International Journal for Scientific Research (IJSR)
المجلة الدولية للبحوث العلمية
IJSR
Vol. (5), No. (5) May 2026 الإصدار (5)، العدد (5)

الأودية الداخلة على مدينة ساجر في منطقة الرياض

أريج بنت مسعد العتيبي
باحثة دكتوراه، الدراسات البيئية، كلية اللغات والعلوم الإنسانية، جامعة القصيم، المملكة العربية السعودية
471213583@qu.edu.sa

أحمد محمد البسام
أستاذ دكتور، الجغرافيا، كلية اللغات والعلوم الإنسانية، جامعة القصيم، المملكة العربية السعودية
absam@qu.edu.sa

الملخص

يهدف هذا البحث إلى تحليل الخصائص البيئية والهيدرولوجية لمدينة ساجر في منطقة الرياض، وكشف التغيرات المكانية التي شهدتها خلال ربع قرن، وذلك من خلال توظيف تقنيات التحليل المكاني والاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية. وقد اعتمدت الدراسة على دمج بيانات النموذج الرقمي للارتفاعات (DEM) بدقة 10 متر من الهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانية (GEOSA)، والمرئيات الفضائية متعددة التواريخ (Landsat2000-2008-2025) و(Sentinel-2-2018)، إلى جانب السجلات المناخية لمحطة مطار الملك خالد، والمخططات الهيكلية، والتحقق الميداني، بهدف بناء قاعدة بيانات مكانية متكاملة تُسهم في تفسير ديناميكية السطح، ومسارات الأودية، واتجاهات التوسع العمراني.

أظهرت نتائج تحليل الطبوغرافية أن سطح منطقة ساجر يتدرج من الشرق نحو الغرب بارتفاعات تتراوح بين 700 و747 مترًا، مع سيادة الانحدارات الضعيفة التي تُوجّه الجريان السطحي نحو وادي القَرْنَة شرقًا ووادي ساجر غربًا. كما بيّنت الدراسة أن التوسع العمراني بين عامي 2000 و2025 اتخذ نمطًا موجّهًا تحكمه خصائص السطح ووجود الأودية، حيث ارتفعت مساحة الكتلة الحضرية من (4.153 كم²) إلى نحو (9.871 كم²)، مع توسع ملحوظ في الاتجاهين الشمالي والشمالي الغربي، وتراجع واضح في المساحات الزراعية داخل الأطراف الشمالية والشرقية.

واعتمدت الدراسة على مؤشر IBI بوصفه مؤشرًا طيفيًا مركّبًا لتمييز المناطق العمرانية عن الغطاء النباتي والمسطحات المائية، مما مكّن من تحديد الامتداد الحضري بدقة أعلى، والكشف عن مواضع التعدي على مجاري الأودية. وقد أظهرت نتائج التحليل المكاني باستخدام أداة الحرم المكاني Buffer لمسافة 100 متر أن مساحات واسعة من المباني تقع داخل نطاق الجريان الطبيعي، حيث بلغت مساحة التعديات على وادي القَرْنَة نحو (441562.66 م²)، بينما وصلت التعديات على وادي ساجر إلى (952098.93 م²)، وهي مواضع ذات قابلية عالية للغمر عند حدوث السيول.

كما كشفت الدراسة عن حساسية المنطقة للأحداث المطرية الشديدة، إذ أظهرت واقعة عام 2008 التي تجاوز فيها الهطول 90 ملم خلال ساعات قليلة أن الأودية ما تزال تحتفظ بدورها الطبيعي في تصريف الجريان السطحي، وأن التوسع العمراني غير المنضبط داخل نطاق السهول الفيضية أدى إلى غمر عدد من الأحياء والمزارع، خصوصًا في الجهة الغربية والجنوبية الغربية من المدينة.

وتخلص الدراسة إلى أن فهم الخصائص الطبوغرافية والهيدرولوجية، وربطها بالتوسع العمراني، يُعد ضرورة ملحّة لإدارة مخاطر السيول في مدينة ساجر، وتوجيه النمو الحضري بعيدًا عن مجاري الأودية، وتعزيز الوعي البيئي، والمحافظة على الغطاء النباتي، وتحديث المخططات العمرانية بما يتوافق مع طبيعة السهل الفيضي ومسارات الجريان التاريخية.

الكلمات الافتتاحية: السيول، كوارث السيول، النسيج الحضري، استخدامات الأراضي.

International Journal for Scientific Research (IJSR)
المجلة الدولية للبحوث العلمية
IJSR
Vol. (5), No. (5) May 2026 الإصدار (5)، العدد (5)

Valleys leading into the city of Sajer in the Riyadh region

Areej bint Mosaad Al-Otaibi
PhD Researcher, Environmental Studies (Geography), College of Languages and Humanities, Qassim University, Saudi Arabia
471213583@qu.edu.sa

Ahmed Mohammed Al-Bassam
Professor of Geography, College of Languages and Humanities, Qassim University, Saudi Arabia
nawaf.a.nader@gmail.com

Abstract

his study aims to analyze the environmental and hydrological characteristics of the city of Sager in the Riyadh Region and to detect the spatial changes it has undergone over the past twenty-five years through the integration of spatial analysis techniques, remote sensing, and geographic information systems (GIS). The research relies on combining Digital Elevation Model (DEM) data with a 10-meter resolution, multi-temporal satellite imagery (Landsat 2000-2008–2025 and Sentinel-2-2018), climatic records from King Khalid Airport meteorological station, structural planning maps, and field verification, in order to construct an integrated spatial database that supports the interpretation of surface dynamics, wadi networks, and patterns of urban expansion.

The topographic analysis reveals that the surface of Sager gradually descends from east to west, with elevations ranging between 700 and 747 meters above sea level, and is dominated by gentle slopes that direct surface runoff toward Wadi Alqarnah in the east and Wadi Sager in the west. The study also shows that urban expansion between 2000 and 2025 followed a guided pattern influenced by surface characteristics and the presence of wadis, as the built-up area increased from 4.153 km² to approximately 9.871 km², with significant expansion toward the north and northwest, accompanied by a noticeable decline in agricultural lands in the northern and eastern outskirts.

The study employed the Index-Based Built-up Index (IBI) as a composite spectral indicator capable of distinguishing built-up areas from vegetation and water bodies, enabling more accurate detection of urban growth and identification of encroachments on wadi channels. Spatial analysis using a 100-meter buffer around wadi courses revealed that large areas of buildings lie within natural flow paths, with encroachments on Wadi Alqarnah reaching 441,562.66 m² and those on Wadi Sager reaching 952,098.93 m²areas highly susceptible to inundation during flood events.

The study further highlights the region’s sensitivity to extreme rainfall events. The 2008 incidentduring which rainfall exceeded 90 mm within a few hours—demonstrated that the wadis still retain their natural role in conveying surface runoff, and that unregulated urban expansion into floodplains has contributed to the inundation of several neighborhoods and farms, particularly in the western and southwestern parts of the city.

The study concludes that understanding the topographic and hydrological characteristics of Sager, and linking them to patterns of urban expansion, is essential for effective flood-risk management. It emphasizes the need to guide future urban growth away from wadi corridors, enhance environmental awareness, preserve natural vegetation cover, and update urban planning frameworks in accordance with the geomorphological nature of the floodplain and historical flow paths.

Keywords: Flash Floods, Flash Floods Disasters, Urban Fabric, Land Use.

مقدمة الدراسة

في ظل ما تشهده المدن من توسّع عمراني متسارع وتغيّر مستمر في أنماط استخدامات الأراضي، تبرز الحاجة إلى فهم العوامل الطبيعية التي تؤثر في استقرار التجمعات السكانية وسلامتها. وتُعدّ الظواهر البيئية المرتبطة بالمناخ، وعلى رأسها الأمطار والسيول، من أبرز التحديات التي تواجه المدن الحديثة، خصوصًا في المناطق التي تتقاطع فيها العناصر الطبيعية مع الامتداد العمراني. ومن هذا المنطلق، تأتي أهمية دراسة الأودية ومساراتها وتأثيراتها، بوصفها جزءًا أصيلًا من البيئة الطبيعية التي تتفاعل مباشرة مع النسيج الحضري.

تواجه مدن ومناطق المملكة العربية السعودية تحديات متزايدة أثناء وبعد هطول الأمطار الغزيرة، إذ تتسبب السيول في خسائر بشرية ومادية تمسّ البنية التحتية والمنشآت العامة والخاصة. وقد أسهمت التغيرات المناخية العالمية في ارتفاع معدلات الهطول المطري، وزيادة الفيضانات الفجائية، إلى جانب التوسع العمراني المتسارع الذي أبرز الحاجة إلى تطوير شبكات تصريف مياه الأمطار، وتعزيز مشاريع درء أخطار السيول، خصوصًا تلك المنقولة عبر الأودية العابرة للتجمعات السكانية، لما لها من تأثير مباشر على البيئة العمرانية والاقتصادية والاجتماعية (وزارة الشؤون البلدية والقروية، 2019).

وتُعدّ الأودية عنصرًا جغرافيًا بارزًا في العديد من مناطق المملكة، مثل منطقة القصيم التي يخترقها وادي الرمة، أكبر وادي في المملكة، إضافة إلى مجموعة من الأودية الفرعية التي أثّرت في نمط العمران وتوزيع المشاريع الحيوية (الدغيري والشويش، 2018).

وقد حظيت مدينة بريدة على سبيل المثال بمشاريع ضخمة لدرء أخطار السيول بلغت قيمتها ملياري ريال، شملت منظومات تصريف تعتمد على الثقب الأفقي لنقل المياه إلى مجرى الوادي، في إطار جهود حكومية واسعة لتعزيز الحماية من مخاطر السيول.

وفي السياق ذاته، تبرز مدينة ساجر كإحدى المدن التي تتأثر بمرور عدد من الأودية عبر نطاقها العمراني، مما يجعل دراسة هذه الأودية ضرورة لفهم تأثيرها على المدينة، وتقييم المخاطر المحتملة، واستشراف الحلول المناسبة للتعامل معها. فالأودية الداخلة على مدينة ساجر تمثل جزءًا مهمًا من بيئتها الطبيعية، ولها دور في تشكيل ملامحها الجغرافية، كما ترتبط بها تحديات تتطلب تقييمًا علميًا دقيقًا لضمان تحقيق تنمية عمرانية آمنة ومستدامة.

وتتسق هذه الجهود مع مستهدفات رؤية المملكة 2030 التي تؤكد على تعزيز جودة الحياة، ورفع كفاءة البنية التحتية، وتحقيق تنمية عمرانية مستدامة تراعي عناصر البيئة الطبيعية وتحدّ من المخاطر المرتبطة بها. إذ تسعى الرؤية إلى بناء مدن أكثر مرونة وقدرة على مواجهة التحديات المناخية، من خلال تحسين إدارة الموارد المائية، وتطوير شبكات تصريف فعّالة، واعتماد تخطيط حضري يستند إلى بيانات بيئية دقيقة.

وانطلاقًا من ذلك، يهدف هذا البحث إلى تقديم معالجة شاملة لمشكلة مخاطر السيول في مدينة ساجر من خلال دراسة الأودية الداخلة عليها، وبناء تصور عام يسهم في الحد من المخاطر وتعزيز كفاءة إدارة مياه الأمطار والسيول داخل المدينة.

مشكلة الدراسة

تواجه مدينة ساجر تحديات متزايدة نتيجة مرور عدد من الأودية عبر نطاقها العمراني، مما يؤدي إلى احتمالية تعرضها لمخاطر السيول وتجمعات مياه الأمطار، خصوصًا في ظل التوسع العمراني وتغير أنماط استخدامات الأراضي. وتتمثل

المشكلة في عدم وجود تقييم شامل لمسارات هذه الأودية وتأثيراتها على المدينة، مما يحدّ من القدرة على وضع حلول فعّالة للحد من مخاطر السيول وتعزيز كفاءة إدارة مياه الأمطار.

أهمية الدراسة

- تكمن أهمية هذه الدراسة في قدرتها على توضيح العلاقة بين مسارات الأودية والبيئة العمرانية في مدينة ساجر، وما ينتج عنها من آثار مباشرة على التخطيط الحضري. كما تسهم في تحديد المناطق الأكثر عرضة لمخاطر جريان الأودية والسيول، مما يوفر أساسًا علميًا يساعد الجهات المختصة في تعزيز السلامة العمرانية واتخاذ قرارات أكثر فاعلية.
- تدعم جهود التخطيط العمراني المستدام من خلال توفير بيانات علمية دقيقة.
- تتوافق مع توجهات رؤية المملكة 2030 في رفع جودة الحياة وتحسين البنية التحتية.
- توفر نتائج يمكن الاستفادة منها في تطوير مشاريع درء أخطار السيول داخل المدينة.
- تُعد هذه الدراسة من أوائل الأبحاث التي تتناول تحليل العلاقة بين مسارات الأودية والبيئة العمرانية في مدينة ساجر، مما يمنحها قيمة علمية مميزة ويسهم في سد فجوة معرفية في هذا المجال.

التساؤلات

1. كيف تسهم النماذج الرقمية للارتفاعات في تحديد مسارات الأودية الداخلة على مدينة ساجر؟
2. ما العوامل الجيومورفولوجية والجيولوجية التي تتحكم في نمط الجريان داخل الاودية؟
3. كيف تسهم مسارات الأودية في تحديد مناطق الخطر المحتملة للسيول داخل النطاق الحضري؟

الأهداف

1. إعداد تصور منهجي لشبكة الأودية المؤثرة على مدينة ساجر من خلال تحليل خصائصها الهيدرولوجية ومساراتها الطبيعية.
2. تحديد العوامل البيئية والطبيعية التي تسهم في تشكيل سلوك الأودية داخل نطاق المدينة وتأثيرها على تدفق السيول.
3. تقييم أثر شبكة الأودية على الجوانب الحضرية للمدينة، ولا سيما ما يتعلق بمخاطر السيول وإدارة مياه الأمطار.

منطقة الدراسة

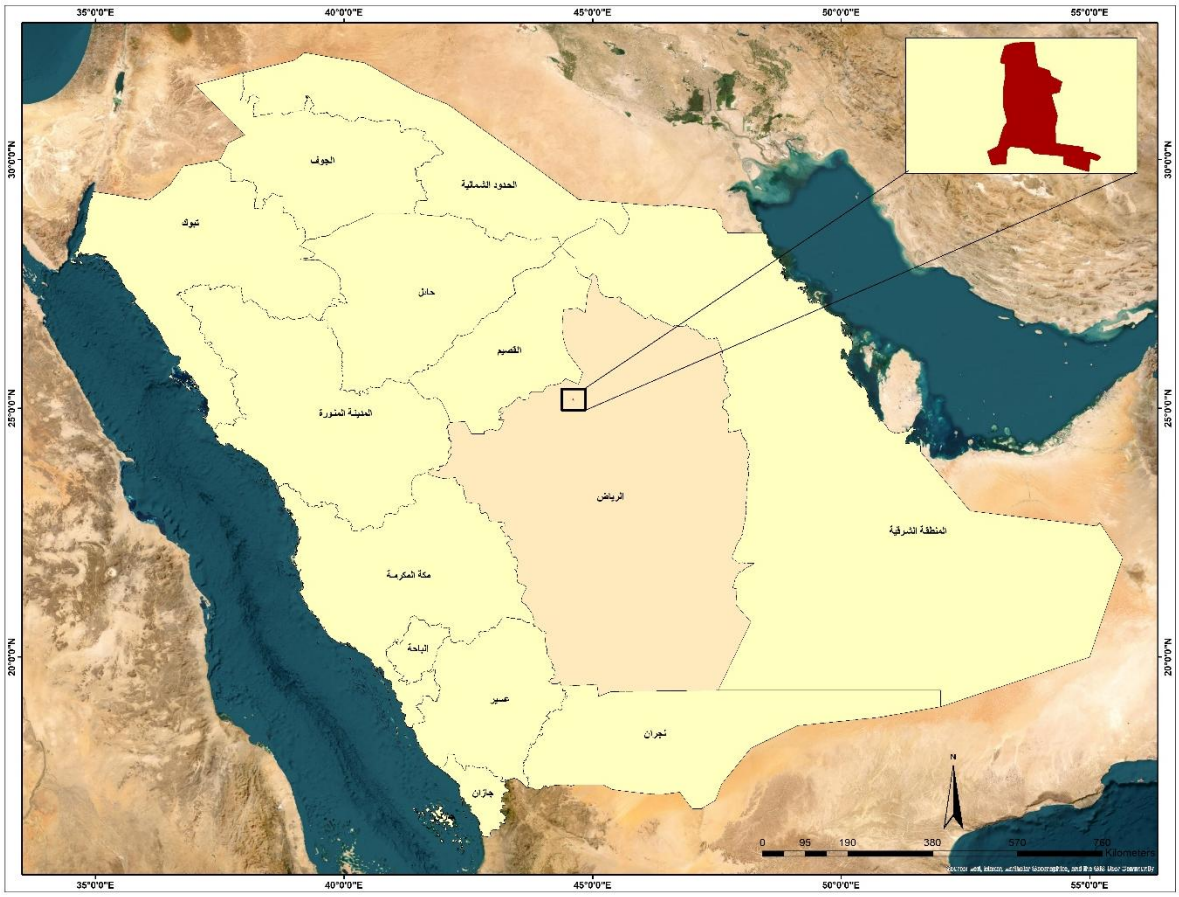
تقع مدينة ساجر في قلب إقليم السر التابع لمنطقة الرياض، وتُعد حاضرة الإقليم ومركزه الإداري الرئيسي. يبلغ عدد سكان المدينة نحو 14,858نسمة (2022)، بينما يتبعها عدد كبير من القرى والمراكز والهجر، ما يجعلها نقطة تجمع سكاني وخدمي مهمة في المنطقة.

