيول.

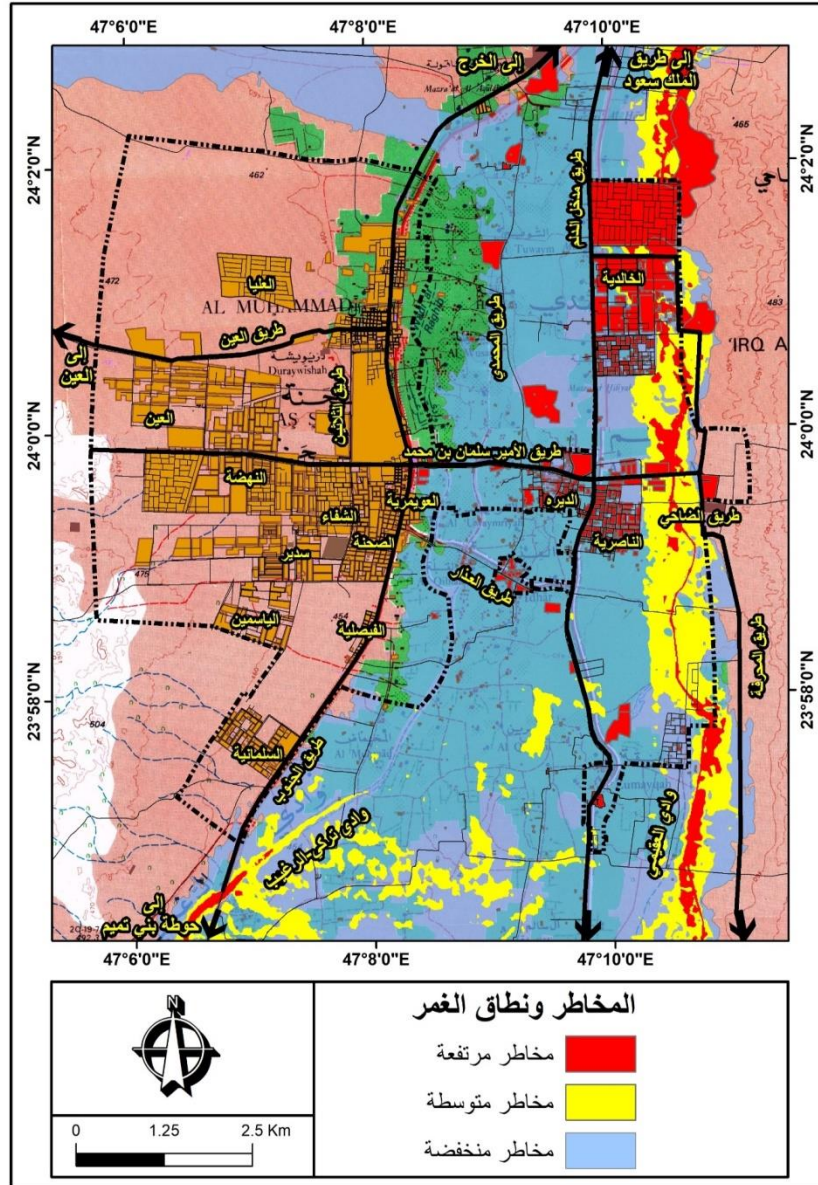
المساحة تحت المنحني AUC	درجة التحقق من صحة النتائج
أقل من ٠.٥	لا يمكن الاعتماد على النتائج
٠.٥ - ٠.٦	ضعيفة
٠.٦ - ٠.٧	متوسطة
٠.٧ - ٠.٨	جيدة
٠.٨ - ٠.٩	جيدة جدًا
٠.٩ - ١	ممتازة

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على طريقة منحنى خصائص تشغيل المستقبل (ROC Curve).

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على النمذجة الهيدروليكية (HEC-RAS).



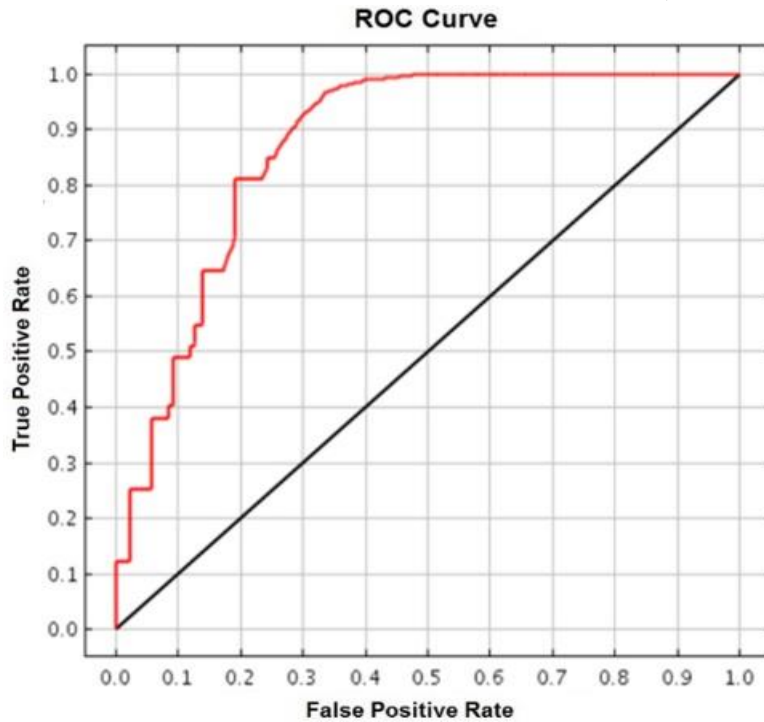
شكل رقم (٢٦): المخاطر ونطاق الغمر لمدينة الدلم عام ٢٠٢٣ م.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على النمذجة الهيدروليكية (HEC-RAS).

وقد تم رسم منحنى (ROC Curve) بين القيم المستخرجة من خريطة الفيضان للعينات والتي تم اختيارها من الدراسة الميدانية للمنطقة وقيم تصنيف المخاطر التي حدثت بسجلات الفيضان (٠،١) من خلال أداة ROC Curve من القائمة الرئيسية Analyze داخل برنامج SPSS، وظهر المنحني كما يوضحه الشكل رقم (٢٧). وتمت الاستعانة بقيمة المساحة تحت المنحني (AUC) من نتائج برنامج SPSS والتي بلغت ٠.٩٦٥ ($AUC = 0.965$) بمستوي ثقة ٩٦٪، وتعني هذه القيمة أن درجة الموثوقية في خريطة مخاطر السيول ممتازة وتبلغ حوالي ٩٧.١٪.

شكل رقم (٢٧): منحنى (ROC Curve) بين القيم المستخرجة من خريطة السيول للعينات وقيم تصنيف المخاطر.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على طريقة منحنى خصائص تشغيل المستقبل (ROC Curve).

٩-٨ خطة الحماية والوقاية من مخاطر السيول للمدينة:

٩-٨-١ منشآت درء أخطار السيول القائمة:

يعتبر تقييم المنشآت القائمة للسيول جزء رئيس وأساسي واستراتيجي للحلول، لحماية وتخفيف الأضرار الناجمة عن السيول في مدينة الدلم، لذا فإن الوقوف على المنشآت القائمة واستعراضها وتقييم خصائصها أمر في منتهى الأهمية، ويوضح الجدول رقم (١٣) الأسس والمعايير المستخدمة بالدراسة لتقييم وتصميم منشآت درء مخاطر السيول والمستندة إلى الأدلة الهندسية لوزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان.

جدول رقم (١٣): الأسس والمعايير المستخدمة بالدراسة لتقييم وتصميم منشآت درء أخطار السيول.

العمل والمعايير	الأسس التصميمية والبرامج المقترحة	مبررات الاختيار
القنوات المفتوحة		
القنوات المفتوحة	*تستخدم القنوات على شكل شبة منحرف وتبطن بالخرسانة أو بالحجارة حسب السرعات.	*تصمم على ١٠٠ عام لاستيعاب التدفقات العالية وتقليل المخاطر على المناطق المحيطة
	*تصمم على عاصفة تكرارية ١٠٠ عام. *العمق الحر يتم حسابه حسب حالة السريان، ويستخدم برنامج ثنائي الأبعاد (CCHE2D) لحساب عمق المياه عند الانعطافات الأفقية في القنوات. *يتم التحقق من السرعات ببرنامج (HEC-RAS)، (Hydraulic Tool Box).	*تحدد طرق الحماية من النحر بناء على سرعة السريان، وكذلك تحدد قيمة العمق الحر بناء على نتائج النمذجة لضمان عدم حدوث غمر لجوانب القناة
العبارات		
العبارات	تصمم على عاصفة تكرارية ١٠٠ عام	تسبباً لتحسين ورفع درجة الطرق المحلية في المستقبل
	أقل مقاس للعبارة (1.4 x 1.4m)	لأغراض الصيانة

العمل والمعيار	الأسس التصميمية والبرامج المقترحة	مبررات الاختيار
	منسوب المياه أمام مداخل العبارات لا يتجاوز ١.٢ ارتفاع العبارة.	لعدم تجاوز منسوب المياه مناسب الطرق لحمايتها وحماية الممتلكات
	يستخدم برنامج (Culvert Master) لتصميم العبارات وحساب السرعات.	لتحديد منسوب المياه أمام العبارة وتحديد سرعة المياه عند المخرج لتصميم أعمال الحماية من النحر
	الكبارى	
الكباري	تصمم على عاصفة تكرارية ١٠٠ عام	لاستيعاب التدفقات العالية دون الإضرار بالأرواح والممتلكات
	تحدد أبعاد الفتحات حسب عرض الوادي ومما لا يؤدي إلى ارتفاع منسوب المياه أمام الجسر .	لعدم تجاوز منسوب المياه مناسب الطرق لحمايتها وحماية الممتلكات
	يستخدم برنامج (HEC-RAS) للنمذجة الهيدروليكية وحساب النحر.	لتحديد العمق الآمن لقواعد الجسر

المصدر: وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان، الدليل الهندسي لدرء مخاطر السيول، الأسس والمعايير التصميمية، الإصدار الرابع، ٢٠٢٢م، ص ص ٦٥-١٠٥.

وقد اتضح من أعمال الرفع المساحي والزيارة الميدانية وجود ثلاثة أنواع من منشآت درء أخطار السيول القائمة وهي: عبارات، وحواجز تهذيب، وكباري، الأشكال رقم (٣٠، ٢٩، ٢٨)، والجدول رقم (١٤)، وسوف يتم تناولهم بالتفصيل كما يلي:

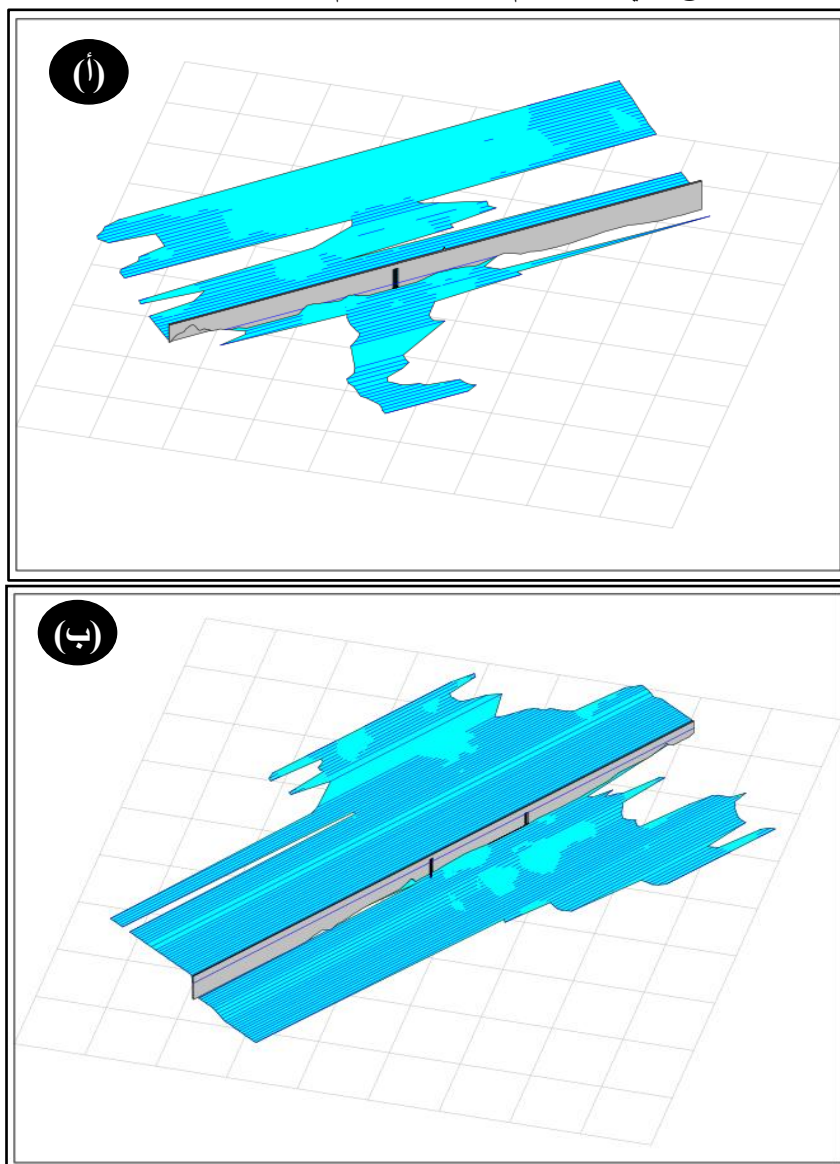
جدول رقم (١٤): منشآت درء أخطار السيول القائمة في مدينة الدلم عام ٢٠٢٣ م.

