التحليل المكاني لأخطار السيول بمدينة الطائف وأثرة على الكتلة العمرانية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد(*)

الباحث/ عدنان إبراهيم بن ظفران

طالب دكتوراه – قسم الجغرافيا

كلية اللغة العربية والدراسات الاجتماعية

جامعة القصيم المملكة العربية السعودية

الدكتور: إبراهيم بن عبيد الشويش

أستاذ مشارك– نظم المعلومات الجغرافية بقسم الجغرافيا

جامعة القصيم المملكة العربية السعودية

الملخص:

عرض المملكة العربية السعودية كغيرها من دول العالم لمخاطر طبيعية مختلفة، كالسيول والفيضانات، وقد تعرضت مناطق عديدة في مدينة الطائف لأمطار غزيرة أدت إلى ارتفاع منسوب المياه في الشوارع والطرقات والى تعطيل حركة المرور. وحيث أنه من المستحيل دفع مخاطر السيول والفيضانات أو منع حدوثها، ولكن بالإمكان العمل على الحد من تأثيراتها والتقليل من خسائرها التي تنجم عنها، وذلك بعمل الخرائط التي تحدد المواقع المهددة وإجراء الدراسات والبحوث التي تحسن من عمل شبكات الرصد ونظم الإنذار المبكر وإنشاء قواعد للمعلومات. وقد تم في هذه الدراسة تحديد مجاري الأودية لمناطق السيول والفيضانات بدقة. وتم التحليل المكاني للمناطق المهددة بالسيول في مدينة الطائف باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، من اجل بناء قاعدة معلومات مكانية، للاستفادة في تحليل تضاريس سطح الأرض عن طريق تحليل نموذج المناسيب الرقمي (DEM) Digital Elevation Model وذلك لتحليل الانحدار وتحليل اتجاه الانحدار وتحليل مائية السطح. كما تم القيام بعمليات التحليل المكاني وإنتاج الخرائط

(*)مجلة كلية الآداب جامعة القاهرة المجلد (٨٤) العدد (١) يناير ٢٠٢٤.

الموضوعية لتحديد المناطق السكنية والعمرانية والطرق المهددة بمخاطر السيول والفيضانات في مدينة الطائف. ونتج عن الدراسة تحديد المواقع الخطرة على الأودية والشعاب ذات التأثير المباشر على منطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: السيول نظم المعلومات الجغرافية الاستشعار عن بعد مدينة الطائف

Spatial analysis of flood risks in Taif city using geographic information systems and remote sensing

Abstract

The Kingdom of Saudi Arabia, like other countries of the world, is exposed to various natural hazards, such as floods and floods. Many areas of Taif city have been hit by heavy rains that have led to rising water levels on streets and roads and disrupted traffic. Since it is impossible to push or prevent the risk of floods and floods, it is possible to reduce their impacts and their losses by making maps that identify threatened sites, undertake studies and research that improve the operation of monitoring networks, early warning systems and establish information bases. In this study, the canyon streams of flood and flood areas were accurately identified. Spatial analysis of areas threatened by torrents in Taif City was carried out using remote sensing and geographic information systems (GIS) techniques to build a spatial information base to benefit from the analysis of the Earth's surface topography through the analysis of the Digital Elevation Model (DEM) to analyse the regression, slope direction and surface aquatic analysis. Spatial analysis and the production of thematic maps were also carried out to identify residential and urban areas and roads threatened by floods and floods in the city of Taif. The study resulted in the identification of hazardous sites on canyons and reefs with a direct impact on the study area.

Keywords: Torrents GIS remote sensing Taif cit

المقدمة

تعتبر مدينة الطائف ثاني المدن العربية بعد مدينة مكة المكرمة، حيث يعود تاريخ مدينة الطائف إلى ما قبل ميلاد النبي عيسى بن مريم عليه السلام، ويميل بعض المؤرخين إلى القول بأن تاريخها يعود إلى عصر النبي إبراهيم عليه السلام، وتعد الطائف من أقدم مدن العالم وكانت سابقا تحت حكم قبيلة ثقيف (الميورقي، ١٢٨٠، ٥٥). وقد كان أول وأهم حدث تاريخي لمدينة الطائف هو اختيارها موقعًا للسكن عند تقاطع طرق التجارة التي تنطلق من جنوب الجزيرة العربية إلى شمالها باتجاه الشام، وكذلك الطرق الممتدة من غرب الجزيرة وبالتحديد من مكة المكرمة إلى وسط نجد فضلا على ما تتميز به من وفرة مياه ومناخ معتدل وخصوبة أرضها الزراعية مما ساعد على توطين السكان فيها وتطورها، وزاد من أهمية موقعها عند ملتقى طرق التجارة لتكون أحد المدن الرئيسة في محيط إقليمها. وقد تطورت أهمية مدينة الطائف في الحقب السابقة لظهور الإسلام بقيام سوق عكاظ حيث يتم التبادل التجاري وعقد الصفقات التجارية بين القبائل إضافة إلى ذلك التنافس الأدبي بين الشعراء والتباهي بما تتميز به قبائلهم عن القبائل الأخرى. وقد أخذت مدينة الطائف في الأهمية منعطفًا تاريخيًا بعد قيام الدعوة الإسلامية وزيارة الرسول الكريم للطائف ودعوة سكانها لدخول الإسلام، فقد كانت هذه الزيارة إشارة إلى أهمية مدينة الطائف إضافة إلى وجود عدد من المواقع التي وردت في الأثر أن الرسول (صل الله عليه وسلم) قد أتخذ منها مسجد ومنها من المآثر الإسلامية العديد من المواقع التي ارتبطت بالعلماء المسلمين الأوائل مثل مسجد عبد الله بن العباس. أما التاريخ الحديث لمدينة الطائف فقد بدأ بعد توحيد المملكة العربية السعودية وتحولت هذه المدينة إلى إحدى المدن السعودية الصيفية المميزة.

أهمية الدراسة:

تكمن أهمية الدراسة فيما يلي:

لم يكن اختيار هذه الدراسة مجرد صدفة أو أنه اختيار عشوائي، بل جاء لأسباب وجيهة . رآها الباحثون– ممثلة بتهيئة الأساس لما يدعم دور نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في خدمة الأبحاث الجغرافية التطبيقية، وتكمن أهمية هذه الدراسة في النقاط الآتية:

١. الجوهر النفعي والتطبيقي لنظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في عملية جميع المعلومات، والحصول على خريطة الأساس، وتجهيزها على شكل طبقات لخرائط لاستخدامات الأرض، والمرئيات الفضائية المستخدمة وصولًا إلى الخريطة النهائية التي تبين مناطق التعدي على الأودية في مدينة الطائف.

٢– تحديد أهم المشكلات والمعوقات التي تواجه عملية التطور والتوسع العمراني في منطقة الدراسة.

أهداف الدراسة:

تتمثل أهداف الدراسة في الآتي:

(أ) تقييم إخطار السيول التي تتعرض لها منطقة الدراسة وتقسيمها الى درجات حسب الخطورة والمناطق الواقعة في دائرة الخطر.

(ب) رسم خريطة الأخطار الناتجة عن السيول ودرجة خطورتها.

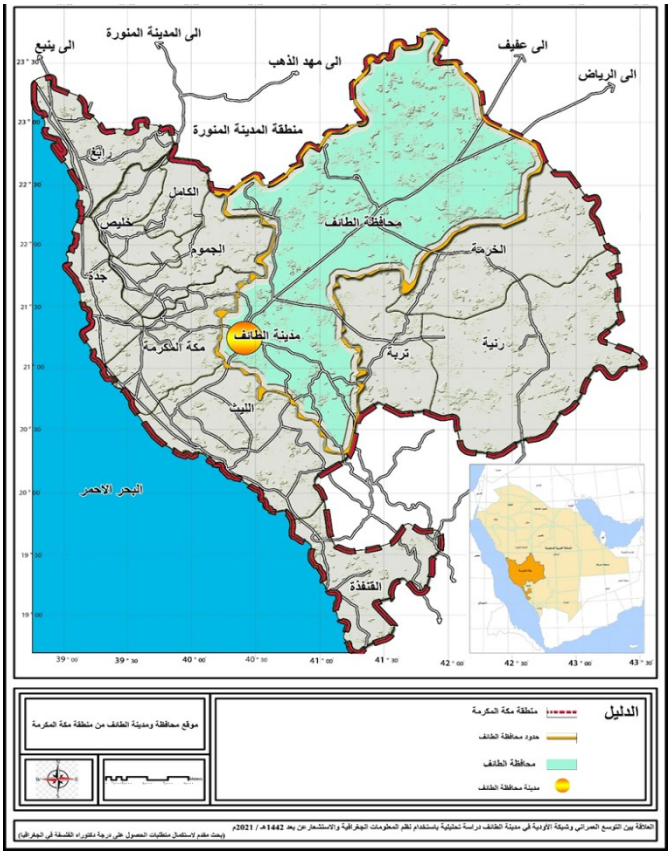
(ج) وضع الحلول والتوصيات العملية المناسبة لدرء الكوارث الناجمة عن التوسع العمراني في مناطق شبكة الأودية بمدينة الطائف.

حدود الدراسة:

منطقة الدراسة: تقع مدينة الطائف، وهي إحدى مدن محافظة الطائف التابعة لمنطقة مكة المكرمة والواقعة في المنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية، عند تقاطع خط الطول 40°24′00″E، ودائرة العرض 21°16′00″N على المنحدرات الشرقية لجبال السروات على ارتفاع ١٧٠٠م فوق سطح البحر ويزداد الارتفاع كلما اتجهنا نحو الغرب والجنوب ليصل إلى ٢٠٠٠م، وتبعد

٦٥ كم جنوب شرقي مكة المكرمة، وتوضح اللوحة (١) موقع مدينة الطائف وعلاقتها بالمدن الرئيسة بالمنطقة، ويتميز موقع مدينة الطائف منذ القدم بوقوعها عند تقاطع مسارات الطرق الإقليمية الممتدة من الشمال إلى الجنوب ومن الشرق إلى الغرب وأصبحت بذلك بوابة رئيسية يعبر من خلالها المسافرون إلى نواحي المملكة المختلفة .

اللوحة (١): منطقة الدراسة.



المصدر: من إعداد الباحثين اعتمادًا على الخريطة الإدارية لمحافظات منطقة مكة المكرمة.

مناهج الدراسة وأساليبها:

(أ) مناهج الدراسة:

يعرف المنهج بأنه الطريق المؤدى إلى الكشف عن الحقائق، وعليه فالمنهجية تمثل مجموعة من الأساليب، التي يتبعها الباحثان لتحليل المشكلة موضوع الدراسة، وأصبحت الجغرافية تعتمد على مناهج عديدة، تبدأ من الملاحظات والتجربة (أي الاختيار) تمهيدًا لصياغة الفرضية والتأكد من صدقها، ومن ثم التوصل إلى النتائج، وعليه فقد اعتمدت الدراسة على عدة مناهج تسعى إلى تغطية الأهداف على النحو الآتي:

١. منهج التحليل المكاني: إن منهجية التحليل تعرف على أنها منهجية تحليلية لدراسة قدرة موقع ما لدعم نشاط محدد، كما أنها تعمل على دراسة العلاقات بين الخصائص الجغرافية للعناصر الطبيعية لموقع معين للتعرف على الميزات الكامنة به. إن هذه العلاقات قائمة على ارتباط كل مظهر على سطح الارض بغيره سواء كان مجاوراً أم بعيداً عنه. وتتباين مستويات العلاقات الترابطية بين الظاهرات، فهي تكون قوية أو ضعيفة، طردية أو عكسية، شاملة أو محلية، مؤقتة أو دائمة، تبعًا لتباين مكوناتها وخصائص عناصرها، فالتغير الذي ينتابها هو محصلة التغير في ظواهر مكانية وزمانية. ويؤثر هذا التغير في غيرها من الظاهرات المرتبطة معها فتتغير هي الاخرى، وتصبح الظاهرات في المكان متغيرة باستمرار بمرور الزمن وتغير قيمة المكان. (الكنانى، ٢٠١٧، ٢٤٤).