تقع ساجر على بعد 260 كلم شمال غرب مدينة الرياض، عند خط عرض 25.24473774° وخط طول 44.5349595°، وترتبط بعدة طرق إقليمية رئيسية، مما يعزز دورها التجاري والخدمي، ويرتبط اسمها بوجود مورد ماء كان يجري على سطح الأرض قديمًا (جنيدل، ص311). تتميز المنطقة ببيئة طبيعية متنوعة تشمل نفود السر شرق المدينة، وهي كثبان رملية واسعة تضم نباتات طبيعية مثل الرمث والأرطى والعرفج والخزامى، إضافة إلى نباتات موسمية تظهر بعد الأمطار. كما تتأثر المدينة بعدة أودية مثل وادي القرنة ووادي ساجر، مما يجعلها منطقة ذات حساسية هيدرولوجية عند هطول الأمطار.

وتُعد ساجر من المناطق الزراعية البارزة في المملكة، إذ تضم العديد من المزارع إضافة إلى العديد من المشاريع التنموية مما يجعلها مركزًا زراعيًا وتنموياً مهمًا في إقليم السر.

وتشهد المدينة نموًا عمرانيًا وتجاريًا متسارعًا، مع توسع الأحياء السكنية وارتفاع عدد الأنشطة التجارية، الأمر الذي يبرز أهمية دراسة شبكة الأودية وتأثيرها على التخطيط الحضري وإدارة مخاطر السيول.

International Journal for Scientific Research (IJSR)
المجلة الدولية للبحوث العلمية
IJSR
Vol. (5), No. (5) May 2026 الإصدار (5)، العدد (5)



شكل (1): خارطة توضح موقع مدينة ساجر، من إنجاز الباحثين

الدراسات السابقة

شهدت الأحواض الصحراوية خلال السنوات الأخيرة اهتمامًا متزايدًا في الأبحاث الجغرافية، خصوصًا تلك التي تتناول تقييم أخطار السيول وتأثيراتها على التجمعات السكانية والأنشطة الزراعية. وقد أسهمت التقنيات الحديثة ذات البعد المكاني، مثل الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية، في تطوير أدوات تحليلية دقيقة لاستخلاص الشبكات النهرية المطمورة، وبناء نماذج مكانية تساعد في التنبؤ بالمخاطر المناخية والبيئية، ورصد التعديات البشرية على مجاري الأودية ومن هذه الدراسات:

- **الدراسات المحلية:**

دراسة مرزا والبارودي (2005) السمات المورفولوجية والخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأودية الحرم المكي، حيث هدفت إلى تحليل حالات السيول العارمة التي شهدتها المنطقة وتقييم تأثير التوسع العمراني على سلوك الأودية. وأظهرت نتائج الدراسة أن التوسع العمراني الكبير وتغطية مجاري الأودية أسهما في استمرار حدوث سيول شديدة رغم وجود السدود وشبكات التصريف، كما أكدت أن التوسع العمراني غير المنظم يُعد العامل الرئيس في تفاقم مخاطر السيول داخل نطاق الحرم المكي.

أيضاً دراسة عبدالكريم (2013)، أثر التغيرات المكانية للنمو العمراني واستخدامات الأرض على زيادة مخاطر السيول في المدينة السعودية: دراسة حالة مدينة حائل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS والاستشعار عن بعد RS، ناولت هذه الدراسة أثر التغيرات المكانية للنمو العمراني واستخدامات الأرض على زيادة مخاطر السيول في مدينة حائل، وهدفت إلى توظيف تقنيات GIS وRS لتحديد المناطق المناسبة للتوسع العمراني والتعرّف على المناطق المعرّضة لمخاطر السيول من

خلال تحليل خرائط تصنيف المخاطر خلال الفترة 1963–2013م. وأظهرت نتائج الدراسة أن التوسع العمراني غير المنظم على السهول الفيضية للأودية أدى إلى تضاعف الكتلة العمرانية المعرّضة للخطر 135 مرة، وارتفاع عدد الأحواض من 1 إلى 17 حوضًا، وزيادة مساحة الأحواض داخل المناطق العمرانية من 34 كم² إلى 1063 كم²، إضافة إلى الارتفاع الكبير في حجم الجريان السطحي، مما يؤكد تفاقم مخاطر السيول في المدينة.

كذلك تناولت دراسة الودعاني (2014) مخاطر السيول في منطقة جازان جنوب غربي المملكة العربية السعودية منظور جيومورفولوجي، حيث هدفت إلى تحليل الخصائص الجيومورفولوجية للأحواض ودراسة علاقتها بحدوث السيول وشدتها. وأظهرت نتائج الدراسة أن الانحدار الشديد وشكل الأحواض الطولية يسهمان بشكل مباشر في زيادة خطورة السيول، وأن بعض الأحواض تُعد أكثر عرضة بسبب سرعة الجريان وتجمع المياه فيها.

وعلى ذات السياق ماجا في دراسة الدغيري والعنزي (2016) دراسة الخصائص الهيدرومورفولوجية في القطاع الأدنى لوادي الرمة في منطقة القصيم: دراسة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، بهدف تقييم مخاطر السيول وتحديد المناطق المعرّضة للغمر .وأظهرت النتائج أن الجزء الأدنى من الوادي يشهد احتمالات مرتفعة للغمر، مع دخول 52 مركزًا تجاريًا ومساجد ومدارس ومرافق صحية ضمن نطاق الخطر، إضافة إلى تعرض أجزاء من أحياء بريدة الشرقية ومزارعها للغمر الكامل عند ارتفاع معدلات الهطول المطري.

كما بينت دراسة الزامل والرشيدي (2019)، دور نظم المعلومات الجغرافية في درء مخاطر السيول في المملكة العربية السعودية: تجربة أمانة منطقة حائل، حيث هدفت الدراسة إلى توظيف نظم المعلومات الجغرافية لإنشاء قاعدة بيانات مكانية دقيقة وتحليل مجاري السيول في مدينة حائل، بهدف تحديد مناطق الخطورة وأولويات مشاريع الحماية. وأظهرت النتائج أن استخدام نظم المعلومات الجغرافية مكّن أمانة منطقة حائل من إنتاج خرائط دقيقة لمخاطر السيول، وتحسين اتخاذ القرار، والكشف عن تأثير الزحف العمراني على زيادة مخاطر السيول في مدينة حائل، حيث تضاعفت الكتلة العمرانية المعرضة للخطر 135 مرة خلال خمسين عامًا، قادت هذه النتائج في وضع خطط حماية أكثر كفاءة.

عمدت دراسة درويش (2022)، توظيف تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لتقييم مخاطر السيول في الجزء الأعلى من حوض وادي إبراهيم (مكة المكرمة)، وقادت الى تحليل خصائص الحوض الذي تبلغ مساحته نحو 145 كم²، ودراسة الانحدارات التي تتراوح بين 5% و35%، وإنتاج خرائط دقيقة لمناطق الخطورة. وأظهرت النتائج أن نحو 22% من مساحة الحوض تقع ضمن مناطق الخطورة العالية، بينما تشكل المناطق متوسطة الخطورة حوالي 48% في حين تمثل المناطق منخفضة الخطورة نحو 30%كما بيّنت الدراسة تأثير التوسع العمراني الذي ارتفع بنسبة أكثر من 60 % خلال العقود الأخيرة، مما زاد من حساسية بعض المواقع لمخاطر السيول، وقدمت خرائط مكانية موثوقة لدعم التخطيط الحضري وإدارة الكوارث.

كما بينت دراسة الشويش وظضران (2024)، التحليل المكاني لمخاطر السيول بمدينة الطائف باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، في دراسة حوض التصريف الذي تبلغ مساحته نحو 310 كم²، وتحليل الانحدارات التي تراوحت بين 3% و40%، وتحديد مسارات الجريان ومناطق تجمع المياه. وأظهرت النتائج أن حوالي 27% من مساحة المدينة تقع ضمن مناطق الخطورة العالية، بينما تشكل المناطق متوسطة الخطورة نحو 46%، في حين تمثل المناطق منخفضة الخطورة قرابة 27%. كما بيّنت الدراسة أن التوسع العمراني خلال العقدين الأخيرين ارتفع بنسبة أكثر من 55%، مما زاد من تعرض بعض الأحياء لمخاطر السيول، وأسهمت الدراسة في إنتاج خرائط مكانية دقيقة تدعم خطط الحماية والإنذار المبكر في مدينة الطائف.

- **الدراسات العربية:**

تناولت دراسة الخطيب (2018)، حول تقييم مخاطر الفيضانات في حوض نهر الزرقاء باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونموذج SCS–CN، فقد تناولت الدراسة تحليل 14 حوضًا فرعيًا وتقدير الجريان السطحي الذي تراوح بين 18 و62 ملم خلال العواصف المطرية الشديدة. وأظهرت النتائج أن مناطق الوسط من الحوض تُعد الأكثر تعرضًا للفيضانات، مع زيادة احتمالات الخطر بنسبة 40 %في المناطق التي شهدت توسعًا عمرانيًا خلال العقدين الأخيرين، وأسهمت الدراسة في تحديد أولويات الحماية المائية.

كما قادت دراسة محمد آخرون (2019)، دور نظم المعلومات الجغرافية في الحد من مخاطر السيول بمحافظة بيت لحم، إذ اعتمدت الدراسة على تحليل مساحة بلغت 85 كم² شملت الانحدارات ومسارات الجريان ومناطق تجمع المياه. وأظهرت النتائج أن 31 %من المناطق السكنية تقع ضمن نطاق الخطورة المرتفعة، بينما تقع 44 %ضمن الخطورة المتوسطة، في حين تشكل المناطق منخفضة الخطورة 25%، مما يؤكد الحاجة إلى دمج خرائط المخاطر في التخطيط العمراني وإدارة الطوارئ.

قام عمر (2020) بدراسة عنوانها إعداد خرائط قابلية الفيضانات في حوض مجردة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، فقد شملت الدراسة مساحة حوض كبيرة بلغت 23,700 كم²، مع تحليل بيانات أمطار تراوحت بين 300 و900 ملم سنويًا. وأظهرت النتائج أن 38% من مساحة الحوض تقع ضمن مناطق القابلية العالية للفيضانات، كما بيّنت أن التوسع الزراعي غير المنظم أدى إلى زيادة احتمالات الغمر بنسبة 27%، وأسهمت الدراسة في تحديد مناطق الخطر ذات الأولوية.

كما أوضح كمال (2021)، في دراسة المعوّنة تقييم أخطار السيول في منطقة تبسة في الجزائر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، فقد اعتمدت الدراسة على تحليل مساحة بلغت 1200كم² باستخدام نموذج الارتفاعات الرقمية بدقة 30 مترًا. وأظهرت النتائج أن 32 %من المنطقة تقع ضمن نطاق الخطورة العالية، خاصة في المناطق القريبة من التجمعات السكنية، كما كشفت الدراسة عن ضعف شبكات التصريف الحالية، مما يستدعي تطوير بنية تحتية قادرة على مواجهة السيول.

- **الدراسات غير العربية:**

ففي الولايات المتحدة بينت دراسة Maidment وDjokic (2000)، Hydrologic and Hydraulic Modeling Using DEM-Derived Stream Networks حول استخدام DEM في بناء الشبكات الهيدرولوجية، فقد اعتمدت الدراسة على نماذج ارتفاعات بدقة 30–10مترًا لاستخلاص الأحواض الفرعية وتحديد مناطق تجمع المياه. وأظهرت النتائج أن 18%من الأحواض المدروسة كانت مصنفة ضمن مناطق خطورة عالية للفيضانات، وأن دقة تحديد نقاط التجمع ارتفعت بنسبة 32%عند استخدام DEM عالي الدقة.

وفي الصين قادت دراسة Wangو Liu (2006), DEM-Based Hydrological Modeling for Flood Hazard Mapping in Mountainous Basins حول النمذجة الهيدرولوجية في الأحواض الجبلية باستخدام DEM، فقد اعتمدت الدراسة على نموذج ارتفاعات بدقة 25مترًا لاستخراج الشبكة الهيدرولوجية وتحديد الانحدارات. وأظهرت النتائج أن 27%من مساحة الحوض تقع ضمن مناطق خطورة عالية، وأن المناطق ذات الانحدار الأقل من 5%كانت الأكثر عرضة لتجمع المياه، مما ساعد في تحسين خرائط الخطر الفيضاني في جنوب الصين.

كما بينت دراسة Rahmati وآخرون (2016) Flood Hazard Zoning Using GIS and DEM Based Hydrological Modeling in the Kasilian Basin حول تحديد مناطق الخطر الفيضاني في حوض كاسيليان في إيران باستخدام DEM، فقد اعتمدت الدراسة على نموذج ارتفاعات بدقة 30 مترًا لاستخلاص الشبكة الهيدرولوجية وتحديد اتجاهات الجريان. وأظهرت النتائج أن 18% من مساحة الحوض تقع ضمن الخطورة العالية، و42% ضمن الخطورة المتوسطة، بينما تشكل المناطق منخفضة الخطورة 40%، وأسهمت الدراسة في إنتاج خرائط دقيقة لدعم إدارة الفيضانات.

كما بينت دراسة Costache وآخرون (2020) Flash-Flood Susceptibility Assessment Using DEM-Derived Hydrological Parameters تقييم قابلية الفيضانات المفاجئة باستخدام معطيات DEM، فقد اعتمدت الدراسة على نموذج ارتفاعات بدقة 12.5 مترًا لاستخراج الانحدار، اتجاه الجريان، كثافة التصريف، والمسافة إلى مجرى الوادي. وأظهرت النتائج أن 21% من مساحة الحوض تقع ضمن خطورة عالية، وأن كثافة التصريف المرتفعة ارتبطت بزيادة احتمالات الفيضانات بنسبة 34%، وأسهمت الدراسة في تحسين خرائط الاستجابة السريعة للفيضانات.