العبارات القائمة								
الاحداثيات				الحالة	ارتفاع الفتحة (م)	عرض الفتحة (م)	عدد الفتحات	العبارات القائمة
شمال		شرق						
٢٦٥٥٣٩٢.٤٩		٧١٧٩٩٣.٣٠		مقبولة	٣	٣	٨	العبارة قم ١
٢٦٥٥٣٩٥.١٤		٧١٨٤٩٩.٤٦		غير مقبولة	٣	٤.٥	٢	العبارة قم ٢
الكباري القائمة								
الاحداثيات				الحالة	العرض (م)	الارتفاع (م)	عدد الفتحات	الكباري القائمة
شمال		شرق						
٢٦٥٤٣٨٢.٤٣		٧١٧٨٩٥.٨٤		مقبولة	١٦	٥.٥	٣	لكوبري رقم ١
٢٦٥٤٢١٦.٧٢		٧١٨٣٧٦.٨٦		غير مقبولة	١٤.٥	٢.٢	٢	لكوبري رقم ٢
حواجز التهذيب القائمة								
الاحداثيات				الحالة	عرض القمة (م)	العرض (م)	الارتفاع (م)	حواجز التهذيب القائمة
شمال		شرق						
٢٦٥٥٣٩٥.١٤	٢٦٥٣٧٥٨.٧٣	٧١٨٤٩٩.٤٦	٧١٧٨١٦.١٤	مقبولة	٦٠	٥٠	٤	الحاجز رقم ١
٢٦٥٥٣٩٢.٤٩	٢٦٥٣٧٧٠.٣٩	٧١٧٩٩٣.٣٠	٧١٨٣١٢.٦٤	مقبولة	٤٥	٣٥	٤	الحاجز رقم ٢
٢٦٥٣٥٤٦.٨٤	٢٦٤٨٣٤٩.١٣	٧١٨١١٢.٤٥	٧١٤٣٣٦.١٢	مقبولة	٤٥	٣٥	٤	الحاجز رقم ٣

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الزيارة الميدانية.

- **العبارات القائمة:** استناداً إلى معايير وأسس تقييم منشآت درء أخطار السيول الواردة بالجدول رقم (١٣) يجب أن تكون العبارات قادرة على تمرير التدفق الناتج عن الأودية المؤثرة على النطاق العمراني ، مما يعني أن يكون مستوى المياه عند مدخلها أقل من مستوى الطريق لكي لا تتسبب بتعرض الطريق والعمران بحد ذاته إلى مخاطر السيول، لذلك تم التأكد من أنه كامل مستويات المياه عند مدخل العبارات أقل من مستوى الطريق لعاصفة تردد ١٠٠ سنة، كما تم التأكد من أنه سرعة التدفق عند مخرج العبارات أقل من ٦ متر في الثانية وهي السرعة القصوى المسموح بها عند مخرج العبارات، وتم ذلك من خلال استخدام برنامج التقييم الهيدروليكي للعبارات (Culvert Master) حيث تبين وجود عدد ٢ عبارة قائمتان أسفل طريق الأمير سلمان بن محمد، العبارة الأولى يبلغ عدد فتحتها ٨ فتحات بعرض ٣ متر وارتفاع ٣ متر، وتبين أن هذه العبارة قادرة على تمرير التدفق القادم إليها، أما العبارة الثانية فقد بلغ عدد فتحاتها ٢ فتحة بارتفاع ٣ متر، عرض ٤.٥ وتوجد هذه العبارة على وادي الرغيب، وتبين أنها غير قادرة على تمرير التدفقات.
- **الكباري القائمة:** تم تقييم الكباري القائمة هيدروليكيًا طبقاً لمعايير وأسس الجدول رقم (١٣) من خلال النمذجة العددية ثنائية الأبعاد باستخدام برنامج HEC RAS حيث تم ادخال طبوغرافية المنطقة و تعريف أبعاد الكوبرى و مناسيب الطريق المحيطة وقد تبين وجود عدد ٢ كوبري قائمان على طريق العذار، الكوبري الأول بطول ٥٠ متر وعدد فتحات ٣ وبارتفاع ٥.٥ متر وعرض ١٦ متر، وتبين أن هذا الكوبري قادر على تمرير التدفق، أما الكوبري الثاني فهو بطول ٣٠ متر وعدد فتحة وبارتفاع ٢.٢ متر وعرض ١٤.٥ متر وتبين أن هذا الكوبري غير قادر على تمرير التدفق.

شكل (٢٨) نموذج ثلاثي الأبعاد لتقييم للكمباري القائمة رقم ١ (أ)، (ب) ٢



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على النمذجة الهيدروليكية (HEC-RAS).

شكل رقم (٢٩): جانب من منشآت درء أخطار السيول القائمة في مدينة الدلم عام ٢٠٢٣م: حيث (أ) نماذج للعبارات القائمة، (ب) عمليات الترسيب في المنشآت القائمة على مجرى وادي الرغيب.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على الزيارة الميدانية.

شكل رقم (٣٠): جانب من منشآت درء أخطار السيول القائمة (حواجز التهذيب) في مدينة الدلم عام ٢٠٢٣م.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الزيارة الميدانية.

- **حواجز التهذيب:** تبين وجود عدد ٣ حواجز تهذيب قائمة، الحاجز الأول على جانبي وادي الرغيب ويبلغ ارتفاعه ٤ متر، ومتوسط عرض ٥٠ متر، بينما الحاجز الثاني والثالث يقعان على الجانبين الفرعيين لوادي الرغيب بارتفاع ٤ متر ومتوسط عرض ٣٥ متر، وقد تبين أن هذه الحواجز قادرة على استيعاب التدفق القادم إليها.
- ٩-٨-٢ منشآت درء أخطار السيول المقترحة:

ازدادت الأضرار الناجمة عن الفيضانات المتكررة على مر السنين بسبب النمو السكاني السريع في المناطق الحضرية، والتنمية الاجتماعية والاقتصادية غير المخطط لها، والتغير المناخي غير المرغوب فيه، وبالتالي فإنه من الضروري تحديد طريقة مناسبة للتخفيف من تأثير الفيضانات على حياة الإنسان والممتلكات والبيئة، وهناك عدة أنواع من الفيضانات مثل الفيضانات الحضرية، والفيضانات السريعة، والفيضانات الساحلية، وفيضانات الأنهار (Derdour, et al, 2018, p 46)، وطبقا للمعايير وأسس التصميم الواردة بالجدول رقم (١٣) تحتاج مدينة الدلم إلى تدخل هندسي لدرء مخاطر السيول، يمكن عرض ملامح الحماية والبدائل لتخفيف درء مخاطر السيول والتي يوضحها الشكل رقم (٣١) والجدول رقم (١٥).

- **إنشاء وتنفيذ عدد ٢ قنوات مفتوحة:** القناة الأولى على وادي الرغيب بطول ١٧٤٥٠ متر وتستوعب التدفق القادم من وادي الرغيب والبالغ ٩٨٥.٦٥ م^٣/ث، وعرض القاع لها ٩٠ متر وعرض القمة ٩٥ متر وبارتفاع ٤.٥٠ متر، أما القناة الثانية فتقع في شرق المدينة وتستوعب التدفق القادم من وادي العقيمي والبالغ ٤٠٢.٧٥ م^٣/ث، بطول ١٦٧١٥ متر وعرض القاع لها ٦٠ متر، وعرض القمة ٦٥ متر، وبارتفاع ٢.٥٠ متر.
- **إنشاء وتنفيذ عدد ١ كوبري:** يتم إنشاء هذا الكوبري بدلاً من الكوبري رقم ٢ والذي تبين أنه غير قادر على تمرير التدفق، ويبلغ عدد فتحاته ٢ فتحة وبارتفاع ٥ م وعرض ٢٤.٥ م وبطول ٥٠ م.

جدول رقم (١٥): منشآت درء أخطار السيول المقترحة في مدينة الدلم عام ٢٠٢٣م.

القنوات المقترحة							
القنوات المقترحة	الطول (م)	عرض القاع (م)	عرض القمة (م)	الارتفاع (م)	التدفق (م ^٣ /ث)	الاحداثيات	
						شمال	شرق
القناة رقم ١	١٧٤٥٠	٩٠	٩٥	٤.٥	٩٨٥.٦٥	٢٦٤٨٣٤٩.١٣	٧١٤٣٣٦.١٢
القناة رقم ٢	١٦٧١٤	٦٠	٦٥	٢.٥	٤٠٢.٧٥	٢٦٤٥٦٧٣.٧٤	٧٢٠٤٦٩.٦١
الكباري المقترحة							
الكباري المقترحة	الطول (م)	عدد الفتحات (م)	الارتفاع (م)	عرض (م)	عدد الاعمدة	الاحداثيات	
						شمال	شرق
الكوبري رقم ١	٥٠	٢	٥	٢٥	١	٢٦٥٤٢١٦.٧٢	٧١٨٣٧٦.٨٦
العبارات المقترحة							
العبارات المقترحة	الطول (م)	عدد الفتحات (م)	الارتفاع (م)	عرض (م)	الاحداثيات		
					شمال	شرق	
العبرة رقم ١	٣٠	١٢	٣	٤.٥	٢٦٥١٧٨٧.٨٦	٧١٧٥٢٨.٦٢	
العبرة رقم ٢	٣٠	١٢	٣	٤.٥	٢٦٥٢٢٧٥.٥٦	٧١٧٨٩٦.٨١	
العبرة رقم ٣	٣٠	١٢	٣	٤.٥	٢٦٥٢٦٢١.٨٤	٧١٨٠٨٦.٣١	
العبرة رقم ٤	٣٠	١٢	٣	٤.٥	٢٦٥٣٣٤٤.٠٢	٧١٨١٢٤.٧٤	
العبرة رقم ٥	٣٠	٨	٣	٣	٢٦٥٥٣٩٥.١٤	٧١٨٤٩٩.٤٦	
العبرة رقم ٦	٣٠	٨	٣	٣	٢٦٥٨١٠٣.٣٦	٧١٧٨٩٧.٦٩	

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على النمذجة الهيدروليكية (HEC-RAS).