وعلى المخطِّط أن يشعر بالتغير الذي انتاب الظاهرة بقوة الملاحظة الميدانية، أو بتحويل خصائص الظاهرة إلى قيم كمية يمكن استعمالها احصائياً في قياس العلاقة الارتباطية، أو باستعمال خصائصها احصائياً في قياس العلاقات الارتباطية، أو باستعمال خصائصها المكانية من الموقع، والشكل، والمساحة، والأبعاد، والحدود، والمحيط، والامتداد، وما يحيط بها من ظاهرات أخرى لكل منها خصائصها المكانية المستقلة في تقييم التغير في خصائص

الظاهرات، فالظاهرة لا تتغير منفردة ولكنها محصلة التغير الذي ينتاب الظواهر الأخرى، كما أنها تؤثر بدورها في الظواهر الاخرى. فالعلاقات المكانية علاقات غير منعزلة بل هي علاقات متشابكة ومعقدة، ترتبط بمجموعة كبيرة من القياسات المكانية التي تفسر سلوك العلاقات، ومستوى قوتها، ومدى ارتباطها بظاهرات مجاورة أو بعيدة عنها، ومدى ارتباطها بالتنظيم المكاني للفعاليات الموجودة. (شرف، ٢٠٠٨، ٥٠).

وتأتى الفائدة من استخدام منهجية التحليل المكاني من خلال (ربط) البيانات الكمية المتحصل عليها من المصادر المختلفة والميدان بالبيانات (المكانية) المتحصل عليها من (معالجة) المرئيات الفضائية بواسطة برامج الاستشعار عن بُعد ومن (ترقيم) الطبقات المعلوماتية المتحصل عليها من الخرائط الورقية، بواسطة برامج نظم المعلومات الجغرافية، ثم تحليل تلك البيانات ثم تفسير العلاقة بين التوسع العمراني وشبكة الأودية، والتعرف على أبعاد المشكلة والخروج بالنتائج والتوصيات المقترحة.

٢. المنهج التاريخي Historical Approach: وتم توظيفه من خلال معالجة المرئيات الفضائية والخرائط الرقمية لمنطقة الدراسة التي تنتمي إلى فترات زمنية مختلفة، بهدف تتبع التطور التاريخي وأثره على التغير في سمات وخصائص المتغيرات المختلفة بمنطقة الدراسة والتي ترتبط بمشكلة البحث.

٣- المنهج السببي: ويهتم هذا المنهج بدراسة الأسباب المباشرة وغير المباشرة للظاهرات، من خلال دراسة العوامل المؤثرة في النمو العمراني، ومحفزات ومعوقات النمو العمراني بمنطقة الدراسة.

٤- المنهج الوصفي: مجموعة الإجراءات البحثية التي تتكامل لوصف الظاهرة أو الموضوع اعتمادا على جمع الحقائق والبيانات وتصنيفها ومعالجتها وتحليلها تحليلا كافيا ودقيقًا؛ لاستخلاص دلالتها والوصول إلى نتائج أو تعميمات عن الظاهرة أو الموضوع محل البحث.

(ب) أساليب الدراسة:

وقد اعتمدت الدراسة على عدد من الأساليب التي عن طريقها تم تحليل المادة وأهمها ما يلي:

١. الأسلوب الكمي التحليلي: ويستخدم في معالجة بيانات الجداول والقياسات الميدانية وفق معادلات رياضية مناسبة، وخاصة لحساب معدلات النمو العمراني.

٢. الأسلوب الكارتوجرافى: ويهدف إلى تقديم مجموعة من الخرائط التوزيعية والأشكال البيانية وتحليل الصور الفضائية ويتم استخدام تقنية الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، وتعتمد الدراسة على مجموعة من البرامج التطبيقية في مجال التقنيات الرقمية، حيث يخصص لكل منها دور واضح، ويمكن توضيح تلك البرامج ومهامها على النحو التالي:

. برنامج Photoshop وذلك لإجراء عمليات المسح الضوئي بواسطة المسح الضوئي scanner لجميع الوثائق الكارتوجرافية التي تسهم في تغطية مراحل النمو العمراني المختلفة، وتحديد اتجاهاته والعوامل التي أثرت فيه وما ترتب عليه من آثار، وغيرها من الاستخدامات الأخرى.

. برنامج Arc GIs وذلك لإجراء عمليات ترقيم الخرائط Map Digitization وإدخال البيانات والنمذجة الكارتوجرافية للطبقات الخرائطية map layer المختلفة وبناء قاعدة بيانات data base جغرافية لمنطقة الدراسة ومن خلالها يتم إنتاج الخرائط مثل خرائط التحليل الرقمي لسطح الأرض Digital Surface Analysis وإجراء التحليل المكاني على الوثائق الكارتوجرافية المختلفة والإخراج النهائي والفني للخرائط، وغيرها من الاستخدامات الأخرى.

. برامج الاستشعار عن بعد والتي تمثلت في برامج Erdas Imagine وذلك لإجراء عمليات التصحيح الهندسي Geometric Correction والتحسين

Enhancement والتصنيف Classification للمرئيات الفضائية، ثم رصد التغير Change Detection وتحويل نتائج التصنيفات إلى Raster to vector لتحقيق إمكانية التمييز المكاني بين المساحات العمرانية وغير العمرانية.

. برنامج Global Mapper وتم من خلاله استخدام مرئيات SRTM وهى اختصار لبعثة مكوك الفضاء Shuttle Radar Topography Mission أو مرئيات Dem وهى اختصار Digital Elevation Model بيانات الارتفاعات الرقمية وذلك لعمل قطاعات تضاريسية واستخراج خطوط الكنتور، بالإضافة إلى استخدامه فى تحويل الكثير من الخرائط لامتداد Extension باقي البرامج.

. برامج Sketch Map وهو برنامج يقوم على تجميع المرئيات الفضائية بالدقة التي يحددها المستخدم بمساعدة برنامج Google Earth، ويتم الاستفادة منه في التحيل البصرى لاكتمال خرائط التصنيف.

. برنامج Micrsoft Excel وذلك لرسم الأشكال البيانية بطريقة آلية (عبد الفتاح، ٢٠١٣، ص٢١).

مصادر المعلومات:

١. مصادر رسمية: وتشمل النشرات والإحصاءات والكتب الصادرة عن الدوائر الرسمية وخاصة البيانات المنشورة من قبل مصلحة الإحصاءات العامة، ووزارة الشئون البلدية والقروية.

٢. مصادر شبه رسمية: وتشتمل على المصادر التي تصدرها المؤسسات غير الحكومية والمنظمات الدولية والإقليمية، بالإضافة إلى الجمعيات والجهات الأهلية بجميع أنواعها.

٣. مصادر مكتبية: وتشمل الكتب، والمراجع، والدوريات، ورسائل الماجستير في المواضيع ذات العلاقة بالتخطيط الحضري والإقليمي، والزحف العمراني

وأثره في على الأرض الزراعية.

٤. الخرائط والصور الجوية والمرئيات الفضائية Maps, aerial photographs and satellite images

٥. الدراسة الميدانية:Field Study يعد الدور الميداني من المراحل المهمة في الدراسات الجغرافية، وهو دور تكميلي للدور المكتبي في استيفاء المعلومات والبيانات الجغرافية، حيث تمنح الدراسة الميدانية جغرافية العمران عمقًا وأصاله ووضوح الرؤية؛ بل إن أساس الجغرافية هو العمل الميداني الذى يبدأ بجمع المعلومات من مصادرها، ويقوم باستنباط حقائق من الخرائط الجغرافية، وينتهى بتوقيع النتائج على الخرائط في شكل رموز واصطلاحات مناسبة، وذلك بعد القيام بالملاحظة والاستبانة.

الدراسات السابقة:

- **مساعد بن عبد الرحمن الجخيدب: ١٤٣٦ هـ، ٢٠١٦م، دراسة بعنوان: نقط الاستقرار العمرانية في حوض وادي الرمة الأدنى، دراسة تصنيفية لدرجة خطورة الفيضان المائي.**

تناولت هذه الدراسة تصنيف الاستخدامات العمرانية المتوطنة بالقرب أو المحاذية لمجرى وادي الرمة في مستويات عند حدوث الفيضان، وخلصت الدراسة إلى وجود ٩٩ نقطة عمرانية في مواضع خطرة وعالية الخطورة؛ حيث إنها تقع في منسوب أقل من ٣م عن مجرى الوادي، كما سجلت دراسة علاقة منسوب مجرى الوادي بالكتلة العمرانية للنقاط (٠,٠٦٦)، وهي بذلك أقرب إلى الصفرية في قيمتها، وهذا يوحي بالعشوائية، وربما عدم العناية بقضية الجريان أو حتى الفيضان.

- **جهاد إحسان فواز جرارعه: ٢٠١٦م، دراسة بعنوان: تحديد المناطق المعرضة للفيضانات في شمالي الضفة الغربية وسيل مواجهتها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS).**

تناولت هذه الدراسة تحديد عناصر مخاطر السيول والفيضانات في

منطقة الدراسة (أودية وميول)، وتمثيلها في نظام المعلومات الجغرافي (GIS)، لتحديد ومعرفة المواقع المهدَّدة بالفيضانات، وإجراء عمليات التحليل والنمذجة والتقييم بواسطة (GIS)، لمنطقة الدراسة للمواقع المهدَّدة بالفيضانات، وإنتاج الخرائط المناسبة التي يمكن استخدامها للتخفيف والحماية من أضرار السيول والفيضانات، ودرئها وتطويعها بما يخدم التخطيط السليم واتخاذ القرار.

- **عبد الرحمن بن عبد العزيز النشوان: ١٤٣٤ هـ/ ٢٠١٢م، بدراسة بعنوان: درء أخطار السيول في حوض شعيب أبو صوير في مركز حرمة.**

واستهدفت هذه الدراسة تتبُّع أخطار السيول في مركز حرمة، من خلال معرفة أسبابها وتوزيعها المكاني، وما ينتج عنها من آثار، وسبل دَرْء هذه الأخطار والحد منها؛ كما تحاول هذه الدراسة تقديم أنموذج للدراسات البيئية التي تهتم بحماية البيئة ومواردها الطبيعية، خاصة مجاري الأودية وشِعَابها، وحمايتها من التعديات، وحِفْظ حَرَمِها من امتداد التنمية العمرانية إليها، وذلك بالتطبيق على مركز حرمة، إضافة إلى بعض الحلول والمقترحات العملية، من خلال الدراسات المورفومترية لحوض شعيب أبوصوير التي تقدِّمها هذه الدراسة.