الإجراءات المنهجية للدراسة

ستعتمد هذه الدراسة على مجموعة واسعة من البيانات المكانية والمرئية والمناخية التي تُسهم في بناء تحليل هيدرولوجي وجغرافي متكامل لمدينة ساجر؛ إذ يشمل قسم الخرائط والمرئيات الاعتماد على الخرائط الجيولوجية لمنطقة الرياض بمقياس (1:250000) إضافة إلى عدد من المرئيات الفضائية مرئيات Sentinel-2-2018 بدقة 12 مترًا ومرئيات Landsat7-9

للأعوام، (2000-2008-2025) بدقة 30 مترًا، وذلك بهدف تفسير الخصائص البنيوية والسطحية للأودية، وتحليل الانحدارات، وتتبع التغيرات المكانية في مجاري السيول، ورصد التعديات العمرانية والزراعية داخل الأحواض. ويأتي قسم النموذج الرقمي للارتفاعات (Copernicus DEM – GLO) بدقة 10 مترًا بوصفه عنصرًا أساسيًا لاستخراج شبكة التصريف السطحي، وتحديد نقاط التجمع المائي، وتحليل خصائص الأحواض من حيث المساحة والانحدار والشكل، بما يتيح بناء نموذج دقيق للجريان السطحي. أما قسم البيانات المناخية فسيعتمد على سجلات الأمطار والبيانات المناخية لمحطة أرصاد مطار الملك خالد للفترة (1985–2010)، وذلك لتحليل معدلات الهطول وتكرار السيول وشدتها وربطها بمسارات الجريان. ويُضاف إلى ذلك قسم المخططات الهيكلية الذي يستند إلى المخططات الحالية الصادرة عن وزارة الشؤون البلدية والقروية لتحليل أنماط التوسع العمراني وتحديد مدى تقاطع النمو الحضري مع مجاري الأودية. وتشمل الإجراءات كذلك قسم التحقق الميداني ومعالجة البيانات، إضافة إلى إجراء مقابلات مع أهالي المنطقة لجمع الروايات التاريخية المؤرخة حول تكرار فيضانات السيول وأبرز أحداثها، ثم تنفيذ عمليات التصحيح الهندسي والإشعاعي للمرئيات، وقص الطبقات وفق حدود منطقة الدراسة، وتوحيد نظم الإحداثيات، وصولًا إلى بناء قاعدة بيانات مكانية متكاملة تُدمج فيها طبقات الأودية والانحدار والارتفاعات واستخدامات الأراضي والمخططات الهيكلية لإنتاج خرائط موضوعية لمسارات الأودية والانحدار ومناطق الخطر الفيضاني والتغيرات المكانية في مجاري الأودية.

كما ستعمد هذه الدراسة إلى استخدام مؤشر IBI (Index-Based Built-up Index) الذي يُعد من المؤشرات الطيفية المركّبة عالية الكفاءة في تمييز المناطق العمرانية عن الغطاء النباتي والمسطحات المائية، وذلك من خلال دمج ثلاثة مؤشرات رئيسية هي NDBI وNDVI وMNDWI ضمن معادلة واحدة تُحسّن من دقة الفصل بين الأسطح المبنية والغطاءات الطبيعية. ويُحسب مؤشر IBI وفق الصيغة:

$$IBI=NDBI-(NDVI+MNDWI)\ NDBI+(NDVI+MNDWI)$$

وتُظهر هذه المعادلة قدرة واضحة على إبراز المناطق العمرانية ذات الانعكاسية العالية في نطاق SWIR مقارنة بالمناطق النباتية التي ترتفع انعكاسيتها في نطاق NIR، والمناطق المائية التي ترتفع انعكاسيتها في نطاقات أخرى. ويسهم هذا المؤشر في إزالة التشويش الناتج عن الغطاء النباتي والمسطحات المائية، مما يتيح تحديد الامتداد العمراني بدقة أعلى، ولا سيما في البيئات المختلطة مثل مدينة ساجر التي تتداخل فيها الأنشطة الزراعية مع مجاري الأودية والمناطق الرطبة الموسمية. وقد تم تطبيق مؤشر IBI على مرئيات عام و2000-2025 بهدف رصد التحولات العمرانية، وتحديد مناطق التوسع، والكشف عن التعديات الواقعة ضمن نطاقات الأودية، بما يعزز من قدرة الدراسة على تحليل العلاقة بين النمو الحضري والخصائص الهيدرولوجية للمنطقة.

جيومورفولوجيا الأودية في المملكة العربية السعودية:

الأودية في البيئات الجافة وشبه الجافة:

تُعد الأودية من أبرز المظاهر الجيومورفولوجية في البيئات الجافة وشبه الجافة، حيث تتشكل بفعل عمليات التعرية المائية التي تنشط خلال فترات الأمطار الموسمية، وتعمل كمجاري طبيعية لتصريف مياه الأمطار من المناطق المرتفعة نحو المنخفضات. وتتميز الأودية في المناطق الصحراوية بأنها مؤقتة الجريان، إلا أن تأثيرها يكون بالغًا نظرًا لسرعة تدفق المياه وشدة الانحدار وضعف الغطاء النباتي، مما يجعلها مصدرًا رئيسًا للسيول المفاجئة التي تُعد من أخطر الظواهر الطبيعية في المملكة العربية السعودية. وتكتسب دراسة الأودية أهمية خاصة في ظل التوسع العمراني المتسارع الذي تشهده المدن السعودية، حيث يتقاطع الامتداد الحضري مع مسارات الأودية، مما يزيد من احتمالات الغمر وتضرر البنية التحتية. وتُظهر التجارب المحلية أن السيول في البيئات الجافة تتسم بسرعة التكوّن وارتفاع طاقتها التدميرية، نتيجة شدة الهطول المطري خلال فترات زمنية قصيرة، وارتفاع معدلات الانحدار، وضعف نفاذية التربة، وقلة الغطاء النباتي، وهي عوامل تجعل المدن أكثر عرضة للمخاطر الفيضانية، خصوصًا عندما تتقاطع مجاري الأودية مع النسيج الحضري، (الحاج وبحراوي وآخرون، 2026).

الجيومورفولوجيا الحوضية ودورها في سلوك السيول:

تُعد الجيومورفولوجيا الحوضية أساسًا لفهم سلوك السيول، إذ تتحكم خصائص الأحواض في كمية الجريان وسرعته واتجاهه، فمساحة الحوض وشكله وانحداره وكثافة التصريف كلها عوامل تحدد درجة الخطورة الفيضانية. فالأحواض الدائرية مثلًا أكثر

عرضة للسيول المفاجئة مقارنة بالأحواض الطولية، كما أن الانحدارات الشديدة تزيد من سرعة الجريان، بينما تشير كثافة التصريف المرتفعة إلى شبكة أودية نشطة وسريعة الاستجابة للأمطار. وتلعب الجيولوجيا دورًا مهمًا في تحديد سلوك الجريان السطحي، إذ تختلف الاستجابة الهيدرولوجية تبعًا لنوع الصخور، فالصخور الرسوبية المفككة تزيد من نفاذية المياه، بينما الصخور الصلبة تقلل من النفاذية وتزيد من الجريان السطحي، كما قد تؤثر التراكيب الجيولوجية مثل الفوالق والصدوع في تغيير اتجاهات الجريان. وتبرز أهمية هذه العوامل في مدينة ساجر التي تتنوع فيها التكوينات الجيولوجية، مما يجعل تحليلها ضروريًا لفهم مسارات الأودية الداخلة على المدينة، (الودعاني، 2014).

تقاطع الأودية مع البيئة العمرانية ومخاطر التوسع الحضري:

يمثل تقاطع الأودية مع البيئة العمرانية أحد أهم التحديات التي تواجه التخطيط الحضري، إذ يؤدي إلى زيادة احتمالات الغمر في الأحياء السكنية وتضرر البنية التحتية كالطرق وشبكات الكهرباء والمياه، كما يقيّد التوسع العمراني في بعض الاتجاهات، ويستدعي تنفيذ مشاريع حماية مثل السدود والقنوات الخرسانية. وتؤثر أنماط استخدامات الأراضي في سلوك الجريان السطحي، حيث يؤدي التوسع العمراني غير المنظم إلى تضييق مجاري الأودية، بينما يسهم الزحف الزراعي في تغيير مسارات الجريان، كما تؤدي الأسطح الصلبة الناتجة عن رصف الطرق والمباني إلى زيادة الجريان السطحي وتقليل التسرب، وقد أثبتت الدراسات أن التغيرات في استخدامات الأراضي تُعد من أهم أسباب تفاقم مخاطر السيول في المدن السعودية خلال العقود الأخيرة، (الحربي، 2011).

دور التقنيات الحديثة في تحليل الأودية وتقييم مخاطر السيول:

ومع تطور التقنيات الحديثة، أصبحت نظم المعلومات الجغرافية GIS أداة أساسية في تحليل الأودية والسيول، إذ تتيح بناء قواعد بيانات مكانية متكاملة وتحليل الانحدارات واتجاهات الجريان وتحديد مناطق الخطر الفيضاني وإنتاج خرائط دقيقة تدعم اتخاذ القرار. كما يمثل النموذج الرقمي للارتفاعات DEM أحد أهم مصادر البيانات في الدراسات الهيدرولوجية، حيث يُستخدم في استخراج شبكة التصريف السطحي وتحديد نقاط التجمع المائي وتحليل الانحدار والارتفاعات وبناء نماذج الجريان السطحي، وتزداد دقة النتائج كلما ارتفعت دقة النموذج الرقمي. ويسهم الاستشعار عن بُعد من خلال مرئيات Sentinel-2 وLandsat-7 في رصد التغيرات في مجاري الأودية وتحليل الغطاء النباتي وكشف التعديات العمرانية والزراعية، مما يساعد في فهم تطور المخاطر عبر الزمن.

وقد شهدت مدن المملكة خلال العقود الأخيرة عددًا من السيول المؤثرة نتيجة التوسع العمراني السريع وضعف شبكات التصريف والتغيرات المناخية التي أدت إلى زيادة شدة الأمطار، مما دفع الجهات المختصة إلى تنفيذ مشاريع ضخمة لدرء أخطار السيول. وفي هذا السياق، تبرز مدينة ساجر كإحدى المدن التي تتأثر بمرور عدد من الأودية عبر نطاقها العمراني، مثل شعيب أبو نخلة وشعيب الأجيذم، مما يجعل دراسة هذه الأودية ضرورة لفهم تأثيرها على المدينة وتقييم المخاطر المحتملة واستشراف الحلول المناسبة للتعامل معها، خصوصًا في ظل النمو العمراني والزراعي المتسارع الذي تشهده المدينة. ويأتي هذا الاهتمام متسقًا مع مستهدفات رؤية المملكة 2030 التي تؤكد على تعزيز جودة الحياة ورفع كفاءة البنية التحتية وتحقيق تنمية عمرانية مستدامة تراعي عناصر البيئة الطبيعية وتحدّ من المخاطر المرتبطة بها، مما يجعل دراسة الأودية الداخلة على مدينة ساجر خطوة أساسية نحو بناء مدينة أكثر مرونة وقدرة على مواجهة التحديات المناخية.

نظرية الجريان الفجائي في الأودية (Flash Flood Runoff Theory):

تمثّل نظرية الجريان الفجائي في الأودية إطارًا يفسّر التحول السريع للأودية الجافة وشبه الجافة إلى مجارٍ مائية عالية الخطورة خلال فترات قصيرة من الهطول المطري، حيث تؤدي خصائص البيئات الجافة مثل ضعف نفاذية التربة، وغياب الغطاء النباتي، وارتفاع الانحدارات إلى انخفاض قدرة الأرض على امتصاص المياه وارتفاع نسبة الجريان السطحي مباشرة بعد سقوط الأمطار. وتفترض النظرية أن الهطول الشديد قصير المدة يتسبب في تجمّع المياه بسرعة داخل الأحواض الصغيرة والمتوسطة، ثم اندفاعها بقوة نحو مجاري الأودية، مما يؤدي إلى سيول مفاجئة ذات طاقة تدميرية عالية، وتزداد خطورتها في المناطق الحضرية نتيجة الأسطح الصلبة والتوسع العمراني الذي يغيّر مسارات الجريان ويضاعف حجم السيول. وتكتسب هذه النظرية أهمية خاصة في تفسير سلوك الأودية في المملكة العربية السعودية، ولا سيما في المدن التي تتقاطع مع مجاري

الأودية مثل مدينة ساجر، حيث تتفاعل العوامل الطبيعية مع التوسع العمراني لتشكّل بيئة شديدة الحساسية للسيول المفاجئة، (الحاج وبحراوي وآخرون 2026).

ويمثل هذا البحث تطبيقًا مباشرًا لمبادئ نظرية الجريان الفجائي في الأودية، إذ ينتقل من تفسير سرعة تشكّل السيول في البيئات الجافة إلى تحليل واقع الأودية في مدينة ساجر. ويركّز على فهم تأثير الأودية الداخلة على المدينة من خلال دراسة الخصائص الطبيعية والجيومورفولوجية والهيدرولوجية للأحواض وربطها بالتوسع العمراني الذي يزيد من حساسية المدينة للسيول المفاجئة. ويعتمد البحث على منهجية تجمع بين نظم المعلومات الجغرافية، والنموذج الرقمي للارتفاعات، والاستشعار عن بُعد، إلى جانب الزيارات الميدانية للتحقق من دقة النتائج. ويسهم دمج البيانات الجيولوجية والطبوغرافية والمناخية مع المرئيات الفضائية والمخططات الهيكلية في إنتاج خرائط تحدد مسارات الأودية ومناطق الخطر الفيضاني. ويهدف هذا النهج المتكامل إلى تقييم مخاطر السيول داخل ساجر وتحديد المناطق الأكثر عرضة لها، بما يدعم تحسين إدارة مياه الأمطار ورفع كفاءة مشاريع الحماية، انسجامًا مع توجهات رؤية المملكة 2030 نحو مدن أكثر مرونة واستدامة.

مصطلحات الدراسة

السيول Flash Floods:

هي عبارة عن مياه جارية مؤقتة، أو شبه دائمة تنشأ نتيجة الأمطار عند هطولها بغزارة، وانحدارها من أعالي الجبال إلى أسفلها متحدة مع بعضها لتشق لها مجرى مائياً رئيسياً مؤدياً إلى سيل جارف. (الصقعبي، 1415، ص 27).

كوارث السيول Flash Floods Disasters:

تأتي كوارث السيول من الجريان السريع المندفع للمياه، الذي يجرف أمامه كل ما يصادفه من حطام صخري، وتحل الكارثة عندما تضرب السيول الطرق التي تربط بين محلات العمران، وتدمر المنشآت الحيوية، وتخرب مظاهر استخدام الأرض، كالمزارع والمساكن، وتزهق الأرواح، وتشرد آلاف البشر. (محسوب، 1988، ص 417).

النسيج الحضري Urban Fabric:

التركيب المكاني المتكامل للعناصر العمرانية في المدينة، بما يشمله من مبانٍ وطرق ومساحات مفتوحة، والعلاقات التي تربط بينها، والتي تعكس تطور المدينة عبر الزمن (القريوتي، 2001، ص 112).

استخدامات الأراضي Land Use:

هي الأنماط المتنوعة لاستغلال سطح الأرض من قبل الإنسان، وتشمل الاستعمالات السكنية، والتجارية، والصناعية، والزراعية، والخدمية، والترفيهية، وغيرها من الأنشطة التي تُكوّن البنية الوظيفية للمدينة أو المنطقة. (السرحان، 2005، ص 64).

الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة:

تم الاعتماد في هذا البحث على البيانات المناخية الصادرة عن محطة مطار الملك خالد بمدينة الرياض، وذلك للفترة المناخية الممتدة بين 1985 و2010، بوصفها أقرب محطة مناخية رسمية تمثل الظروف الجوية السائدة في إقليم السر الذي تقع ضمنه مدينة ساجر. وتمثل هذه الفترة مرجعًا مناخيًا معتمدًا في الدراسات البيئية والهيدرولوجية، لما توفره من متوسطات طويلة المدى تساعد في تحليل الأنماط المناخية وتفسير سلوك الأودية والجريان السطحي داخل المنطقة. وبناءً على المعطيات المناخية للفترة (1985–2010) يمكن القول إن مناخ مدينة ساجر يتسم بكونه مناخًا صحراويًا قاريًا واضح السمات، يتميز بارتفاع كبير في درجات الحرارة خلال فصل الصيف، وانخفاض ملحوظ في الشتاء، مع تذبذب شديد في معدلات الأمطار وارتفاع معدلات التبخر طوال العام. ويُعد هذا النمط المناخي من العوامل الرئيسية التي تتحكم في سلوك الأودية وشدة الجريان السطحي داخل المدينة، إذ يؤدي الجفاف الطويل وندرة الأمطار إلى زيادة قابلية التربة للانجراف عند هطول الأمطار المفاجئة، بينما يسهم عدم انتظام الهطول في تعزيز احتمالات تشكل السيول، خصوصًا في المناطق التي تتقاطع فيها مسارات الأودية مع التوسع العمراني.

International Journal for Scientific Research (IJSR)
المجلة الدولية للبحوث العلمية
IJSR
Vol. (5), No. (5) May 2026 الإصدار (5)، العدد (5)

جدول (1): المتوسطات الشهرية لعناصر المناخ خلال فصول السنة للفترة بين (عام 1985م حتى عام 2010م)

الشهر	الحرارة العظمى (م°)	الحرارة الصغرى (م°)	المتوسط (م°)	الرطوبة القصوى (%)	الرطوبة الدنيا (%)	سرعة الرياح القصوى (عقدة)	سرعة الرياح المتوسطة (عقدة)	الضغط الجوي (ملبار)
يناير	20.3	9.6	14.8	38.1	14.5	16.1	7	1019.2
فبراير	24.5	12.2	18.3	30.2	12	17	7.8	1017
مارس	28.9	15.7	22.4	26.8	12.5	17.6	8.5	1014
أبريل	33.6	20.7	27.2	24.3	15.9	16.8	8.8	1011.1
مايو	38.8	25.8	32.3	17	8.7	15.6	8.2	1008.3
يونيو	42.5	28	35.3	10.6	4.4	15	8	1004
يوليو	43.2	29.2	36.3	11.3	6.2	15.9	8.6	1001.5
أغسطس	43.1	29	36.1	12.6	7.5	14.5	8.1	1002.1
سبتمبر	40.5	25.9	33.1	14.9	4	13.3	7.2	1007.6
أكتوبر	34.7	20.8	27	21.9	4.9	13	6.9	1013.4
نوفمبر	27.5	15.6	21.1	35.4	12.8	13.4	5.3	1017.7
ديسمبر	21.4	10.5	16	39.6	13.6	12.8	5.1	1019.5
المتوسط السنوي	32.9	18.4	25.2	22.7	9.4	15	7.4	1012

درجات الحرارة:

تتصف منطقة الدراسة باتساع واضح في المدى الحراري السنوي، وهو ما يظهر جليًا في الرسم البياني لدرجات الحرارة الشهرية (شكل 2)؛ إذ بلغ المتوسط العام لدرجات الحرارة العظمى والصغرى نحو 25.2°م، مما يعكس طبيعة المناخ الصحراوي القاري الذي يميز إقليم السر. ويُظهر الشكل البياني الخاص بدرجات الحرارة الشهرية (شكل3) تطرفًا حراريًا واضحًا بين فصول السنة، حيث تسجل أشهر الصيف أعلى القيم الحرارية خلال العام، إذ بلغ متوسط أقصى درجة حرارة عظمى في شهر يوليو 43.2°م، يليه شهرا يونيو وأغسطس بمتوسطات بلغت 42.5°م و43.1°م على التوالي، وهي ذروة الحرارة في المنطقة. كما ترتفع الحرارة الصغرى في الفترة ذاتها لتصل إلى 29.2°م في يوليو، مما يعكس شدة الحرارة ليلاً.

وفي المقابل، يُعد شهر يناير أبرد شهور السنة، حيث سجلت الحرارة العظمى 20.3°م، بينما انخفضت الصغرى إلى 9.6°م، وهو ما يتوافق مع خصائص فصل الشتاء في وسط المملكة. وتظهر شهور الربيع (فبراير، مارس، أبريل) انتقالًا حراريًا تدريجيًا بين البرودة والحرارة، بمتوسطات تراوحت بين 18.3°م و27.2°م، بينما يشهد فصل الخريف تراجعًا تدريجيًا في درجات الحرارة بعد ذروة الصيف، حيث بلغ متوسط العظمى في أكتوبر 34.7°م.

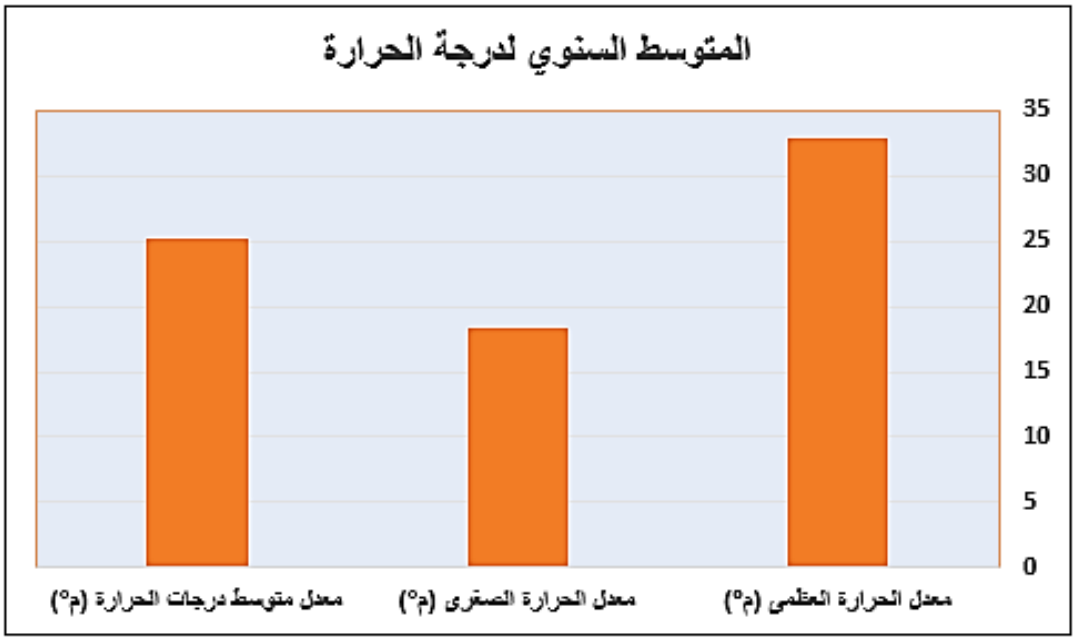
وتُبرز هذه التباينات الحرارية الشهرية والسنوية، كما يظهر في الشكل السنوي لدرجات الحرارة، اتساع المدى الحراري الذي ينعكس مباشرة على نشاط العمليات الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة، ولا سيما عمليات التجوية والتعرية على أرض الأودية. فارتفاع الحرارة في الصيف وما يصاحبه من جفاف شديد يؤدي إلى تشقق التربة وضعف تماسكها، بينما تسهم البرودة النسبية في الشتاء في تعزيز عمليات التفكك الصخري، مما يجعل مجاري الأودية أكثر قابلية للنحت والنقل عند هطول الأمطار.

الرطوبة النسبية:

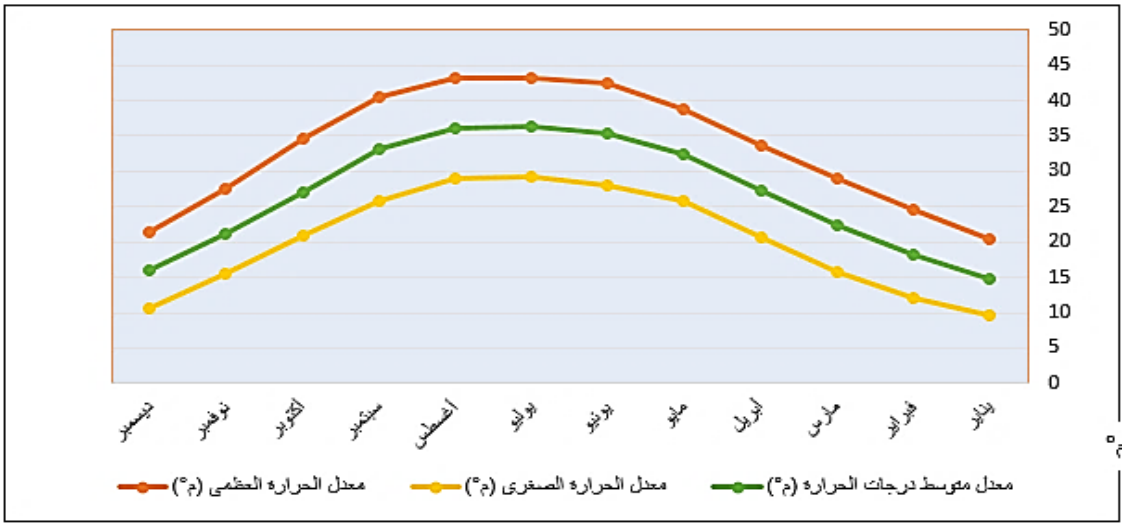
تُظهر بيانات الرطوبة الجوية في منطقة الدراسة تذبذبًا واضحًا بين شهور السنة، وهو ما يتضح من (جدول1) والرسم البياني الخاص بالرطوبة القصوى والدنيا (شكل 4)؛ إذ بلغ المتوسط السنوي للرطوبة القصوى 22.7%، بينما لم تتجاوز الرطوبة الدنيا 9.4%، مما يعكس الطبيعة الجافة لمناخ إقليم السر. ويُلاحظ من الرسم البياني أن أعلى قيم الرطوبة تُسجَّل خلال فصل

الشتاء، حيث بلغت في شهر ديسمبر 39.6% وفي يناير 38.1%، وهي أعلى مستويات الرطوبة خلال العام، ويرتبط ذلك بانخفاض درجات الحرارة وزيادة الاستقرار الجوي.

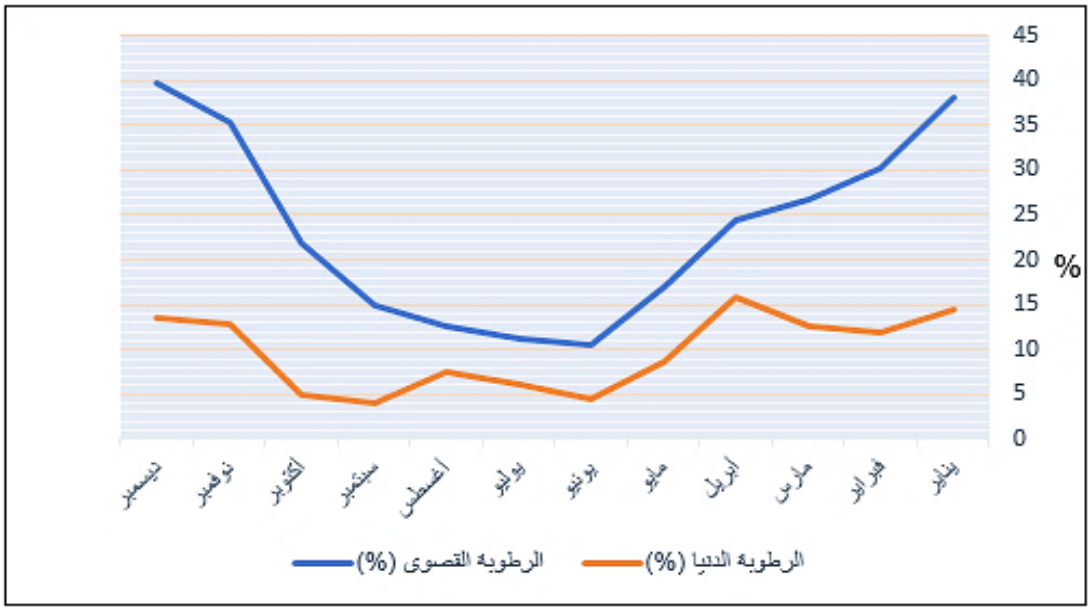
وفي المقابل، تُعد أشهر الصيف الأكثر جفافًا، إذ تنخفض الرطوبة القصوى إلى 10.6% في يونيو و11.3% في يوليو، بينما تصل الرطوبة الدنيا إلى أدنى مستوياتها عند 4.4% في يونيو و4% في سبتمبر، وهو ما يعكس سيادة الكتل الهوائية الحارة والجافة خلال هذه الفترة. كما تُظهر شهور الربيع والخريف تدرجًا انتقاليًا في مستويات الرطوبة، حيث تتراوح الرطوبة القصوى بين 17% و26.8%، بينما تبقى الرطوبة الدنيا منخفضة نسبيًا.



شكل (2): متوسط درجات الحرارة السنوي (من إعداد الباحثين بالاعتماد على سجلات محطة أرصاد مطار الملك خالد في منطقة الرياض)



شكل (3): يوضح متوسطات معدلات درجات الحرارة الشهرية (C) (من إعداد الباحثين بالاعتماد على سجلات محطة أرصاد مطار الملك خالد في منطقة الرياض)



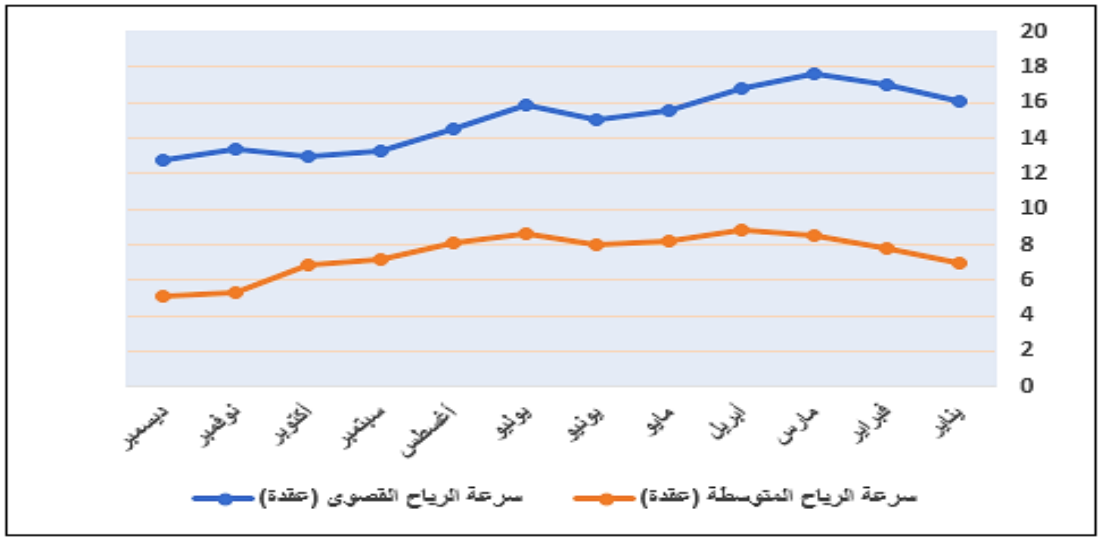
شكل (4): يوضح المعدل الشهري لقيم الرطوبة النسبية (%) (من إعداد الباحثين بالاعتماد على سجلات محطة أرصاد مطار الملك خالد في منطقة الرياض)

الضغط الجوي والرياح:

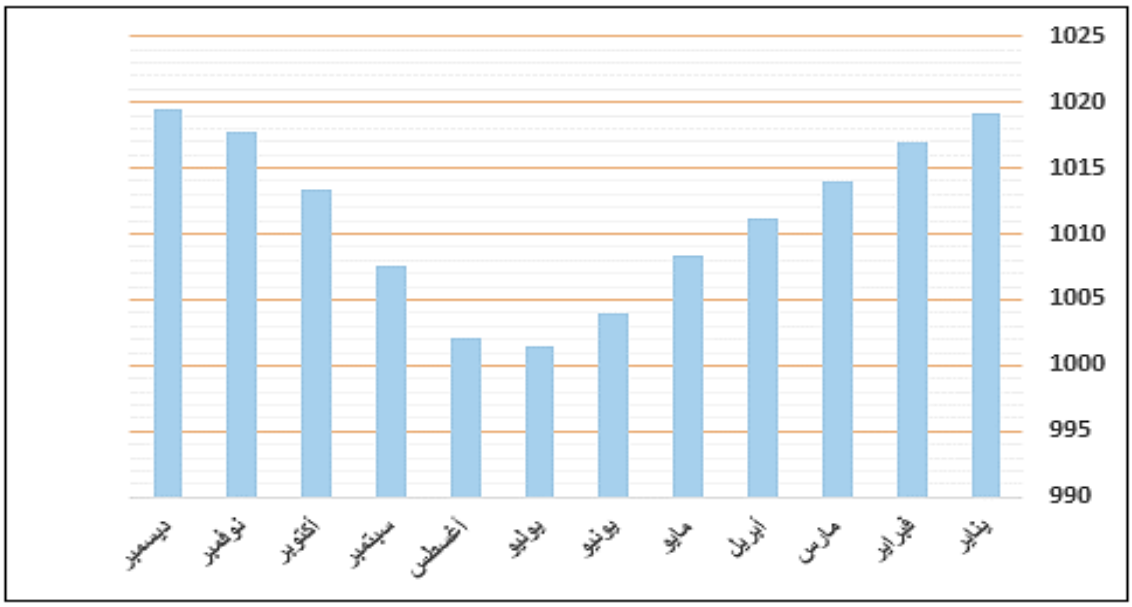
تُظهر بيانات الرياح والضغط الجوي في منطقة الدراسة تباينًا واضحًا بين شهور السنة، وهو ما يتضح من معطيات (الجدول 1) والرسم البياني الخاص بسرعات الرياح (شكل 5)؛ إذ بلغ المتوسط السنوي لسرعة الرياح القصوى 15 عقدة، بينما بلغت السرعة المتوسطة 7.4 عقدة، مما يعكس نشاطًا ملحوظًا للرياح في معظم أشهر العام. ويُلاحظ من الرسم البياني أن أعلى سرعات الرياح تُسجَّل خلال شهور الربيع والصيف، حيث بلغت سرعة الرياح القصوى في مارس 17.6 عقدة، وفي فبراير 17 عقدة، وهي أعلى القيم المسجلة خلال العام، بينما تستمر الرياح بنشاط متوسط خلال شهور يونيو ويوليو بمتوسطات بلغت 15–15.9 عقدة، وهو ما يتوافق مع سيادة الرياح الشمالية والشمالية الشرقية الجافة في هذه الفترة. وفي المقابل، تنخفض سرعات الرياح خلال شهور الخريف والشتاء، حيث سجلت أدنى سرعة قصوى في ديسمبر 12.8 عقدة، وفي أكتوبر 13 عقدة، بينما انخفضت السرعة المتوسطة إلى 5.1 عقدة في ديسمبر، وهي أقل قيمة خلال العام. ويعكس هذا التدرج الموسمي في نشاط الرياح تأثير الكتل الهوائية المتعاقبة على المنطقة، إضافة إلى طبيعة السطح المكشوف في إقليم السر الذي يسمح بزيادة سرعة الرياح خلال الفترات الحارة والجافة.

أما الضغط الجوي، فيُظهر تذبذبًا موسميًا واضحًا يرتبط مباشرة بدرجات الحرارة السائدة؛ إذ بلغ المتوسط السنوي للضغط الجوي 1012 مليبار، وهو ما يتوافق مع الارتفاع العام لمنطقة الرياض. وتُسجَّل أعلى قيم الضغط خلال فصل الشتاء، حيث بلغ الضغط في ديسمبر 1019.5 مليبار وفي يناير 1019.2 مليبار، بينما تنخفض القيم تدريجيًا مع دخول فصل الصيف لتصل إلى أدنى مستوياتها في يوليو عند 1001.5 مليبار، وهي أقل قيمة مسجلة خلال العام. ويُعزى هذا الانخفاض إلى ارتفاع درجات الحرارة وما يصاحبه من تمدد للهواء وانخفاض في الضغط السطحي.

وتنعكس هذه التباينات في الرياح والضغط الجوي على العمليات الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة، ولا سيما داخل مجاري الأودية؛ فارتفاع سرعات الرياح خلال الربيع والصيف يسهم في زيادة معدلات التعرية الريحية ونقل الرواسب، خاصة في المناطق المكشوفة من الأحواض. كما أن انخفاض الضغط الجوي في أشهر الصيف قد يرتبط بحدوث اضطرابات جوية وعواصف رعدية مفاجئة، مما يزيد من احتمالات تشكل السيول. وتُعد هذه العوامل مجتمعة من المؤثرات الرئيسية في إعادة تشكيل بعض الشعاب الصغيرة ومسارات الجريان داخل نطاق مدينة ساجر.



شكل (5): يوضح معدل سرعة الرياح القصوى والمتوسطة (كم /ساعة) خلال شهور السنة (من إعداد الباحثين بالاعتماد على سجلات محطة أرصاد مطار الملك خالد في منطقة الرياض)



شكل (6): يبين المتوسط الشهري لقيم الضغط الجوي (ملبار) (من إعداد الباحثين بالاعتماد على سجلات محطة أرصاد مطار الملك خالد في منطقة الرياض)

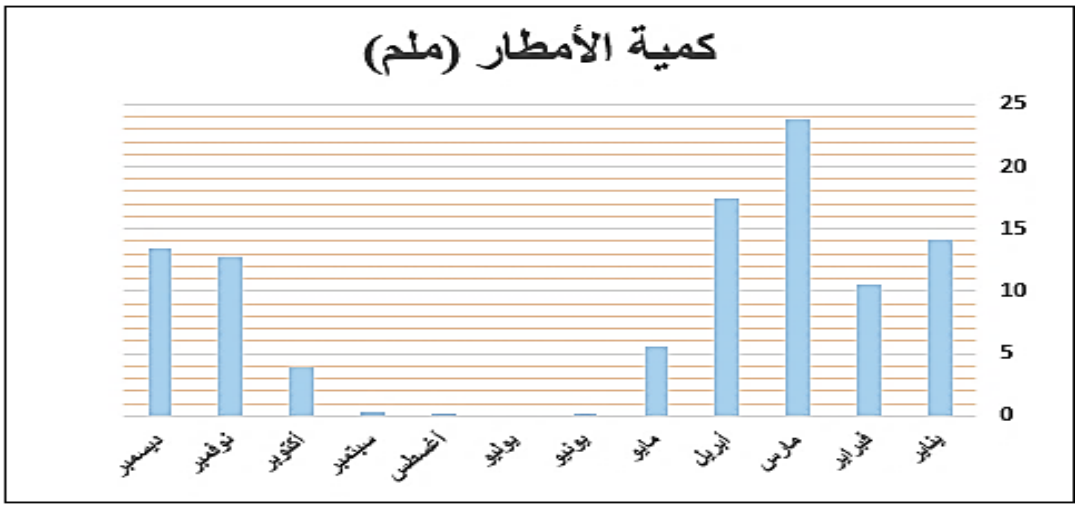
الأمطار:

تَظهر بيانات الأمطار في منطقة الدراسة تذبذبًا واضحًا في كميات الهطول بين شهور السنة، وهو ما يتبين من الجدول 2 والرسم البياني (شكل 7)؛ إذ بلغ المعدل السنوي للأمطار نحو 102.2 ملم، وهي كمية تعكس الطبيعة الجافة لمناخ إقليم السر. ويُلاحظ من الشكل البياني أن أعلى كميات الهطول تُسجَّل خلال شهور الربيع، حيث بلغ الهطول في شهر مارس 23.8 ملم، وهو أعلى معدل مطري خلال العام، يليه شهر أبريل بكمية بلغت 17.4 ملم، مما يشير إلى ارتباط هذه الفترة بالعواصف الرعدية الربيعية التي تتميز غالبًا بالغزارة وقصر المدة، كما تُظهر شهور الشتاء نشاطًا مطريًا ملحوظًا، إذ سجل شهر يناير

14.2 ملم، بينما بلغ الهطول في ديسمبر 13.4 ملم وفي نوفمبر 12.7 ملم، وهي قيم تؤكد أن الشتاء يمثل ثاني أكثر الفصول مطرًا في المنطقة بعد الربيع. وفي المقابل، تكاد الأمطار تنعدم خلال فصل الصيف، حيث سجلت شهور يونيو ويوليو وأغسطس كميات لا تتجاوز 0.2 ملم، بل انعدمت تمامًا في يوليو، وهو ما يعكس سيادة الكتل الهوائية الحارة والجافة خلال هذه الفترة. أما الخريف، فيُعد فصلًا انتقاليًا بكمية أمطار محدودة، حيث بلغ الهطول في أكتوبر 3.9 ملم وفي سبتمبر 0.3 ملم فقط، وتُعد هذه التباينات المطرية من العوامل الرئيسة المؤثرة في سلوك الأودية والجريان السطحي داخل منطقة الدراسة؛ فغالبية الأمطار تأتي على شكل عواصف قصيرة وغزيرة، خصوصًا في الربيع، مما يزيد من احتمالات تشكل السيول المفاجئة. كما أن الجفاف الطويل خلال الصيف يؤدي إلى تصلب التربة وضعف نفاذيتها، مما يجعلها أقل قدرة على امتصاص مياه الأمطار عند هطولها، وبالتالي يزداد حجم الجريان السطحي داخل الأودية. وتنعكس هذه الخصائص المطرية على ديناميكية التعرية والنقل الرسوبي، وعلى حساسية الأحواض المائية في مدينة ساجر لمخاطر السيول.

جدول (2): يوضح معدلات كميات تساقط الأمطار (ملم)، للفترة بين (عام 1985م حتى عام 2010م) (من إعداد الباحثين بالاعتماد على سجلات محطة أرصاد مطار الملك خالد في منطقة الرياض)

الأشهر	كمية الأمطار (ملم)
يناير	14.2
فبراير	10.6
مارس	23.8
أبريل	17.4
مايو	5.6
يونيو	0.2
يوليو	0
أغسطس	0.1
سبتمبر	0.3
أكتوبر	3.9
نوفمبر	12.7
ديسمبر	13.4
المعدل السنوي	102.2



شكل (7): من إعداد الباحثين بالاعتماد على سجلات محطة أرصاد مطار الملك خالد في منطقة الرياض

جيولوجية منطقة الدراسة:

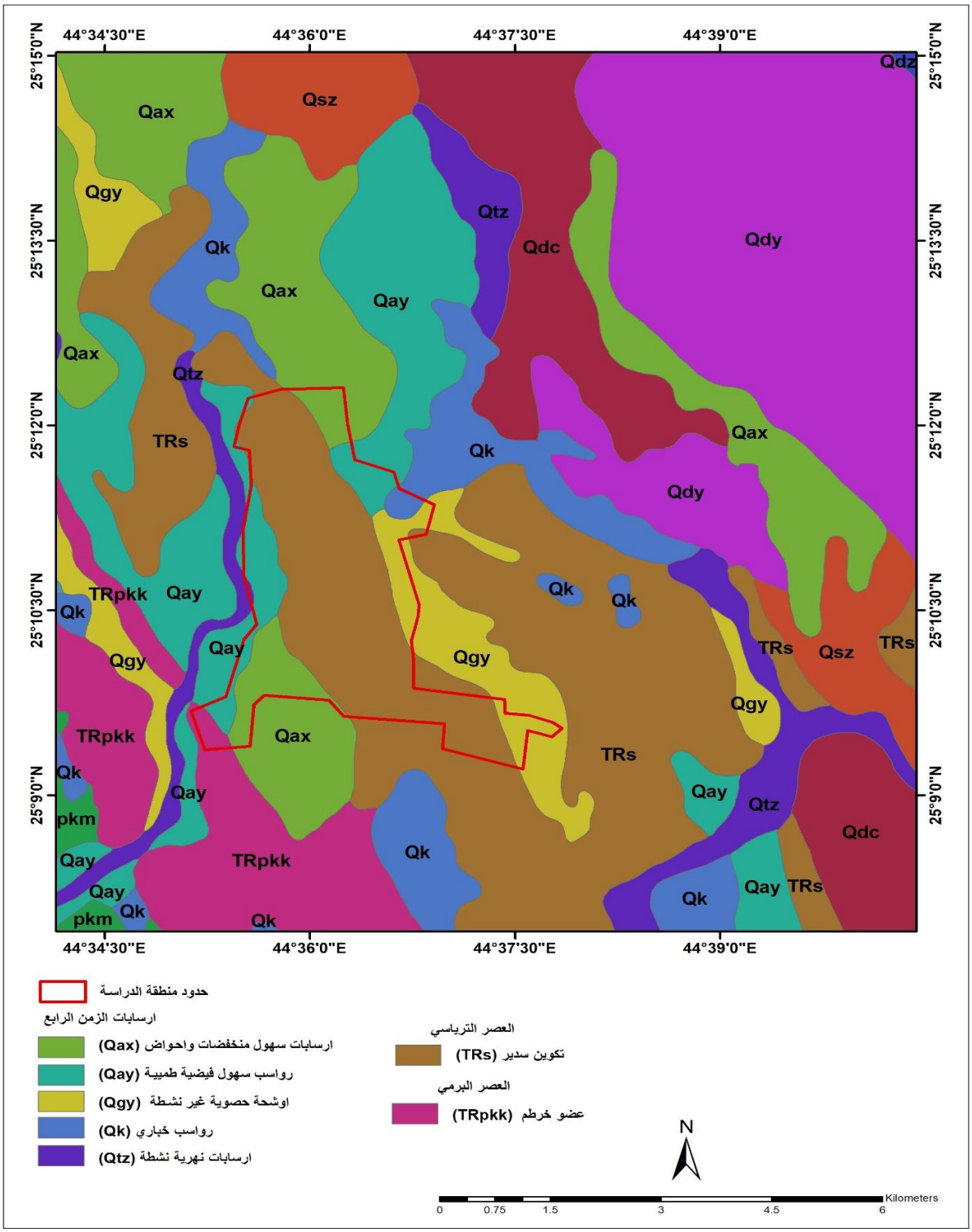
تُظهر الخريطة الجيولوجية لمنطقة ساجر شكل (8)، تنوعًا واضحًا في التكوينات الرسوبية والصخرية التي تنتمي إلى فترات جيولوجية مختلفة، ويُعد هذا التنوع نتاجًا لتاريخ طويل من العمليات الترسيبية والريحية والنهرية التي أسهمت في تشكيل المظهر الجيومورفولوجي الحالي للمنطقة. وتقبع مدينة ساجر على متكون سدير (TRs)، وهو أحد تكوينات العصر الترياسي المبكر، حيث تظهر تكشفات إرساباته على شكل حزام جيولوجي عريض يمتد من شمال ساجر حتى جنوبها، وتستمر طبقاته بمحاذاة نفود السر شرقًا. ويعكس هذا التكوين بيئة ترسيب قديمة اتسمت بظروف شبه قارية وجافة، أسهمت في تشكيل قاعدة صخرية مستقرة للمنطقة.

كما تُسجّل الخريطة ظهور تَكشُّفات عضو خُرطم (TRpkk) في جنوب غرب ساجر، حيث تمتد طبقاته الكلسية الدولوميتية على شكل نطاق طولي واضح قبل أن تُبتر بفعل الإرسابات النهرية النشطة لوادي ساجر غربًا، نتيجة تراكم الرواسب الحديثة فوقها. ثم تعود هذه التكوينات للظهور مرة أخرى باتجاه الغرب على امتداد طولي، مما يعكس تأثير العمليات النهرية الحديثة في طمس أجزاء من التكوين وإعادة كشف أجزاء أخرى منه.