- إنشاء عدد ٦ عبارات مقترحة: يتم إنشاء عدد ٦ عبارات أسفل الطرق المتقاطعة مع وادي الرغيب لتمرير التدفق، ٤ عبارات منهم على الفرع الرئيسي لوادي الرغيب ويبلغ عدد الفتحات لهذه العبارات ١٢ فتحة بعرض ٤.٥ م وارتفاع ٣ م، أما العبارة رقم ٥ فيتم إنشائها مكان العبارة القائمة والتي تبين أنها غير كافية، وعبارة رقم ٦ على فرع وادي أم الحصاني ويبلغ عدد الفتحات للعبارات رقم (٥ و ٦) ٨ فتحات وبارتفاع ٣ م وعرض ٣ م.

أولاً النتائج:

أجرت الدراسة تحليلاً مفصلاً لبناء نمذجة مكانية - زمانية لإنشاء محاكاة دقيقة للسيول في المناطق العمرانية للمدينة العربية، وتحديد المناطق العمرانية لمدينة الدلم، يتضمن التحليل تحديد التدفقات المارة للأودية المؤثرة على المدينة باستخدام عدة مصادر للمعلومات، والتي تشمل الصور الجوية والخرائط الطبوغرافية، ونماذج الارتفاع الرقمية، والزيارات الميدانية، كما تم تحديد أحواض التجميع لكل من الأودية والمجاري المائية المؤثرة باستخدام أحدث أدوات النمذجة الهيدرولوجية لبرنامج (WMS)، وحللت الدراسة تضاريس منطقة الدراسة، ثم درست التوزيع الجيولوجي واستخدامات الأراضي داخل أحواض التجميع من أجل تقييم قدرة التسلسل والجريان السطحي لأحواض التجميع المؤثرة، كما تضمنت الدراسة تحليلاً مفصلاً لبيانات هطول الأمطار التي تم جمعها من محطة الأرصاد الجوية المحيطة بمنطقة المشروع وحدود أحواض التجميع المؤثرة باستخدام برنامج (HYFRAN-PLUS). باستخدام نتائج تحليل هطول الأمطار جنباً إلى جنب مع الخصائص المورفولوجية لأودية أحواض التجميع المحددة، تم إجراء نمذجة هيدرولوجية للمنطقة من أجل تقدير ذروة التدفق الناتج عن كل من الأودية المؤثرة لعواصف تصميمية مختلفة باستخدام نموذج (HEC-HMS) وأهمها عاصفة المائة سنة، تم استخدام نتائج النمذجة الهيدرولوجية لتطوير السهول الفيضية في منطقة المشروع وتقييم شدة الفيضانات، وتحديد المناطق المعرضة لمخاطر السيول وتطوير خرائط غمر الفيضانات للمدينة المستندة إلى النمذجة المكانية - الزمانية ثنائية الأبعاد

HEC-RAS وبناء وتطوير خرائط الخطورة (Risk Map)، و باستخدام أعماق وسرعات المياه الناتجة من التحليل الهيدروليكي للأودية باستخدام برنامج (HEC-RAS)، عن طريق الدمج بين مجموعة من العوامل المهمة مثل استعمالات الأراضي، وعدد السكان، والمنشآت القائمة، وهي خريطة تعبر عن أهمية المكان المعرض لخطر الفيضان. كما تم تقييم منشآت درء أخطار السيول واقتراح منشآت جديدة باستخدام برنامج (Culvert Master) لتصميم العبارات وحساب السرعات، كما تم الاعتماد على التصميم الهيدروليكي للقنوات المفتوحة باستخدام برنامج FLOW MASTER. وتم تقييم الجسور هيدروليكيًا من خلال النمذجة العددية ثنائية الأبعاد باستخدام برنامج HEC RAS .

وتتعرض مدينة الدلم لسيول متكررة نتيجة وقوعها في ملتقى العديد من الأودية والتي من أهمها: وادي العقيمي، ووادي الحريق، ووادي السوط، ووادي وثيلان، ووادي ماوان، ووادي الرغيب، وقد أمكن تقسيم هذه الأودية المؤثرة على مدينة الدلم إلى ٦ أحواض رئيسة تتراوح أحجام السيول لأحواض التصريف المؤثرة على مدينة الدلم ما بين ٢٠٣٩٠٢٤٠ - ١١٦٠٢٦٧٠٠ م^٣، وتتراوح تدفقاتها ما بين ٧٦.٥٥ - ٣٤٢.٠٩ م^٣/ث خلال فترات الرجوع المختلفة (١٠ - ١٠٠ سنة)، ونتيجة لهذه السيول بلغت مساحة المناطق العمرانية المعرضة للغمر في مدينة الدلم نحو ١٥.٧٩ كم^٢ تمثل نحو ٣٠.٩٦٪ من مساحة مدينة الدلم، حيث تتعرض نحو ٤.٨١ كم^٢ من المناطق العمرانية للغمر لمخاطر مرتفعة وتمثل نحو ٣٠.٤٩٪ في أحياء الناصرية، والديرة، والخالدية، في حين تتعرض نحو ٣.٤٥ كم^٢ لمخاطر متوسطة تشكل نحو ٢١.٨٦٪، في أحياء العويمرية، والفيصلية والصحنة، أما المناطق العمرانية المعرضة للغمر والتي تتعرض لمخاطر منخفضة فأنها تبلغ نحو ٧.٥٢ كم^٢ تمثل نحو ٤٧.٦٥٪، في أحياء الشفاء، وسدير، والياسمين، والعين، والسلمانية، والعليا.

وقد ارتبطت كوارث الفيضانات التي حدثت في المناطق الحضرية في مدينة الدلم كنموذج للمدينة السعودية، بعدة تحديات حضرية وبيئية، مما ساعد على زيادة مخاطر السيول، ولعل أهم هذه التحديات هو نقص البيانات، والقيود المفروضة عليها،

والخصائص الفريدة للأودية ، والتوسع العمراني المفرط، وإنشاء مخططات عمرانية غير مدروسة، وقلة المشاريع المنفذة للقضاء على مخاطر السيول وتصريف مياه الأمطار، وعدم التوازن بين بناء السدود وتوفير المياه، و هي المصدر الرئيسي للمياه الجوفية والزراعية، وعدم استخدام نماذج هيدروديناميكية مناسبة وغير متجانسة في إعداد الدراسات الهيدرولوجية والهيدروليكية؛ خاصة النماذج ثنائية الأبعاد التي تعتمد على معاملات مثل السرعة والعمق والانتشار المكاني كما أدى عدم وجود خرائط دقيقة لمخاطر مخاطر الفيضانات وعدم وجود تخطيط استراتيجي للمخاطر إلى تفاقم الأزمة. كما ساهم تغير المناخ العالمي على طبيعة وشكل الأمطار الموسمية والمحلية في منطقة الدراسة مما ساعد على زيادة الجريان السطحي للأودية في البيئات الجافة وشبه الجافة، ومما لا شك فيه، أن تكامل الجيوماتكس الذي يمثله الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافية جنباً إلى جنب مع النمذجة الهيدروديناميكية ساعد في توفير منصة لجمع وتحليل ومعالجة وتقييم وإدارة المناطق المعرضة للفيضانات بسرعة وكفاءة عالية في هذه الدراسة.

ثانياً التوصيات:

- وفيما يتعلق بتوصيات الدراسات فهناك خمسة توصيات رئيسة تتمثل في: التوصية الأولى: بضرورة إنشاء مجموعة من منشآت درء أخطار السيول المختلفة لحماية المدينة وتخفيف الأضرار عنها تتمثل في: إنشاء وتنفيذ عدد ٢ قنوات مفتوحة: القناة الأولى على وادي الرغيب بطول ١٧٤٥٠ متر وتستوعب التدفق القادم من وادي الرغيب والبالغ ٩٨٥.٦٥ م^٣/ث، وعرض القاع لها ٩٠ متر وعرض القمة ٩٥ متر وبارتفاع ٤.٥٠ متر، أما القناة الثانية فتقع في شرق المدينة وتستوعب التدفق القادم من وادي العقيمي والبالغ ٤٠٢.٧٥ م^٣/ث، بطول ١٦٧١٥ متر وعرض القاع لها ٦٠ متر، وعرض القمة ٦٥ متر، وبارتفاع ٢.٥٠ متر، وإنشاء عدد ٦ عبارات مقترحة: توصي الدراسة بإنشاء عدد ٦ عبارات أسفل الطرق المتقاطعة مع وادي الرغيب لتمرير

التدفق، ٤ عبارات منهم على الفرع الرئيسي لوادي الرغيب ويبلغ عدد الفتحات لهذه العبارات ١٢ فتحة بعرض ٤.٥ متر وارتفاع ٣ متر، أما العبارة رقم ٥ فيتم إنشائها مكان العبارة القائمة والتي تبين أنها غير كافية، وعبارة رقم ٦ على فرع وادي أم الحصاني ويبلغ عدد الفتحات للعبارات رقم (٦ و ٨) فتحات وبارتفاع ٣ متر وعرض ٣ متر، وإنشاء وتنفيذ عدد ١ كوبري: يتم إنشاء هذا الكوبري بدلاً من الكوبري رقم ٢ والذي تبين أنه غير قادر على تمرير التدفق، ويبلغ عدد فتحاته ٢ فتحة وبارتفاع ٥ متر وعرض ٢٤.٥ متر وبطول ٥٠ متر.

- أما التوصية الثانية فتتعلق بتوجيه النمو العمراني المستقبلي والبنية التحتية لمنطقة الدراسة بعيداً عن المناطق المشار إليها في خريطة مخاطر الفيضانات والتي توصلت إليها الدراسة بأنها مناطق مخاطر مرتفعة ومرتفعة جداً مع حظر البناء في هذه المناطق وعدم التوسع في المناطق الزراعية.
- في حين تتعلق التوصية الثالثة بالمحافظة على مجاري الوديان وفروعها وإزالة جميع التعديات الموجودة في حرم الوادي مع حماية مجرى الوادي من أية عواقب محتملة، مثل العقوم والمزارع والمنشآت... إلخ التي ينتج عنها منع تدفق المياه في مجرى الوادي، وأخذ ذلك بعين الاعتبار، بالإضافة لتنظيف وعمل المجاري المائية داخل المخطط العام عند التطوير المستقبلي للمنطقة.
- بينما تتعلق التوصية الرابعة بالتركيز على اعتماد نهج الدمج بين الاستعشار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية مع النمذجة الهيدروديناميكية المتمثلة في النموذج الهيدرولوجي (HEC-HMS) والنموذج الهيدروليكي (HEC-RAS) في بناء هيدرولوجرافات مياه السيول وإنتاج نمذجة مكانية - زمانية ثنائية الأبعاد لسرعة وعمق ونطاق الغمر مياه السيول عند دراسة معظم الأودية في البيئة الجافة وشبه الجافة بالمملكة العربية السعودية.
- أما فيما يتعلق بالتوصية الخامسة: هناك حاجة ماسة بتعديل الخطط الدراسية في أقسام الجغرافيا بالجامعات العربية وخاصة (الجغرافيا الطبيعية والدراسات الجيومورفولوجية)

وكل ما له علاقة بالدراسات الهيدرولوجية ليواكب الحداثة ومتطلبات سوق العمل الحالية، والباحث على استعداد في المساهمة في هذا المجال بأقسام الجغرافيا بالجامعات العربية والتي تبني هذا التوجه.

المصادر والمراجع

أولاً: المراجع باللغة العربية:

١- الكتب والرسائل العلمية:

- صفوح، خير (٢٠٠٠م)، الجغرافيا موضوعها ومناهجها وأهدافها، الطبعة الأولى، دار الفكر، دمشق، ص ص ١-٥٢٨.
- عبد الكريم، أشرف أحمد علي، (٢٠٢٠م)، النمذجة الهيدرولوجية والهيدروليكية للسيول باستخدام برنامج نظام نمذجة الأحواض المائية (Watershed Modeling System (WMS)، أساسيات ومفاهيم وتدريبات وتطبيقات عربية، الطبعة الأولى، دار نشر العكيان، الرياض، ص ص ١-٤٨٤.
- عبد الكريم، أشرف أحمد علي، (٢٠٢٠م)، تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في التخطيط الحضري، دار نشر العبيكان، الطبعة الأولى، الرياض.