- **قدَّم كلٌّ من داشر خليفة –موهوب فؤاد، ٢٠١٩م، بحثًا بعنوان: سيناريوهات التوسُّع العمراني وخطر الفيضان باستعمال نُظُم المعلومات الجغرافية. دراسة حالة مدينة بجاية بجمهورية الجزائر.**

تناول هذا البحث ظاهرة الفيضان في مدينة بجاية؛ تاريخها، أسبابها، نتائجها، وطرق الوقاية منها، باستخدام أداة معلوماتية جديدة، وتم إنتاج خرائط محوسبة ورقمية مرتبطة بقواعد البيانات بهدف تخزين ومعالجة وتحليل واسترجاع وعرض البيانات، وصولًا إلى اتخاذ أفضل قرار في أقل وقت وبدقة عالية، كما أظهرت دور تقنية نُظُم المعلومات الجغرافية في إعداد سيناريوهات التوسُّع العمراني مع الأخذ بعين الاعتبار العوائق والفيضان.

وقد تمت الاستفادة من الدراسات السابقة في دراسة التعدي على الأودية بمدينة الطائف باستخدام التقنيات الحديثة.

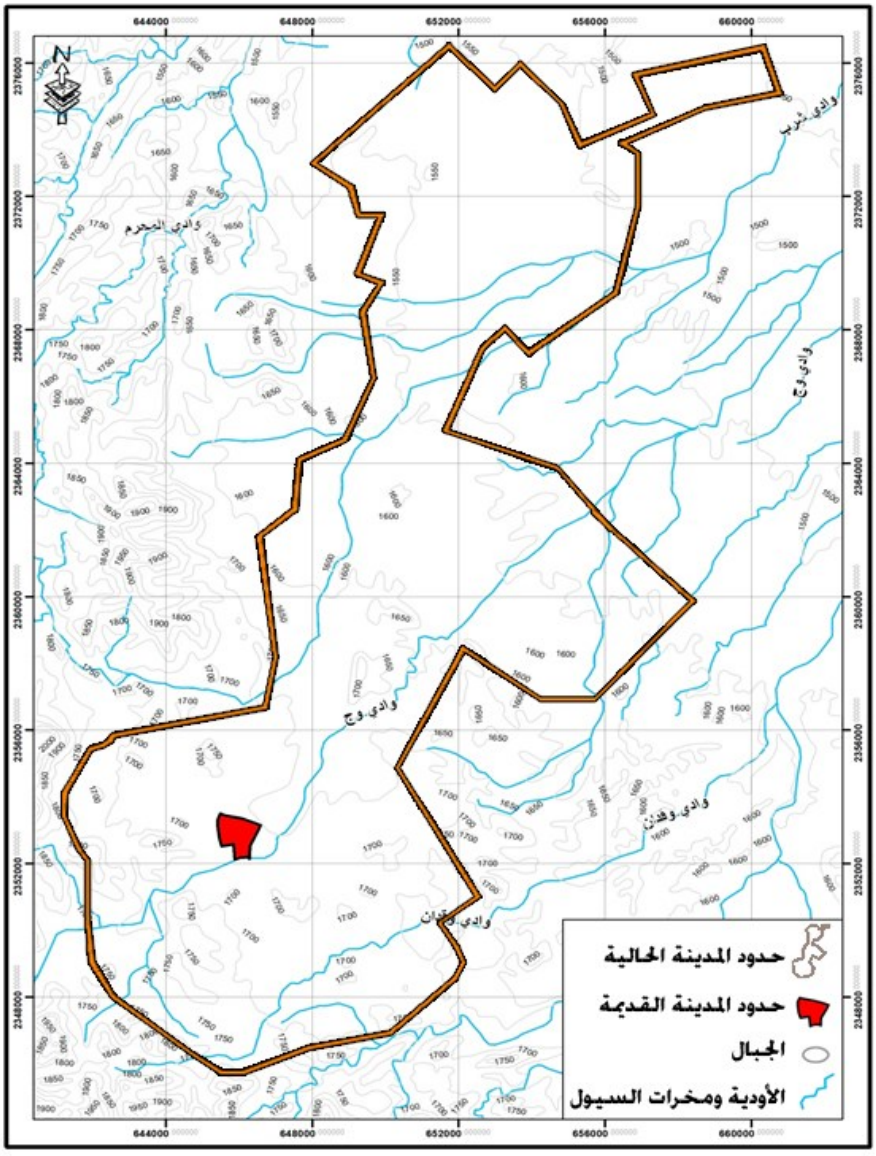
السمات الرئيسة للعمران:

تتميز مدينة الطائف بالعديد من السمات الرئيسة والتي تمثل أهم مكونات الطابع العمراني للمدنية ومنها:

- تتكون المدينة من عدة أحياء سكنية متصلة بشبكة من الطرق الرئيسية الجيدة ومحيطة بالمنطقة المركزية (وسط المدينة)
- هذه الأحياء مقسمة شرقا وغربا لمرور وادي وج وسط الكتلة العمرانية لمدينة الطائف.
- وجود شبكة من الطرق الرئيسية الإقليمية تربط أحياء مدينة الطائف المتباعدة كالحلقة والحوية مثل طريق (الطائف/الرياض)، (الطائف مكة المكرمة) والمسمى بطريق السيل الذي يربط أحياء الرحاب وريحه والواسط بالمدينة الأم.
- تتسم مدينة الطائف بالتوسع العمراني السريع والواسع الانتشار الأمر الذي جعل الجهات الحكومية المعنية ترصد ملايين الريالات لمواكبة التوسعات الجديدة ومعالجة العشوائي منها لتزويدها باحتياجاتها من المرافق والخدمات.
- تركز الخدمات الحكومية العامة والمرافق العامة داخل الكتلة العمرانية الرئيسة لمدينة الطائف والممثلة في المنطقة المركزية والأحياء المحيطة والتي هي ذات طبيعة عمرانية وشخصية فريدة تجعلها تضاهي مراكز المدن العربية المهمة سواء بشوارعها الضيقة التي تعج بالحركة والنشاط أو طابعها العمراني ومساجدها الأثرية مثل مسجد بن العباس والهادي.
- تتسم مدينة الطائف بالمساحات الكبيرة من الأراضي التي تشغلها المنشأت العسكرية والملكيات الخاصة ذات الحجم الأمثل، التي غالبا ما تقع في الامتداد العمراني الطبيعي للمدينة، وبذلك تشكل عائقا للنمو العمراني الطبيعي للتجمعات السكانية مما شكل ما يعرف بالأنوية العمرانية الجديدة مثل الحلقة والحوية والشفا.

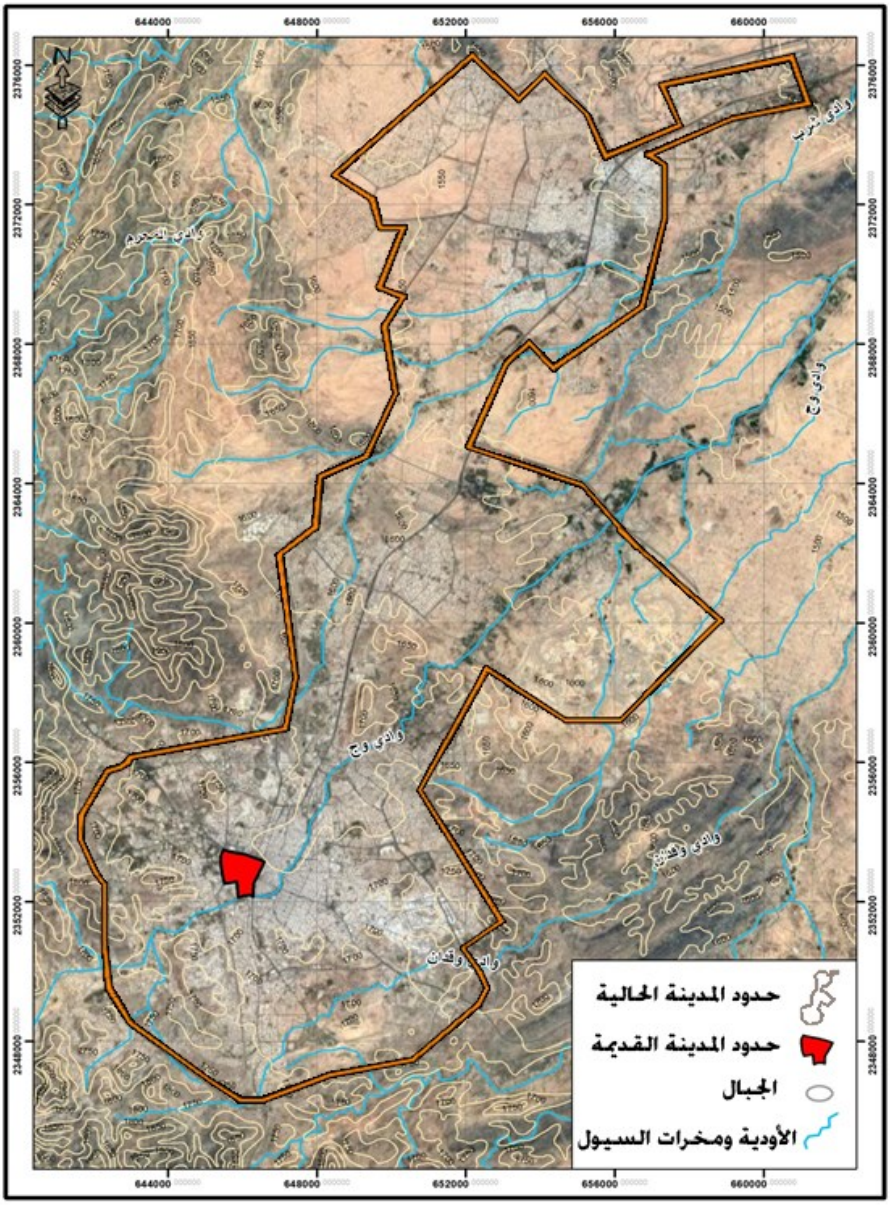
- تعتبر الكثافة السكانية المرتفعة هي السمة الرئيسة للعمران خاصة مناطق شرق الطائف وغربها وكذلك بعض المناطق الأخرى كالحوية والتجمعات شبه الحضرية بالحوية.
- تتسم بعض المناطق داخل مدينة الطائف بما يعرف بالمناطق العشوائية لكثرة التعدي على الأراضي بها حيث إن النمو السكاني يتم بطريقة عشوائية لا تحكم فيه ولا تنظيم عمراني.
- تتسم مدينة الطائف بوجود تأثير قوي في التكوين العمراني للمدينة نتيجة الوديان الرئيسة التي تمر بها مثل وادي وج ووادي ليه وغيرها من الوديان الأخرى ويلاحظ أن هذه الوديان تنطلق تبعا لأنحدار سطح الأرض من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي من المدينة اللوحة(٢) (٣).
- كما يلاحظ أن مسارات هذه الأودية قد شكلت مواقع مسارات الطرق، فنجد مثلا أن مسار طريق المطار الممتد من وسط الطائف إلى المطار في منطقة الحوية قد تشكل طبقا لمسارات وادي وج وبالتالي لابد من أخذ مسارات تلك الأودية في الاعتبار وذلك انطلاقا من المحافظة على النواحي البيئية والجمالية وكذلك عمليات تمديد البنية التحتية من شبكات المياه والصرف الصحي بشكل طبيعي يتوافق مع الانحدار الطبيعي للأرض.

اللوحة (٢) المحددات الطبيعية من أودية وجبال



المصدر: إعداد الباحثين

اللوحة (٣) المحددات الطبيعية من أودية وجبال



المصدر: إعداد الباحثين

- يغلب على تخطيط الكتلة العمرانية الرئيسة للمدينة الطابع الإشعاعي حيث تنطلق من منطقتها المركزية مجموعة من الشوارع والطرق الرئيسية التي تتجه إلى المناطق الرئيسية بالمملكة (طريق الجنوب–طريق الهدا –طريق المطار–طريق السيل) في شكل إشعاعي.
- اتجه النمو العمراني للمدينة إلى الاتجاه الأقل انحدارا وأكثر انبساطا وأقل ارتفاعا وهو الجزء الشمالي الشرقي فانضمت الأنوية العمرانية القائمة في مناطق الحلقة والحوية إلى الكتلة العمرانية للمدينة مما أعطى الكتلة العمرانية للمدينة الشكل الشريطي.

خرائط تصنيف مخاطر السيول على التوسعات العمرانية المستخدمة في الدراسة:

استخدامات الأرض (الغطاء الأرضي).

درجات الخطورة بالأودية الفرعية داخل المدينة.

خرائط تصنيف المخاطر على العمران الحالي وعلى المخطط الاستراتيجي (النطاق العمراني المعتمد) لعام ١٤٥٠هـ.

- الغطاءات الأرضية (Land Cover):

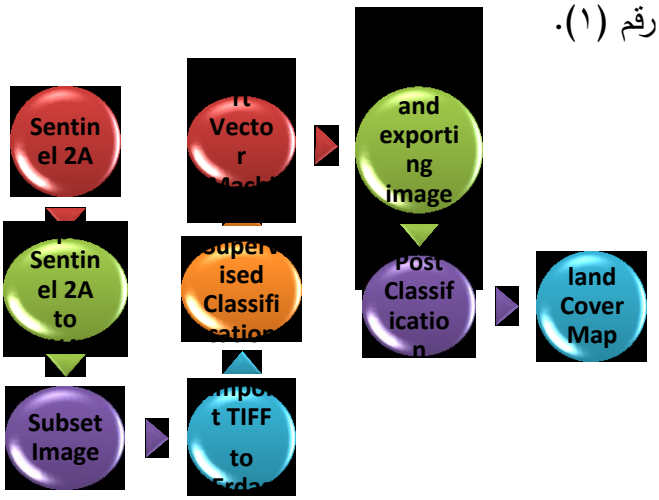
تتميز تقنية الاستشعار عن بعد عن غيرها من مصادر البيانات المكانية بإمكانية الوصول لكل المناطق بما في ذلك كل مساحة منطقة الدراسة ودراسة التداخلات فيما بينها، وهى بذلك تغطى كل الظواهر الأرضية بما يسمح بدراستها، ويطلق الغطاء الأرضي land cover على الظواهر الموجودة على سطح الآراض كالأراضي الزراعية، والمياه، والمناطق العمرانية، والأراضي الصحراوية[١]، وحيث تمتلك كل منطقة على سطح الأرض شكلا، وخصائص فريدة من نوعها في الغطاء الذى تحويه، ويختلف الغطاء الأرضي عن استعمال الأرض، ولكن على الرغم من اختلاف المصطلحين. كثيرا ما يستخدم بالتبادل، فمصطلح الغطاء الأرضي هو وصف لمكونات المنطقة بصفة عامة[٢]، أما استخدام الأراضي فهو وصف لكيفية الاستفادة من تلك الأرض،

وسكانها.

- المعالجة الأولية للمرئية الفضائية:

ومن أجل التعرف على الغطاء الأرضي على النحو الأمثل، فمن الضروري الاعتماد على مرئية القمر الصناعي في رصد أشكال الغطاء الأرضي land cover، وهى عملية مهمة في رصد، وإدارة الموارد الطبيعية، والتوسعات والتنمية العمرانية، لأنه يوفر التحليل الكمي من أجل وضع خطط للتنمية العمرانية المستدامة للأجيال المقبلة . وهذا هو لب عملية التخطيط العمراني(٣).

هذا، وقد مرت المرئية الفضائية التي اعتمدت عليها الدراسة بالعديد من العمليات حتى يمكن تجهيزها وتحليلها للعمل عليها، واستخراج البيانات المطلوبة التي تساعد في الوصول الى رصد الغطاء الأرضي كما هو موضح بالشكل رقم (١).



شكل (١) مراحل معالجة المرئية الفضائية للوصول للغطاء الأرضي لمدينة الطائف.

المصدر: من عمل الباحثين.

كما تمتاز هذه التقنية أيضًا بأنها غير مكلفة مقارنة بطرق الرفع

المساحي التقليدية، والميزة الثالثة لتقنية الاستشعار عن بعد هي إمكانية توفير البيانات في وقت قياسي مقارنة بالطرق الاخرى التي تستلزم فريق عمل كبير يحتاج لوقت طويل يستغرق العمل لمدة شهور حيث إن بيانات الاستشعار عن بعد تصنف بأنها بيانات حقيقة الوقت، كما تعتبر سلسلة مرئيات الأقمار الصناعية (Sentinel 2A) واحدة من أهم مصادر البيانات لدراسة الأنواع المختلفة من الغطاء الأرضي، وتغيراته مثل الامتدادات الزراعية، والامتداد العمراني(٤)

تم استخدام مرئية القمر الصناعي الأوروبي (Sentinel–2A) وتم تشغيله من قبل وكالة الفضاء الأوربية وتم تطويره من قبل شركة (Airbus Defense and Space)، تم إطلاق أول قمر صناعي في ٢٣ يونيو ٢٠١٥ الساعة ١,٥٢ بالتوقيت العالمي على مركبة Sentinel–2A ، جدول رقم(١).

جدول(١): خصائص القمر الصناعي (Sentinel 2A)

رقم النطاق	نطاقات التصوير	الطول الموجي المركزي (نانومتر) CW(um)	Wave Length (min-max)	عرض النطاق الترددي Bandwidth	الدقة المكانية (م)
1	بداية الضوء المرئي C/A	442.7	0.421-0.457	0.036	60
2	الضوء المرئي الأزرق	492.4	0.439-0.535	0.096	10
3	لضوء المرئي الأخضر	559.8	0.537-0.582	0.045	10
4	الضوء المرئي الأحمر	664.6	0.646-0.685	0.039	10
5	حافة نباتية حمراء	704.1	0.694-0.714	0.020	20
6	حافة نباتية حمراء	740.5	0.731-0.749	0.018	20
7	الغطاء الأحمر للنباتات	782.8	0.768-0.796	0.028	20
8	NIR	832.8	0.767-0.908	0.141	10
8_A	الأشعة تحت الحمراء القريبة NIR_A	864.7	0.848-0.881	0.033	20
9	بخار الماءW-V	945.1	0.931-0.958	0.027	60
10	بداية الأشعة تحت الحمراءSWIR _Cirrus	1373.5	1.338-1.414	0.076	60
11	الاشعة تحت الحمراء المتوسطة SWIR	1613.7	1.539-1.681	0.142	20
12	SWIR	2020.4	2.072-2.312	0.240	20

https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home

- تحليل مرئية الاستشعار من بعد في دراسة الغطاء الأرضي:

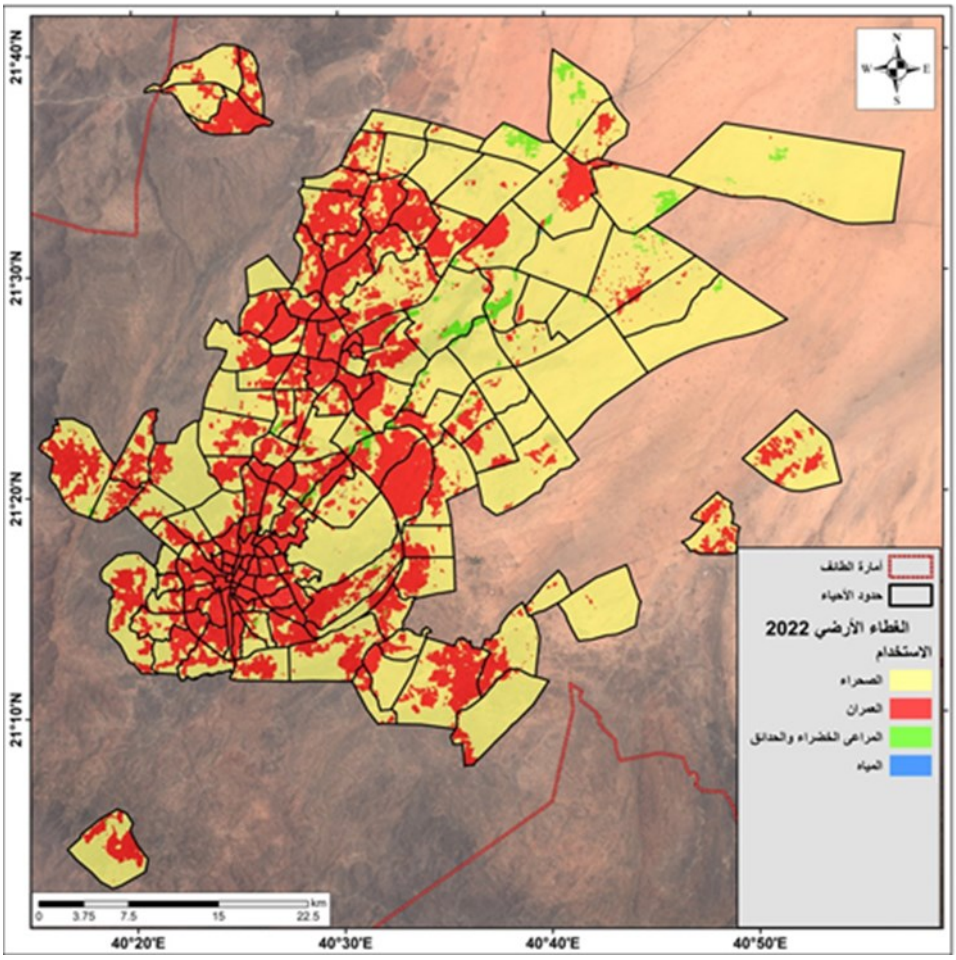
طبقا لتصنيف أندرسون والمعتمد من هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية ويستخدم على نطاق واسع وبشكل عام في رسم خرائط الغطاء الأرضي واستعمال الأرض، الذي وضع فيه الأسس المبدئية لفئات تصنيف استخدامات الاراض، والغطاء الأرضي التي تعتمد على بيانات الاستشعار من بعد(٥) فقد تصنيف الفئات الناتجة عن عملية التصنيف الموجه لأنواع الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة إلى اربع فئات . اللوحة رقم (٤) . وذلك بهدف تحليل طبيعة الغطاء الأرضي، ومن خلال تحليل نتائج . جدول رقم (٢) . يتضح ان

تلك المناطق الصحراوية أكبر نسبة من إجمالي المدينة ٦٨,٧٨% بإجمالي مساحة ١٣٠٢,٤٤ كم٢، بينما احتلت المناطق العمرانية المرتبة الثانية من حيث المساحة فبلغت ٥٦٣,٦٣ كم٢ بنسبة ٢٩,٧٨ % من إجمالي مساحة المدينة عام ٢٠٢٢، واحتلت المراعي الخضراء والأشجار والحدائق ٢٧,١٩% بواقع ١,٤٤% من مساحة المدينة، وجاء في المركز الأخير في مساحته المياه حيث مثل نحو ٠,١٦ كم٢ بواقع ٠,٠١% من المساحة الاجمالية للمدينة، طبقا للصورة الفضائية لمنطقة الدراسة عام ٢٠٢٢.

جدول رقم (٢) تصنيف الغطاء الأرضي لمدينة الطائف عام ٢٠٢١:

الغطاء الأرضي	المساحة بال كم٢	النسبة المئوية (%)
العمران	563.96	29.78
الصحراء	1302.44	68.78
المراعى الخضراء والاشجار والحدائق	27.19	1.44
المياه	0.16	0.01
الإجمالى	1893.75	100.00
المصدر : من عمل الباحثين اعتمادًا على بيانات تصنيف الغطاء الأرضي للمرئية الفضائية Sentinel 2A .		

للوحة(٤) تصنيف الغطاء الأرضي لمدينة الطائف ٢٠٢٢.



المصدر: من عمل الباحثين اعتمادًا على بيانات تصنيف الغطاء الأرضي للمرئية الفضائية باستخدام برنامجي Arc GIS 10.8وبرنامج ENVI 5.2

- **درجات الخطورة بالأودية الفرعية داخل المدينة:**

تقع منطقة الدراسة في بالقرب من جبال البحر الأحمر، وهي منبع أودية منطقة الدراسة الأربع والتي تصب شرقًا. انظر الجدول رقم (٤).

جدول رقم (٤) مساحة المدينة الواقعة في كل التقسيم الفرعي لحدود الأودية.

	الأحواض	مساحة المدينة الواقعة في كل التقسيم الفرعي لحدود الأودية كم^{٢}	النسبة المئوية
١	وادي وقدان (امتداد القراحين)	١٧٩,١	%٩,٥
٢	وادي العرج (وج)	٧٧٠,٥	%٤١,٢
٣	وادي القيم (مسرة)	٦٦٥,١	%٣٥,٣
٤	وادي العقيق	٢٥٨,٧	%١٣,٨
مساحة منطقة الدراسة		١٨٧٣,٤	%١٠٠

اعتمدت الدراسة على التحليل المورفومتري لعدد ٤ أودية رئيسية بالمنطقة للوصول إلى العمر الجيومورفولوجي وتحديد الطور المورفومتري للأودية لمراعاة خطورة الأودية، ثم استخدام البيانات المناخية المتاحة (بيانات الأمطار) لحساب الموازنة المائية للأحواض الأربعة.

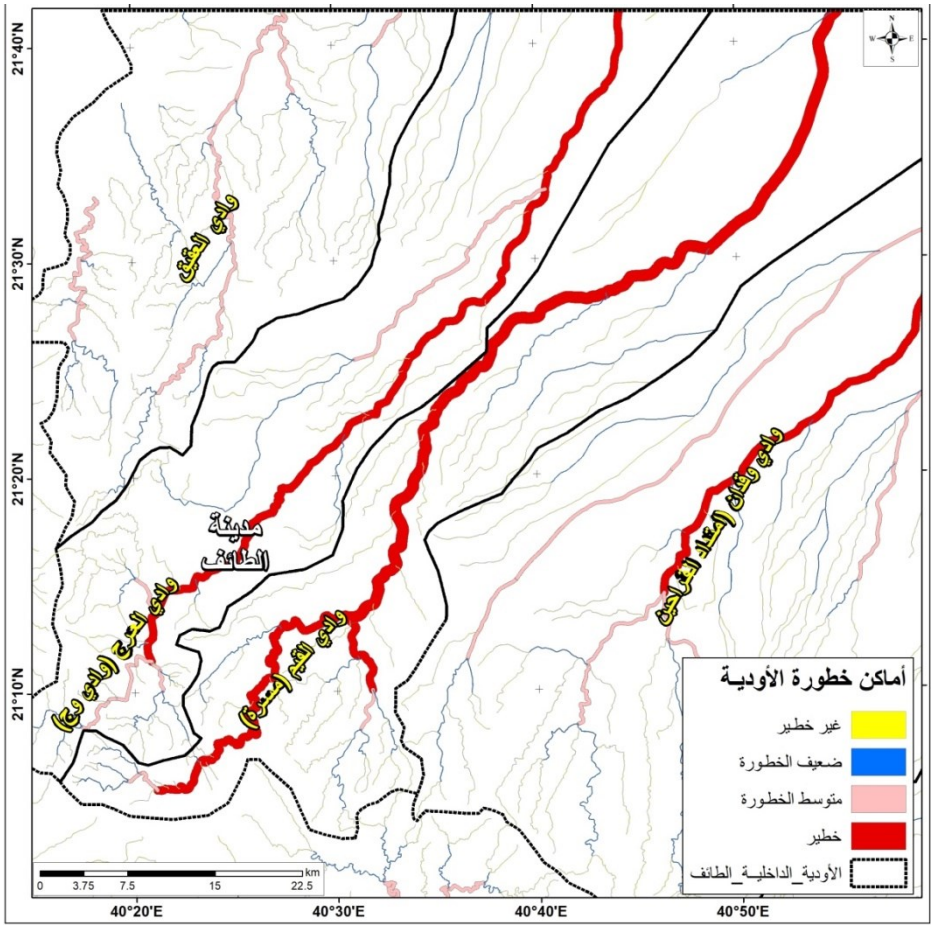
تم استخدام نموذج الارتفاع الرقمي DEM ذات دقة وضوح ١٢,٥متر في عام ٢٠١٤م لاستخلاص شبكة الرتب النهرية السطحية الواقع حول منطقة الدراسة، وتم استخدام نموذج الارتفاع الرقمي Alios ذات دقة وضوح ١٢,٥متر في عام ٢٠٠٨ لاستخلاص شبكة الرتب النهرية السطحية داخل مدينة الطائف (مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية).

تشكل مساحة مدينة الطائف (١٨٩٣,٨كم٢) نسبة ٠,٠١% من

المساحة الكلية للأودية المدروسة (٢٧٤٢٧٠,٩ كم٢).

تم التركيز على دراسة الرتب النهرية الأولى في الأودية الفرعية داخل منطقة الدراسة للوصول إلى قيم الجريان السطحي الداخلي (داخل مدينة الطائف) وتحديد درجات الخطورة المختلفة للأودية داخل مدينة الطائف، ومن ثم إظهار مساحات استخدامات الأراضي في كل درجة خطورة.

اللوحة رقم (٥) درجات الخطورة بالأودية الفرعية داخل مدينة الطائف.



المصدر: عمل الباحثين بناءً على التحليل المورفومتري لأحواض منطقة الدراسة

بناء على الدراسات الهيدرولوجية للأودية السطحية بمنطقة الطائف وجد أنَّ وادي لية ووادي وقدان الفرعيين هما الأشد خطورة على المراكز العمرانية بالمنطقة حيث إنهما الأكثر تجميعاً للمياه السطحية الناتجة عن الأمطار في المنطقة يساعدان في عملية الجريان السطحي. انظراللوحة رقم (٥)

تحديد نسب الخطورة (خطير، متوسط الخطورة، ضعيف الخطورة، غير خطير) المنتشرة داخل مدينة الطائف ومدى مراعاتها لأساليب التخطيط العمراني، ومن ثم تأثير الخطورة على التوسعات العمرانية بالمنطقة لعام ١٤٥٠هـ.

-إنتاج خريطة تصنيف أخطار الأودية على العمران:

تشكل التوسعات العمرانية الحضرية والتغير المستمر في أنماط استخدامات الأرض بمدينة الطائف على حساب السهول الفيضية للأودية مشكلة وطنية خطيرة، وما يزيد من حدتها وخطورتها في المدينة بل في المملكة العربية السعودية ككل، أن هذه السهول تمثل الأماكن الأساسية للأنشطة الزراعية والعمرانية والخدمية والاقتصادية للمدن السعودية، وبذلك فهي تمثل تهديدًا مباشرًا لحياة السكان وأنشتطهم الاقتصادية والخدمية، فالغالبية العظمى من مدن المملكة تقع على أودية أو ضمن مناطق منخفضة تنتهى إليها المجاري الأودية، كما أسهم التعدي الجائر على الأودية وتغير مسارات تصريف المياه إلى زيادة الأثار التدميرية للسيول على المناطق العمرانية المقامة بالمراوح الفيضية وبطون الأودية، بالإضافة إلى مشكلات التلوث البيئي الناجمة عن إلقاء مخلفات الصرف الصحي للمدن في بطون الأودية (وزارة الشؤون البلدية والقروية أمانة محافظة الطائف).

وخريطة تصنيف المخاطر هي عبارة عن خريطة تحدد جميع المواقع التي تقع في نطاق خطر الأودية، كما تحدد المناطق المعرضة للخطر من قبل سيول الأودية للكتلة العمرانية الحالية والمخطط الاستراتيجي للمدينة لعام

١٤٥٠ هجريا والتي لا تصلح للتنمية العمرانية المستدامة، انظر اللوحة رقم (٦) & (٧)، وهى المناطق الحساسة والأراضي المعرضة للخطر، وبالتالي لا يتم النظر فيها في إجراء اختيار مواقع التنمية العمرانية، وقد تم إنشائها كالتالي: اللوحة رقم (٢)

- تم تحديد محدد بشرى ومحدد طبيعي، ينحصر المحدد البشرى في حصر الكتلة العمرانية الحالية لعام ٢٠٢٢ سواء داخل النطاق العمراني أو خارجه، بينما يتمثل المحدد الطبيعي في دراسة المجاري المائية للأودية، واستخراج الرتب وتصنيفها تبعا لخطورتها والتي ستشكل مخرا للسيول وعائقًا للتنمية العمرانية الحالية والمستقبلية المستدامة.
- في بيئة (Arc GIS 10.5) تم تحويل المحدد البشرى والطبيعي إلى Raster .
- تم عمل Reclassify لخريطة تصنيف الخطورة من غير خطيرة إلى خطيرة جدا، وهي عبارة عن تغيير او إعادة تصنيف نطاقات القيم لتصبح أكثر أهمية من القيم غير مصنفة.
- كان المنتج النهائي هو خريطتان لتصنيف مخاطر الأودية للمناطق العمرانية الحالية والمستقبلية ومساحتها.

مراحل التحليل الهيدرولوجي للوصول إلى الأخطار على مدينة الطائف

تعتبر شبكات التصريف المائي إحدى الظاهرات المورفولوجية داخل نطاق الأحواض الناجمة عن الجريان السطحي والمؤثرة على النشاط البشرى وخاصة تأثير السيول الفجائية التى تلقى بها خارج أحواضها عند مصباتها، لذلك تم وضع أهداف لدراستها، لمعرفة خصائصها المورفولوجية من حيث المساحة والأبعاد وخصائص تضرسه السطحي وتحديد الخصائص المورفومترية من اعداد المجاري المائية ورتبتها وأطوالها وتوضيح العلاقة بينهما إلى جانب دراسة الخصائص المورفومترية والمورفولوجية للقطاعات الطولية والعرضية

للمجارى المائية وما يرتبط بهما من ظواهر، وكذلك توضيح أهم أنماط التصريف المائي داخل الأحواض(٦).

اتبع الباحثان أسلوب التحليل المورفومترى لتحقيق هذه الأهداف، الذي دعم بالمعادلات المورفومترية معتمدًا على مصادر البيانات سواء أكانت من الميدان مباشرة من خلال الرفع المساحي أو من خلال جداول الرصد الميدانى أو الخرائط الطبوغرافية أو المرئيات الفضائية الحديثة نظرًا لما تحتويه من بيانات دقيقة التفاصيل.

أولًا: الاعتماد بشكل كلي على صور ASTER Data(٧):(Advanced Space borne Thermal Emission and Reflection Radiometer) ذات دقة وضح ٣٠متر وتدقيقه بالخرائط الطبوغرافية المغطية لمنطقة الدراسة ومراجعة قنوات التصريف السطحي مع المرئيات الفضائية الحديثة من نوعية لانسات ٨ لعام ٢٠٢١م والقمر الأوروبي سنتينال٢ عام ٢٠٢٢م.

وتحتوي المرئية الفضائية التي ينتجها (ASTER) على ١٥قناة طيفية تبدأ من الطيف المرئي حتى الأشعة تحت الحمراء الحرارية.

تم تقسيم المرئية إلى ثلاث نطاقات مختلفة:

- النطاق الأول: يحتوي على أربع قنوات طيفية تضم الأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء القريبة (VNIR) بدقة مكانية قدرها (m١٥) لكل بكسل.
- النطاق الثاني: يحتوي على ست قنوات طيفية تقع جميعها ضمن الأشعة تحت الحمراء القصيرة (SIR) بدقة مكانية قدرها (m٣٠) لكل بكسل.
- النطاق الثالث: يحتوي على خمس قنوات ضمن الأشعة تحت الحمراء الحرارية (TIR) بدقة مكانية (m٩٠) لكل بكسل.

(Aster Reference Guide Version 1, Earth Remote Sensing Data Analysis Center, March 2003, p14.)

ثانياً استخدام نموذج الارتفاعات الرقمية DEM المستخرجة من بيانات ASTER: بدرجة وضوح ٣٠ متر المقاس في أغسطس ٢٠٠٨ ومطابقتها بالخرائط الطبوغرافية مقياس ١:٥٠٠٠٠ واستخراج منها شبكة التصريف والرتب وأيضا مراجعتها على الخرائط الطبوغرافية مقياس ١:٥٠٠٠٠ للوصول الى ادق النتائج.

ثالثاً ترتب المجاري المائية بطريقة سترايلر (strahler,1954)[٨]: و تعتمد على التقاء رافد ذي رتبه أولى مع آخر يشكل رتبة ثانية ثم التقاء الرتبة الثانية برتبة ثانية أخرى تكون رتبه ثالثة وهكذا بطريقة توجز الحصر للرتب لكن بها بعض التحفظات التي أخذت عليها ومنها تعديلات مسار الروافد يزيد أو ينقص من أطوالها عند التقاءها بمصب واحد يمكن بذلك إعادة ترتيبها، ثم حساب أعداد المجاري وقياس أطوالها ومساحة أحواضها ورسم خريطة معدلة لشبكاتهما إذ أن فكرة حوض التصريف كوحدة جيومورفولوجية مستقلة، تسهم في تنظيم البيانات ودراستها.

رابعاً استخدام التحليل المورفومتري لتحليل شبكة التصريف السطحي للأودية: تم استخدام خصائص أحواض منطقة الدراسة الأربع في تحديد الخصائص المورفومترية لها من خلال عدة معادلات رياضية للوصول إلى العمر الجيومورفولوجي لهذه الأحواض مع دراسة العلاقة بين متغيرات الأحواض وشبكة التصريف السطحي وبالتالي تحديد خطورة الوادي[٩].

خامسًا: حساب الميزانية المائية لأحواض منطقة الدراسة: تم الاعتماد على برنامج WMS (Watershed Modeling System) لتحليل الميزانية المائية المستخلصة من نموذج الارتفاعات الرقمية لتحديد شبكة التصريف للأودية والأحواض المارة بمدينة الطائف، ونظرًا لعدم وجود قياسات للسيول في المنطقة فقد تم اللجوء إلى الطرق الإستنتاجية لحساب منحنى الوحدة المائي لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة، فقد تم استخدام طريقة (SCS Unit Hydrograph) لحساب قيمة السيل العظمى (Peak Discharge) للأزمنة التكرارية المختلفة

بالإضافة إلى زمن الوصول (Time to peak) وهما القيمتان المهمتان في أي دراسة لتصميم المنشآت المائية. تعتمد الطريقة على علاقة عدد من المتغيرات في خصائص الحوض المائي لاستنتاج حجم السيل وزمن الوصول الى منطقة مخرج الوادي وذلك بإتباع الخطوات التالية: –

رقم المنحنى لأحواض التصريف من خلال بيانات وصور الأقمار الصناعية والخريطة الجيولوجية والدراسات الحقلية واستخدامات الأراضي لحوض الصرف تم تقدير رقم المنحنى المستخدم في حساب التصرف.

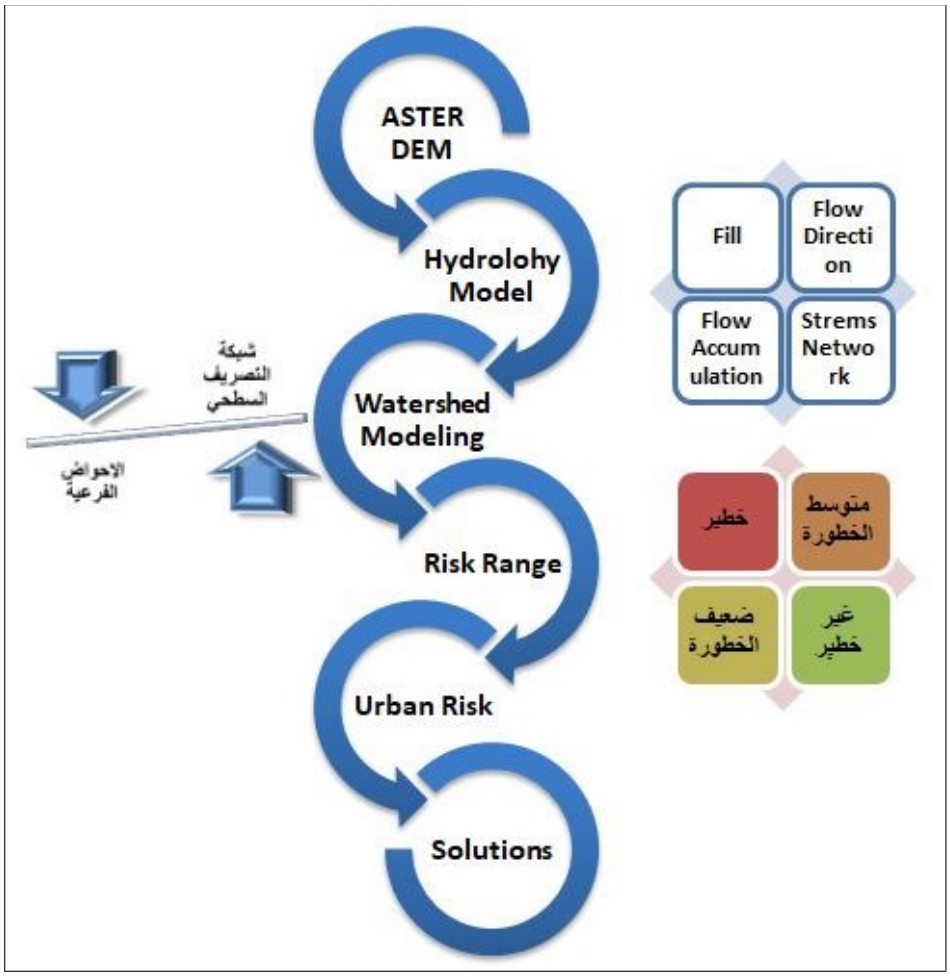
حساب زمن التأخير باستخدام برنامج WMS

زمن التأخير ((TLag: الزمن الذي ينقضي بين حدوث وحدة من المطر وبين حدوث وحدة من الجريان، وقد تم حساب زمن التأخير للحوض المؤثر على منطقة الدراسة على أنه يساوي ٦٠% من زمن التأخير الذي تم حسابه باستخدام Kirbich Method أحد المعادلات المتاحة بالبرنامج الهيدرولوجى المستخدم ((WMS))[١٠].

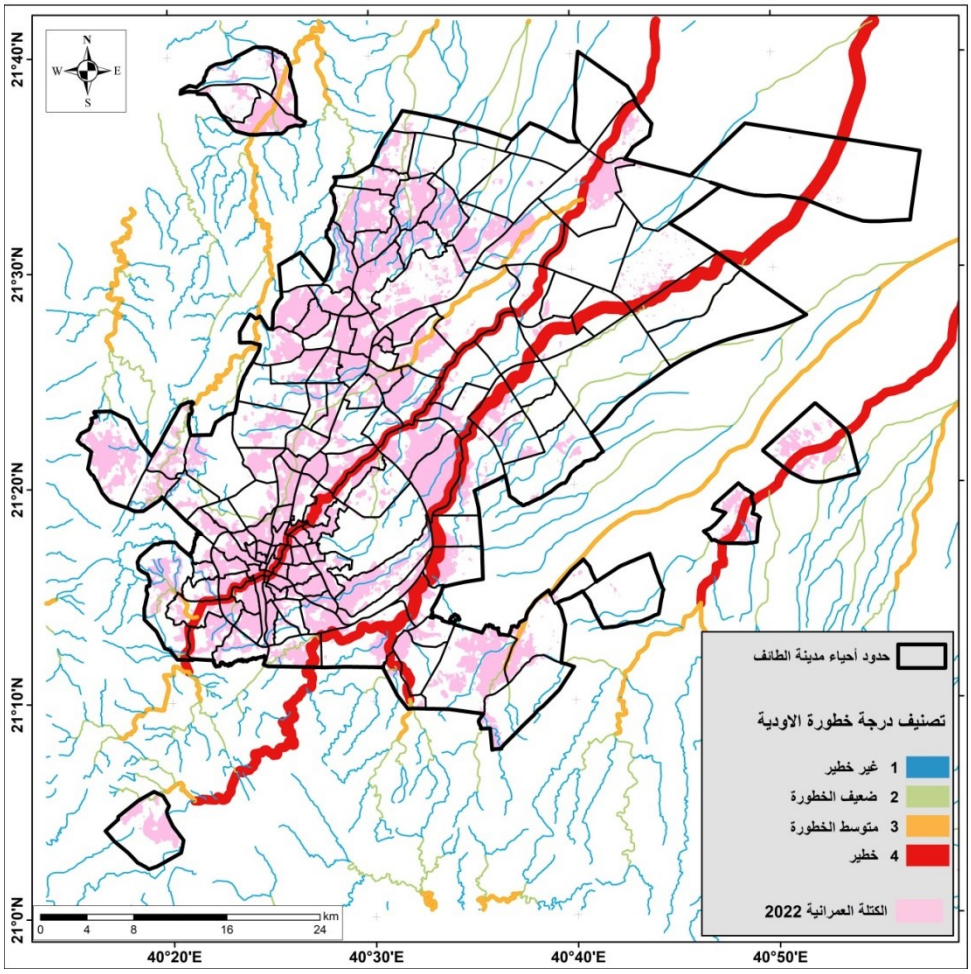
سادسًا: حساب درجات الخطورة لكل وادي على حدي: اعتمادًا على التحليل المورفومتري لأودية منطقة الدراسة والميزانية المائية المعتمدة على بيانات الأمطار والتحليل الهيدرولوجي لقيم الجريان السطحي، تم تحديد نطاق الخطر داخل مجرى الأودية، حيث تم تقسيم الخطر إلى أربع نطاقات (الخطير–متوسط الخطورة–ضعيف الخطورة–غير خطير).

سابعًا: تحديد نطاق الخطورة على المراكز العمرانية: بعد تحديد نطاق الخطورة داخل مجاري الأودية تم استخدام النطاق العمراني المستخلص من المرئيات الفضائية الحديثة وحساب إجمالي المساحات الواقعة داخل كل درجة خطورة من أودية منطقة الدراسة.

شكل (٢) مراحل التحليل الهيدرولوجي للوصول إلى الأخطار على مدينة الطائف.

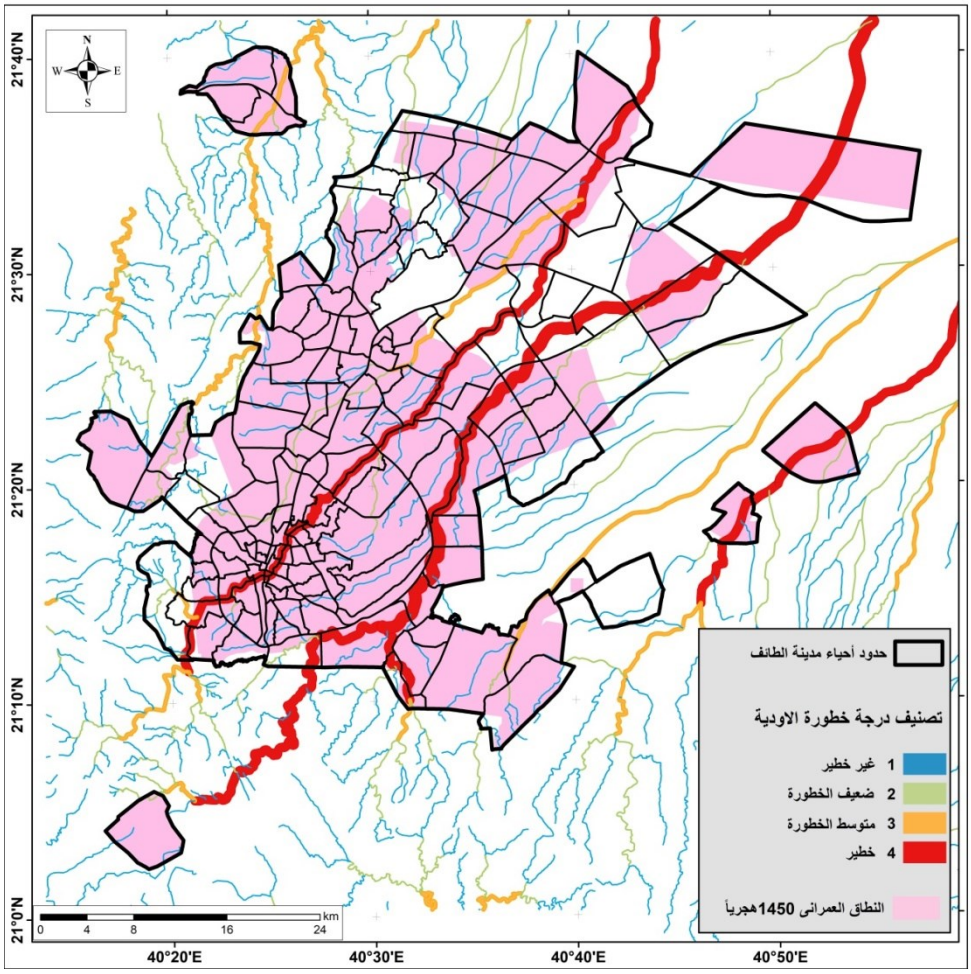


اللوحة (٦) درجات الخطورة بالأودية الفرعية والكتلة العمرانية عام ٢٠٢٢ ميلادي



داخل مدينة الطائف المصدر: عمل الباحثين بناءً على التحليل المورفومتري لأحواض منطقة الدراسة وخريطة الغطاء الأرضي لعام ٢٠٢٢.

للوحة (٧) درجات الخطورة بالأودية الفرعية والنطاق العمراني المعتمد لعام ١٤٥٠هجريًا داخل مدينة الطائف.

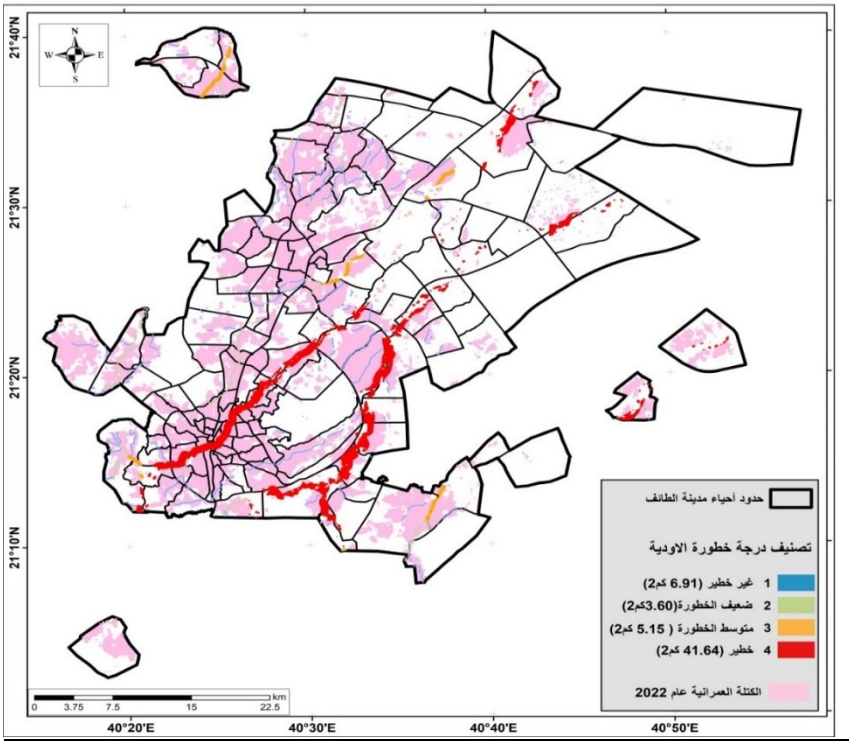


المصدر: عمل الباحثين بناءً على التحليل المورفومتري لأحواض منطقة الدراسة، والمخطط الاستراتيجي للمدينة عام ١٤٥٠ هجريا.

ويتضح من الجدول رقم (٢) واللوحة (٨) الاتي:

بلغت مساحة الكتلة العمرانية لمنطقة الدراسة عام ٢٠٢٢ حوالي (٥٦٤ كم²)، وقعت مساحة (٥٧,٣ كم٢) داخل نطاق الأودية بنسبة ١٠,١٥% من إجمالي الكتلة العمرانية لمدينة الطائف عام ٢٠٢٢، تم تصنيفها إلى أودية غير خطيرة . ضعيف الخطورة . متوسط الخطورة–خطير .

للوحة (٨) تصنيف الخطورة بالأودية الفرعية والكتلة العمرانية عام ٢٠٢٢ ميلادي داخل مدينة الطائف ومساحتها.



المصدر: عمل الباحثين بناًءا على التحليل المورفومتري لأحواض منطقة الدراسة، والغطاء الأرضي للمرئية الفضائية عام ٢٠٢٢ .

فتشكلت المناطق العمرانية الواقعة في نطاق غير خطيرة حوالي (٦,٩١كم ²) بما يمثل نحو ١٢,٠٥٪ من مساحة الكتلة العمرانية داخل نطاق الأودية شرق وغرب المدينة، في حين شكلت المناطق العمرانية ضعيفة الخطورة حوالي (٣,٦ كم²) بما يمثل حوالي ٦,٢٨٪ من مساحة الكتلة العمرانية الكلية معظمها في شمال شرق وشمال غرب مدينة الطائف. في حين بلغت المناطق متوسطة الخطورة المتمثلة في وسط المدينة حوالى (٥,١٥كم²) بما يمثل حوالى ٨,٩٨٪ من المساحة الكلية للكتلة العمرانية لوقوعهم في مخرات سيول، ثم تأتى المناطق الخطرة ٤١,٦٤كم² أي نسبة (٧٢,٧٦ %) من إجمالي المساحة الكلية للعمران الواقع بمجاري الأودية الجافة، متمثلة في المناطق العمرانية في الجزء الشرقي والشمال الشرقي بطول المدينة من الشمال للجنوب لمنطقة الدراسة، حيث تقع في مصب أودية القيم والعرج ووقدان .

جدول رقم (٣) تصنيف الخطورة بالأودية الفرعية والكتلة العمرانية عام ٢٠٢٢ ميلادي.

درجة الخطورة	المساحة كم٢	النسبة
مناطق عمرانية غير خطيرة	٦,٩١	١٨,٤١
مناطق عمرانية ضعيفة الخطورة	٣,٦	٨,٤٧
مناطق عمرانية متوسطة الخطورة	٥,١٥	٤,٥٠
مناطق عمرانية خطيرة	٤١,٦٤	٣,٢٣
أجمالي مساحة المناطق المعرضة لأخطار الأودية	٧٥,٣	١٠٠
أجمالي الكتلة العمرانية ٢٠٢٢	١٣٧٨,٨ كم٢	

المصدر: عمل الباحثين بناءً على اللوحة رقم (٨).

ويتضح من الجدول رقم (٣) واللوحة (٨) الاتي:

تبلغ مساحة النطاق العمراني لمنطقة الدراسة عام ١٤٥٠ هجريا وفقًا للمخطط الاستراتيجي للمدينة حوالي (١٣٧٨,٨ كم²)، وقعت مساحة ٧٥,٣ كم٢ داخل نطاق الأودية بنسبة ٩,٢٧% من إجمالي مساحة المخطط الاستراتيجي لعام ١٤٥٠ هجرياً، تم تصنيفها إلى أودية غير خطيرة . ضعيف الخطورة . متوسط الخطورة–خطير .

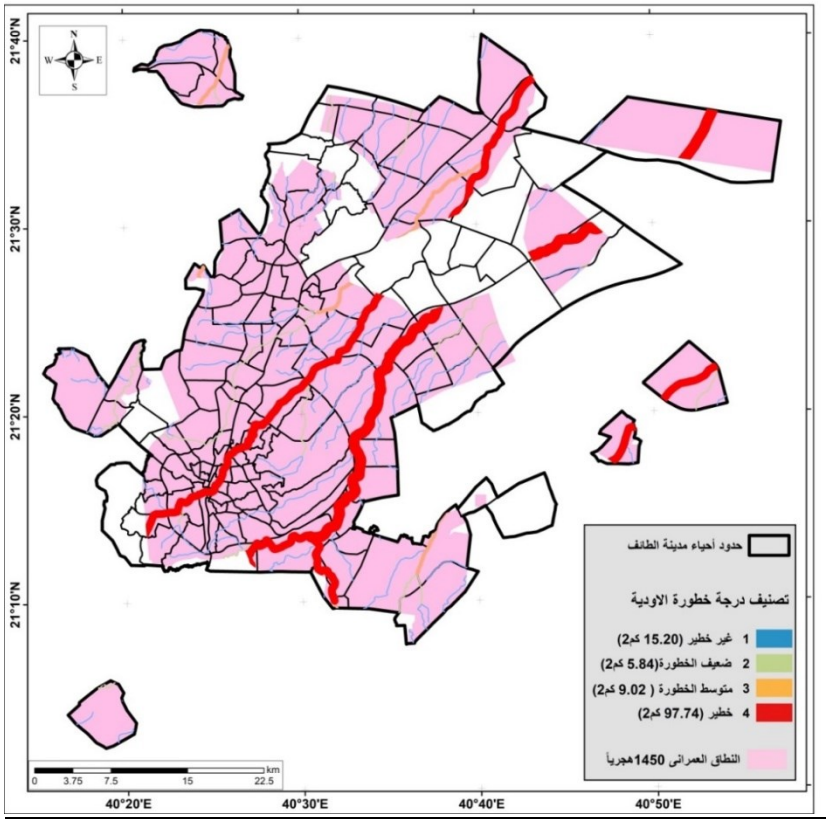
تشكلت المناطق العمرانية الواقعة في نطاق الأودية غير الخطيرة حوالي (١٥,٢٠كم ²) بما يمثل نحو ١١,٨٩٪ من المساحة الكلية، في حين شكلت المناطق العمرانية ضعيفة الخطورة حوالي (٥,٨٥ كم²) بما يمثل حوالي ٤,٥٨٪ من المساحة الكلية معظمها في مناطق متفرقة من المدينة.

في حين بلغت المناطق متوسطة الخطورة المتمثلة في وسط وجنوب شرق وشمال غرب للمدينة حوالي (٩,٠٢كم²) بما يمثل حوالي ٧,٠٦٪ من المساحة الكلية لوقوعها في مخرات سيول وادي وقدان ووادي العقيق، ثم تأتى المناطق الخطرة ٩٧,٧٥ كم² أي نسبة (٧٦,٤٧ %) من إجمالي الكلية للكتلة العمرانية حيث تقع في مصب سيل أودية العرج –القيم –وقدان متمثلة في المناطق العمرانية في الشمال والوسط والجنوب وأقصى شرق المدينة. وعليه تم تحديد وحصر مساحات المناطق العمرانية المعرضة للخطر حالياً، والمعرضة للخطر في النطاق العمراني ١٤٥٠ هجريًا من قبل التوسعات العمرانية.

مما سبق يتضح أن تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البعد قد ساعدت على التعرف على المناطق العمرانية المعرضة للخطر من مخاطر السيول من خلال إنتاج وتحليل خرائط تصنيف المخاطر risk zone mapping (RZM) بمدينة الطائف والتي شهدت توسعات عمرانية كبيرة في الخمسين سنة الماضية حيث تضاعفت الكتلة العمرانية المعرضة لمخاطر السيول، وزادت أعداد الاحواض في المناطق العمرانية بالمدينة. وإنتاج وتحليل خرائط تصنيف مخاطر السيول من خلال منهجية التحليل المكاني باستخدام

نظرية خرائط العوامل والتي تعبر عن المعايير التي تم الاتفاق عليها لملائمة خرائط تصنيف السيول وقد تم تطبيق المعايير وهي: تكرار عملية الفيضانات، نوع وكثافة استخدامات الأرض، سرعة وعمق الجريان، مورفولوجية المدينة، المراوح الفيضية، مستقبل النمو العمراني وكثافة التصريف، كمية الجريان السطحي وزمن التركيز.

للوحة (٩) تصنيف الخطورة بالأودية الفرعية والنطاق العمراني عام ١٤٥٠هجريًا داخل مدينة الطائف ومساحتها.



المصدر: عمل الباحثين بناءً على التحليل المورفومتري لأحواض منطقة الدراسة، والمخطط الاستراتيجي للمدينة عام ١٤٥٠ هجريا.

النتائــج:

- أحياء مدينة الطائف مقسمة إلى شرق وغرب لمرور وادي وج وسط الكتلة العمرانية لمدينة الطائف.
- تضاريس الطائف صعبة وذات وعورة.
- ميول التضاريس بالطائف تتجه من الجنوب الغربي إلي الشمال الشرقي وهو نفس اتجاه التمدد العمراني للمدينة.
- أوضحت الدراسة أنه هناك عددًا من الأودية الرئيسية تمر بمدينة الطائف مثل وادي وج ووادي ليه وغيرها من الأودية الأخرى.
- يتعرض النظام الطبيعي بمدينة الطائف للتهديد المستمر من التوسع الحضري السريع، ففي السنوات الأخيرة، تجاهلت التنمية غير المخطط لها (العشوائيات) التدفق الطبيعي للوديان، وتعدت على مناطق حساسة مما أدي إلى تغيير نظامها الإيكولوجي، واليوم تمت تغطية الأودية لإفساح المجال أمام التنمية الحضرية، وتم قطع شبكة الصرف.
- أدى الامتداد العمراني وما تبعه من تغيير في مناسيب بعض المناطق، والتعدي على مجاري الأودية، والبناء في مساراتها، بالإضافة إلى شق الشوارع الطولية والعرضية إلي تغيير في معالم الأودية بالمنطقة وتغيير مسارات الأودية عن مكانها الطبيعي، وانعكس ذلك في زيادة المساحات الغير منفذة، وقلة المياه المتسربة إلى داخل التربة، ومن ثم زيادة في قوة مياه السيول وسرعتها ومخاطرها التدميرية

التوصيات:

- مخاطبة الجهة المسئولة عن شبكة تصريف مياه الامطار لعمل صيانة فورية ودائمة لشبكة تصريف مياه الأمطار الموجودة بالمدينة.
- رفع مناسيب محولات الكهرباء الموجودة في مجاري السيول
- التقيد بخريطة الأودية وأحرمها وإعداد كشوفات بأسماء وبيانات أصحاب المنازل الواقعة بحرم الوادي والاتصال بأصحابها في أوقات السيول.
- تجهيز الكوادر الفنية المتخصصة من إدارة الدفاع المدني في عمليات الإنقاذ وقت السيول مع توفير الأجهزة اللازمة لذلك.
- مراقبة أي تعدٍ علي الوادي أو أي إغلاق للمجري عن طريق لجنة الأودية والأمطار التي مقرها بمحافظة الطائف.
- رفع مناسيب التوصيلات الكهربائية بالمنازل بمقدار 2.5 م عن منسوب الشارع مع استخدام الدور الأرضي كمواقف سيارات للمنزل.
- وضع علامات تحدد ارتفاع الماء وقت جريانه في المناطق التي بها كثافة حركة عالية.

الهوامش:

(1) Foody, Giles M. (2002). Status of land covers classification accuracy assessment.Remote sensing of Environment, 80(1), 185-201.

(٢) هنداوى ، ايهاب (٢٠١٨) استخدام الاستشعار من البعد ونظم المعلومات الجغرافية فى دراسة التنمية المستدامة للأراضى الزراعية بمحافظة كفر الشيخ (رسالة ماجستير غير منشورة) معهد التخطيط القومى.

(٣) عرفة صلاح (٢٠٠٠) التوازن البيئى واقامة المستوطنات البشرية فى الصحراء ، التوازن البيئى والتنمية الحضرية المستدامة ، القاهرة .

(4) Zhu, Zhe, & Woodcock, Curtis E. (2014). Continuous change detection and Classification of land covers using all available Landsat data. Remote Sensing of Environment, 144, 152-171.

(5) Anderson, James Richard. (1976). A land use and land cover classification system For use with remote sensor data (Vol. 964): US Government Printing Office.

(٦) جوده حسنين جوده وآخرون، ١٩٩١. وسائل التحليل الجيومورفولوجى، القاهرة

(7) Aster Reference Guide Version 1, Earth Remote Sensing Data Analysis Center, March 2003, p14

(8) Strahler, A. N., 1952, Hypsomteric (Altitude – Area) Analysis of Erosional Strahler A. N., 1958, Dimensional Analysis applied to fluvially eroded Land Forms, Geol. Soc. Amer, Bull, Vol., and P 279-300.

(٩) محمود محمد خضر، (١٩٩٧): الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسة في مصر مع التركيز على السيول في بعض مناطق وادي النيل، رسالة ماجستير، غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس

(١٠)محمود دياب راضي ، ١٩٩٢، العلاقة بين التساقط والجريان السطحي للمياه في وادي سمائل بسلطنة عمان، سلسلة علمية تصدر عن وحدة البحث والترجمة قسم الجغرافيا بجامعة الكويت، الجمعية الجغرافية الكويتية

Reference:

Anderson, James Richard. (1976). A land use and land cover classification system for use with remote sensor data (Vol. 964): US Government Printing Office.

Foody, Giles M. (2002). Status of land covers classification accuracy assessment.Remote Sensing of Environment, 80(1), 185-201.

Zhu, Zhe, & Woodcock, Curtis E. (2014). Continuous change detection and Classification of land covers using all available Landsat data. Remote Sensing of Environment, 144, 152-171.

Strahler, A. N., 1952, Hypsomteric (Altitude- Area) Analysis of Erosional Strahler A. N., 1958, Dimensional Analysis applied to fluvially eroded Land Forms, Geol. Soc. Amer, Bull, Vol., and P 279-300.

محمود محمد عاشور، ١٩٨٦. التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي. حولية كلية الإنسانيات والعلوم الاجتماعية، جامعة قطر، العدد التاسع ص ٤٦٢.

جوده حسنين جوده وآخرون، ١٩٩١. وسائل التحليل الجيومورفولوجى، القاهرة، ص (٢١٩، ٣١٦، ٣٣٥، ٣٤١).

محمد صبري محسوب، ٢٠٠١. الأطلس الجيومورفولوجي، معالجة تحليلية للشكل والعملية. دار الفكر العربي، القاهرة، ص٧٨.

آمال شاور، ٢٠٠٠، جغرافية المياه العذبة، القاهرة. ص ٧٩.

أحمد سالم صالح، ١٩٨٩، الجريان السيلى فى الصحاري، دراسة فى جيمورفولوجية الأودية الصحراوية، معهد البحوث والدراسات العربية، جامعة الدول العربية. القاهرة، ص (٢٠، ٣٣، ٩٣، ١٦٥).

أحمد سالم صالح، ١٩٨٩، الجريان السيلى في الصحاري، دراسة فى جيمورفولوجية الأودية الصحراوية، معهد البحوث والدراسات العربية، جامعة الدول العربية. القاهرة، ص (٢٠، ٣٣، ٩٣، ١٦٥).

وزارة الصناعة والثروة المعدنية، الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية، (١٩٩٤): "حصاد سيول نوفمبر لعام ١٩٩٤- محافظات الصعيد" تقارير غير منشورة، ص ٨٦.

علي حامد سامي، (١٩٩٢): "المجتمعات الزراعية والصناعية في شرق دلتا النيل"، رسالة دكتوراه، ص ١٧٩.

إدارة الموارد المائية والري محافظة أسوان: (٢٠١٥): "امكانات الموارد المائية بمحافظة أسوان"، تقرير غير منشور.

صباح نوماجيورى، ١٩٩٨، علم المياه وإدارة أحواض الأنهار، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، العراق ص١١٤.

محمود محمد خضر، (١٩٩٧): الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية في مصر مع التركيز على السيول في بعض مناطق وادي النيل، رسالة ماجستير، غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس، ص ٤٠٦.