وتغطي إرسابات الزمن الرابع (Quaternary) معظم أجزاء المنطقة وتحديداً في الأجزاء الشرقية لمدينة ساجر مما يلي وادي القرنة شرقاً، وبعض من الأجزاء الغربية، حيث تنتشر رسوبيات السهول الفيضية القديمة (Qgy) في المواضع المنخفضة، وهي رواسب نهرية طمية تراكمت خلال فترات نشاط الأودية القديمة التي كانت تمتد عبر مدينة ساجر. كما تظهر رسوبيات السهول المنخفضة والأحواض (Qax), (QK)، في المواضع الأكثر انخفاضًا شرقاً، وهي مناطق تجمع مائي قديم تراكمت فيها الرواسب الدقيقة نتيجة ركود المياه أو تباطؤ الجريان.

وتظهر مكاشف رواسب (Qtz) بوضوح في الحدود المجالية لوادي ساجر غربًا، وهي إرسابات نهرية نشطة تتكون من مواد مفككة حديثة نسبيًا، وتشير إلى استمرار عمليات الجريان السطحي وتجدّد الترسيب في مجرى الوادي ومناطقه المجاورة.

إن هذا التباين بين صخور متكون سدير الترياسية التي تهيمن على وسط منطقة الدراسة، وتكشفات عضو خُرطم (TRpkk) في الجنوب الغربي وهو تكوين يعود للعصر البرمي، يعكس انتقالًا جيولوجيًا واضحًا بين بيئات ترسيبية مختلفة، قبل أن تتداخل فوقها إرسابات الزمن الرابع التي تغطي أجزاء واسعة من مدينة ساجر ومحيطها.



شكل (8): خارطة التكوينات الجيولوجية لمدينة ساجر، المصدر من إنجاز الباحثين بالاعتماد على الخريطة الجيولوجية 1/250000، لوحة منطقة الرياض، هيئة المساحة الجيولوجية السعودية

طبوغرافية سطح منطقة الدراسة:

تُعد الطبوغرافية عنصرًا أساسيًا في فهم الخصائص الطبيعية لمنطقة ساجر، إذ تسهم في تفسير اتجاهات الجريان السطحي وتوزيع الأودية وتشكّل المنحدرات. ويُظهر تحليل خرائط الارتفاعات والانحدار واتجاهاته شكل (9)، صورة واضحة لطبيعة السطح في المنطقة، وكيفية تدرجه من الشرق نحو الغرب، وما يرتبط بذلك من تنظيم طبيعي لمسارات الأودية الرئيسية والفرعية.

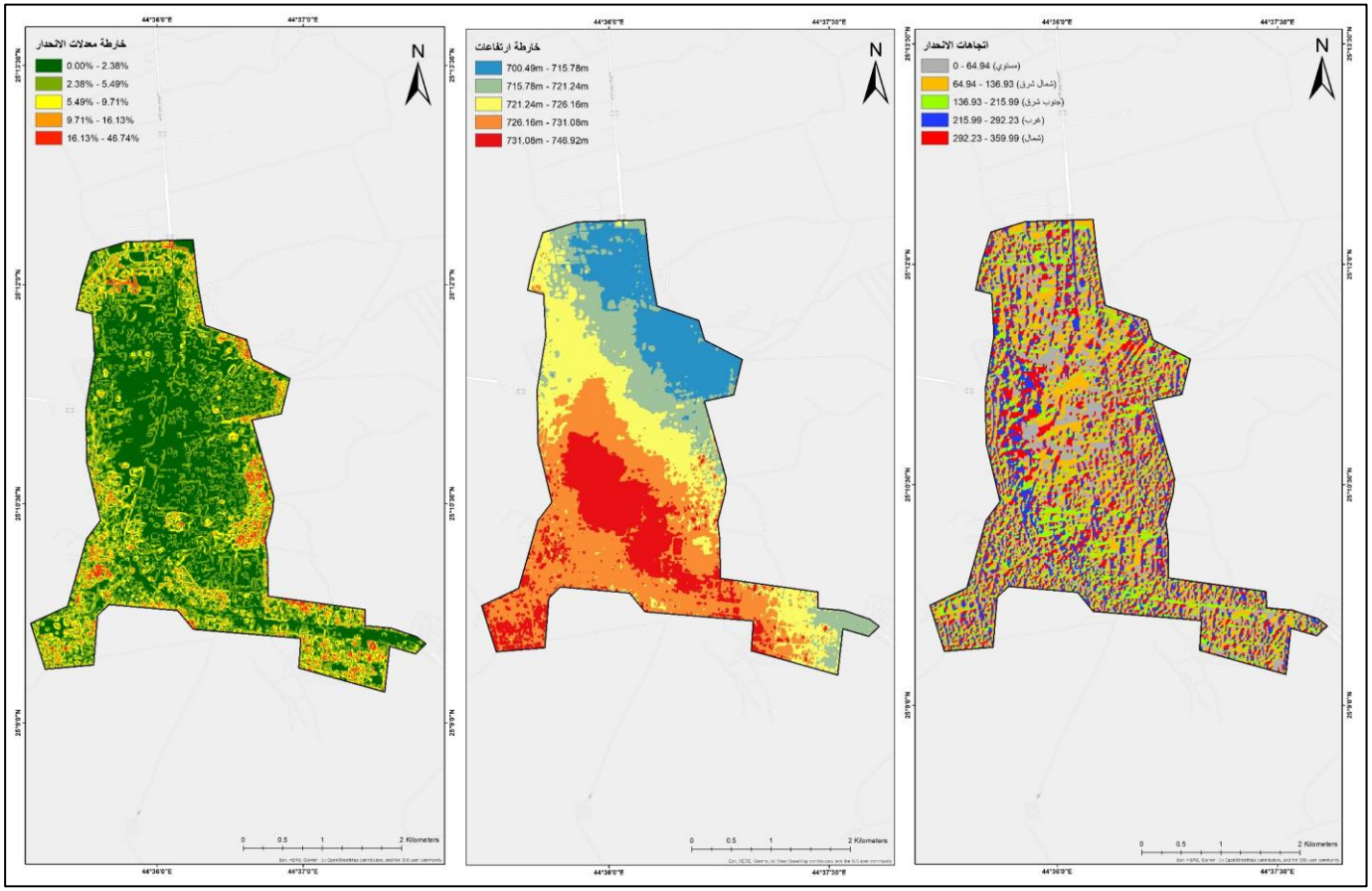
إذ تتصف الطبوغرافية في منطقة ساجر بسطح هادئ يتدرج ارتفاعه تدريجيًا من الشرق نحو الغرب، حيث تُظهر خرائط الارتفاعات قيمًا تتراوح بين م700 و747 م، فوق مستوى سطح البحر، مع تمركز الارتفاعات الأعلى في الجهة الشرقية والشمالية الشرقية. ويعكس هذا التدرج طبيعة السهل الرسوبي الذي توضع عليه المنطقة، وما يرتبط به من انحدارات بسيطة تسمح بانتشار الأنشطة العمرانية والزراعية.

وتُبيّن معدلات الانحدار أن معظم أجزاء المنطقة تقع ضمن الانحدارات الضعيفة جدًا (0.00% – 2.38%)، بينما ترتفع الانحدارات تدريجيًا باتجاه الغرب لتصل إلى مستويات متوسطة (5–16%)، ثم تظهر مواضع محدودة ذات انحدارات شديدة (16.13% – 46.74%)، وهي غالبًا مناطق نحت قديم أو حافات طبوغرافية تشكّلت بفعل الجريان السطحي عبر الزمن.

أما اتجاهات الانحدار فتوضح أن الميل العام للسطح يتجه نحو الجهة الغربية، وهو اتجاه يتوافق مع التدرج الارتفاعي العام، ويُعد العامل الرئيسي في توجيه الجريان السطحي عبر المنطقة. ويظهر هذا الميل بوضوح في العلاقة بين الأودية الرئيسية؛ إذ يقع وادي القَرْنَة شرق ساجر ويُعد المجرى الأعلى (الرتبة السادسة)، حيث يتلقى الجريان من مساحة واسعة من المنحدرات الشرقية ومن الشمال. ومع انتقال السطح غربًا، يظهر وادي ساجر الذي يُعد وادي تالي لوادي القرنة، ويظهر في الجزء الغربي من منطقة الدراسة، حيث يستجمع الجريان المتجه غربًا وشمال غرب.

ويكشف هذا التنظيم الطبوغرافي عن سطح يتدرج في ارتفاعاته وانحداراته بطريقة تُوجّه المياه من الشرق نحو الغرب، بدءًا

من المجرى الأعلى وادي القَرْنَة وصولًا إلى المجرى التابع وادي ساجر. وتُعد هذه السمات أساسًا لفهم كيفية انتقال المياه عبر المنطقة، وتحديد المواضع الأكثر قابلية لتجمع الجريان أو تشكّل السيول، خصوصًا في المناطق التي تتقاطع فيها الانحدارات الأعلى مع مسارات الأودية.



شكل (9): خرائط طبوغرافية منطقة الدراسة (من إنجاز الباحثين بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM)

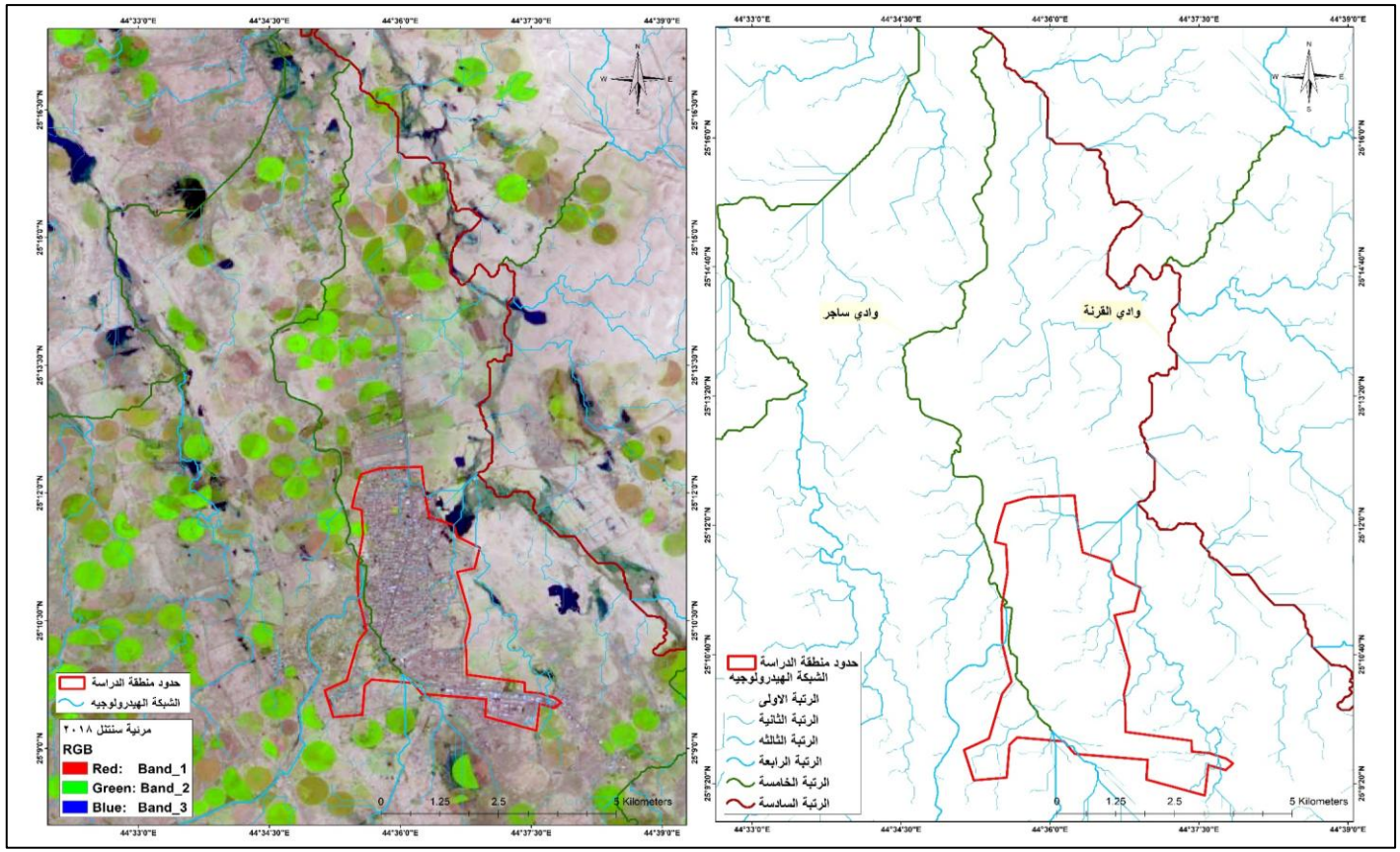
استخلاص الشبكة الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة:

تمثل معرفة وفهم البنية الهيدرولوجية للأودية الداخلة على المدن خطوة محورية في تفسير سلوك الجريان السطحي وتحديد مسارات السيول المحتملة داخل النطاقات العمرانية.

ولفهم سيناريو الأودية الداخلة على مدينة ساجر، جرى ثبت واستخلاص الشبكة الهيدرولوجية المحيطة بالمنطقة بهدف إعطاء تصور كامل عن الأودية الرئيسة وتفرعاتها، وتحديد رتب الجريان المختلفة من الرتبة الأولى حتى الرتبة السادسة، ومعرفة مسارات المجاري المائية واتجاهاتها. وقد تم ذلك بالاعتماد على النموذج الرقمي للارتفاعات DEM بدقة مساحية تصل إلى 10 أمتار، مما أتاح إجراء التحليل الهيدرولوجي بدقة عالية، واستخلاص المجاري المائية وتصنيفها وفق رتبها الطبيعية شكل (10).

ولتعزيز موثوقية النتائج، تمت مطابقة المخرجات النهائية للشبكة الهيدرولوجية على مرئية Sentinel-2 لعام م2018، والتي تُظهر بوضوح مواضع تجمعات السيول ومسارات الفيضانات، مما أكد توافق المجاري المستخلصة مع الواقع المكاني للأودية في منطقة الدراسة شكل (10).

وتُظهر نتائج التحليل أن وادي القَرْنَة يُعد المجرى المغذي والرئيسي لشبكة الأودية في المنطقة، إذ يمثل أعلى رتب الجريان السطحي (الرتبة السادسة)، ويمتد بشكل متطاول حيث تبدأ منابعه من شمال عين القنور عند الإحداثية (44.49708 ,25.3987) ثم يتجه جنوبًا وغربًا بطول يصل إلى (24.14 كلم 2) ليلتقط الجريان القادم من الشعاب الشرقية. ومع انتقال السطح نحو الغرب، يتفرع عنه العديد من الشعاب والأودية التي تصنف من الرتب الخامسة مثل وادي الإرطاوي ووادي السكران، ووادي ساجر والذي يستقبل الجريان القادم من وادي القرنة بمحاذاة مدينة ساجر غرباً بطول يصل إلى (13.29 كلم 2)، في حين يستمر وادي القرنة باتجاه الجنوب مما يلي مدينة ساجر شرقاً وبمحاذاة المدينة تتحرر منه العديد من المجاري النهرية الداخلة على مدينة ساجر منها 41 مجارٍ تصب داخل النطاق العمراني، بينما في الغرب يصل طول وادي ساجر الداخل حيز النطاق العمراني بمجارية الى ما يقارب 7.52 كلم 2.