٢- الدوريات العلمية:

- البارودي، محمد سعيد، مرزا، معراج نواب، داوود، جمعة محمد، (٢٠١٣م)، "استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تقدير أحجام السيول ومدى خطورتها عند المجرى الأدنى لوادي نعمان جنوب مدينة مكة المكرمة من خلال تطبيق نموذج سنايدر واعتماد نموذج الارتفاعات الرقمية ASTER"، المؤتمر الجغرافي الدولي (الجغرافيا والتغيرات العالمية المعاصرة)، كتاب أبحاث المؤتمر، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة طيبة، المدينة المنورة ص ص ٧٥٥-٧٧٦.
- الجعدي، فرحان، (٢٠٠٨م)، "الخصائص الهيدرولوجية ومورفومترية وخصائص السيول في أحواض السدود المقترحة على أودية عليّة في محافظة الخرج"، بحوث جغرافية، الجمعية

- الجغرافية السعودية، جامعة الملك سعود، الرياض، العدد ٨٤، ص ص ١-٥٧.
- الجعدي، فرحان، بوروبه، محمد، (٢٠٠٧م)، "تقدير تدفق الذروة للسيول بحوض وادي العين بمحافظة الخرج في المملكة العربية السعودية"، مركز البحوث، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض، عدد ١٢١.
 - الدغيري، أحمد بن عبد الله بن محمد، العوضي، حمدية عبد القادر السيد، (٢٠١٧م)، "التحليل الهيدرولوجي وتقدير حجم السيول في حوض وادي الوطاة بمنطقة القصيم"، مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض، العدد ٤٧، ص ص ١٨٦ - ٢٦٠.
 - بوروبه، محمد، (٢٠٠٧م)، "دراسة هيدرولوجية لتقدير حجم سيول وادي عتود بالمملكة العربية السعودية"، سلسلة الإصدارات الخاصة، مركز دراسات الخليج والجزيرة العربية، الكويت، عدد ٢١، ص ص ١-١٥٦.
 - داوود، جمعة محمد، مرزا، معراج نواب، الغامدي، خالد بن عبد الرحمن، (٢٠١٢م)، "تقييم مخاطر الفيضانات المفاجئة بمدينة مكة المكرمة بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية"، مجلة إيجي ماتكس، العدد ٣، ص ص ١-١٣.
 - درويش، إبراهيم عبد الله قائد، (٢٠١٧م)، النمذجة الخرائطية لمخاطر السيول في حوض وادي منى مكة المكرمة باستخدام طريقة CN، المجلة العربية لنظم المعلومات الجغرافية، الجمعية الجغرافية السعودية، جامعة الملك سعود، الرياض، العدد ٨٤، ص ص ٤١-٨٣.
 - عبد الكريم، أشرف أحمد علي، (٢٠٢١م)، "أخطار السيول على مسار السكة الحديدية، حوض وادي باير المؤثر على مسار قطار الشمال جنوب مدينة القريات، المملكة العربية السعودية - أنموذجاً"، المجلة الجغرافية العربية، المجلد ٥٢، العدد ٧٧، ص ص ٦١-١١٠.
 - عبد الكريم، أشرف أحمد علي، الدوسري، علي عبد الله، (٢٠١٩م)، "التكامل بين نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والنمذجة الهيدرولوجية والهيدروليكية (HEC-

HMS & HEC-RAS) عند تقدير مخاطر الفيضان المحتملة بالمناطق العمرانية: مخاطر سيول وادي سمين المؤثر على مدينة أملج بمنطقة تبوك - أنموذجاً"، كتيب الأبحاث، مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنوفية، المنوفية، ص ص ٣٥-٧٧.

- غانم، عبد النور علي جازم، (٢٠٠٨م)، "أسباب الفيضانات الجافة وشبه الجافة وأساليب السيطرة عليها: دراسة حالة فيضانات مدينة معبر في اليمن"، مجلة تقنية البناء، وزارة الشؤون البلدية والقروية، الرياض، العدد ٥، ص ص ٣٠-٣٧.

٣- المصادر الرسمية والحكومية:

- الهيئة العامة للإحصاء، التعداد العام للسكان والمساكن عام (١٤٣١هـ) عام ٢٠١٠م، الهيئة العامة للإحصاء، ص ١-١٤.

المراجع باللغة غير العربية:

- Abdel-Fattah, M.; et al., (2017), "A Hydrological and Geomorphometric Approach to Understanding the Generation of Wadi Flash Floods". **MDPI, Water**, Vol. 9, No. 7, pp 11-27. <https://doi.org/10.3390/w9070553>.
- Abdelkarim, A. (2019), "Assessment of the Expected Flood Hazards of the Jizan-Abha Highway, Kingdom of Saudi Arabia by Integrating Spatial-Based Hydrologic and Hydrodynamic Modeling", **The Global Journal of Researches in Engineering**, Vol. 19, No. 4-J, pp 26-55, <https://engineeringresearch.org/index.php/GJRE/article/view/1948>.
- Abdelkarim, A.; Al-Alola, S.; Alogayell, H.; Mohamed, S.; Alkadi, I.; Youssef, I. (2020), "Mapping of GIS-Flood Hazard Using the Geomorphometric-Hazard Model: Case Study of the Al-Shamal Train Pathway in the City of Qurayyat, Kingdom of Saudi Arabia", **MDPI, geosciences**, Vol. 10, No. 9, pp 1-32, <https://doi.org/10.3390/geosciences10090333>.
- Abdelkarim, A.; Al-Alola, S.; Alogayell, H.; Mohamed, S.; Alkadi, I.; Youssef, I. (2020), "Integration of GIS-Based Multicriteria Decision Analysis and Analytic Hierarchy Process to Assess Flood Hazard on the Al-Shamal Train Pathway in Al-Qurayyat Region, Kingdom of Saudi Arabia", **MDPI, Water**, Vol. 12, No. 6, pp 1-28, <https://doi.org/10.3390/w12061702>.
- Abdelkarim, A.; Gaber, A. (2019), "Flood Risk Assessment of the Wadi Nu'man Basin, Mecca, Saudi Arabia (During the Period, 1988-2019) Based on the

Integration of Geomatics and Hydraulic Modeling: A Case Study", **MDPI, Water**, Vol. 11, No. 9, pp 1-32. <https://doi.org/10.3390/w11091887>.

- Abdelkarim, A.; Gaber, A.; Alkadi, I.; Alogayell, H. (2019), "Integrating Remote Sensing and Hydrologic Modeling to Assess the Impact of Land-Use Changes on the Increase of Flood Risk: A Case Study of the Riyadh–Dammam Train Track, Saudi Arabia", **MDPI, Sustainability**, Vol. 11, No. 21, pp 1-32. <https://doi.org/10.3390/su11216003>.
- Abdelkarim, A.; Gaber, A.; Youssef, A.; Pradhan, B. (2019), "Flood Hazard Assessment of the Urban Area of Tabuk City, Kingdom of Saudi Arabia by Integrating Spatial-Based Hydrologic and Hydrodynamic Modeling", **MDPI, Sensors**, Vol. 19, No. 5, pp 1-23. <https://doi.org/10.3390/s19051024>.
- Abdulrazzak, M.; Elfeki, A.; Kamis, A.; Kassab, M.; Alamri, A.; Chaabani, A.; Noor, K. (2019), "Flash Flood Risk Assessment in Urban Arid Environment: Case Study of Taibah and Islamic Universities' Campuses, Medina, Kingdom of Saudi Arabia", **Geomatics, Natural Hazards and Risk**, Vol. 10, Issue 1, pp 780-796, <https://doi.org/10.1080/19475705.2018.1545705>.
- AlAhmadi, F. (2005), "Rainfall-Runoff Modeling in Arid Regions Using Geographic Information System and Remote Sensing: Case Study; Western Region of Saudi Arabia", **Dep. of Hydrology and Water Resources Management**, King Abdul-Aziz University, pp 1-17
- AlAhmadi, F. (2017), "Optimum Parameter Estimation in Flash Flood Modeling for Upper Wadi Al lith, Western Saudi Arabia", **3rd International Symposium on Flash Floods in Wadi Systems, Muscat**, pp 1-13.
- AlAhmadi, F.; Abd Rahman, N.; Taher, S.; Nasir, K. (2016), "Arid Hydrological Modeling at Wadi AL Aqiq, Madinah, Saudi Arabia". **Journal Technology (Sciences & Engineering)**, Vol. 78, Issue 1, pp 51-58, <https://doi.org/10.11113/jt.v78.4516>.
- AlAhmadi, F.; Subyani, A. (2011), "Rainfall-Runoff Modeling in The Al-Medina Area of Western Saudi Arabia", **Journal of Environmental Hydrology**, Vol. 19, pp 1-13.
- Ali, A.S.; Tariq, B. (2001), "Physiographical and Hydrological Analysis of Yalamlam Basin, Makkah Al-Mukarramah Area", **JKAU: Earth Sci.**, Vol. 13, pp 151-177.
- Al-Zahrani, M.; Al-Areeq, A.; Sharif, H. (2017), "Estimating Urban Flooding Potential Near the Outlet of An Arid Catchment in Saudi Arabia", **Geomatics, Natural Hazards and Risk**, Vol. 8, Issue 2, pp 672–688, <https://doi.org/10.1080/19475705.2016.1255668>.
- Bajabaa, S.; Masoud, M.; Al-Amri, N. (2013), "Flash Flood Hazard Mapping Based on Quantitative Hydrology, Geomorphology and GIS Techniques (Case Study of Wadi Al Lith, Saudi Arabia)", **Arabian Journal of Geosciences**, Vol.

- 7, pp 2469–2481, <https://doi.org/10.1007/s12517-013-0941-2>.
- Bathrellos, G.; Karymbalis, E.; Skilodimou, H.; Gaki-Papanastassiou, K.; Baltas, E. (2016), "Urban flood hazard assessment in the basin of Athens Metropolitan City, Greece". **Environ Earth Sci**, Vol. 75, Issue 4, pp 1- 14. <https://doi.org/10.1007/s12665-015-5157-1>
 - Billa, L.; Mansor, S.; Mahmud, A.; Ghazali, A. (2005), "AVHRR data for real-time operational flood forecasting in Malaysia". **Geoinform Disaster Manag**. Vol. 18, pp 1357-1379. https://doi.org/10.1007/3-540-27468-5_93.
 - Billa, L.; Shattri, M.; Mahmud, A.; Ghazali, A. (2006), "Comprehensive planning and the role of SDSS in flood disaster management in Malaysia". **Disaster Prev Manag**. Vol. 15, pp 233-240. <https://doi.org/10.1108/09653560610659775>.
 - Chow, T.; Maidment D. Mays L. (1988), "Applied Hydrology" **McGraw-Hill**, International Edition, pp 1-294.
 - Derdour, A.; Bouanani, A.; Babahamed, K. (2018) "Modeling rainfallrunof relations using HEC-HMS in a semi-arid region: case study in Ain Sefra Watershed, Ksour Mountains (SW Algeria)". **J Water Land Dev.**, Vol. 36, pp 45–55. <https://doi.org/10.2478/jwld2018-0005>.
 - Farhan, Y.; Ayed, A. (2017), "Assessment of Flash-Flood Hazard in Arid Watersheds of Jordan", **Journal of Geographic Information System**, Vol. 9, No. 6, pp 717-751, <https://doi.org/10.4236/jgis.2017.96045>.
 - Hapuarachchi, H.; Wang, Q.; Pagano, T.; (2011). "A review of advances in flash flood forecasting". **Hydrol. Process.**, Vol. 25, Issue 18, pp 2771–2784. <https://doi.org/10.1002/hyp.8040>.
 - Haq, M.; Akhtar, M.; Muhammad, S.; Paras, S.; Rahmatullah J. (2012), "Techniques of remote sensing and GIS for flood monitoring and damage assessment: a case study of Sindh province, Pakistan". **Egypt J Remote Sensing Space Sci**. Vol. 15, Issue 2, pp 135-141. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2012.07.002>.
 - Jinkang, D.; Li, Q.; Hanyi, R.; Tianhui, Z.; Dapeng, Z.; Youpeng, X.; Xu, C. (2012), "Assessing the effects of urbanization on annual runoff and flood events using an integrated hydrological modeling system for Qinhuai river basin, China", **J. Hydrol.** Vol. 464–465, pp 127–139. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.06.057>.
 - Khosravi, K.; Nohani, E.; Maroufinia, E.; Pourghasemi, H. (2016), "A GIS-Based Flood Susceptibility Assessment and its Mapping in Iran, A Comparison Between Frequency Ratio and Weights-of-Evidence Bivariate Statistical Models with Multi-Criteria Decision-Making Technique", **Natural Hazards**, Vol. 83, pp 947-987, <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2357-2>.
 - Kia, M.; Pirasteh, S.; Pradhan, B.; Mahmud, A.; Sulaiman, W.; Moradi, A. (2012), "An artificial neural network model for flood simulation using GIS: Johor River

- Basin, Malaysia". **Environmental Earth Sciences**, Vol. 67, pp 251–264. <https://doi.org/10.1007/s12665-011-1504-z>.
- Lin, K.; Chen, H.; Xu, C.-Y.; Yan, P.; Lan, T.; Liu, Z.; Dong, C. (2020). "Assessment of flash flood risk based on improved analytic hierarchy process method and integrated maximum likelihood clustering algorithm". **J. Hydrol**, Vol.584, 124696, pp 1-57. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124696>
 - Merz, B.; Aerts, J.; Arnbjerg-Nielsen, K.; Baldi, M.; Becker, A.; Bichet, A. (2014), "Floods and climate: Emerging perspectives for flood risk assessment and management". **Natural Hazards and Earth System Sciences**, Vol. 14, Issue 7, pp 1921–1942. <https://doi.org/10.5194/nhess-14-1921-2014>.
 - Olawoyin, R. (2017), "Objective assessment of the Thiessen polygon method for estimating areal rainfall depths in the River Volta catchment in Ghana", **Ghana Journal of Geography**, Vol. 9, No. 2, pp 151–174.
 - Paquier, A.; Mignot, E.; Bazin, H. (2015). "From hydraulic modelling to urban flood risk". **Procedia Eng.**, Vol. 115, pp 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.07.352>.
 - Powers, R., Ramirez, L., Redmond, C., (1966), "Geology of the Arabian Peninsula, sedimentary geology of Saudi Arabia", **US Geological Survey Professional Paper**, pp 1-154.
 - Pradhan, B.; Shafiee, M. (2009), "Flood hazard assessment for cloud prone rainy areas in a typical tropical environment". **Disaster Adv.** Vol. 2, pp 7-15.
 - Pradhan, B.; Youssef, A. (2011), "A 100-year maximum flood susceptibility mapping using integrated hydrological and hydrodynamic models: Kelantan River Corridor, Malaysia". **J Flood Risk Manag.** Vol. 4, pp 189-202. <https://doi.org/10.1111/j.1753-318X.2011.01103.x>.
 - Ramachandran, A.; Palanivelu, K.; Mudgal, B.; Jeganathan, A.; Gugesanesh, S.; Abinaya, B.; Elangovan, A. (2019). "Climate change impact on fluvial flooding in the Indian sub-basin: A case study on the Adyar sub-basin". **PLoS One**, Vol. 14, Issue 5, pp 1-24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216461>.
 - Saleh, A.; Al-Hatrushi, S. (2010), "Torrential flood hazards assessment, management, and mitigation, in wadi Aday, Muscat area, Sultanate of Oman, a GIS & RS approach". **Egypt J Remote Sensing and Space Sci.** Vol. 12, pp 71-86.
 - Sarkar, D.; Mondal, P. (2019), "Flood vulnerability mapping using frequency ratio (FR) model: a case study on Kulik river basin, Indo-Bangladesh Barind region". **Appl. Water Sci.** 10, 17, pp 1-17. <https://doi.org/10.1007/s13201-019-1102-x>
 - Suriya, S.; Mudgal, B. (2012), "Impact of urbanization on flooding: the Thirusoolam sub watershed—a case study". **J. Hydrol.**, Vol. 412–413, pp 210–219. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.05.008>.

- Tadesse, D.; Suryabagavan, K.; Nedaw, D.; Hailu, B. (2022), "A model-based flood hazard mapping in Itang District of the Gambella region, Ethiopia", **Geology, Ecology, and Landscapes**, pp 1-18. <https://doi.org/10.1080/24749508.2021.2022833>.
- Teng, J.; Jakeman, J.; Vaze, J.; Croke, B.; Dutta, D.; Kim, S.; (2017). "Flood inundation modelling: a review of methods, recent advances and uncertainty analysis". **Environ. Modell. Softw.**, Vol. 90, pp 201–216. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.01.006>.
- Youssef, A.; Pradhan, B.; Hassan, A. (2011), "Flash Flood Risk Estimation Along the St. Katherine Road, Southern Sinai, Egypt Using GIS Based Morphometry and Satellite Imagery", **Environmental Earth Sciences**, Vol. 62, pp 611-623, <http://dx.doi.org/10.1007/s12665-010-0551-1>.

Spatiotemporal Modelling for Floods in Urban Areas Ad-Dilam City, Al Kharj, Kingdom of Saudi Arabia Based on Integration between Geomatics and Hydrodynamics Modelling

Dr. Ashraf Ahmed Ali Abdel Karim

Associate Professor of Settlement and Geographic Information Systems – Research Center,
Ministry of Housing, Saudi Arabia

Summary:

The spatiotemporal modelling is considered important to simulate detail floods in urban areas in the Kingdom of Saudi Arabia, and in urban areas that are subject to inundation which is considered one of the challenges in hydrological studies. It is considered one of the important factors in decision making from the political and strategic sides.

The importance of this study is to develop an integrated methodology to build Spatiotemporal modelling for floods in urban areas where main streams affect it in Ad-Dilam City, Al Kharj, Kingdom of Saudi Arabia which is subject to frequent floods and comparing it with historical ones. This can be conducted by developing integrated maps which are: inundation maps for floods, flood depth maps, flood velocity maps, flood hazard maps and solutions with recommendations to reduce the negative impact of floods and increase the awareness by 2D hydrodynamic modelling.

To perform this, a compilation between remote sensing and geographical information system and the hydrological modeling by Hydrologic Engineering Center (HEC HMS) and the hydraulic software Hydrologic Engineering Center–River Analysis System (HEC-RAS).

The study resulted that Ad-Dilam city is subject to floods due to its location at the intersection of several streams among them: Wadi Mawan, Wadi Al Gharib, Wadi AlAmiki, Wadi Al Hariq, Wadi Al Sot, Wadi AlAysar, and the results of this was that 30.96% of the Delim City is subject to floods for the 100 year return period while 30.49% is located in urban area of elevated level and located in nasiriyah, Al Dirah, Al Khalidiyah while 21.86% of the urban area is subject to medium floods risk in Omayriyah, Al Faysaliyah, Al Sahnah while the rest which is 47.65% is low risk which is Al Shifaa, Sider, Yasmin, Al Ein, Al Salmaniyah, Al Olya. Therefore, the study recommends engineering mitigation measure to protect Delim from floods.

Keywords: Spatiotemporal modelling, hydrodynamic modeling, geomatics, flood risk, hydrological model (HEC HMS), hydraulic model (HEC RAS), Ad-Dilam City.

التقارير

نظم

المركز الأفريقي الخليجي



المؤتمر الدولي الثالث للجيووماتكس

في الفترة من ٢٥ إلى ٢٦ مايو ٢٠٢٢م

بعنوان

الجيووماتية والعلوم الاجتماعية

فندق تريومف، مصر الجديدة، القاهرة، جمهورية مصر العربية

المؤتمر حضوري، وأونلاين بنصف قيمة الاشتراك..

رؤية المؤتمر

امتدادا لجهود المركز الأفريقي الخليجي في الاهتمام بدور الرقمنة والجيووماتية في حياتنا المعاصرة، يُعقد المؤتمر الدولي الثالث للجيووماتكس لعرض آفاق تطور تكنولوجيا المعلومات، وتطبيقاتها، وبرامجها، وأجهزتها، ومدى علاقتها بالعلوم الاجتماعية ومستقبلها الفكري والتقني؛ في ضوء التغيرات الدولية؛ وما أحاط بالمنطقة العربية، وإفريقيا في عالمنا المتغير وبخاصة بعد جائحة كورونا، والطفرة الرقمية، وتطور أدوات التواصل الاجتماعي الالكترونية.

أهداف المؤتمر

- عرض آخر ما توصلت إليه الشركات العالمية في مجال تكنولوجيا المعلومات والجيووماتية.

- عرض مشروعات التعمير والتنمية وتطبيقات الجيوماتكس فيها.
- عرض المشاركات البحثية في العلوم الاجتماعية وآفاق التعاون بينها.
- تأكيد دور العلوم الاجتماعية في مواكبة للتغيرات العالمية المعاصرة.
- عرض الاسهامات البحثية التطبيقية للعلوم الاجتماعية، ودورها في التنمية والبيئة والمجتمع.
- جمع أكبر قدر من المتخصصين في الجيومعلوماتية والعلوم الاجتماعية لتبادل الأفكار والخبرات.
- عرض المشاركات البحثية في تكنولوجيا المعلومات وتطبيقات الجيوماتكس.
- إتاحة النشر العلمي لبحوث العلوم الاجتماعية في مجلة متخصصة.
- إتاحة النشر العلمي في مجال الجيوماتكس وتطبيقاته في العلوم الأرضية.

الفئات المستهدفة:

الباحثون والمتخصصين في الجغرافيا وتقنيات الجيوماتكس، اللغة العربية والعلوم الشرعية، اللغات الأوربية، اللغات الشرقية، الاجتماع، علم النفس، الفلسفة، المكتبات، التاريخ والآثار، الإعلام والعلاقات العامة، الإقتصاد المنزلي، الادارة والمحاسبة، وفي مجالات الرقمنة والجيومعلوماتية.

المحاور الرئيسية

علم الاجتماع والجيومعلوماتية

- علم الاجتماع وادوات التواصل الاجتماعي
- الآثار الاجتماعية للجائحة
- الأمن المعرفي والأمن الاجتماعي
- علم الاجتماع النظري والسياسي، وعلم اجتماع التاريخ
- علم اجتماع المعرفة
- علم الاجتماع الديموغرافي وعلم اجتماع الجريمة علم الاجتماع الاقتصادي،

وعلم اجتماع القانون.

الفلسفة والتغيرات المعاصرة

- المعرفة النظرية والرقمية في عصر التكنولوجيا.
- الفلسفة من الميتافيزيقي إلى البشري.
- التراث الفلسفي والفكري في العصر الرقمي.
- الأيديولوجيا في سياق العولمة والعصر الرقمي.
- فلسفة ما بعد الحداثة وارتباطها بالوسيط.
- أثر العولمة في الوجود الكوني
- بحوث علم الفلسفة وما وراء الطبيعة والمعرفة
- وسائل التواصل الاجتماعي ومستقبل الفلسفة
- الذكاء الاصطناعي وفلسفة اللغات والمنطق
- قضايا الهوية والتعددية والتنوير والبيئة.
- الفلسفة الاجتماعية والسياسية
- فلسفة القيم، و الجمال وفلسفة العلوم، وفلسفة التاريخ
- فلسفة التعليم، وفلسفة العقل، وفلسفة الدين

علم النفس وتكنولوجيا المعلومات

- علم النفس والقيم في عصر الرقمنة
- الهوية وموضوعات علم النفس المعاصرة.
- علم نفس التوجيه والإرشاد
- علم النفس الرياضي والرياضي التطبيقي
- علم النفس الجنائي، والعسكري، والصناعي
- علم النفس التربوي، والمعرفي والسلوكي، والاجتماعي
- علم النفس العام - علم النفس الارتقائي - علم النفس الحيوي والفسايولوجي

- علم نفس الشواذ وعلم النفس التجريبي
- علم النفس التحليلي وعلم نفس الشخصية
- علم النفس الإعلامي وعلم النفس الإكلينيكي

الجيوماتكس والجغرافيا التطبيقية

- ١- تقنيات الجيوماتكس والعلوم الأرضية.
- ٢- تطبيقات الجيوماتكس في المشاريع التنموية.
- ٣- الخدمات العامة والوظيفية والحكومة الالكترونية.
- ٤- السكان والديموغرافيا والاحصاء السكاني.
- ٥- التخطيط العمراني وبرامج التصميم الحاسوبي.
- ٦- الموارد الأرضية وتكنولوجيا المعلومات.
- ٧- التغيرات السياسية العالمية والفضاءات المعرفية.
- ٨- الطقس والمناخ وراحة الإنسان والتغيرات البيئية والتقنية.
- ٩- الجيومورفولوجيا وجغرافية المياه والمشاريع الهندسية.
- ١٠- المخاطر الطبيعية والتقنيات الجغرافية.
- ١١- جغرافية الرعي والصيد و الزراعة وتربية الحيوان.
- ١٢- العمران الريفي والتخطيط الإقليمي.
- ١٣- بحوث الصحراء والتعدين، والطاقة.
- ١٤- لتسويق الجغرافي والتسويق الإلكتروني.
- ١٥- لتكتلات السياسية الاقتصادية.
- ١٦- أدوات التواصل الاجتماعي وتطور علم الجغرافيا.
- ١٧- النقل الأرضي والجوي والبحري.