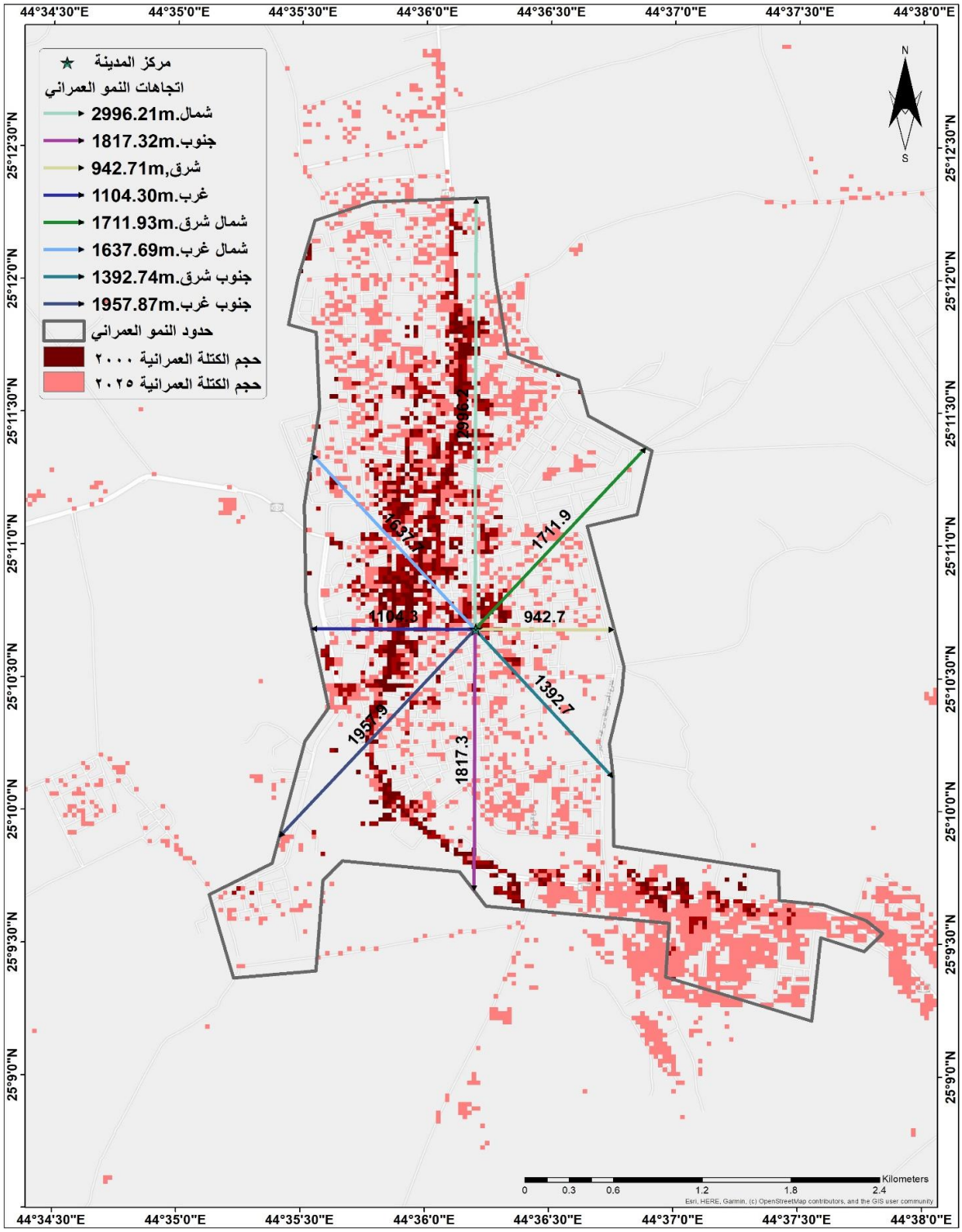


شكل (10): خارطة الشبكة الهيدرولوجية ومرئية فضائية لعام (2018م) للقمر الصناعي Sentinel-2، بقوة إيضاح مساحية (12 مترًا)،
(من إنجاز الباحثين بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM)

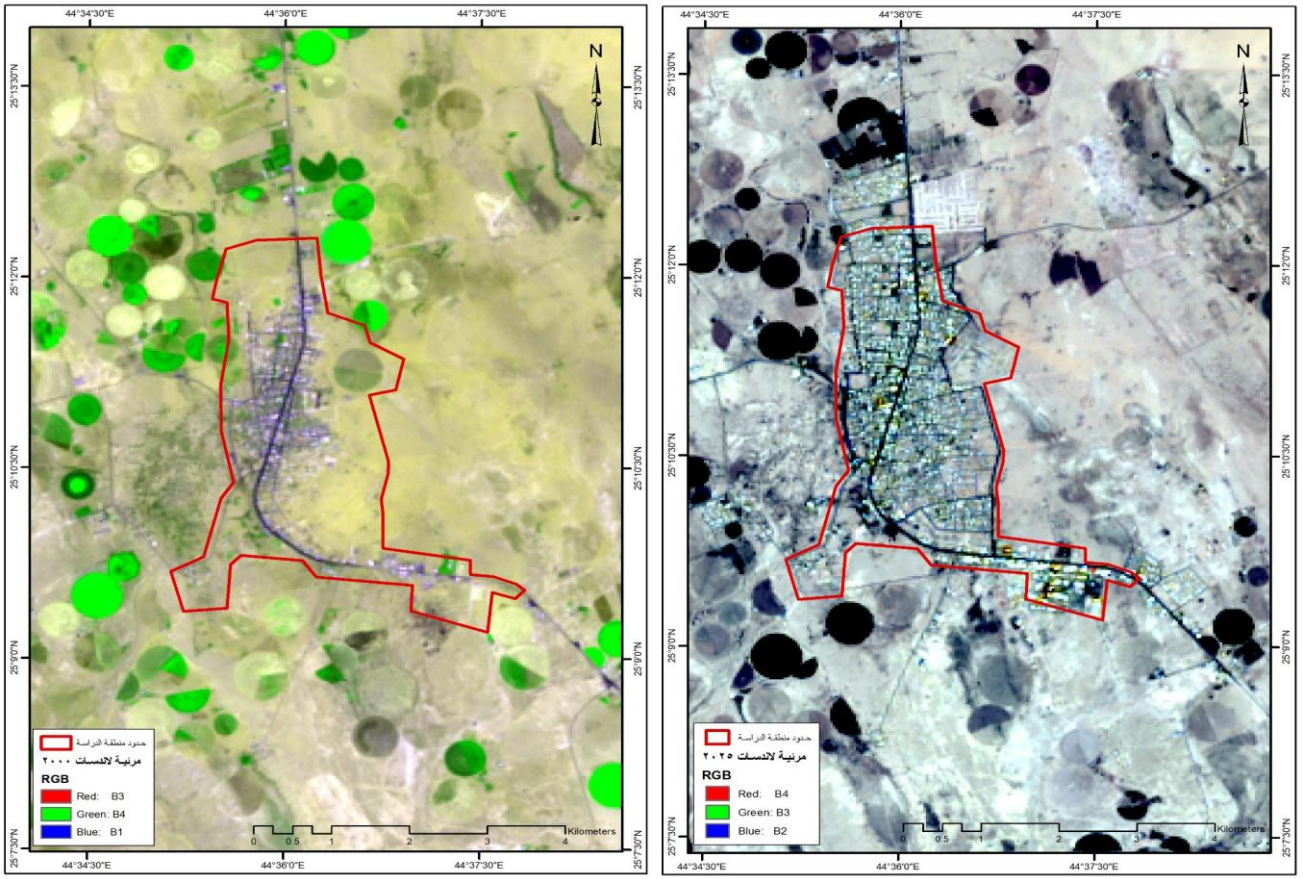
تحليل ديناميكية التوسع العمراني في مدينة ساجر خلال الفترة من عام 2000 إلى عام 2025:

إن تحليل ديناميكية التوسع العمراني في مدينة ساجر يكشف عن مسار حضري متسارع خلال ربع قرن فقد شهدت المدينة خلال الفترة الممتدة بين عامي 2000 و2025 تحولًا عمرانيًا ملحوظًا يعكس ديناميكية واضحة في نمو الكتلة الحضرية واتساع رقعتها المكانية. ويُظهر تحليل التوسع العمراني شكل (11)، اعتمادًا على مرئيات Landsat 7-9 وتطبيق مؤشرIBI، إضافة إلى قياس اتجاهات النمو من نقطة مركزية داخل المدينة، أن ساجر انتقلت من نطاق عمراني محدود نسبيًا في مطلع الألفية إلى كتلة حضرية أكثر اتساعًا وتنوعًا في اتجاهات الامتداد خلال عام 2025. حيث بلغت الكتلة العمرانية عام 2000(4.153 كلم 2)، وفي حين وصلت الكتلة العمرانية عام 2025 إلى ما يقارب (871 .9 كلم 2)، ويُعد هذا التغير جزءًا من التحولات العمرانية التي تشهدها المدن السعودية عمومًا، نتيجة النمو السكاني، وتوسع الخدمات، وتزايد الطلب على الأراضي السكنية. وتُظهر مقارنة النطاق العمراني شكل (11) لعام 2000 (اللون الأحمر) مع نطاق 2025 (اللون الوردي) أن المدينة شهدت نموًا أفقيًا واضحًا، إضافة إلى زيادة في الكثافة العمرانية داخل مركز المدينة. ويعكس هذا النمو التحول من نمط عمراني متمركز حول القلب الحضري إلى نمط أكثر انتشارًا نحو الأطراف، مدفوعًا بتوسع الخدمات، وفتح مخططات جديدة، وتحسن شبكات الطرق التي ربطت المدينة بمحيطها. كما توضح خريطة التوسع العمراني أن النمو الحضري في ساجر لم يكن دائريًا أو متجانسًا، بل اتخذ نمطًا موجّهًا تحكمه خصائص السطح، وتوزيع الخدمات، ووجود الأودية والمجاري المائية التي تؤثر على اتجاهات الامتداد. فقد سجّل الاتجاه الشمالي والشمالي الغربي أعلى معدل للنمو بمسافة تجاوزت 2996.21 مترًا، وهو مما يعكس توجهًا حضريًا نحو الجهات الشمالية والشمالية الغربية للمدينة. كما يُلاحظ توسع قوي في الاتجاه الجنوبي الشرقي بمقدار 1392.74 مترًا، وفي المقابل، يظهر أن الاتجاهات الشرقية والشمالية الشرقية شهدت توسعًا متوسطًا، حيث بلغ الامتداد في الشرق 942.71 مترًا وفي الشمال الشرقي 1711.93 مترًا. ويرتبط هذا التفاوت بوجود مجاري مائية وشعاب تتقاطع مع الامتداد الحضري في تلك الجهات، مما حدّ من التوسع مقارنة بالاتجاهات الأخرى. كما يلاحظ ان الاتجاه الجنوبي الغربي الأقل توسعاً. كما تُظهر مقارنة التوسع العمراني لعام 2000 و2025 شكل (12)، أن المدينة لم تشهد توسعًا أفقيًا فحسب، بل مرّت أيضًا بتحول وظيفي في استخدامات الأرض، حيث تم فتح مخططات عمرانية جديدة في الأطراف الشمالية والغربية والشمالية الشرقية، وهي مناطق كانت تضم في السابق مساحات زراعية واسعة. وقد أدى هذا التحول إلى تراجع النشاط الزراعي في تلك الجهات، واختفاء عدد من الدوائر الزراعية التي كانت واضحة في المرئيات القديمة، مما يعكس انتقالًا تدريجيًا من الاستخدام الزراعي إلى الاستخدام السكني والخدمي.

وقد ساهم تحسّن شبكات الطرق التي ربطت المدينة بمحيطها في تعزيز هذا التوسع، إذ شكّلت الطرق الحديثة محاور جذب عمراني، ودفعت بالنمو الحضري نحو المناطق الأكثر اتصالًا بالبنية التحتية. ويُلاحظ أن الامتداد العمراني اتخذ مسارات متوافقة مع اتجاهات الطرق الرئيسة، مما يشير إلى دور النقل في توجيه النمو الحضري وتحديد مناطق التوسع المستقبلية. وقد أدى هذا الترابط بين فتح المخططات الجديدة وتحسن شبكات الطرق إلى تسارع واضح في الامتداد العمراني، وظهور نمط نمو موجّه أكثر منه نموًا عشوائيًا، وهو ما يتوافق مع التحولات العمرانية التي شهدتها المدن السعودية خلال العقدين الماضيين.



شكل (11): خارطة توضح التوسع العمراني واتجاهاته خلال الفترة من 2000 إلى 2025، (من إنجاز الباحثين بالاعتماد مرئية (Landsat7) ومرئية (Landsat9) وتطبيق مؤشرIBI)

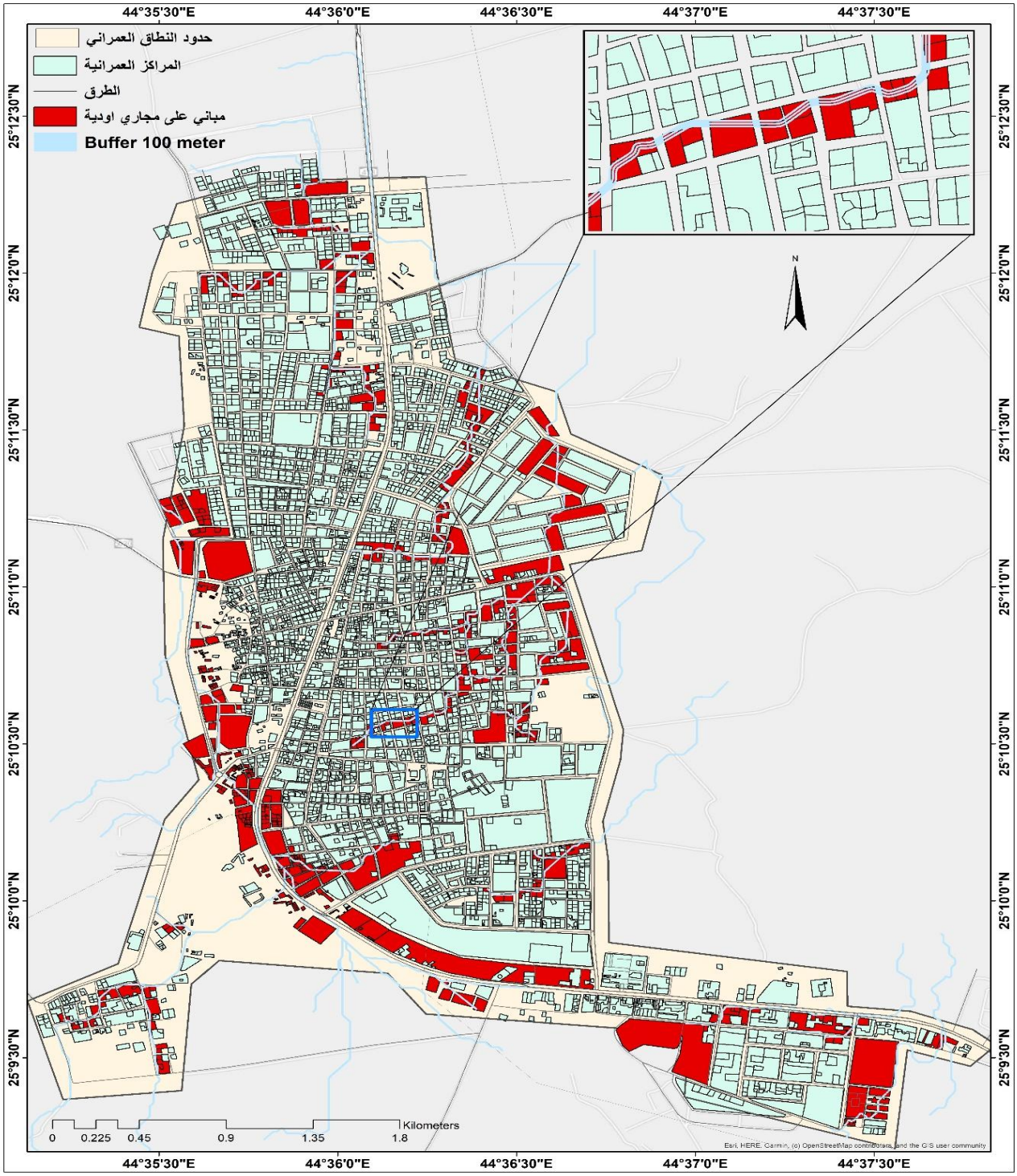


شكل (12): مرئيات توضح التوسع العمراني فضائية للقمر الصناعي (Landsat7) لعام 2000 ومرئية فضائية للقمر الصناعي (Landsat9) لعام 2025، USGS، (من إنجاز الباحثين)