الجيوانفورماتكس المكاني

- الرياضيات التطبيقية والتفكير التصميمي

- نظم المعلومات الجغرافية والبرمجة الجغرافية
- معالجة الصور الرقمية و القياس التصويري الرقمي، والاستشعار عن بعد
- البيانات المكانية والتحليل المكاني متعدد المتغيرات
- البرمجة والنمذجة و الذكاء الاصطناعي
- استخراج البيانات وقواعد البيانات المتكاملة
- الأرصاد الجوية بالأقمار الصناعية، والنمذجة الهيدرولوجية ومخاطر وهندسة البيئة

الاتجاهات المعاصرة في علم المعلومات والمكتبات

- خدمات المعلومات في العصر الرقمي.
- الكتاب الالكتروني وتقنيات خدمات المعلومات.
- التحول الرقمي والحكومة الالكترونية.
- التأليف والنشر والملكية الفكرية
- تكنولوجيا المعلومات والاتصالات
- توظيف التقنيات الحديثة لخدمة البحوث العلمية

الإعلام الرقمي والأمن والتنمية

- الإعلام و عالم الميتافيرس.
- الإعلام والأمن المعرفي والفكري .
- الإعلام الرقمي ووسائل التواصل الاجتماعي.
- الإعلام وبناء الوعي الوطني والأمن المعرفي والنفسي للشباب.
- الإعلام والحوكمة وما بعد كورونا.

الدراسات التاريخية والتغيرات العالمية

- التاريخ القديم وتاريخ العصور الوسطى
- التاريخ الحديث، و التاريخ المعاصر
- دراسات التاريخ وتكنولوجيا المعلومات
- التاريخ السياسي والدبلوماسي
- التاريخ الثقافي والفكري
- التاريخ الاجتماعي والاقتصادي
- التحقيق الزمني وصناعة التاريخ.
- كتابة التاريخ والطفرة المعرفية في العصر الرقمي،
- الكتابات التاريخية على مواقع التواصل الاجتماعي.
- المصادر التاريخية في ظل التحول الرقمي ودور المكتبات الإلكترونية في البحث التاريخي.

اللغات الشرقية والتغيرات المعاصرة

- اللغات الشرقية والواقع السياسي المعاصر.
- بحوث اللغة والأدب في اللغات الشرقية .
- الايديولوجيا وتكنولوجيا المعلومات واللغات الشرقية.
- الترجمة و الاستشراق.

اللغات الأوروبية والرقمنة

- اللغويات الحاسوبية وعلم اللغة التفاعلي
- المدارس الأدبية الأوروبية
- النص الادبي والمهارات اللغوية

- دراسات اللغة والهوية و التعددية
- بحوث اللغة المقارنة وتحليل الخطاب
- الترجمة وتقنيات العصر
- اللغة ما بعد كورونا

اللغة العربية والرقمنة

- الاستعلام الذكي في البيانات باللغة العربية
- المكتبة الرقمية العربية
- التعليم الحديث بين الواقع والرقمي
- واقع اللغة العربية والهوية والانتماء في العصر الرقمي
- دور اللغة العربية على الخريطة المعرفية
- التجديد والإبداع في عصر الرقمنة وتحديات عصر العولمة
- التحول الرقمي للغة العربية
- قضايا رقمنة الإنتاج الفكري العربي
- الرقمنة وإثراء المحتوى العربي الرقمي
- النص الرقمي في ظل العولمة والمقررات الإلكترونية المفتوحة
- دراسات الأدب والبلاغة والنقد

الدراسات الإسلامية والعصر الرقمي

- الإعجاز القرآني في العصر الرقمي.
- الفتاوى والتفسيرات من خلال المواقع الإلكترونية.
- تطور الفتوى في ظل التحول الرقمي.
- صورة الإسلام في العصر الرقمي.
- الحديث النبوي في العصر الرقمي.

- التحول الرقمي والعلوم الشرعية^٦ التفسير والحديث والفقه والأصول.
- التحول الرقمي ودوره في كتابات الفقهاء.
- التحول الرقمي ودوره في تحقيق التراث وضبطه.

الآثار وتكنولوجيا المعلومات

- متاحف ووسائل التواصل الاجتماعي
- نظم المعلومات الأثرية
- التراث الثقافي والتحول الرقمي
- التكنولوجيا الرقمية و الحفائر والكشف الأثري
- خرائط السياحة والآثار الرقمية.
- استخدام التكنولوجيا الحديثة في الحفاظ على الآثار

شروط الأبحاث المقدمة

- تُقبل البحوث باللغات العربية، الإنجليزية والفرنسية، ويشترط أن تكون الأبحاث أصيلة ولم يتم نشرها.
- تقدم الابحاث بصيغة (Word)، بأي من اللغات المذكورة، والملخص لا يزيد عن ٢٦٠ كلمة.
- عدد ورقات البحث ٢٠ صفحة، الهوامش ٤ سم من الأجناب.
- الخط Times new roman عادي ١٤، التوثيق بنط ١٢ والعناوين بنط ١٦ سميك.
- التحكيم من قبل اللجان العلمية في مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية ومجلة مركز الخدمة للاستشارات البحثية واللغات كلية الآداب جامعة المنوفية.
- تُنشر البحوث المقبولة إلكترونياً على رابط المجلتين بعد شهرين من تاريخ المؤتمر والنشر الورقي بعد شهرين ونصف.

للتعرف على المجلتين المخصصتين للنشر:

- مجلة مركز الخدمة للاستشارات البحثية واللغات، ويُنشر فيها بحوث: (اللغة العربية والعلوم الشرعية، اللغات الأوربية، اللغات الشرقية، الاجتماع، علم النفس، الفلسفة، المكتبات، التاريخ والآثار، الإعلام والعلاقات العامة، الاقتصاد المنزلي، الادارة والمحاسبة. <https://jocr.journals.ekb.eg>
- مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية، ويُنشر فيها بحوث الجغرافيا وتطبيقات الجيوماتكس. <https://mkgc.journals.ekb.eg>

طريقة الاشتراك في المؤتمر

- التسجيل على صفحة المؤتمر بملخص البحث.
- يُكتب أسفل عنوان الملخص: اسم الباحث، جهة العمل، الايميل، الهاتف والرغبة: حضوريا - أو زووم.
- آخر موعد لتلقي الملخصات ١٥ مايو ٢٠٢٢م
- تُرسل إفادات قبول المشاركة من اللجنة المختصة، وتعد المشاركة مفعلة بدفع الاشتراك بعد استقبال الإفادة.
- يُستقبل البحث كاملا أثناء المؤتمر أو بعده بأسبوعين.
- شرائح العرض قبل المؤتمر بأسبوع أو بصحبة الباحث.

الفعاليات الأولية للمؤتمر

- يتم إعلان برنامج المؤتمر من اللجنة التحضيرية قبل تاريخ المؤتمر بنحو ٥ أيام.
- يُعقد المؤتمر بفندق تريومف مصر الجديدة.
- الجلسة الافتتاحية: ١٠ - ١١.٣٠ صباحا اليوم الأول يسبقها التسجيل من ٩ صباحا.
- تُعقد الجلسات ويتم إلقاء البحوث حضوريا من ١٢.٣٠ ظهرا - ٣.٣٠ عصرا

- اليوم الأول. وفي اليوم التالي من ١٠ صباحا حتى ٣ عصرا.
- تُخصص جلسات عبر تقنية "Zoom" للمشاركين الذين لن يتمكنوا من الحضور.
- يتخلل المؤتمر معرض للجيو معلوماتية لمؤسسات إقليمية ودولية وورش عمل ومحاضرات عامة سيتم إعلانها لاحقا.
- رحلة ترفيهية لشرم الشيخ لمدة ٣ ايام يعلن عنها لاحقا (بالاشتراك).

يحصل المشارك في المؤتمر على ما يلي:

- حقيبة المؤتمر ومجلد الملخصات والبرنامج.
- إفادة المشاركة بالمؤتمر بنهاية الجلسات.
- الضيافة بالجلسات ووجبة غداء يومي المؤتمر.
- إفادة النشر بعد تحكيم البحث قبل النشر الإلكتروني بشهر.

الإقامة والانتقال لمقر المؤتمر

- الإقامة بمعرفة المشاركين وعلى نفقتهم الخاصة ولا تشملها رسوم المشاركة.
- الإقامة بفندق تريومف مصر الجديدة يمكن الاتصال على مدير المركز الافريقي الخليجي ٠٠٢٠١١١٤٠١٠٩٠ لترتيب الحجز.

المراسلات

- عنوان المراسلة على البريد الإلكتروني وارسال الملخصات إلى:
info@afriangulfcenter.com
- موقع المركز الأفريقي الخليجي <https://www.afriangulfcenter.com>
- استمارة التسجيل <https://afriangulfcenter.com/registration>



تحت رعاية معالي الأستاذ الدكتور
عادل السيد مبارك
رئيس جامعة المنوفية

إشراف
الأستاذ الدكتور

أحمد فرج القاصد
نائب رئيس الجامعة لشئون الدراسات العليا والبحوث
تنظم

كلية الآداب - جامعة المنوفية
المؤتمر الدولي الرابع
في الفترة من 2 إلى 3 مارس 2022م
بمعنوان

العلوم الإنسانية ومسارات التحول
رئيس المؤتمر
أ.د. أسامة مدني
عميد الكلية

مقرر المؤتمر
أ.د. محمود الجندي
وكيل الكلية لشئون الدراسات العليا والبحوث

منسق المؤتمر
أ.د. إسماعيل يوسف
استاذ العمران
ونظم المعلومات الجغرافية بالكلية



قسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة المنوفية

المؤتمر الدولي الرابع

يوم 2 مارس 2022م

محور

الجغرافيا والجيوماتكس و آفاق التنمية المستدامة

الأمين

المقرر

أ.د. إيملي حمادة

أ.د. لطفي كمال عزاز

المنسق

أ.د/إسماعيل يوسف

الأهداف:

- تبادل الأفكار والخبرات بين الجغرافيين بكافة تخصصاتهم، وبناء جسور التواصل العلمي بينهم .
- استعراض الجهود التطبيقية والتقنيات الحديثة في الجغرافيا وإسهاماتها في التنمية المستدامة .
- استعراض دور الجغرافيا بكافة تخصصاتها في التنمية المستدامة .
- استعراض الاتجاهات والتقنيات الحديثة في الجغرافيا والجيوماتكس وتطبيقاتها المختلفة .

المحاور:

1. الجغرافيا والتنمية المستدامة ورؤية 2030م.
2. جودة الحياة والرفاهة الاجتماعية وجغرافية الخدمات.
3. السكان والعمران والتخطيط الحضري والإقليمي.
4. تطبيقات الجيوماتكس والذكاء الاصطناعي في بحوث البيئة الطبيعية والبشرية.
5. تنمية الموارد الطبيعية والموارد المتجددة.
6. الجغرافيا السياسية المعاصرة والمتغيرات الدولية والجمهورية الجديدة.
7. التغيرات المناخية والبيئة ودراسات الجغرافيا الحيوية.
8. الجيومورفولوجيا التطبيقية ومشاريع التنمية.
9. التنمية الزراعية والدراسات الريفية.
10. الدراسات الاقتصادية والتعدين والطاقة.
11. جغرافية التجارة والتسويق الإلكتروني في عصر العولمة.
12. جغرافية النقل والاتصالات.
13. المساحة وتطبيقاتها في مشروعات التعمير في مصر.

جلسات اليوم الأول (الحضورية)-الأربعاء 2022/3/2

الجلسة الأولى: دراسات تطبيقية متنوعة في الجغرافيا البشرية

التوقيت: 12:20 - 1:50 م المكان: القاعة الكبرى 1 بفندق الجامعة
 يدير الجلسة: أ.د. لطفي كمال عزاز، أ.د. ماهر حمدي عيش، أ.م.د. زيد علي حسين
 أ.م.د. ظلال جواد كاظم ياسين

1- بكالوريوس الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، برنامج دراسي مقترح يعتمد على التقنيات الحديثة لتحقيق التنمية المستدامة، أ.د. لطفي كمال عبيه عزاز، أستاذ جغرافية العمران ونظم المعلومات الجغرافية، ورئيس قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنوفية.

2- تحليل جغرافي للإجراءات الإقليمية والدولية لمكافحة الهجرة غير الشرعية، أ.د. سعدون شلال ظاهر جاسم، والاستاذ المساعد: هيلين محمد عبد الحسين البديري، قسم الجغرافيا، كلية التربية للبنات، جامعة الكوفة، العراق. والباحثة رشا صالح مهدي العميدي، كلية العلوم السياسية- جامعة الكوفة.

3- التوزيع الجغرافي لظاهرة تعدد الزوجات في قضاء الحلة للعامين (2010 و2020)، م. لمياء فليح ابراهيم، و.م.د. زيد علي حسين، كلية التربية للعلوم الإنسانية - جامعة بابل، و.م.د. ظلال جواد كاظم ياسين، كلية التربية للبنات، جامعة الكوفة.

4- التوزيع الجغرافي للصناعة في مدينة السادات، شيماء عطية عبد العزيز السيد، المعيدة بقسم الجغرافيا-كلية الآداب-جامعة المنوفية، و.م.د. أماني أحمد المنشاوي، استاذ مساعد الجغرافيا الاقتصادية، كلية الآداب، جامعة المنوفية، و.د. محمود فوزي، مدرس الخرائط، كلية الآداب، جامعة المنوفية.

5- التحليل المكاني لمواضع الخدمات الصحية بمركز السادات, د. اسماء فتحي محمود يوسف، دكتوراه – جامعة بنها .

6- تشوهات المساحة الانتخابية، انتخابات 2012م, أ.د. فايز حسن غراب، أستاذ الجغرافيا الاقتصادية بقسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنوفية .

7- الفجوة النوعية في انتخابات مجلس النواب عام ٢٠١٥ - دراسة حالة محافظة المنوفية, أ.د. ماهر حمدي عيش، أستاذ الجغرافيا السياسية، كلية الآداب ، جامع المنوفية .

8- الأبعاد الجغرافية لتنمية سياحة المهرجانات، دراسة حالة على محافظة الاسماعيلية, د. علا حمدي الشرقاوي، مدرس بقسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنوفية .

❖ جلسات اليوم الأول عن بعد "زووم" الأربعاء 2022/3/2

الجلسة الأولى:

التوقيت: 6:00 - 7:00 م

المكان: مكتب وكيل الكلية لشئون التعليم والطلاب

يدير الجلسة: أ.د. إسماعيل يوسف، أ.د. لطفي كمال عزاز أ.د. عادل اسماعيل شاويش

1. دور المدن التوابع في تفرغ الفائض السكاني للمدينة الأم بالجزائر: تحولات وانعكاسات. حالة: مدينة قسنطينة ومدنها التوابع, أ.د. فؤاد محمد الشريف بن غضبان، معهد تسيير التقنيات الحضرية، جامعة أم البواقي- الجزائر.

2. ظاهرة الاغتراب لدى طلبة جامعة تكريت .، أ.م.د. بثينة رحيم شوكت، كلية التربية للبنات، جامعة الانبار ، و أ.د. منيب مشعان الدوري، كلية الاداب، جامعة تكريت.

3. نحو انتقال علم الجغرافيا من التحول الرقمي الي بيئة الذكاء الاصطناعي المكاني في ضوء رؤية مصر 2030, الباحث: حسن ربيع محمد النجدي، مدرس مساعد نظم المعلومات الجغرافية ، قسم الجغرافيا جامعة سوهاج، باحث دكتوراه بجامعة ليون اسبانيا، و د. ايمان عيد عبد الحميد عبد الحي، مدرس الجغرافيا التاريخية ، قسم الجغرافيا كلية البنات للآداب والعلوم والتربية، جامعة عين شمس .

4. إعادة تنظيم النقل الحضري الجماعي بالحافلات بمدينة أم البواقي " تقييم الحركية الحضرية من خلال العرض و الطلب", د. نجلاء غراي، أستاذ محاضر، معهد تسيير التقنيات الحضرية – جامعة أم البواقي، و الباحثة: صبرينة أشرارد، معهد تسيير التقنيات الحضرية – جامعة قسنطينة 3، و أ.د. توفيق مازوز، أستاذ محاضر، معهد تسيير التقنيات الحضرية – جامعة أم البواقي. الجزائر.

الجلسة الثانية:

التوقيت: 7:00 - 8:00 م

المكان: مكتب وكيل الكلية لشتون التعليم والطلاب

يدير الجلسة: أ.د. إسماعيل يوسف، أ.د. لطفي كمال عزاز أ.د. عادل اسماعيل شاويش
1. خرائط الابعاد المكانية (D7) للتلوث الهوائي والضوضائي في مدينة الفلوجة واثارها البيئية, أ.د. نجيب عبدالرحمن محمود حسين الزبيدي، جامعة تكريت، كلية الآداب، قسم الجغرافية التطبيقية، وأ.م.د. عبير يحيى أحمد جاسم، الجامعة المستنصرية، كلية التربية، قسم الجغرافية، وم.م. احمد عبد عودة، وزارة التجارة، قسم تقنية المعلومات-شعبة نظم المعلومات الجغرافية، العراق.

2. تقييم وتحليل وضع المناطق الساحلية باستخدام المؤشرات البيئية في مملكة البحرين, الباحثة: منال عدنان عبدالله حساني، ماجستير نظم معلومات جغرافية واستشعار عن بعد - رئيس الاستشعار عن بعد، هيئة المعلومات والحكومة الالكترونية.

3-- تنمية الموارد المائية وامكانية انعاش المجال البيئي في اقليم القبلة بليبيا، د. عصام عبدالسلام البركي، أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا كلية الآداب والعلوم قصر خيار جامعة المرقب ليبيا، و د. خالد عبدالله الزغداني، أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا كلية التربية جامعة الزيتونة ليبيا، و أ- عزالدين مفتاح السلامي محاضر بقسم الجغرافيا كلية التربية، جامعة الزيتونة ليبيا.

4- التساقط الصخري علي حافة هضبة السلوم وأثره على التنمية، د. محمدي شعبان محمدي عبد العال، مدرس بقسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنوفية.

5- أثر التيارات المائية النهرية في نمو و تكون الجزر النهرية بفرعي دمياط ورشيد، د. اسماء فتحي محمود يوسف، دكتوراه - جامعة بنها.

6- الظاهرات الكارستية بهضبة الجلالة البحرية، (دراسة ميدانية)، الباحث/ صلاح محمد صلاح دياب، مدرس مساعد بقسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنوفية.

7- النمذجة الكارتوجرافية الرقمية لإنتاج خرائط التباين الفصلي في كمية المطر بإثيوبيا للفترة 1970-2020، منال عادل الفقي، باحثة ماجستير بنظام الساعات المعتمدة، وإيملي محمد حمادة، أستاذ الجغرافيا المناخية قسم الجغرافيا كلية الآداب، جامعة المنوفية.

الجلسة الثالثة: دراسات متنوعة في الخرائط والتقنيات والجغرافيا البشرية .

التوقيت: 1:55 - 3:25 م - المكان: القاعة الكبرى 1 بفندق الجامعة

يدير الجلسة: أ.د. إسماعيل يوسف، أ.د. لطفي كمال عزاز، أ.د. سعدون شلال ظاهر جاسم، د. طوفان سظام

7- التحليل الجغرافي لخريطة التحور الجائحي والموجات الانتشارية العالمية لفيروس كوفيد (19)، د. محمد فرج عبد العليم علام، مدرس الجغرافيا بقسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنوفية، ود. صبحي رمضان فرج سعد، أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنوفية.

8- التسرب من التعليم في محافظة المنوفية – دراسة جغرافية، د. أماني عطية أحمد الإمام، مدرس الخرائط والعمران بقسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة المنوفية

الجلسة الرابعة: دراسات وتطبيقات في الجغرافيا الاقتصادية والسياسية

التوقيت: 1:55 - 3:25 م - المكان: القاعة الصغرى 1 بفندق الجامعة

يدير الجلسة: أ.د. فايز حسن غراب، أ.د. عادل اسماعيل شاويش، أ.د. موسى عتلم،

1- الأبعاد الجغرافية لشبكة المواقع الانتخابية 2012م، أ.د. فايز حسن غراب، أستاذ الجغرافيا الاقتصادية بقسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنوفية.

2- التحليل الجغرافي للخدمات بمدينة القصير، أ.د. موسى فتحي موسى عتلم، أستاذ بقسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنوفية.

3- مساهمة قطاع الطاقة الكهربائية في الحد من التغيرات المناخية في مصر خلال الفترة 2010 – 2020، د. خالد محمد مذكور علي، مدرس بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة عين شمس.

4- النشاط الزراعي ودوره في تحقيق التنمية الاجتماعية بإقليم البطحاء-جمهورية تشاد، د. أمين إسماعيل بركة، عضو هيئة التدريس ورئيس قسم الجغرافيا، بجامعة الملك فيصل بتشاد.

3. إعداد خرائط مخاطر الكوارث الناجمة عن ارتفاع سطح البحر وتقييم الاستعداد والمرونة في مملكة البحرين، الباحثة: فوزية علي عبدالوهاب سلمان رجب، ماجستير نظم معلومات جغرافية واستشعار عن بعد/ ضابط وزارة الداخلية - مملكة البحرين.
4. استخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في دراسة المخاطر البيئية الناتجة عن النفايات بالتطبيق على دولة الكويت، د. نبى محمود عفيفي المقيهي، مدرس - قسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة المنوفية.
5. تلوث المياه الجوفية بتأثير النظام الكارستي في منطقة سنجار، د. احمد حسين حسين، وزارة التربية، مديرية تربية نينوى، العراق.