الأودية الداخلة على مدينة ساجر ومظاهر التداخل بينها وبين الامتداد العمراني:

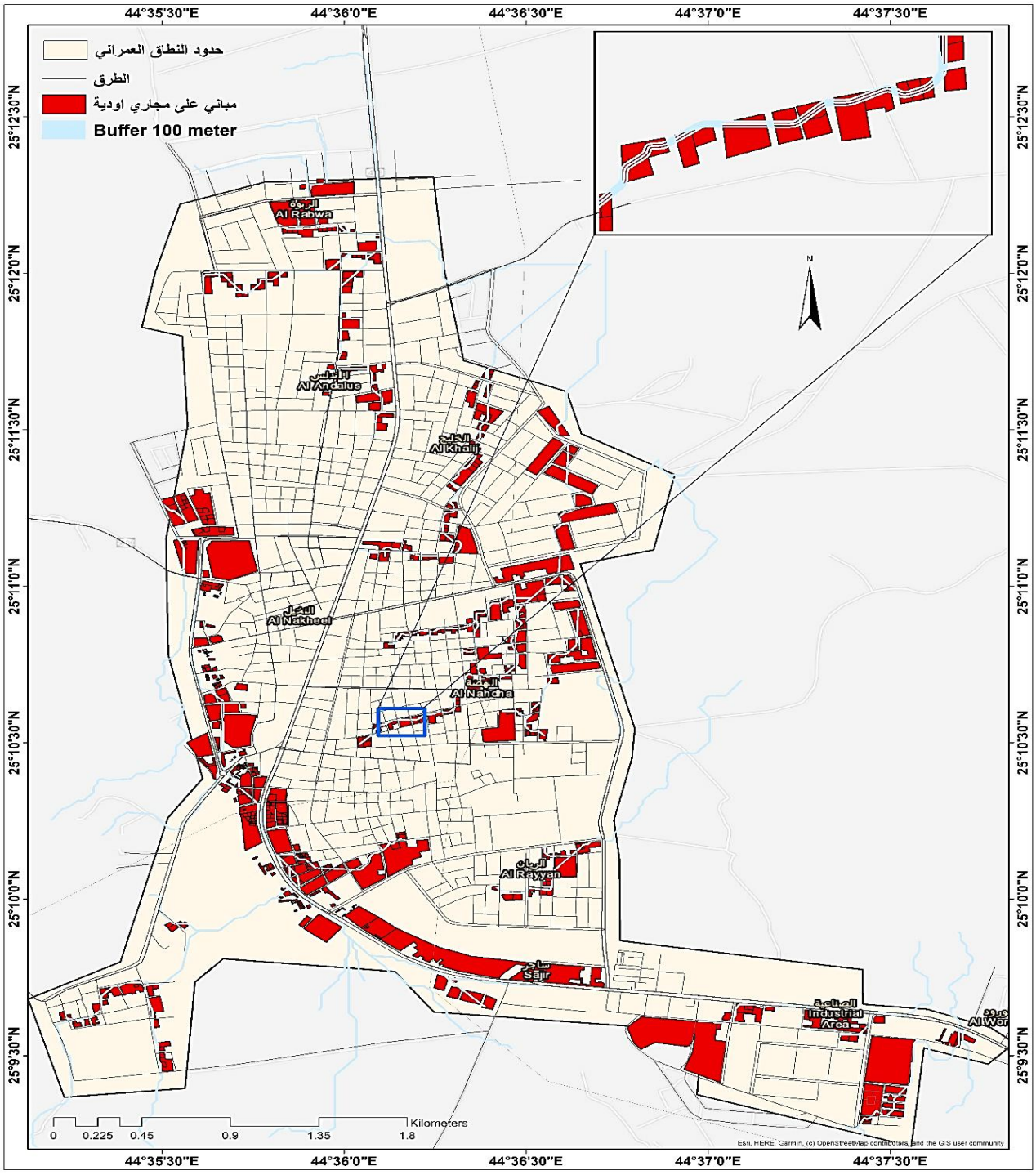
تُعد الأودية الداخلة على مدينة ساجر إحدى الظواهر الطبيعية التي تكشف بوضوح حجم التغيرات التي طرأت على بيئة المنطقة خلال العقود الأخيرة، إذ امتد العمران في اتجاهات لم تُراعَ فيها الخصائص الهيدرومورفولوجية للأودية ولا مسارات جريانها التاريخية، فبدت مظاهر التداخل بين المجرى الطبيعي والكتلة الحضرية أكثر وضوحًا في الشمال والشرق والجنوب الغربي من المدينة. وقد أظهرت التحليلات المكانية المستندة إلى أدوات نظم المعلومات الجغرافية أن مجاري الأودية الرئيسية والفرعية وعلى رأسها وادي القَرْنَة شرقًا ووادي ساجر غربًا تخترق النطاق العمراني عبر مسارات كانت في السابق جزءًا من السهول الفيضية النشطة، قبل أن تُطمَر تدريجيًا بفعل التوسع العمراني المتسارع. وتبيّن من خلال تطبيق أداة الحرم المكاني Buffer لمسافة 100 متر حول مجاري الأودية أن مساحات واسعة من المباني قد أُنشئت داخل نطاق الجريان الطبيعي، حيث بلغت مساحة المباني الواقعة على مجاري وادي القَرْنَة في الشمال والشرق نحو 441562.66 م²، في حين وصلت مساحة المباني المتداخلة مع مجاري وادي ساجر غربًا إلى ما يقارب 952098.93 م²، وهي أرقام تعكس حجم التعدي العمراني على بيئة الوادي، وتكشف عن مواضع قد تشهد حالات غمر حال تعرض المنطقة لسيول مفاجئة. كما يظهر في شكل 13-14، أن المدينة اتخذت نمطًا نموذجيًا للتوسع غير المنضبط، اتجه نحو مناطق حساسة هيدرولوجيًا، مما أدى إلى طمس أجزاء من مجاري الأودية القديمة، وتغيير خصائص السهل الفيضي، وهو ما يفرض على المخطط العمراني إعادة النظر في الامتداد الحضري، وفهم طبيعة الأودية التي كانت ولا تزال تمثل عنصرًا فاعلًا في تشكيل بيئة ساجر، ويُحتمل أن تعود للظهور بقوة عند أي حدث مطري يفوق المعدلات المعتادة.

كما تُظهر الأودية الداخلة على مدينة ساجر حساسية بيئية عالية تتجلى بوضوح عند وقوع أحداث مطرية استثنائية، كما حدث في عام 2008م، كما ذكره الدفاع المدني في المنطقة أن المدينة شهدت هطول أمطار غزيرة تجاوزت 90 ملم خلال ساعات قليلة، مصحوبة بعواصف رعدية وحبات برد متفاوتة الحجم، الأمر الذي أدى إلى امتلاء شوارع ساجر ومدن وقرى إقليم السر كافة بالمياه في مشهد لم تعهده المنطقة منذ سنوات طويلة. وقد كشفت تلك الحادثة عن مدى تأثر المدينة بمسارات الأودية الرئيسية والفرعية التي تخترق نسيجها العمراني، إذ عجزت شبكات التصريف عن استيعاب الكميات الهائلة من المياه، فتوقفت الحركة في عدد من الشوارع، ودخلت المياه إلى بعض المنازل في الأجزاء الغربية والجنوبية الغربية من المدينة مما يلي وادي ساجر كما في الشكل 15، مما أعاد إلى الواجهة أهمية فهم السهول الفيضية المطمورة التي امتد العمران فوقها. وتؤكد هذه الواقعة أن الأودية وعلى رأسها وادي القَرْنَة شرقًا ووادي ساجر غربًا ما تزال تحتفظ بدورها الطبيعي في تصريف الجريان السطحي، وأن أي توسع عمراني غير منضبط داخل نطاق حرمها سيظل عرضة للتأثر المباشر عند تكرار مثل هذه الأحداث المطرية، وهو ما يجعل دراسة الأودية الداخلة على ساجر ضرورة ملحّة لفهم العلاقة بين الجريان الطبيعي والامتداد الحضري، وتحديد مواضع التداخل التي قد تتحول إلى بؤر غمر عند أي حدث مطري يفوق المعدلات المعتادة.



شكل (13): خارطة توضح المراكز العمرانية لمدينة ساجر من إنجاز الباحثين بالاعتماد المخطط الهيكلي لمدينة ساجر، وبيانات وزارة الشؤون البلدية والقروية، أمانة منطقة الرياض، بواسطة برنامجArc GIS

International Journal for Scientific Research (IJSR)
المجلة الدولية للبحوث العلمية
IJSR
Vol. (5), No. (5) May 2026 الإصدار (5)، العدد (5)



شكل (14): خارطة توضح المراكز العمرانية الواقعة في حرم الأودية، من إنجاز الباحثين بالاعتماد المخطط الهيكلي لمدينة ساجر، وبيانات وزارة الشؤون البلدية والقروية، أمانة منطقة الرياض، بواسطة برنامج ARC GIS10

International Journal for Scientific Research (IJSR)
المجلة الدولية للبحوث العلمية
IJSR
Vol. (5), No. (5) May 2026 الإصدار (5)، العدد (5)

شكل (15): مرئية فضائية، Landsat7 عام 2008، USGS (من إنجاز الباحثين)

التوصيات والمقترحات

توصي الدراسة بضرورة إعادة تقييم الامتداد العمراني في مدينة ساجر في ضوء الخصائص الهيدرومورفولوجية للأودية، والامتناع عن منح تراخيص البناء داخل نطاقات السهول الفيضية أو الحرم الطبيعي للأودية، خصوصًا في الجهات الشمالية والشرقية والغربية التي أظهرت أعلى درجات التداخل بين العمران ومسارات الجريان. كما توصي بإنشاء خارطة هيدرومورفولوجية معتمدة تُعد مرجعًا للمخططين وصناع القرار، تُظهر بدقة مسارات الأودية، والسهول الفيضية، والمناطق التي شهدت غمرًا خلال الأحداث المطرية السابقة، وعلى رأسها حدث عام 2008م وتؤكد الدراسة على ضرورة تطوير شبكات تصريف مياه الأمطار بما يتناسب مع طبيعة المنطقة، وعدم الاكتفاء بالحلول السطحية التي أثبتت عدم قدرتها على استيعاب كميات الأمطار الكبيرة. كما توصي بإجراء دراسات تفصيلية دورية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونماذج الارتفاعات الرقمية لرصد أي تغيرات في مسارات الأودية أو في طبيعة السطح، وتحديث خرائط المخاطر بشكل مستمر. كما توصي الدراسة بمراعاة حرم الأودية والالتزام الصارم بالقرار الوزاري الصادر عام 1402هـ، القاضي بمنع التعدي على حرمات الأودية، وعدم السماح بإقامة أي منشآت أو مرافق داخل نطاق الجريان الطبيعي، لما يمثله ذلك من خطورة مباشرة على الأرواح والممتلكات عند تكرار الأحداث المطرية الشديدة. وتدعو الدراسة إلى تعزيز الوعي المجتمعي بمخاطر البناء داخل مجاري الأودية، وإلى إدراج هذه المناطق ضمن قوائم المنع أو التقييد العمراني.

كما تقترح الدراسة إنشاء محطات قياس مطرية في إقليم السر، بهدف توفير بيانات مطرية دقيقة يمكن الاعتماد عليها عند إجراء الدراسات الهيدرولوجية، وحساب التدفق السيلي اعتمادًا على نماذج موثوقة في تطبيق المعادلات الهيدرولوجية، كنموذج سنايدر (Snyder Model)، أو أنموذج جياندوتي (Giandotti)، وغيرها من النماذج الملائمة لطبيعة الأودية الموسمية في المنطقة، بما يسهم في بناء تقديرات أكثر واقعية لحجم الجريان وفترة الذروة وزمن التركيز.

المراجع باللغة العربية

- الحربي، عبد الله. 2011: الجغرافيا الطبيعية: المخاطر البيئية في المناطق الجافة، دار الزهراء للنشر والتوزيع، الرياض.
- الخطيب، محمد. 2018: تقييم مخاطر الفيضانات في حوض نهر الزرقاء باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونموذج SCS–CN، رسالة ماجستير منشورة، جامعة اليرموك الأردن.
- الدغيري، أحمد عبد الله. الشويش، إبراهيم عبيد. 2017: استخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد والاستيفاء المساحي لتقييم أثر النُّمو العمراني في أحواض الوديان الداخلة على مدينة بريدة بمنطقة القصيم، مجلة العلوم العربية والإنسانية، جامعة القصيم.
- درويش، إبراهيم عبدالله قائد. 2022: توظيف تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لتقييم مخاطر السيول في الجزء الأعلى من حوض وادي إبراهيم مكة المكرمة.
- سرحان، عبد الإله. 2005: الجغرافيا الحضرية، دار المسيرة، عمّان.
- الصقعبي، إبراهيم محمد. 1415: السيول والفيضانات، مجلة العلوم والتقنية، الرياض، العدد. 32
- صالحة، إسلام رائد أحمد. المغير، محمد محمد. الأغا، محمد رمضان. 2019: دور نظم المعلومات الجغرافية في الحد من مخاطر السيول بمحافظة بيت لحم.
- العنزي، مها عواد. 2016: الخصائص الهيدرومورفولوجية في القطاع الأدنى لوادي الرمة في منطقة القصيم "دراسة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير منشورة، جامعة القصيم.
- القريوتي، محمد. 2001: الجغرافيا الحضرية، دار المسيرة، عمّان.
- الزامل، وليد سعد. الرشيدي، نايف صالح. 2019: دور نظم المعلومات الجغرافية في درء مخاطر السيول في المملكة العربية السعودية: تجربة أمانة منطقة حائل.

- جنيدل، سعد عبد الله. 1417: المعجم الجغرافي للبلاد العربية السعودية، عالية نجد.
- عبدالكريم، أشرف أحمد علي. 2013: أثر التغيرات المكانية للنمو العمراني واستخدامات الأرض على زيادة مخاطر السيول في المدينة السعودية: دراسة حالة مدينة حائل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS والاستشعار عن بعد RS.
- ظفران، عدنان إبراهيم مساعد. الشويش، إبراهيم بن عبيد. 2024: التحليل المكاني لمخاطر السيول بمدينة الطائف باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد.
- محمد، عمر. 2020: إعداد خرائط قابلية الفيضانات في حوض مجردة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة البحوث الجغرافية، جامعة منوبة تونس.
- محوسب، محمد. 1988: الجغرافيا الطبيعية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- مرزا، معراج بن نواب. البارودي، محمد بن سعيد.2005: السمات المورفولوجية والخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأودية الحرم المكي.
- معونة، كمال. 2021: تقييم أخطار السيول في منطقة تبسة في الجزائر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية – جامعة تبسة الجزائر.
- الودعاني، إدريس علي سلمان. 2014: مخاطر السيول في منطقة جازان جنوب غربي المملكة العربية السعودية منظور جيومورفولوجي.

المراجع الغير عربية

- Costache, R., et al., 2020: Flash-Flood Susceptibility Assessment Using DEM-Derived Hydrological Parameters. Water, Vol. 12.
- Maidment, D. and Djokic, D., 2000: Hydrologic and Hydraulic Modeling Using DEM-Derived Stream Networks. Hydrologic Modeling Series.
- Rahmati, O., et al., 2016: Flood Hazard Zoning Using GIS and DEM-Based Hydrological Modeling in the Kasilian Basin. Natural Hazards.
- Wang, X. and Liu, X., 2006: DEM-Based Hydrological Modeling for Flood Hazard Mapping in Mountainous Basins. Journal of Hydrology.