الجلسة الثالثة:

التوقيت: 8:00 - 9:00 م

المكان: مكتب وكيل الكلية لشئون التعليم والطلاب

يدير الجلسة: أ.د. إسماعيل يوسف، أ.د. لطفي كمال عزاز أ.د. عادل اسماعيل شوايش

1. التخطيط الاقتصادي للأنشطة الإنتاجية الرعوية وفق الخطة الاستراتيجية الخمسية لولاية النيل الأبيض: حالة محلية الدويم (2007-2011)، د. أمل الماحي الخليفة محمد، استاذ مساعد، قسم الجغرافيا ، كلية العلوم الانسانية ، جامعة الملك خالد. د. دولت محمد احمد سليمان. قسم الجغرافيا. كلية الآداب. جامعة بحري، السودان. أ.د حسن احمد حسن الشيخ. قسم الجغرافيا ، كلية الآداب، جامعة بخت الرضا، السودان

المؤتمر الدولي الخامس

يسرنا لقاءكم والترحيب بكم في المؤتمر الدولي الخامس

"دور الجغرافيا وتقنياتها الحديثة في التنمية المستدامة بالدول العربية"

في الفترة من السبت ٢٥ إلى الإثنين ٢٧ نوفمبر ٢٠٢٣م

تحت رعاية معالي الأستاذ الدكتور أحمد فرج القاصد

رئيس جامعة المنوفية

أ.د. صبحي شرف

نائب رئيس الجامعة لشئون البيئة وخدمة المجتمع

يعقد مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية بكلية الآداب - جامعة المنوفية "المؤتمر الدولي الخامس: دور الجغرافيا وتقنياتها الحديثة في التنمية المستدامة بالدول العربية" في الفترة من السبت ٢٥ إلى الإثنين ٢٧ نوفمبر ٢٠٢٣م بالتعاون مع الجمعية الجغرافية المصرية، والمجمع العلمي المصري، ولجنة الجغرافيا بالمجلس الأعلى للثقافة.

رئيس المؤتمر: أ.د. أسامة عبد الفتاح مدني عميد كلية الآداب - جامعة المنوفية.

أمين عام المؤتمر المنسق العام: أ.د. محمود الجندي وكيل كلية الآداب جامعة المنوفية لشئون الدراسات العليا والبحوث.

مقرر المؤتمر: أ.د. لطفي كمال عزاز رئيس قسم الجغرافيا ومدير مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية كلية الآداب - جامعة المنوفية.

المنسق العام: أ.د. اسماعيل يوسف عضو مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية، أستاذ بقسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة المنوفية.

رؤية المؤتمر:

امتداداً لجهود مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية في مواكبة التغيرات المحلية والإقليمية والأحداث العالمية والتحديات التي يواجهها المجتمع، وفي إطار الاهتمام بدور الجغرافيا وتقنياتها الحديثة في حياتنا المعاصرة، ومواكبة للتطور العلمي والتقني، يعقد المركز مؤتمره الدولي الخامس لتناول دور الجغرافيا وتقنياتها الحديثة في التنمية المستدامة في مصر والدول العربية الشقيقة ومناقشة وعرض آفاق تطور تكنولوجيا نظم المعلومات المكانية وتطبيقاتها في كافة أفرع الجغرافيا في ضوء الأوضاع الدولية الراهنة المتمثلة في أزمة التغير المناخي وتبعاته، وأزمة سلاسل الإمداد والتموين الناتجة عن حرب أوكرانيا وجائحة كورونا.

أهداف المؤتمر:

- استقطاب الجهود البحثية في فروع الجغرافيا المختلفة وتطبيقاتها باستخدام التقنيات الحديثة.
- إبراز دور علم الجغرافيا للارتقاء بالبناء المعرفي وتعزيز الهوية الوطنية.
- عرض إسهامات الجغرافيا وتقنياتها الحديثة في التنمية المستدامة والبيئة ومواجهة الأزمات.
- إبراز دور الجغرافيا وتقنياتها الحديثة في رؤية مصر ٢٠٣٠ وبناء الجمهورية الجديدة.
- تناول الاتجاهات الحديثة في فروع الجغرافيا، وتقنياتها الحديثة، وتطورها المنهجي، والتقني.
- مناقشة بحوث الجغرافيا وتقنياتها الحديثة في مؤتمر دولي متخصص ونشرها في مجلة المركز.
- عرض آخر ما توصلت إليه الشركات العالمية في مجال تكنولوجيا المعلومات المكانية.
- عرض تجارب المؤسسات الحكومية والخاصة في العالم العربي وإفريقيا في الجيومعلوماتية.

محاور المؤتمر:

١- المحور الأول:

الجغرافيا الطبيعية والتنمية المستدامة في الدول العربية:

- الدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية.
- المناخ وقضية التغير المناخي.
- الجغرافيا الحيوية والتربة.

٢- المحور الثاني:

الجغرافيا البشرية والتنمية المستدامة في الدول العربية:

- جغرافية العمران.
- جغرافية السكان.
- الجغرافيا الاجتماعية.
- الجغرافيا السياسية.
- الجغرافيا العسكرية.
- الجغرافيا الاقتصادية.
- الجغرافيا الطبية.
- الجغرافيا التاريخية.

٣- المحور الثالث:

البيئة والتنمية المستدامة في الدول العربية.

٤- المحور الرابع:

الجيوماتكس والتنمية المستدامة في الدول العربية:

- نظم المعلومات الجغرافية.
- الاستشعار عن بعد.
- البرمجة واستخدام لغة بايثون.

- الذكاء الاصطناعي الجغرافي.
- النمذجة والمحاكاة.
- كارتوجرافيا/ نظم المعلومات الجغرافية على الانترنت.
- المسح بنظم تحديد المواقع العالمية.
- المسح بالدرون.
- تقنيات جمع البيانات المكانية.
- نظم المعلومات الجغرافية المتحركة.

٥- المحور الخامس:

الجغرافيا الإقليمية والتنمية المستدامة في الدول العربية.

٦- المحاور ذات الصلة

فعاليات المؤتمر:

- ١- اليوم الأول: الجلسة الافتتاحية والأولى بالجمعية الجغرافية المصرية، والثانية بالمجمع العلمي.
- ٢- اليوم الثاني: الجلسات الموازية بالمجلس الأعلى للثقافة بموقع دار الأوبرا بالجيزة - القاهرة.
- ٣- اليوم الثالث: جلسة المشاركين عن بعد عبر تقنية الاتصال المرئي. والجلسة الأخيرة والختامية في كلية الآداب جامعة المنوفية بشبين الكوم.
- ٤- يعقد على هامش المؤتمر معرض للجيوماتكس وورش عمل ومحاضرات عامة.
- ٥- سيتم تنظيم رحلات علمية وترفيهية على هامش المؤتمر.

شروط الأبحاث:

- ١- تكون الأبحاث أصيلة وتقدم بصيغة (Word)، والملخص في حدود ٤٠٠ كلمة.
- ٢- البحث بحجم ٢٠ صفحة وأي زيادة عن ذلك برسوم إضافية، الهوامش ٣ سم، خط Times new roman حجم ١٤ للبحوث بالإنجليزية، و Simplified Arabic للبحوث بالعربية حجم ١٤.

- ٣- التوثيق على نسق جمعية علم النفس الأمريكية APA Style
- ٤- تخضع جميع البحوث للتحكيم العلمي وتُنشر البحوث المقبولة على موقع مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية، نقاط التأثير ٧، بعد ٣ شهور من تاريخ المؤتمر.

الاشتراك في المؤتمر:

- التسجيل ورفع الملخص على استمارة جوجل فورم ويكتب أسفل عنوان البحث: اسم الباحث، جهة العمل، الايميل، الهاتف والألقاب حضوريا أو عبر تقنية الاتصال المرئي.
 - آخر موعد لتلقي الملخصات ٢٠٢٣/١٠/١، وسيتم إرسال إشعار قبول أو رفض الملخصات ٢٠٢٣/١٠/٢٠ م.
 - آخر موعد لتلقي البحوث كاملة ٢٠٢٣/١٢/١٢ وسيتم رفعها على موقع المجلة <https://mkgc.journals.ekb.eg>
- رسوم المشاركة في المؤتمر تشمل ما يأتي:
- حقبة المؤتمر وكتيب الملخصات والبرنامج، وكذا إفادة المشاركة بعد الجلسات.
 - الضيافة بين الجلسات ووجبة الغذاء.
 - إفادة قبول النشر بعد التحكيم، ويُسلم البحث بالبريد على نفقة الباحث.
 - الإقامة بمعرفة المشاركين وعلى نفقتهم الخاصة ولا تشملها رسوم المشاركة.
- التسجيل على استمارة جوجل فورم التالية: <https://forms.gle/G1sUygzBQtjHo5we7>
- نوع المشاركة رسوم الاشتراك:
- مصري ببحث ٢٠٠٠ جنيه ويضاف ١٠٠٠ جنيه لكل مشارك إضافي بالبحث.
 - طالب دراسات عليا مصري ١٢٠٠ جنيه ويضاف ٨٠٠ جنيه لكل مشترك إضافي مشارك بالبحث.
 - غير المصريين ببحث ٢٠٠ دولار و ١٠٠ دولار لكل مشارك إضافي بالبحث.
 - الحضور فقط لغير المصريين ١٠٠ دولار.
 - الحضور للمصريين ٨٠٠ جنيه.

تُسدد الاشتراكات لحساب مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية بالكلية.

- للاستفسار: مقرر المؤتمر أ.د. لطفي عزاز ٠٠٢٠١٢٠٢٥٤٢٤٩٠
- منسق المؤتمر أ.د. إسماعيل يوسف ٠٠٢٠١٢٨٠٦١٠٨٩٩
- سكرتارية المجلة والمؤتمر: أ. صلاح دياب ٠٠٢٠١٠٦٧٢٥٧٦٠١

Saudi Geographical Society (S.G.S.)

● Editorial Board ●

Editor-in-Chief : Mohammed Shawqi I. Makki	(Ph.D.).
Editorial Board : Adel M. Abdulhamid	(Ph.D.).
Mofareh D. Alqoradi	(Ph.D.).
Sabah S. Aljenaid	(Ph.D.).

● Advisory Board ●

Abdelkader Abdellaoui, Ph.D., Professor	Paris, France.
Ismaeel Y. Ismaeel, Ph.D., Professor	Almanwfyah University, Egypt.
Jack Dangermond, Mr.	President, ESRI.
Michael Batty, Ph.D., Professor	Center for Advanced Spatial Analysis, London.
Mohamed Aziz, Ph.D., Professor	Fayoum University, Egypt.
Mohamed H. Bahnassy, Ph.D., Professor	Alexandria University, Egypt.
Mohammed I. Sharaf, Ph.D., Professor	Alexandria University, Egypt.

● Correspondence Address ●

All Research Papers and Editorial Correspondence Should be sent to:
The Editorial-in-Chief, Saudi geographical Society,
P.O.Box 2456 Riyadh 11451,
Kingdom of Saudi Arabia
Tel: +966 01 4678798 Fax: +966 11 4677732
E-Mail: sgsajgis@gmail.com

All Views Expressed by Contributors to Arabian Journal of Geographical Information System
do not Necessarily Reflect the Views of its Editorial Board or Saudi Geographical Society

THE ARABIAN JOURNAL OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

Vol. (17), No. (1), Jumada II 1445 / June, 2023

● **Administrative Board of the Saudi Geographical Society** ●

Ali A. Al-Dosari	Chairman
Mohammed M. Al-Rashed	Vice-Chairman
Fahad A. Almutlaq	Treasurer
Sultan A. Alharbi	Secretary General
Abnbra Khamis Alsaud	Member
Badr Alonaizy	Member
Bashir Alshammary	Member
Amal Almoshait	Member
Maha Aldobi'	Member

(Electronic Copy)

Vol. (17), No. (1), Jumada II 1445 / Decemper 2023

Contents

- Introduction:

Editorial Board

- Researches:

Measuring the rural access index for the locality
of South Gezira in the Republic of Sudan

Dr. Fakhirudeen Ahmad Mohammad

Imulation Urban Growth and Land Cover Change
North Mecca City with Remote Sensing
Techniques and Geographic Information Systems

Dr. Maliha bint Hamed Abdullah Al-Abdali

Simulation actual value of precipitation and its
impact on change of vegetation in Taif

Governorate using geospatial techniques

Dr. Amina Atallah Abed Rabbo Al-Rehaili

Spatiotemporal Modelling for Floods in Urban
Areas Ad-Dilam City, Al Kharj, Kingdom of
Saudi Arabia Based on Integration between
Geomatics and Hydrodynamics Modelling

Dr. Ashraf Ahmed Ali Abdel Karim

- Book Review:

- Reports:

