المجلة الجغرافية العربية
تصدر عن الجمعية الجغرافية المصرية

تقييم تأثير النمو العمراني وأعمال الحماية من درء أخطار السيول على حوض وادي الأيسن غرب مدينة الرياض

د. هيا محمد بن صالح العقيِّل
استاذ الجيومورفولوجيا المشارك
جامعة الاميرة نورة بنت عبدالرحمن بالرياض
المملكة العربية السعودية

سلسلة بحوث جغرافية (سبتمبر ٢٠٢٢) العدد المائة والرابع والسبعون

كافة حقوق النشر محفوظة للجمعية الجغرافية المصرية
وجميع الآراء الواردة فى بحوث هذه السلسلة تعبر عن آراء أصحابها ولا تعبر بالضرورة عن وجهات نظر الجمعية الجغرافية المصرية

الترقيم الدولى الموحد للطباعة : ١١١٠-١٩١١
الترقيم الدولى الموحد الإلكتروني: ٢٦٨٢-٤٧٩٥
الموقع على شبكة الانترنت: www.egyptiangs.com

Copyright ® 2022, Printed by Al-Resala Press, Tel.: 0122 65 78 757 e-mail: gamal_elnady@yahoo.com
All rights reserved. This book is protected by copyright. No part of it may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from The Egyptian Geographical Society.

فهرس المحتويات

الموضـــــــــوع	صفحة
المُلخص.	١
المقدمة.	٢
مشكلة الدراسة.	٢
أهداف الدراسة.	٢
طريقة الدراسة.	٣
الدراسات السابقة.	٤
أولاً – الملامح العامة لمنطقة الدراسة :	٦
١) موقع وحدود الحوض.	٦
٢) تحليل الاستخدام الأرضي.	٨
٣) التتابع الصخري للحوض.	١٣
٤) التحليل الإحصائي لبيانات الأمطار.	١٦
ثانياً – الخصائص الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة وأحواض التصريف المؤثرة عليها :	٢١
١) الخصائص المورفومترية.	٢٢
٢) الخصائص المساحية.	٢٣
٣) الخصائص الشكلية.	٢٣
٤) الخصائص التضاريسية.	٢٤
أ- معدل التضرس.	٢٤
ب- كثافة التصريف.	٢٤
ج- قيمة الوعورة.	٢٥
د- التكامل الهبسومتري.	٢٥

٤) خصائص شبكة التصريف وتشمل.	٢٦
أ- أعداد ورتب المجاري.	٢٦
ب- معدل النسيج الطبوغرافي.	٢٨
ج- معدل بقاء المجرى.	٢٨
ثالثاً – الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي الايسن :	٢٩
١) زمن التأخير.	٣٠
٢) زمن التركيز.	٣٠
٣) حجم الجريان.	٣١
٤) معدل التصرف.	٣١
٥) زمن تصريف المياه.	٣٢
٦) قيمة رقم منحنى السريان.	٣٢
رابعاً – التحليل المكاني لكفاءة النظام الهيدرولوجي بحوض الأيسن :	٣٧
١) خارطة غمر وتجمعات المياه داخل حوض وادي الأيسن.	٣٧
٢) تصريف المياه ودرء أخطار السيول عن المناطق الحرجة المعرضة للغمر.	٤٠
الخلاصة.	٤٩
التوصيات.	٥٠
المراجع.	٥١
الملخص باللغة الإنجليزية.	٥٤

فهرس الجداول

م	عنوان الجدول	صفحة
١	حصر استخدامات الأراضي والسكان بالأحياء الواقعة داخل حوض وادي الأيسن.	٩
٢	بيانات محطات قياس الأمطار المستخدمة فى الدراسة.	١٧
٣	أقصى قيم سجلت لقياس عمق المطر اليومي على مدينة الرياض خلال الفترة من ١٩٦٣ إلى ٢٠١٠.	١٩
٤	التوزيع الإحصائي لأقصى قيم عمق للأمطار اليومية لمدينة الرياض عند الأزمنة التكرارية المختلفة.	٢٠
٥	بعض الخصائص المورفومترية لحوض وادي الايسن.	٢٢
٦	تصنيف رتب المجارى لحوض تصريف وادي الأيسن.	٢٧
٧	معدل بقاء الاودية لحوض الأيسن منطقة الدراسة.	٢٩
٨	بعض الخصائص والمعاملات الهيدرولوجية لحوض وادي الايسن.	٢٩
٩	قيم رقم المنحنى حسب نوعية التربة واستخدام الأرض للمناطق المختلفة.	٣٤
١٠	تصنيف فئات درجات الخطورة لخارطة الغمر بحوض وادي الأيسن.	٣٨
١١	حسابات السريان المائي بالقنوات المقترحة بالمناطق الحرجة المعرضة للغمر.	٤٥

فهرس الأشكال والخرائط

م	عنوان الشكل أو الخريطة	صفحة
١	مدخلات ومخرجات النموذج لتحليل مواقع غمر المياه.	٤
٢	الموقع العام لمدينة الرياض في المملكة العربية السعودية.	٧
٣	الخريطة الطبوغرافية لموقع حوض وادي الأيسن غرب الرياض قبل التنمية عام ١٤٠٣هـ.	٨
٤	توزيع السكان بالأحياء السكنية الواقعة داخل حوض تصريف منطقة الدراسة.	١١
٥	استخدامات الأراضي للأحياء الواقعة داخل حوض تصريف منطقة الدراسة عام ٢٠٢١م/١٤٤٢هـ.	١٢
٦	جيولوجية منطقة حوض وادي الأيسن.	١٥
٧	مواقع محطات قياس الأمطار المحيطة والمؤثرة على منطقة الدراسة.	١٦
٨	منحنى التوزيع الإحصائي لقيم أقصى عمق مطر يومي لمدينة الرياض عند الأزمنة التكرارية المختلفة.	٢٠
٩	نموذج الإرتفاعات الرقمي DEM لحوض تصريف منطقة الدراسة.	٢١
١٠	يوضح رتب المجارى لحوض تصريف وادي الأيسن.	٢٧
١١	هيدروجراف التصرف لحوض وادي الأيسن عند الأزمنة التكرارية المختلفة.	٣٥
١٢	مدخلات ومخرجات النموذج لتحليل مواقع غمر المياه.	٣٨
١٣	أحواض التصريف الفرعية المؤثرة على المناطق المعرضة للغمر في حوض وادي الأيسن.	٤١
١٤	هيدروجراف التصرف لحوض التصريف الفرعي (B2) داخل حوض وادي الأيسن عند الأزمنة التكرارية المختلفة المؤثرة على أحياء (المروج – الغدير – الربيع – الصحافة).	٤٢

١٥	هيدروجراف التصرف لحوض التصريف الفرعي (B3) داخل حوض وادي الأيسن عند الأزمنة التكرارية المختلفة المؤثرة على حي (حطين).	٤٢
١٦	هيدروجراف التصرف لحوض التصريف الفرعي (B4) داخل حوض وادي الأيسن عند الأزمنة التكرارية المختلفة المؤثرة على منطقة حي (جامعة الملك سعود).	٤٣
١٧	الميل الطولي (٠,٠٠٥ م/م) للقناة المقترحة (C1) عبر حوض التصريف الفرعي (B2).	٤٣
١٨	الميل الطولي (٠,٠٠٨ م/م) للقناة المقترحة (C2) عبر حوض التصريف الفرعي (B3).	٤٤
١٩	الميل الطولي (٠,٠٠٨ م/م) للقناة المقترحة (C3) عبر حوض التصريف الفرعي (B4).	٤٤
٢٠	مسار القناة الصندوقية المقترحة (C1) عبر حوض التصريف (B2).	٤٦
٢١	مسار القناة الصندوقية المقترحة (C2) عبر حوض التصريف (B3).	٤٦
٢٢	مسار القناة الصندوقية المقترحة (C3) عبر حوض التصريف (B4).	٤٧
٢٣	مقارنة مخرجات الدراسة الحالية بنتائج دراسة عام ١٤٣٥هـ.	٤٨

فهرس اللوحات الفوتوغرافية

م	عنوان اللوحة	صفحة
١	وتمثل صور لبعض الطرق والمعالم المنشـــأة بحـــوض وادي الايسن.	١٣
٢	صور تظهر المساحات الجرداء في مناطق متعددة والتي تمثـــل مسارات لمجرى حوض وادي الايسن تتخللها طـــرق اســـفلتية بهدف تخطيطها لأنشطة سكنية أو تجارية.	٣٦
٣	وتمثل صور تظهر أثر أمطار ٢٠١٤م في حي حطين ويتضح في اللوحة اليمين، وعلى طريق الأمير محمد بن سلمان والمسمى سابقا باسم الامير سعود بن محمد بن مقرن.	٣٩
٤	تبرز صورة لصناديق تجميع وقنوات تصريف الأمطار السطحية بحي جامعة الملك سعود.	٤٠

المُلخص

يهدف البحث إلى دراسة وتحليل مدى كفاءة النظام الهيدرلوجي لحوض وادي الأيسن على المناطق العمرانية في النطاق الغربي لمدينة الرياض خاصة بعد التنمية العمرانية التي شهدتها المنطقة والتعدي على مسار الوادي في العديد من الأحياء، إضافة لتحليل مدى تأثير خطط أعمال الحماية التي تمت بالمنطقة للتقليل من درء أخطار السيول عن الأحياء التي يمر بها الوادي.

واعتمدت منهجية الدراسة على القيام بثلاثة مراحل لتحليل مدى كفاء النظام الهيدرولوجي بالمنطقة تتمثل في (تقييم وتحليل الوضع الحالي – عرض المشكلة – الحلول والمقترحات)، حيث سيتم اجراء التحليل المورفولوجي والهيدرولوجي لحوض وادي الأيسن ودراسة ورصد التغيرات التي طرأت على مورفولوجية الحوض نتيجة النمو العمراني الذي شهدته منطقة غرب الرياض وذلك من خلال تحليل مسار الوادي من الخرائط القديمة قبل النمو العمراني والوضع الحالي للوادي عبر المرئيات الفضائية الحديثة ونماذج الإرتفاعات الرقمية عالية الدقة، والتي من خلالها سيتم تحديد الوضع المورفولوجي الحالي للوادي ومناطق انقطاع السريان المائي وتجمعاتها، وهل مازال الوادي يصرف مياهه نحو مخرجه الطبيعي عند نقطة مصبه في وادي حنيفه والذي يعد وادي الأيسن أحد الروافد الرئيسية التي ترفده، ثم تحديد ومعالجة واقتراح الحلول لزيادة كفاءة النظام الهيدرولوجي لحوض الأيسن.

وانتهت الدراسة بنتائج تبين أن من خلال الحسابات الهيدرولوجية لحوض وادى الايسن وصل أقصى تصرف لحوضه عند مخرجه يقدر والتي بـــ ٤,٩ مليون م^{٣} بزمن وصول يبلغ ١٩ ساعة تقريباً. كما تبين أن إجمالي مساحة المناطق المعرضة للغمر يقدر بنحو ٩,٥% من إجمالي مساحة الحوض ، بينما يبلغ مساحة المناطق المعرضة لخطر الغمر وغير مغطاه بشبكة تصريف لمياه الأمطار والسيول نحو ٢٠% من إجمالي المناطق المعرضة للغمر، ووضعت توصيات واقتراحات قد تساهم في حماية مناطقه من أخطار الغمر بالسيول.

الكلمات المفتاحية: وادي الايسن، النمو العمراني، أخطار السيول، الرياض.

المقدمة:

تعتبر الدراسات الهيدرولوجية للأودية في المناطق الصحراوية الجافة من أهم الدراسات التطبيقية التي تساهم في استغلالها والاستفادة من مياهها والعمل على تجنب أخطارها عند تعرضها للسيول من خلال عمل بعض الحلول الانشائية لحماية الأحياء السكنية التي تخترقها، ووضع بعض الآليات والمقترحات التي تحقق استغلال مياهها الاستغلال الأفضل عند تعرض مجاريها للفيضانات السيلية، بالإضافة إلى وضع حلول توائم رؤية المملكة ٢٠٣٠ كمشاريع إعادة التأهيل البيئي بوضع مشاريع ومنتزهات ترفيهية. ونظر لأهمية حوض وادي الايسن في كونه يخترق بعض أحياء مدينة الرياض المأهولة بالكثافة السكانية والعمرانية؛ لذا فإن نتائج دراسة جيومورفولوجيته وهيدرولوجيته ستقدم نتائج ومقترحات تساعد على إمكانية تأهيله والحد من درجة خطورة سيوله والاستفادة من مياهه.

مشكلة الدراسة :

يقع حوض وادي الايسن بأكمله ضمن أحياء مدينة الرياض التي تشهد نمواً عمرانياً ساهم في تغير الملامح الرئيسية لمسارات الأودية داخل حوضه، والذي بدوره أثر على كفاءة النظام الهيدرولوجي فيه ومن ثم تعرض بعض الأحياء السكنية التي تشغل تلك المسارات لمخاطر السيول الفجائية ومن هنا برز موضوع هذه الدراسة المتضمن تقييم كفاءة النظام الهيدرولوجي للحوض واقتراح حلول لدرء مخاطر السيول في المناطق الحرجة المعرضة للغمر.

أهداف الدراسة :

- القاء الضوء على الخصائص الجيولوجية والطبيعية المتحكمة بطبيعة السيول في منطقة الحوض.
- تحليل استخدامات الأراضي والمناطق الحرجة المتأثرة بأخطار غمر المياه في الحوض.

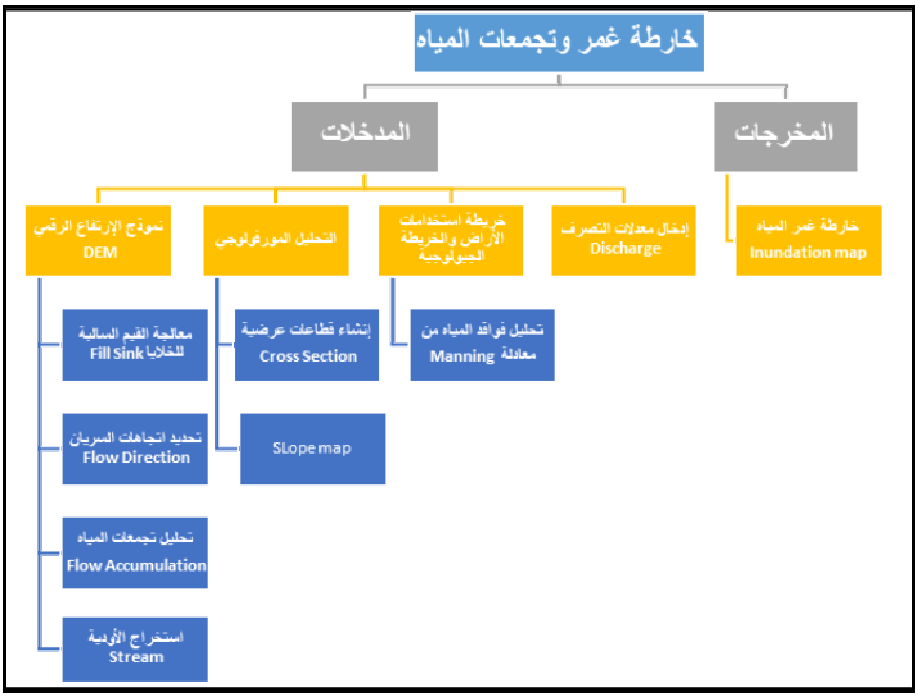
- تناول الخصائص المورفولوجية وتحديد الميزانية االهيدرولوجية ودرجة خطورتها السيلية في منطقة الدراسة.
- تحديد مدى كفاءة النظام الهيدرولوجي لحوض وادي الأيسن للخروج بأفضل محاكاة لمناطق غمر وتجمعات مياه السيول بالمنطقة.
- الاستفادة من نتائج الحسابات الهيدرولوجية لتقديم بعض المقترحات والحلول لتلك المناطق الحرجة بالحوض.

طريقة الدراسة :

تم الاستعانة بالمرئيات الفضائية للقمر الصناعيSentinal1 بدقة ١٠ م ونموذج الإرتفاع الرقمي DEM دقة ١م للخلية Cell Size من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، والخرائط الجيولوجية والطبوغرافية من إدارة المساحة الجيولوجية المتاحة للمنطقة قديماً وحديثاً، وكذلك بيانات السجل التاريخي للأمطار من محطات قياس الأمطار المؤثرة على المنطقة لحساب أقصى عمق مطر يومي للأزمنة التكرارية المختلفة لإستخدامها في الحسابات الهيدرولوجية، ومن ثم إجراء التحليل المكاني واستخدامات الأراضي واستخراج المناطق الحرجة المعرضة لغمر المياه بحوض وادي الأيسن، وتحديد مدى كفاء النظام الهيدرولوجي بالحوض بمطابقة نتائج خارطة الغمر والمناطق المتأثرة بها مع أعمال الحماية وتصريف مياه الأمطار والسيول بالمنطقة ومدى تطابقها مع نتائج الدراسة، وتحليل المقترحات التي تساعد على زيادة كفاءة النظام الهيدرولوجي بالحوض والتصريف الأمثل للمياه به.

ويوضح الشكل (١) مدخلات ومخرجات الدراسة لتحليل مواقع غمر المياه حيث سيتم بناء النموذج عبر تحليل ومعالجة نموذج الإرتفاع الرقمي المستخدم في الدراسة دقة ١٠م لاستخراج شبكة التصريف الحوض منه، ثم التحليل المورفولوجي للحوض خاصة تحليل الميول وإنشاء قطاعات عرضية عبر مسارات الأودية، ثم بعد ذلك تحليل خارطة استخدامات الأراضي والجيولوجيا للحوض لتحليل وتقدير فواقد المياه وفقاً للمعادلات الرياضية أهمها معادلة

Manning، ثم بعد ذلك إدخال معدلات التصرف لكل حوض فرعي ومن ثم الخروج بنتائج مناسيب غمر المياه بالمناطق الحرجة وتحديد مواقعها.



شكل (١) : مدخلات ومخرجات النموذج لتحليل مواقع غمر المياه.

المصدر: من إعداد الباحثة.

الدراسات السابقة:

تناولت منطقة الرياض التي تشمل حوض وادي الأيسن والمناطق المجاورة له العديد من الدراسات الجغرافية والهيدرولوجية التي منها على سبيل المثال لا الحصر:

- الكتاب الذي قدمه إبراهيم الاحيدب (١٤١٧هـ – ١٩٩٦م)، بعنوان (أودية منطقة الرياض، دراسة جغرافية)، ناقش الكتاب أودية منطقة الرياض جغرافيا بالمملكة العربية السعودية من حيث توزيعها الجغرافي وخصائصها الجيومرفولوجية وأهميتها البيئية والنباتية والمائية والترفيهية والتنموية.

- تناول اياد فضة و عبدالرحمن الشمراني ٢٠١٤م، دراسة بعنوان "التحليل المكاني للمناطق المهددة بالسيول في شمالي مدينة الرياض باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية"، حيث اهتمت بتحديد عناصر مخاطر السيول واجراء تحليل ونمذجة وتقيم بيئي لأودية شمال الرياض والتي من ضمنها بعض الأجزاء الشمالية لبعض روافد حوض وادي الايسن؛ وتختلف دراستنا الحالية عن تلك الدراسة في كونها دراسة تفصيلية تخصصية شاملة لحوض الوادي وروافده وتعتمد على بيانات واحصاءات حديثة تتواكب مع الامتداد الأفقى الحديث للأحياء.
- دراسة مشاعل آل سعود ٢٠١٤م، بعنوان (دراسة هيدرولوجية وادي السلي بمنطقة الرياض). والتي تناولت المكونات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية الرئيسة لوادي السلي باستخدام طرق التحليل المعتمدة على استخدام التقيات الفضائية والأنظمة الجيومعلوماتية والجيوماتيكية.
- الدراسة المقدمة من حاتم وآخرون ٢٠١٦م، بعنوان (Flood hazards in an urbanizing watershed in Riyadh, Saudi Arabia)، وضعت الدراسة نموذج هيدرولوجي لمستجمعات المياه وتأثير التحضر على الجريان السطحي وحجمه وذروة تفريغه الناتجة من العواصف المختلفة. وتختلف دراستنا الحالية عن ما سبق في اعتمدها على بيانات واحصاءات أحدث تعتمد على dem متر و ١٠ م مما أدى للوصول بمخرجات دقيقة تحاكي المسارات الفعلية لأودية الحوض والتي بدورها تحاكي مسارات الشوارع؛ بالإضافة إلى تناول تحليل استخدامات الأرض واستخراج خريطة لغمر مياه الأمطار واقتراح أعمال حماية لتصريف مياه السيول وتقيم الحالي منها.
- تناول محمد توحيد الرحمن وآخرون ٢٠١٦م، بحث بعنوان (Vulnerability of flash flooding in Riyadh, Saudi Arabia)، حيث ربط فيه بين أثر الفيضانات السريعة للسيول على الظروف الاجتماعية والاقتصادية للسكان من خلال محاكات الفيضان لـــ ٦ ساعات هطول على نحو ١٥٣ حي من أحياء الرياض معتمدة على بيانات تعداد ٢٠٠٦م؛ وانتهت بإنشاء خريطة CFVI

كشفت أن المنطقة المركزية الوسطى والنصف الجنوبي للرياض والتي تنتشر بهما الأحياء ذا الدخل الاقتصادي المحدود معرض للخطر بشكل أكبر من الأطراف الشمالية والشمالية الشرقية والاحياء الجبلية الغربية.

- الدراسة التي قدمتها مها العتيبي (١٤٣٩هـ – ٢٠١٨م)، بعنوان (انشاء قصة خرائطية عن مخاطر السيول بمدينة الرياض لعام ١٤٣٥هـ) حيث قامت الدراسة بإنشاء تطبيق خرائطي يوضح مخاطر السيول في مدينة الرياض لعام 1435هـ ومثل هذه الخرائط ستكون فعالة لعرض مخاطر السيول بإضافة نصوص ومحتوى الوسائط المتعددة المرتبط بالمواقع الجغرافية المتضررة من السيول لتسهيل قراءة وفهم البيانات.

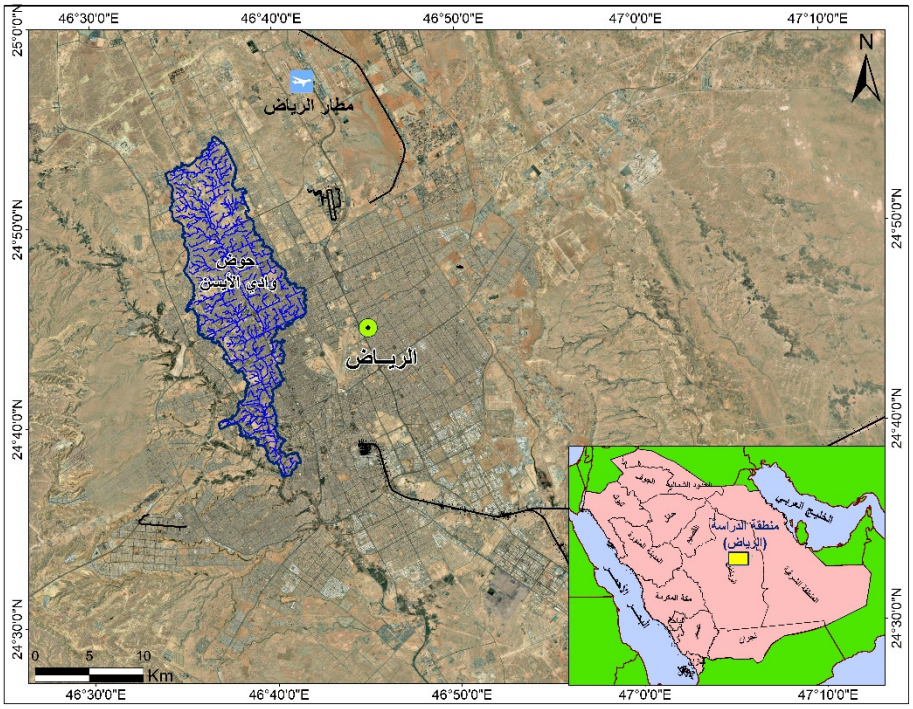
ومن العرض السابق يتضح أن جزء من تلك الدراسات شمل أجزاء محدودة من منطقة الدراسة تختلف في مضمونها وهدفها عن الدراسة الحالية بالإضافة إلى أن المنطقة لم تحظى بدراسة كوحدة جيومورفولوجية مستقلة تعتمد على إحصاءات وصور فضائية حديثة تقيم كفاءة النظام الهيدرولوجي للحوض وتأثيراته على الامتداد الأفقى الحديث للأنشطة العمرانية والبشرية فيه.

أولاً – الملامح العامة لمنطقة الدراسة :

١) موقع وحدود الحوض:

يقع حوض وادي الأيسن ضمن الحدود الإدارية لمدينة الرياض في النطاق الغربي منها حيث تبلغ مساحته الحوضية ١٧٣ كم^{٢} ويقع داخله عدد ٣٢ حي، ويمتد بين دائرتي عرض ٣٢" ٣٧´٢٤° و ٣٣" ٥٤´٢٤° شمالاً وبين خطي طول ١٠" ٣٤´٤٦° و ٤٠" ٤١´٤٦° شرقاً (شكل ٢)، ويعد حوض وادي الأيسن أحد الروافد الرئيسية لوادي حنيفة، حيث يحده من الشمال والشمال الشرقي حوض وادي بنبان ومن الشرق والجنوب الشرقي وادي الوتر – والذي تتعدد مسمياته بين وادي صلبوخ ووادي البطحاء – ويمثل أحد روافد وادي حنيفة الشرقية بينما يمثل

وادي حنيفة الرئيس حده الغربي إلى أن يلتقي به يصب فيه جنوبا؛ ونظراً للنمو العمراني الذي شهدته مدينة الرياض في العقود الأخيرة تغيرت الملامح الرئيسية لمسارات الأودية داخل الحوض وحددت المخططات السكنية والشوارع ملامح الأودية وفقاً لشكل المخططات التي تم تنفيذها، ويحد الحوض شرقاً بالنطاق الشمالي والأوسط له طريق أبوبكر الصديق ثم طريق الملك فهد عند النطاق الجنوبي له بينما غرباً يحده طريق الملك خالد، ويحده شمالاً طريق أسماء بنت مالك الذي يمتد عرضياً لنحو ٦ كم في حيي العارض والقيروان، بينما جنوباً قبل التقاء وادي الأيسن بوادي حنيفة يقطع الحوض عرضياً طريق الأمير فهد بن فيصل بن فرحان آل سعود بعليشه، مع وجود أحد الشوارع التي تحاكي مسار وادي الأيسن طولياً عند الحد الجنوبي له، مما ساعد أن تكون الشوارع الرئيسية ناقل رئيسي لمياه السيول.

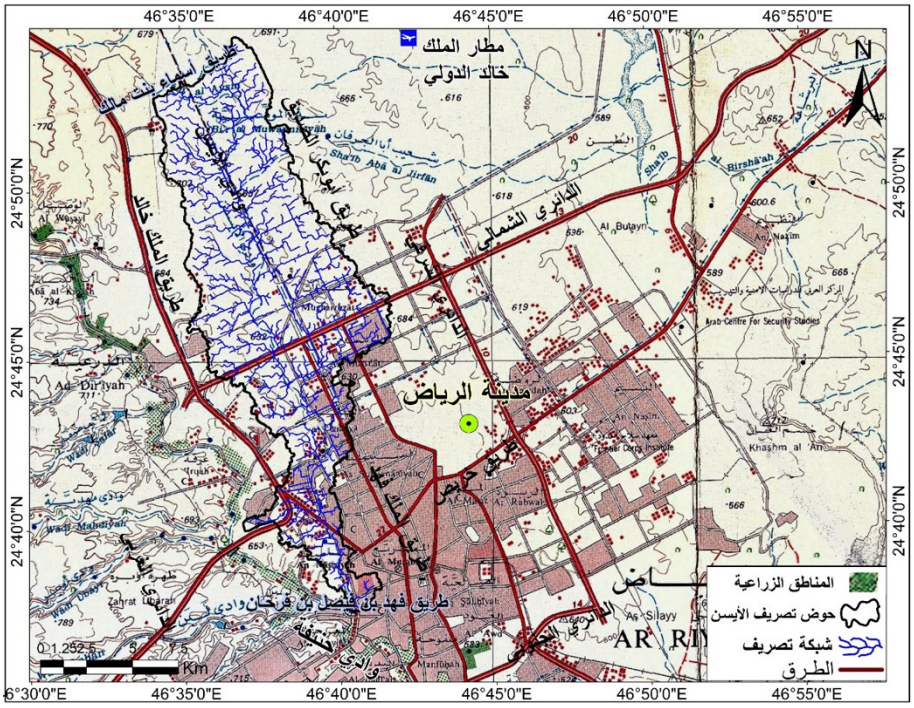


شكل (٢) : الموقع العام لمدينة الرياض في المملكة العربية السعودية.

المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات مفتوحة المصدر داخل برنامج ArcGIS.

٢) تحليل الاستخدام الأرضي:

تعد استخدامات الأراضي بمنطقة الدراسة أحد أهم المتغيرات التي طرأت على حوض وادي الأيسن لما لها من تأثير على كفاءة النظام الهيدرولوجي للحوض كما هو موضح بالخريطة الطبوغرافية (شكل ٣)، والجدول (١) الخاص باستخدامات الأراضي وأعداد السكان وكثافتهم بجميع الأحياء السكنية الواقعة داخل حوض وادي الأيسن.



شكل (٣) : الخريطة الطبوغرافية لموقع حوض وادي الأيسن غرب الرياض قبل التنمية عام ١٤٠٣هـ.

المصدر: الخريطة الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠ لمدينة الرياض.

جدول (١) : حصر استخدامات الأراضي والسكان بالأحياء الواقعة داخل حوض وادي الأيسن.

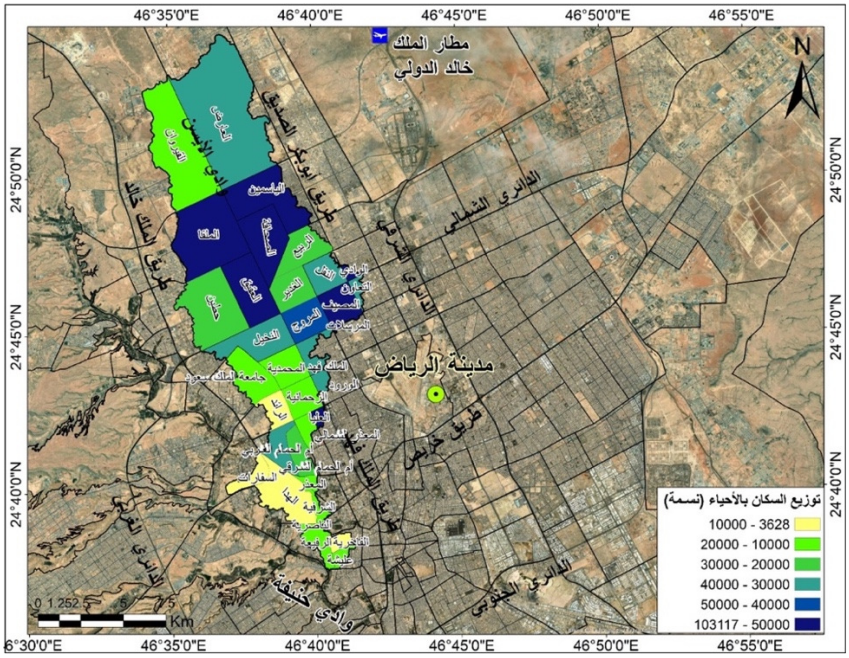
م	اسم الحي	مساحة الحي (كم٢)	عدد السكان	عدد الوحدات السكانية	مساحة المناطق العمرانية (كم٢)	مساحة المناطق الخضراء (كم٢)	مناطق بيضاء (كم٢)
١	التعاون	٠,٨٦١	٣٩٥٠٠	٧٢٨٧	٠,٥٤١	٠,٠١	٠,٣٢
٢	الرائد	٢,٥٩١	٧٢٨٢	١٨٣٢	١,١٨٤	٠,٠١	٠,٧
٣	الربيع	٥,٠٠٠	٣٠٠٠٠	٧٦٥٤	٤,٩٨٢	٠,٠٢	٠,٠١٨
٤	الرحمانية	٣,٦٦٨	١٣٠٠٠	٢٧٨٧	٤,٩٠٢	٠,٠٢	٠
٥	الرفيعة	٢,٧٠٩	١٢٥٠٠	٣١٧٦	٢,٠٧٧	٠,٢٤٠	٠,٣٩٢
٦	السفارات	٢,١٠٦	٨٨٩٤	٢٦٠١	٢,٣٩٥	٠,١٣٨	٠
٧	الشرفية	٠,٩٧	١٩٧٠٠	٣٧٢٧	١,٦٨٦	٠,١٤٣	٠
٨	الصحافة	٧,٨٩٤	٧٢٣٠٠	١٢٦٢١	٧,٧٥٢	٠,٠٥٨	٠,٠٨٤
٩	العارض	٢٩,٤٣٦	٣٤٣٠٠	٣٢٢٩	٢٦,٣٢٩	٠,٢١٧	١,٢٣
١٠	العقيق	٧,٩٩٢	٥٥٥٠٠	١١٣٩٠	٦,٨٣٢	٠,٩٣٧	٠,٢٢٣
١١	العليا	٠,٧٢٥	٥٥٢٠٠	٢٦٥٩٤	٠,٥٥٢	٠,٠٢	٠,١٧٣
١٢	الغدير	٤,٦٠٤	٢٧٢٠٠	٥٣٧٤	٤,٢٥٦	٠,٢١١	٠,١٣٧
١٣	الفاخرية	١,٠٩٢	٧٠١٦	١٤٩٩	٠,٩٨٤	٠,٠٧١	٠
١٤	القيروان	١٧,٣٤٦	١٧٨٠٠	١٣٠٥	١٦,٨١٤	٠,٠٨٧	٠,٤٤٥
١٥	المحمدية	٤,٢٥٥	١٧٣٠٠	٤٧١٧	٤,٢٤٧	٠,٠٢	٠
١٦	المروج	٤,٧٢١	٤١٠٠٠	٩٥٥٠	٤,٧٨٥	٠,٣٣٣	٠,٠٢
١٦	المروج	٤,٧٢١	٤١٠٠٠	٩٥٥٠	٤,٧٨٥	٠,٣٣٣	٠,٠٢
١٧	المصيف	٤,٣٢٦	٥٦٠٠٠	٨٤١٠	٤,١٧٢	٠,٠٢	٠,١٥٤

تابع جدول (١) : حصر استخدامات الأراضي والسكان بالأحياء الواقعة داخل حوض وادي الأيسن.

م	اسم الحي	مساحة الحي (كم٢)	عدد السكان	عدد الوحدات السكانية	مساحة المناطق العمرانية (كم٢)	مساحة المناطق الخضراء (كم٢)	مناطق بيضاء (كم٢)
١٨	المعذر	٠,٧٠٣	١٥٥٩٨	٤٦١١	٠,٦٠٧	٠,٠١١	٠
١٩	المعذر الشمالي	١,٤٧٢	١٤٧٠٠	٣٠١٩	١,٣٥٨	٠,٠٢	٠
٢٠	الملقا	١٤,٧٩٢	٦١٢٠٠	١١٦٦٧	١٤,٦٦٠	٠,١١٩	٠,٠١٣
٢١	الملك فهد	٢,٢٩٨	٣٨٤٠٠	٧١٠٦	١,٨٩١	٠,٠٨٩	٠
٢٢	النخيل	٧,٠٥٥	٣٢٣٠٠	٦٨٥٧	٦,٧٠٩	٠,٠٢	٠,٣٤٦
٢٣	النفل	٣,٧٩٨	٣٩٧٠٠	٧٥١٨	٣,٤٦١	٠,٠١٥	٠,٣٢٢
٢٤	الهداء	٧,٣٣٩	٣٦٢٨	١٦٩٧	٥,٦٠٦	٠,٦٣٢	٠,٨
٢٥	الوادي	٠,٤٥٨	٥٤٧٠٠	٨٩٤٩	٠,٢٩١	٠,٠٢	٠,١٦٧
٢٦	الورود	٠,٩٦٢	٣٣٠٠٠	٥٤٣١	٠,٨٠٠	٠,٠٢	٠,١٦٢
٢٧	الياسمين	٩,٨٥	١٠٣١١٧	٢٠٤٧٢	٨,٩٣٣	٠,٠٢٥	٠,٨٩٢
٢٨	أم الحمام الشرقي	٢,٨٢٣	٢٦٩٠٠	٥٩٩١	٢,٧٣٣	٠,٠٢٨	٠,٠٦٢
٢٩	أم الحمام الغربي	٣,٢٤٨	٣٨٤٠٠	٧٦٢٢	٣,١٧٩	٠,٠٤٨	٠,٠٢١
٣٠	جامعة الملك سعود	٥,٣٤٦	١١١٠٠	٤٤٧٥	٥,٥٥٣	٠,٠٢	٠
٣١	حطين	١١,٨١٥	٢٥٦٠٠	٦٩٩١	١٠,٣٢٢	٠,٤٧٤	٠,٧٥٥
٣٢	عليشة	٠,٨٢٥	١٣٥٠٠	٢٠٥٣	٠,٦٢٦	٠,٠٥	٠,١٩٩
الإجمالي		**١٧٣,٠٨**	**١٠٢٦٣٣٥**	**٢١٠٩٢٥**	**١٦١,٢١٩**	**٤,١٤٦**	**٧,٩٠٥**

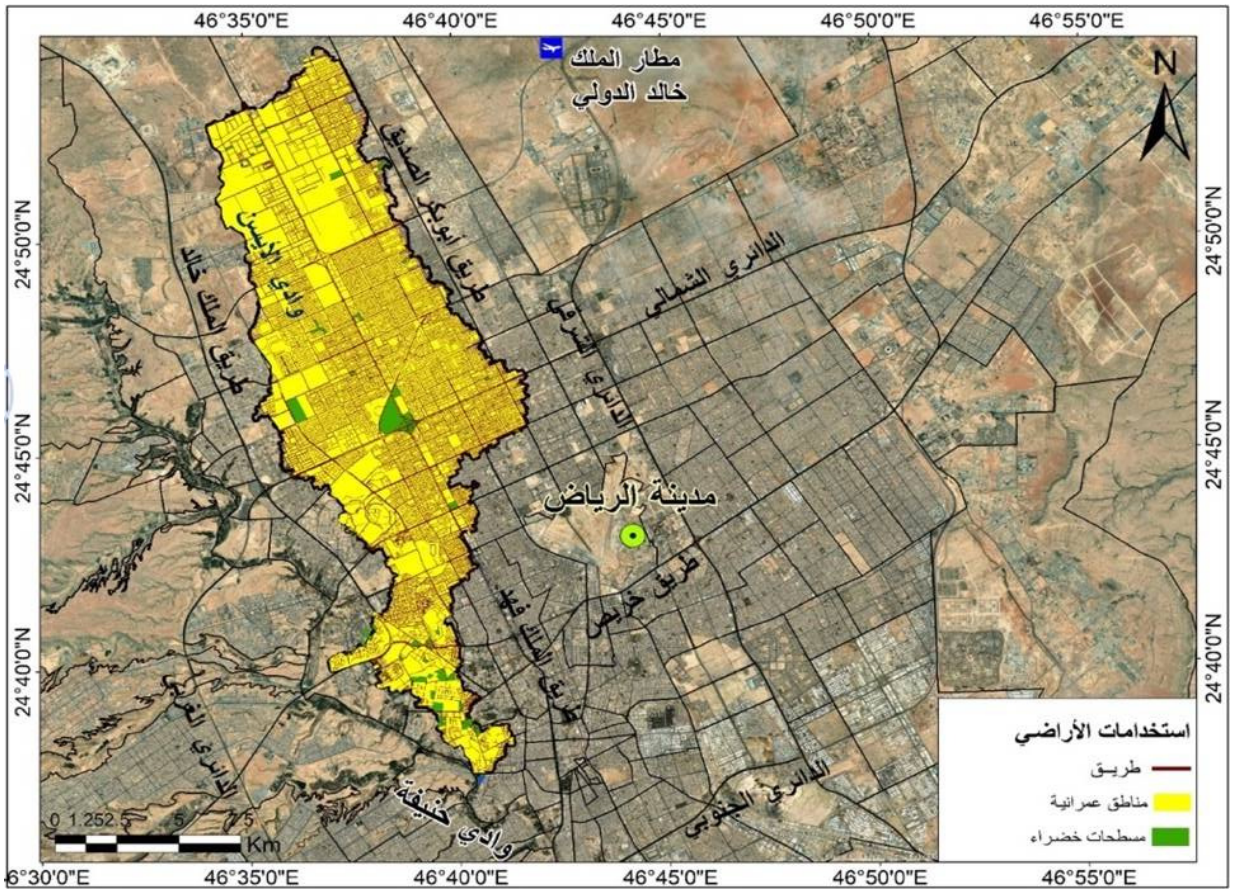
المصدر: الجدول من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات التعداد في الرابط (https://map.910ths.sa/) عام ٢٠١٦م الصادر من الهيئة الملكية لمدينة الرياض، وأطلس استعمالات الأراضي لمدينة الرياض (٢٠١٩م)؛ بالإضافة إلى تحليل مرئيات القمر الصناعي Sentinel-2 عام ٢٠٢١م، والتحليل المكاني Spatial Analysis داخل الـ GIS.

يتضح من الجدول (١) والأشكال (٤) و (٥) أن عدد السكان في نطاق حوض وادي الأيسن يبلغ نحو ١,٠٤٢ مليون نسمة من إجمالي نحو ٦,٥ مليون نسمة عام ٢٠١٦م (الهيئة الملكية لمدينة الرياض عام ٢٠١٦) بما يعادل ١٦% من عدد السكان لمدينة الرياض مما يوضح مدى الثقل النسبي للسكان داخل نطاق حوض الأيسن بالنسبة لكامل مدينة الرياض، وقد أوضح تحليل استخدامات الأراضي لهذه الأحياء أن عدد الوحدات السكنية يبلغ نحو ٢١١ ألف وحدة، وتبلغ مساحة استخدامات الأراضي العمرانية نحو ١٦١,٢ كم^{٢}، وأهم المناطق الحيوية بالمنطقة مركز الملك عبد الله المالي وجامعة الملك سعود ومدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ومقر أكثر من ١٢٠ بعثة دبلوماسية وبعض الهيئات الإقليمية والدولية يضمها حي السفارات وغيرها من استخدامات الأراضي الهامة، بينما تبلغ مساحة المناطق الخضراء نحو ٤,١٥ كم^{٢} وتشمل الحدائق والمتنزهات العامة، ومن أهم المنتزهات بالمنطقة منتزه Wonderland ومنتزه عليشة.



شكل (٤) : توزيع السكان بالأحياء السكنية الواقعة داخل حوض تصريف منطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الباحثة إعتماداً على البيانات الرقمية المعتمدة من أمانة مدينة الرياض.



شكل (٥) : استخدامات الأراضي للأحياء الواقعة داخل حوض تصريف منطقة الدراسة عام ٢٠٢١م/١٤٤٢هـ.

المصدر: من إعداد الباحثة إعتماداً على البيانات الرقمية المعتمدة من أمانة مدينة الرياض.

وقد أوضح تحليل شبكة الطرق الواقعة داخل حوض تصريف الأيسن أن إجمالي أطوال الطرق يبلغ نحو ١٥٣٢ كم، أهم هذه الطرق التي تمر عبر منطقة الدراسة هي (طريق الملك فهد والدائري الشمالي والثمامة وطريق الملك عبدالله وطريق العليا وطريق الملك سلمان وطريق مكة المكرمة) (لوحة ١).

لوحة (١) : وتمثل صور لبعض الطرق والمعالم المنشأة بحوض وادي الايسن.
المصدر: الدراسة الميدانية.

٣) التتابع الصخري للحوض:

يقع حوض وادي الأيسن بمدينة الرياض ضمن حدود الرف القاري العربي الذي يتبع حقب الحياة المتوسطة والقديمة والمتميز بتتابع طباقي ينتمي للصخور الرسوبية والمغطى برواسب حديثة من العصر الرباعي؛ حيث تسود التكوينات الجيولوجية التي تعود للزمن الثاني الميزوزوي للعصر الجوراسي الأسفل والكريتاسي الأعلى والتي تصنف ضمن مجموعتي شقراء والثمامة (شكل ٦)؛ وتمثلها من الأقدم إلى الأحدث صخور مُتكون الجبيلة الذي ترتكز عليه صخور المنطقة ويمتد خارجها غرباً وتشغله الصخور الجيرية والطينية والكربوناتيه والتي تشكلت في مياه ضحلة؛ ويتميز الحجر الجيري في تكوين الجبيلة من كونه مقاوم

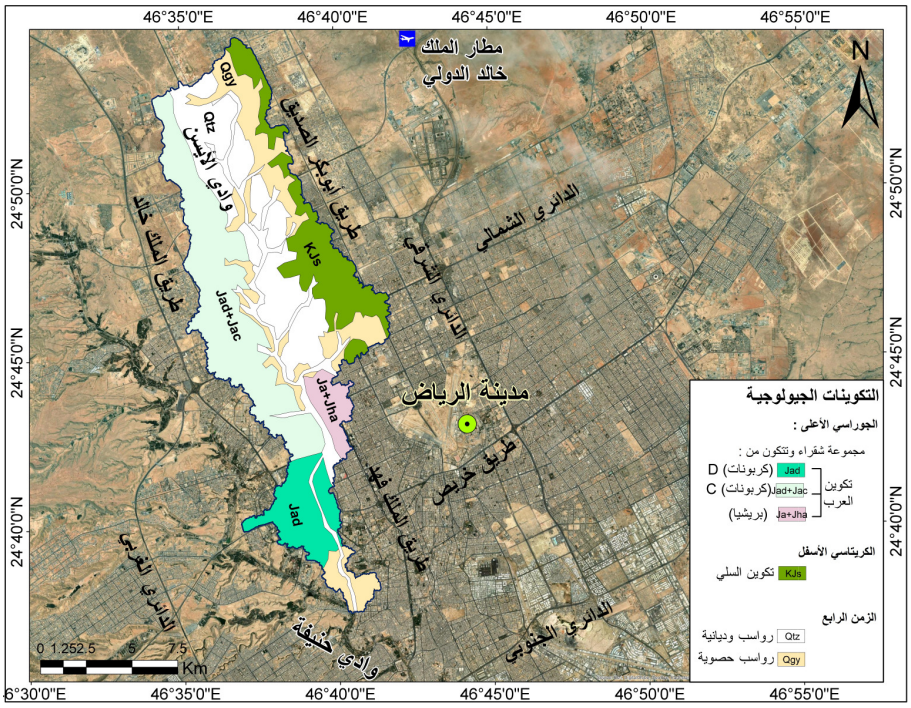
لعمليات التعرية ومنحصر بين وحدتين صخريتين ضعيفتين تتأثران بفعل عوامل التجوية والتعرية لذا يشكل في مناطقه منحدرات تأخذ شكل المدرجات الخالية من الركامات الانهياريه (Powers, et al., 1966, pp. 58-59)، وقد يبرز التكوين في بعض مواقعه بشكل حافات محدودة الارتفاع لا تزيد عن ٧٥ م ترتكز على تكوين حنيفة، بينما يظهر سطحه هضبي خفيف الميل نحو الشرق ويبرز على هيئة أرض عالية مشطوفه؛ ويظهر حده الغربي الممتد خارج منطقة الدراسة على شكل حافة واضحة المعالم تختفي وتتحول إلى رفوف متقطعة قد لا يزيد ارتفاعها عن ٥ م، بينما حده الشرقي المجاور لمنطقة الدراسة غير منتظم لامتداد تكوين العرب الذي يشغل وسط وغرب وجنوب المنطقة في شكل نطاق متصل تقطعه رواسب الرباعي التي تغطي قيعان مجرى الوادي وروافده، حيث يظهر في أحياء العارض والقيروان والملقا والأجزاء الغربية من حي الياسمين، ويستمر في العقيق وحطين والنخيل والمحمدية وجامعة الملك سعود والرائد والمعذر وأم الحمام الشرقي والغربي والسفارات والأجزاء الشمالية لحي الهداء، ويظهر التكوين في شكل رواسب بريشيا الانزلاق في حي الورود والعليا والأطراف الشرقية لحي الرحمانية، وتتألف صخوره من عضوي D و C في شكل طبقتين تتألف من الصخور الجيرية والكربونات والمتبخرات تعلوها صخور الهيت، ولا يُكوِن تكوين العرب حافات بل يظهر في شكل أكوام متناثرة في غير انتظام؛ إذ يتميز مكشفه بكونه عبارة عن منطقة سهلية مموجة تتناثر بها بعض التلال المنعزلة المحدودة الارتفاع بعضها عبارة عن كتل صخرية من متكون السلي ساقطة من الأعلى إلى الأسفل ويظهر تأثير الانهيارات الصخرية في شكل حفر انهدامية بعدد من المناطق (Powers, et al., 1966, p. 58).

وتتابع مجموعة شقراء بشكل عدم توافق مع مجموعة الثمامة التي تعلوها وتمثلها في منطقة الدراسة متكون صخور السلي الجيرية الكلسية التابعة للجوراسي الأسفل والكريتاسي الأعلى (Powers, et al., 1966, p. 58).

وتظهر في الأطراف الشرقية للمنطقة لأحياء العارض والياسمين والصحافة ويستمر ظهوره في أحياء الربيع والنفل والغدير ثم يقطع امتداده نطاق من

الرواسب الحصوية التابعة للزمن الرابع في كل من أحياء المروج والمصيف، ويتميز تكوين السلي بظهوره في شكل حافة انزلاقية يتباين منسوبها المحلي بين ٥٠-١٠٠ متر تستمر في امتدادها جنوبا خارج منطقة الدراسة لتشكل حافة هيت (Powers, et al., 1966, p. 139).

وتتغطى تكوينات منطقة الدراسة اجمالاً بالرواسب الحصوية ورواسب الأودية المختلطة والتي تعود لأواخر الزمن الثالث وبداية الزمن الرابع حيث تتخذ شكل غطاءات وفرشات من حصى الحجر الجيري يتخللها نسيج رملي وتربي ضعيف الفرز تتركز بشكل واضح في مجاري قيعان الوادي وروافده المتعددة كما تظهر مساحات محدودة جدا من القشور الكلسية على بعض الجروف أو في قيعان مجاري بعض الروافد (Vaslet, et al., 1991, pp. 9-17).

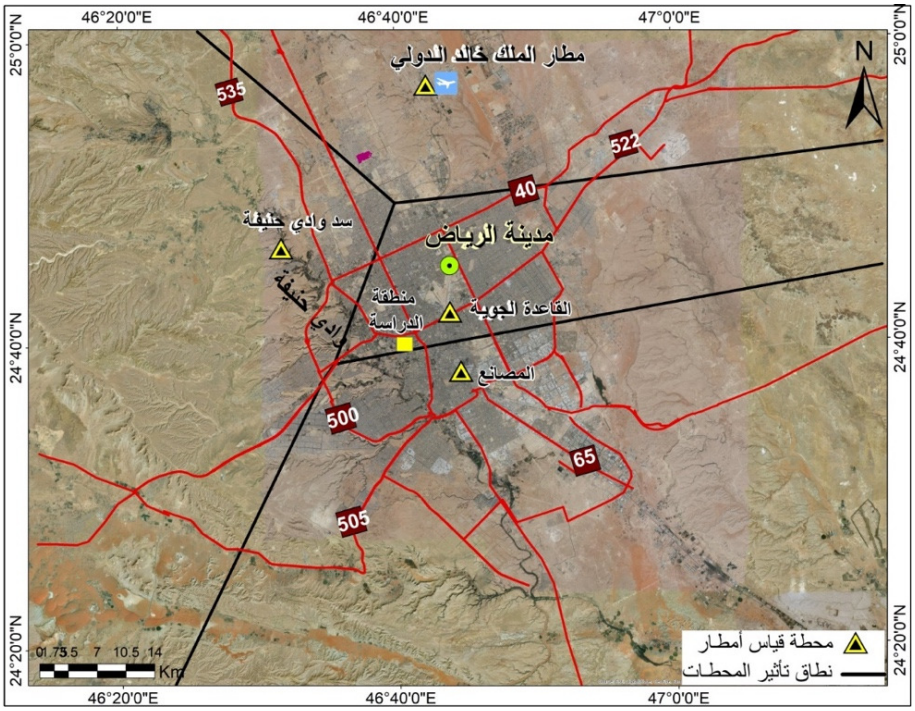


شكل (٦) : جيولوجية منطقة حوض وادي الأيسن.

المصدر: من إعداد الباحثة إعتماداً على الخريطة الجيولوجية لمنطقة الخرج مقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠.

٤) التحليل الإحصائي لبيانات الأمطار:

تم تجميع بيانات عدد ٤ محطات أرصاد في نطاق مدينة الرياض تتمثل في محطات (مطار الملك خالد والقاعدة الجوية وسد وادي حنيفة والمصانع) وعليه سيتم تحديد نطاق التأثير لكل من هذه المحطات باستخدام طريقة تيسين Thiessen Method (Han and Bray, 2006, p. 1)، وذلك لتوضيح المساحات المتأثرة بكل محطة وتحديد المحطة المؤثرة على منطقة الدراسة (شكل ٧).



شكل (٧) : مواقع محطات قياس الأمطار المحيطة والمؤثرة على منطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الباحث إعتماداً على تطبيق طريقة Thiessen method داخل برنامج ArcGIS.

ويعد معدل سقوط الأمطار على منطقة الدراسة ذو أعماق متفاوتة، حيث يبدأ موسم الأمطار من أواخر شهر أكتوبر ويمتد حتى أوائل أبريل، كما يعتمد توزيع الأمطار زمانياً ومكانياً على الملامح الطوبوغرافية وإتجاه حركة الرياح والسحب الموزعة علي أحواض التصريف المختلفة بمنطقة الدراسة.

وقد تم تحليل بيانات أقصى عمق مطر يومي للمحطات السابقة في الفترة بين عام ١٩٦٣م لمحطة المصانع وحتى عام ٢٠١٠م لمحطة الأرصاد الجوية "مطار الملك خالد" بمدينة الرياض والتي تم تجميعها من الرئاسة العامة للأرصاد الجوية وذلك لفترة زمنية تقدر تقريباً بمدة ٤٨ عاماً والموضح بياناتها بالجدول رقم (٢) وذلك باستخدام بيانات أقصى عمق مطر يومي سجلت بتلك المحطات لتحليل بيانات الأمطار والتعرف على كميات الأمطار والسيول التي حدثت، والدراسة التحليلية للبيانات بهدف الوصول إلى القيم التصميمية التي سيتم إستخدامها فى حساب قيم الجريان السطحى وتدفقات السيول في الأودية المؤثرة على منطقة الدراسة.

جدول (٢) : بيانات محطات قياس الأمطار المستخدمة فى الدراسة.

م	المحطات	سنوات التسجيل	عدد السنوات	Geodetic Coordinate System WGS 84	
				Longitude (E)	Latitude (N)
١	مطار الملك خالد الدولي	١٩٨٥ – ٢٠١٠	٢٦	١٨ً ٤٣َ ٤٦°	٣٠ً ٥٥َ ٢٤°
٢	القاعدة الجوية	١٩٨٦ – ٢٠١٠	٢٧	٠٨ً ٤٣َ ٤٦°	٢٥ً ٤٢َ ٢٤°
٣	سد وادي حنيفة	١٩٦٥ – ٢٠٠٥	٤١	٤٨ً ٣١َ ٤٦°	٢٨ً ٤٦َ ٢٤°
٤	المصانع	١٩٦٣ – ٢٠٠٦	٤٤	٣٨ً ٤٤َ ٤٦°	١١ً ٣٨َ ٢٤°

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

يوضح الشكل (٧) توزيع مواقع محطات قياس الأمطار بالمنطقة ونطاقات التأثير فيما بينها باستخدام طريقة Thiessen method وذلك لتوضيح المساحات المتأثرة بكل محطة، ويتضح أن محطات أرصاد مطار القاعدة الجوية ومطار الملك خالد وسد وادي حنيفة هم المؤثرين على حوض تصريف الأيسن، وتقع

بياناتهم في فترة زمنية ما بين عامي ١٩٦٣م إلى ٢٠١٠م أي لمدة ٤٨ عاماً وهي فترة زمنية تعد مناسبة لتحليل الأمطار بالمنطقة. وعليه سيتم حساب الوزن النسبي لكل محطة من المحطات الأربعة ثم استخراج المتوسط العام لقيم الأمطار بمدينة الرياض، حيث سيتم إستخدام هذه البيانات في التحليلات الإحصائية والإحتمالية لتوزيع المطر بمنطقة الدراسة لأزمنة تكرارية مختلفة، كما هو موضح بالجدول رقم (٢).

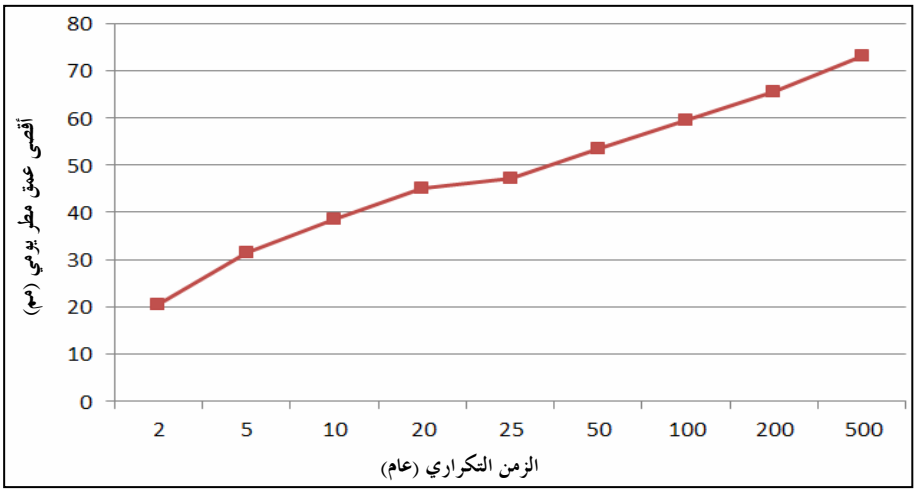
ونظراً لأن هدف الدراسة تقييم مدى كفاءة النظام الهيدرولوجي بحوض وادي الأيسن والمناطق العمرانية به، فإنه سيتم العمل على بيانات الأمطار المعتمدة لدى أمانة منطقة الرياض والتي تم من خلالها تحليل بيانات الأمطار الساقطة على محطات قياس الأمطار بمدينة الرياض حيث قامت أمانة منطقة الرياض بتحديث بيانات المحطات حتى عام ٢٠١٥ لتمتد عدد سنوات الرصد التي تم تحليل قيم أقصى عمق مطر يومي لها من عام ١٩٦٣م إلى ٢٠١٥م أي لمدة ٥٣ عاماً وهي فترة زمنية مناسبة لتحليل الأمطار كما هو موضح في الجدول رقم (٣) والشكل (٨). وسيتم الإعتماد على نتائج هذه البيانات في التنبؤ بالتصرفات القصوى وحجوم مياه السيول مستقبلاً. وتحليل العاصفة التصميمية لها عند الأزمنة التكرارية المحتملة ٢٥ و ٥٠ و ١٠٠ عاماً، والتي بناءاً عليها يتم العمل حاليا في تصميم وإدارة مشاريع السيول بأمانة منطقة الرياض، لذا سيتم تناول هذه البيانات في الدراسة حتى تتسق نتائج الدراسة مع المخرجات الهيدرولوجية الرسمية لمنطقة الرياض جدول (٤).

وبناءً على نتائج التحليل الإحصائي تبين أن قيم الأمطار بمدينة الرياض تقدر بحوالي ٣٤,٧ مم، ٤٣,٣ مم و ٤٩,٩ مم و ٥٦,٦ مم وذلك للأزمنة التكرارية ١٠، ٢٥، ٥٠ و ١٠٠ عام على الترتيب.

جدول (٣) : أقصى قيم سجلت لقياس عمق المطر اليومي
على مدينة الرياض خلال الفترة من ١٩٦٣ إلى ٢٠١٠.

التسلسل	السنة	أقصى هطول للأمطار (مم/اليوم)	التسلسل	السنة	أقصى هطول للأمطار (مم/اليوم)
١	١٩٦٣	١١,٥	٢٥	١٩٨٧	١٩,٣
٢	١٩٦٤	٥١,٥	٢٦	١٩٨٨	٢٠
٣	١٩٦٥	٣٦,٥	٢٧	١٩٨٩	١٨,٩
٤	١٩٦٦	٨,٢	٢٨	١٩٩٠	١٥
٥	١٩٦٧	٢٢,٤	٢٩	١٩٩١	١٥
٦	١٩٦٨	٣٩,٤	٣٠	١٩٩٢	١٥
٧	١٩٦٩	٢١,٢	٣١	١٩٩٣	٢٩,١
٨	١٩٧٠	٥,٧	٣٢	١٩٩٤	١٤,٤
٩	١٩٧١	٢٣,١	٣٣	١٩٩٥	٤٠,٧
١٠	١٩٧٢	٢٧,٣	٣٤	١٩٩٦	٣٠,٣
١١	١٩٧٣	١٢	٣٥	١٩٩٧	٣٠,١
١٢	١٩٧٤	٨,٥	٣٦	١٩٩٨	١٩,٥
١٣	١٩٧٥	٣١	٣٧	١٩٩٩	١٢,٩
١٤	١٩٧٦	٢٠,٩	٣٨	٢٠٠٠	١٤
١٥	١٩٧٧	٩,٣	٣٩	٢٠٠١	٢٠
١٦	١٩٧٨	٢٩,١	٤٠	٢٠٠٢	١٤,٢
١٧	١٩٧٩	١٤,٢	٤١	٢٠٠٣	٢٩,١
١٨	١٩٨٠	٢٠,٨	٤٢	٢٠٠٤	٢١,٤
١٩	١٩٨١	٥,٨	٤٣	٢٠٠٥	٢٥,٦
٢٠	١٩٨٢	١٩,٨	٤٤	٢٠٠٦	٢٢,١
٢١	١٩٨٣	١٨,١	٤٥	٢٠٠٧	١٥,٣
٢٢	١٩٨٤	٢٧,٦	٤٦	٢٠٠٨	٢٥,٩
٢٣	١٩٨٥	٢١,٩	٤٧	٢٠٠٩	١٦,٧
٢٤	١٩٨٦	٢٠,٨	٤٨	٢٠١٠	١٩,٩

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة وأمانة مدينة الرياض – الدراسات الهيدرولوجية.



شكل (٨) : منحنى التوزيع الإحصائي لقيم أقصى عمق مطر يومي لمدينة الرياض عند الأزمنة التكرارية المختلفة.

المصدر: من إعداد الباحثة إعتماداً على بيانات الجدول السابق.

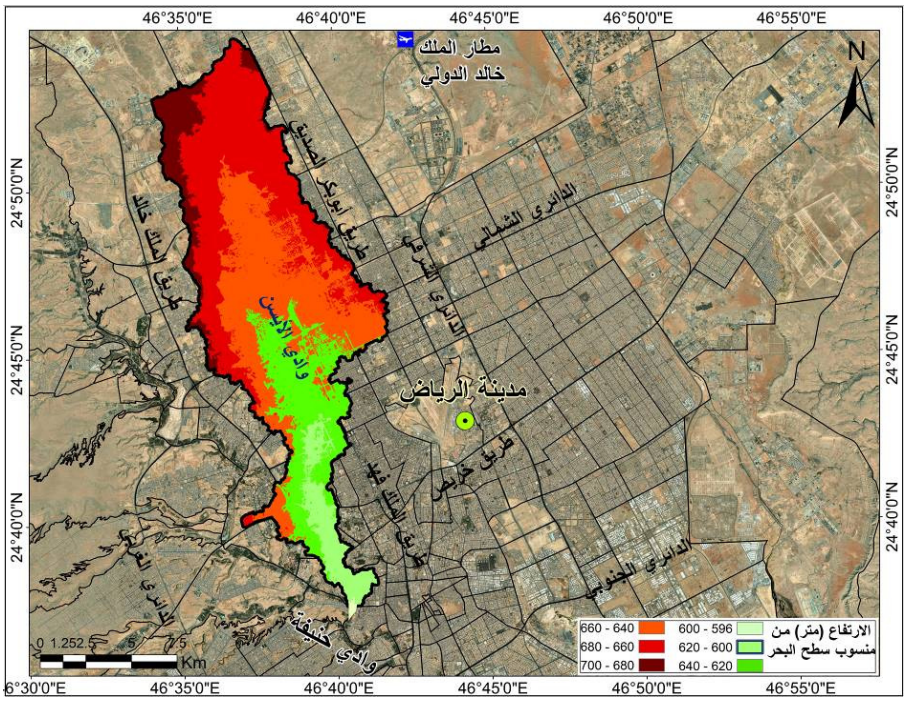
جدول (٤) : التوزيع الإحصائي لأقصى قيم عمق للأمطار اليومية لمدينة الرياض عند الأزمنة التكرارية المختلفة.

الزمن التكراري (عام)	قيم أقصى عمق مطر يومي (مم)
٢	٢٠,٣٦
٥	٣١,٤٣
١٠	٣٨,٥٣
٢٠	٤٥,١٥
٢٥	٤٧,٢٠
٥٠	٥٣,٤٤
١٠٠	٥٩,٥٠
٢٠٠	٦٥,٤٢
٥٠٠	٧٣,١٢

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

ثانياً – الخصائص الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة وأحواض التصريف المؤثرة عليها :

يقع حوض وادي الأيسن البالغ مساحته نحو ١٧٣ كم^{٢} وتتراوح مناسيبه بين ٥٩٦ : ٧٠٠ م فوق سطح البحر (شكل ٩)؛ في منطقة شبه سهلية خاصة النطاق الأوسط والجنوبي منه، بينما تزيد معدلات تضرسه وإنحداره في الجزء الأعلى منه وتصل أقصاها عند حوافه الشمالية والشمالية الغربية والشمالية الشرقية، حيث يتضح أن المناطق المتضرسة منه تمثل مناطق منابعه وتتراوح بين منسوب ٦٦٠ : ٧٠٠م وتبلغ مساحتها نحو ٧٢ كم^{٢} بنسبة ٤٢% من مساحة الحوضية، بينما تبلغ مساحة النطاقات السهلية بالحوض الواقعة بين منسوب ٦٩٥ : ٦٦٠ م نحو ١٧١ كم^{٢} وتمثل ٥٨% من مساحته.



شكل (٩) : نموذج الإرتفاعات الرقمي DEM لحوض تصريف منطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الباحثة إعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي دقة ١م من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية.

وقد تم تحديد نقطة مخرج حوض التصريف عند نهاية مسار وادي الأيسن ومصبه في وادي حنيفة، حيث يعد الأيسن أحد الروافد الرئيسية ذات الإمتداد الشمالي الجنوبي الرافدة لوادي حنيفة، ويفصل الحوض عن وادي حنيفة غرباً خط تقسيم المياه الفاصل بينهما وهي منطقة حدث بها تغيرات مورفولوجية عديدة نتيجة النمو العمراني وإمتداد الطرق غرب الرياض والذي أثر على مسارات الأودية واصبحت الشوارع في العديد من المناطق على مستوى الحوض الناقل الرئيس للمياه أثناء التساقط المطري على منطقة الدراسة كما سيتم توضيحه لاحقاً ضمن الاشكال أرقام (١١، ١٤، ١٧) عند استخراج شبكة التصريف المائي للأودية وتناول شبكة التصريف والتحليل الهيدرولوجي للحوض. ويمكن تناول الخصائص الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة من خلال:

١) الخصائص المورفومترية:

يعتبر حوض التصريف نظام مورفولوجي محدد يتحكم في خواصه الهندسية قوانين تربط بينها علاقة متبادلة لا يمكن تحديد خصائصها وطبيعتها إلا بعد دراسة وقياس المتغيرات المختلفة التي تتحكم بها (مقداد حسين و خليل ابراهيم، ١٩٩٩، ص ٩٣)، ومن خلال الاستعانة بالمرئيات الفضائية LandSat-8 و Sentene-l2 والخرائط الطبوغرافية والجيولوجية تم تحديد بعض الخصائص المورفومترية لحوض وادي الايسن الموضحة بالجدول رقم (٥) كما يلي:

جدول (٥) : بعض الخصائص المورفومترية لحوض وادي الايسن.

مساحة الحوض (كم٢)	١٧٣,١	معامل الشكل للحوض	٥,٨٩٠
طول الحوض (م)	٣١٩٢١,٩	المنسوب المتوسط للحوض (م)	٦٥٣,٥
محيط الحوض (م)	١٤٨١٨٩	ميل أطول مسار مياه (م/م)	٠,٠٠٢
أطول مسار للوادي (م)	٤٥٧٣٦,٠	ميول الحوض (م/م)	٠,٠٥١
أطول لمسار مياه (م)	٤٦٢٢٩,٢	أطوال المجاري (كم)	٩٧٧,٢

المصدر: من إعداد الباحثة إعتماداً على نتائج التحليل الهيدرولوجي لأحواض التصريف بإستخدام برنامج WMS.

٢) الخصائص المساحية:

للتكوينات الصخرية وخصائصها الليثولوجية والبنيوية بالإضافة للظروف المناخية دور في تحديد الخصائص المورفومترية لحوض وادي الايسن حيث قدرت مساحته نحو ١٧٣,١ كم^{٢} بطول حوض وصل إلى ٣١,٩٢ كم ومتوسط عرض بلغ نحو ٦ كم، وبأقصى مسار لطول واديه حسب بنحو ٤٥,٧٤ كم بينما بلغوأطول مسار لجريان مياهه ٤٦,٢٣ كم، في حين بلغ محيط حوضه الذي يمثل خط تقسيم مياه بينه وبين الأحواض المجاورة له نحو ١٤٨,٢٠ كم. بينما يبلغ معدل انحدار الحوض ٠,٠٥١ م/م.

٣) الخصائص الشكلية:

تأثر الخصائص الشكلية في هيدرولوجية الصرف المائي لحوض التصريف إذ من خلالها تحدد كمية التغذية المائية لمجراه وما يترتب عليها من متغيرات أخرى قد تتحكم في ذروة التصرف وزمن التأخر وأيضا تمكن من فهم التطور الجيومورفولوجي والعمليات المشكلة له وتأثيرها على حجم التصريف النهري وتحديد درجة خطورة فيضانه (نوير الحربي، ٢٠٠٧م، ص ٢٢)، ومن أهم الخصائص الشكلية للحوض هي معامل الشكل[١] الذي يبلغ ٥,٥٨ ويشير ذلك أن الحوض يأخذ الشكل الطولي المائل للمثلث حيث يبلغ أقصى عرض له في مناطق منابعه وجزئه الأعلى والأوسط بينما يبدأ يضيق في القسم الأدنى من الأوسط وفي مجراه الأدنى عند منطقة مصبه والتقائه بوادي حنيفة، ويساعد هذا الشكل للحوض في حدوث السيول، ويرجع ذلك لتأثر مناطق تقسيم مياهه بالظروف البنيوية والليثولوجية واختلاف استجابة صخوره لعوامل التعرية والتجوية بالإضافة لتأثر الحوض باستخدامات الأرض المتعددة به.

---

(١) تم استخراج قيمة معامل الشكل وفق العادلة التالية :

$$\text{معامل الشكل} = \frac{\text{مساحة الحوض كم}^{٢}}{\text{مربع طول الحوض كم}}$$

(Gregory and Walling, 1973, p. 51)

٤) الخصائص التضاريسية:

أ- معدل التضرس:

يعبر معدل التضرس عن مدي تضرس الحوض بالنسبة لطوله، ويشير هذا المعدل بصورة مباشرة إلي درجة انحدار الحوض (Strahler, 1957, p. 918) وترتفع قيمته مع زيادة الفارق بين أدني وأعلي نقطة في الحوض. ويتم حسابه من المعادلة التالية:

$$\text{معدل التضرس} = \frac{\text{تضاريس الحوض (الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض بالمتر)}}{\text{أقصي طول للحوض (كم)}}$$

(Schumm, 1956, p. 612)

$$\text{معدل التضرس لحوض وادي الأيسن} = \frac{١٠٤\text{م}}{٣١,٩٢٢\text{ كم}} = ٣,٢٦$$

بتطبيق هذه المعادلة على حوض وادي الأيسن يتضح أن معدل التضرس يبلغ (٣,٢٦ م/كم) بمعنى أن كل واحد كيلومتر يصل تضرسه نحو ٣,٢٦ متر وهي قيمة منخفضة تشير إلى قلة تضرسه.

ب- كثافة التصريف:

تعد كثافة التصريف من أهم الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف، لكونها تمثل مؤشراً يعكس مدي تعرض أسطح الأحواض لعمليات النحت والتقطيع بواسطة المجاري المائية. وتتوقف قيمة الكثافة التصريفية على كمية الأمطار التي تسقط على الحوض ومعدلات التبخر والتسرب والنفاذية (جودة حسنين وآخرون، ١٩٩١، ص ٣٣٨). وتعد كثافة التصريف التي بلغت بحوض منطقة الدراسة ٨,٤٥ كم/كم^{٢} من أهم خصائص شبكة التصريف المائي التي يعتمد عليها في التمييز بين الأحواض حيث يصنف الحوض ضمن المناطق التي تتميز بكثافة متوسطة الخشونة حسب تصنيف استريلر (Strahler, 1957, pp. 913-920) والتي

تعكس دور الأمطار، والوضع الطبوغرافي، ونوعية الصخور والرواسب السطحية في المنطقة.

$$\text{كثافة التصريف} = \frac{\text{إجمالي أطوال المجاري (كم)}}{\text{مساحة حوض التصريف (كم}^2\text{)}}$$

(Horton, 1945, p. 283)

$$\text{كثافة التصريف} = \frac{٤٤٨,٥٣}{١٧٣,١} = ٨,٤٥ \text{ كم/كم}^2$$

ج – قيمة الوعورة:

تعبر قيمة الوعورة عن العلاقة بين كثافة التصريف والتضرس، وتحسب قيمة الوعورة من المعادلة التالية:

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{تضاريس الحوض} \times \text{الكثافة التصريفية كم/كم}^2}{١٠٠٠}$$

(Strahler, 1958, p. 289)

$$\text{قيمة الوعورة لحوض الأيسن} = \frac{٨,٤٥ \times ٣,٢٦}{١٠٠٠} = ٠,٠٣$$

وتنخفض قيمة هذا المعامل في منطقة الدراسة حيث بلغت ٠,٠٣ وذلك لانخفاض تضرس الحوض الناتجة من تجانس طبيعة صخوره الجيرية وقلة وعورة أراضيه.

د– التكامل الهبسومتري:

تعد طريقة (Strahler, 1952) من أكثر الطرق الكميه شيوعا لتحديد المرحلة العمرية لأحواض التصريف، وتعتمد هذه الطريقة على العلاقة بين متغيرين هما المساحة الحوضية والارتفاع الطبوغرافية، وتتيح هذه الطريقة الفرصة لإجراء

مقارنات بين الأحواض من حيث المرحلة العمرية التي تمر بها وتطورها الجيومورفولوجي (Chorley, 1954, pp. 9-94)؛ والتي تم حسابها وفقا للمعادلة التالية :

$$\text{التكامل الهبسومتري} = \frac{\text{مساحة الحوض (كم}^2\text{)}}{\text{التضاريس الحوضية (م)}}$$

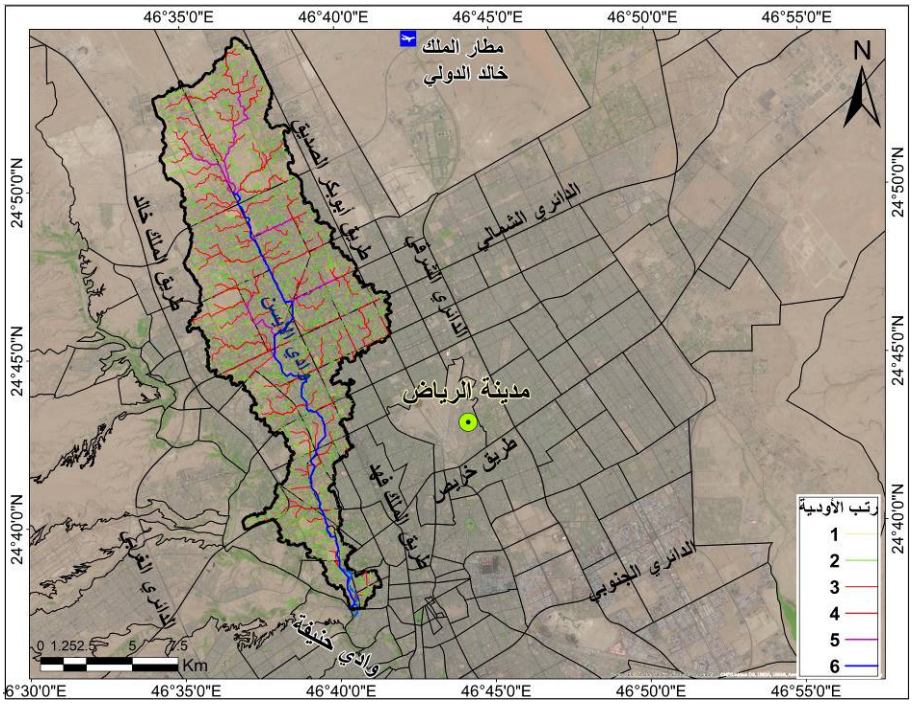
$$\text{أي أن التكامل الهبسومتري في الحوض} = \frac{\text{١٧٣,١ كم}^2}{\text{٣,٢٦ م}} = ٥٣,١$$

حيث تتراوح قيم التكامل الهبسومتري بين ٠ : ١٠٠ إذ إن القيم المنخفضة تشير إلى حداثة العمر الزمني وصغر مساحتها الحوضية، ويمكن معرفة مرحلة عمر الأحواض المائية بالإعتماد على مساحة الحوض وتضاريسه، وتحديد وصول الدورة الحتية في أي حوض، وقد سجل حوض وادي الايسن قيمة بلغت نحو ٥٣,١ والتي تدل على مروره بمرحلة متعادلة حيث تشير الزيادة في قيمة هذا المعامل إلى زيادة المساحة على التضاريس بمعنى أن التعرية المائية كبيرة شملت مساحة واسعة من الحوض.

٤) خصائص شبكة التصريف وتشمل:

أ- أعداد ورتب المجاري:

تعد دراسة رتب الأودية وأعدادها أولى الخطوات لتحليل شبكة التصريف وتصنيفها وما يرتبط بها من خصائص أخرى، وقد تم الاعتماد على طريقة (Strahler, 1957, p. 914) لأنها تعد أسهل الطرق وأكثرها شيوعاً واستخداماً، كما أنها لا تخل بالشكل التسلسلى لنظام شبكة التصريف (محمود خضر، ١٩٩٧، ص ٢٧٦)، ويوضح الشكل (١٠) والجدول (٦)، تصنيف رتب الأودية لحوض الأيسن.



شكل (١٠) : يوضح رتب المجارى لحوض تصريف وادي الأيسن.

المصدر: من إعداد الباحثة إعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي دقة ١م من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية.

جدول (٦) : تصنيف رتب المجارى لحوض تصريف وادي الأيسن.

رتب المجارى	العدد	الطول (كم)
١	١٠٦٦٢	٤٨٥,٦٥
٢	٥٦٥٦	٢٥١,١٨
٣	٣١٣٤	١٣٦,٠٥
٤	١١٩٧	٥٢,٥٦
٥	٥٠٣	٢٢,٠٥
٦	٦١٠	٢٩,٧٢
الإجمالي	**٢١٧٦٢**	**٩٧٧,٢**

المصدر: من إعداد الباحثة إعتماداً على نتائج التحليل الهيدرولوجي لأحواض التصريف بإستخدام برنامج WMS.

ب- معدل النسيج الطبوغرافي:

المقصود بمعدل النسيج الطبوغرافي هو درجة تقطع الحوض بمجاري شبكة التصريف المائي، ويتأثر هذا المعدل بمجموعة من العوامل لعل أهمها الأحوال المناخية والخصائص الجيولوجية والتربة والنفاذية والغطاء النباتي الطبيعي ومرحلة التطور التي تمر بها أحواض التصريف.

$$\text{معدل النسيج الطبوغرافي} = \frac{\text{عدد المجاري المائية في الحوض}}{\text{طول محيط الحوض}}$$

$$\text{معدل النسيج الطبوغرافي لحوض الأيسن} = \frac{٢١٧٦٢}{١٤٨,٢} = ١٤٦,٨ \text{ مجرى/كم}$$

يتضح تميز الحوض بنعومة نسيجه الطبوغرافي حسب تقسيم سميث (Smith, 1950, pp. 600-601) نظراً لوقوعه ضمن منطقة عمرانية تتميز بالانحدارات البسيطة ولطبيعة التكوينات الليثولوجية للصخر.

ج- معدل بقاء المجرى:

يمكن التعرف على قيمة الكثافة التصريفية من خلال حساب معدل بقاء الأودية والذى يستخدم للدلاله على متوسط الوحدة المساحية اللازمة لتغذية الوحدة الطولية من مجارى الشبكة، أى كلما كبرت قيمة معدل بقاء الأودية دل على اتساع المساحة الحوضية بالنسبة لمجموع أطوال المجارى المائية وبالتالى تقل قيمة الكثافة التصريفية ويقل معها مدى خطورة الجريان السيلى.

ومن خلال تطبيق معادلة بقاء الأودية وهى (١ / الكثافة التصريفية) والتى أقترحها (Schumm, 1956) وأوردها (محمود محمد عاشور وأخرون، ١٩٩١، ص ٣٤١) يتضح في الجدول التالي:

جدول (٧) : معدل بقاء الاودية لحوض الأيسن منطقة الدراسة.

الوادي	معدل بقاء الاودية
وادي الأيسن	٠,١٢

المصدر: من إعداد الباحثة إعتماداً على نتائج التحليل الهيدرولوجي لأحواض التصريف بإستخدام برنامج WMS.

ثالثاً – الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي الايسن :

تفيد دراسة هيدرولوجية أحواض التصريف بالمناطق الجافة خاصة تلك الواقعة بالمناطق الحضرية في تحليل مدى إمكانية حدوث الجريان السطحي وكيفية تحقيق الاستفادة منها وكذلك درء أخطار السيول عنها، كما تعبر عن الظروف المناخية السائدة لحوض التصريف والتي يمكن من خلالها تحديد ميزانية الحوض الهيدرولوجية ودرجة خطورتها السيلية وتتمثل في جدول (٨) :

جدول (٨) : بعض الخصائص والمعاملات الهيدرولوجية لحوض وادي الايسن.

	الخصائص الهيدرولوجية
حجم المياه (مليون م^{٣})	**٤,٩٠٦**
معدل التصرف (م^{٣}/ث)	**١٢١**
زمن التصرف (دقيقة)	**١١٤٠**
زمن التركيز/ ساعة	**١٠,٧**
زمن التأخير/ ساعة	**٦,٤**
رقم المنحنى	**٨٦**
معدل المطر (مم)	**٥٩,٥**

المصدر: من إعداد الباحثة إعتماداً على نتائج التحليل الهيدرولوجي لأحواض التصريف بإستخدام برنامج WMS.

١) زمن التأخير:

يمثل الوقت اللازم لبداية الجريان السطحي في الحوض إلى جانب ما يتم فقده بالتسرب المبدئي خلال فترة زمنية محددة ؛ وقد تم استخدام معادلة زمن التأخير (National Engineering Handbook, 2004) التالية في الحسابات الهيدرولوجية بالدراسة:

L^0.8 * ((1000/CN)-10) + 1)^0.7)/(1900*sqrt(Y))

حيث: (L) = طول الحوض، (CN) = قيمة رقم المنحنى، (Y) = معدل انحدار الحوض، وبقياس زمن التباطؤ لحوض منطقة الدراسة تبين أنه بلغ ٦,٤ ساعة وهو ما يشير إلى طبيعة التصريف المعتدلة في الحوض والتي يمكن عن طريقها معرفة الوقت اللازم لحدوث أقصى تسرب في الحوض والتي بعدها تبدأ عملية الجريان السطحي (أحمد سالم صالح، ١٩٨٩، ص ٣٧).

٢) زمن التركيز:

ويقصد به الوقت اللازم للجريان السطحي من أقصى نقطة على محيط الحوض إلى أدنى جزء من مخرجه؛ ويعتمد ذلك على طول الحوض والفارق الرأسي بين أعلى نقطه وأدنى نقطة فيه، وتم تطبيق معادلة زمن التركز (National Engineering Handbook, 2004) في الدراسة وهي:

m * 0.00013 * (L^0.77/S^0.385)

حيث: (m) = معامل ثابت لخشونة السطح يبلغ "١"، (L) = طول مسار المياه، (S) = متوسط انحدار الحوض.

ومن خلالها بلغ زمن التركز ١٠,٧ ساعة؛ وبناءً على ذلك يعتبر زمن طويل نسبياً في وصول المجرى إلى منطقة مصبه مما يعكس التجانس الصخري في المنطقة الذي يتشكل في أغلبه من الحجر الجيري.

٣) حجم الجريان "m^3" (V)[١]:

يعبر عن مجموع الجريان المائي نحو الحوض التي يمكن من خلالها الإستفادة منها عند تحديد مواقع مصائد المياه والمناطق التي تتعرض للغمر وتحديد مواقع بحيرات التخزين أو المواقع المحتملة لآبار المياه. يمكن حساب الجريان السطحى عن طريق المعادلة التالية:

حجم الجريان السطحى = ١,٥ × (مجموع أطوال الروافد) ٠,٨٥

تبين من الدراسة أن حجم التصريف لمياه الحوض بلغ ٤,٩ مليون م^3، بمعدل مطري وصل إلى ٥٩,٥ ملم خلال ١١٤٠ دقيقة أي ما يعادل ١٩ ساعة تقريباً؛ يرجع ذلك لتميز التساقط بالتذبذب من منطقة لأخرى وتأخر سقوطه عن موعده واختلاف شدته وحدوثه بكميات غير ثابتة من عام لآخر؛ ولوجود المنكشفات الصخرية والمساحات الجرداء في بعض الأحياء بالإضافة الى اتخاذ الطرق الاسفلتية كمجاري لها مما ساهم في حدوث جريان سطحي.

٤) معدل التصرف "m^3/s" (P)[٢]:

ويمثل مقدار كمية المياه التي تجمعت من كافة أجزاء الحوض بالمتر^3/ثانية ولقياس هذا المعدل خاصة في الأحواض المحدودة المساحة والتي تقل عن ٤٠٠ كم^2 لابد أن يوضع في الاعتبار أن كل أجزاء الحوض تساهم في إضافة كمية محدودة من المياه إلى حجم التصريف وبشكل ثابت في كل فترة سقوط مطر (أحمد عبدالله، ٢٠٠٦، ص ١٣٠).

---

(١) حجم الجريان المائي: يعبر عن مجموع ما يمكن أن يمر وتصرفه شبكة تصريف الحوض عبر أوديته

(٢) معدلات التصرف: تعبر عن كمية المياه التي يمكن الحوض أن يصرفها في كل عاصفة مطرية.

وهناك العديد من المعاملات التى وضعت لتقدير حجم التصريف بالمتر المكعب؛ وتم الإعتماد هنـــا على المعادلة التالية:

$$Q = AV$$

حيث:

Q = التدفق (م٣/ث)

A = مساحة حوض التصـــريف الجابيـــة، المساحة المقطعية، المساحة، مساحة التصريف (هكتار، كيلومتر مربع)

V = السرعة (م/ث) (عصام عبدالماجد وعباس ابراهيم، ٢٠٠١م)

وبحساب معدل التصرف في حوض وادي الايسن تبين أنه بلغ ١٢١ م^{٣}/ث.

٥) زمن تصريف المياه "min" (T):

يعبر عن الفترة الزمنية اللازمة لحوض التصريف حتى يصرف كافة مياهه من المنابع حتى المصب. ونظراً لصعوبة قياسة ميدانياً أثناء الجريان لذا يقاس من خلال المعادلات الرياضية التالية.

$$\text{زمن التصريف} = \frac{(\text{٠,٣٠٥} \times \text{طول الحوض})^{١,١٥}}{\text{٧٧٠٠} \times (\text{٠,٣٥} \times \text{الفارق الرأسى})^{٠,٣٨}}$$

(محمود خضر، ١٩٩٧، ص ٣٧٦)

وبتطبيقه على حوض وادي الأيسن وجد أن زمن تصريف مياهه وصل إلى نحو ١١٤٠,٠ دقيقة أي ما يعادل ١٩ ساعة تقريباً.

٦) قيمة رقم منحنى السريان "Curve Number "CN:

تم استخدام أحد الطرق واسعة الانتشار لتقدير كميات الفواقد بالتسرب وتسمى رقم المنحنى (CN) Curve Number وتعتمد على نوعية التربة (Soil Type)

وتصنيفها الجيولوجي من حيث نوع الرواسب والصخور ودرجة تشققها، والنسبة المئوية التي يشغلها كل نوع بالنسبة لمساحة حوض التصريف واستخدامات الأراضي به ومنها يتم تحديد قيمة الـــ CN المكافئة لها.

ويتضح من تطبيق نتائج الجدول (٩) على أحواض التصريف والتي تقع في منطقة يغلب عليها المناطق العمرانية إضافة إلى وجود عدد من الطرق الأسفلتية التي تنخفض بها معدلات الفواقد المائية، وتحسباً أيضاً للتوسعات العمرانية في المستقبل سيتم تحديد قيم رقم المنحنى لحوض التصريف وذلك بحساب رقم المنحنى المتوسط (Average CN) للحوض من خلال تحديد مساحات الأراضي ذات الخصائص المختلفة وتحديد رقم المنحنى (CN) المُناظر لكل مساحة (Ai) وقسمته على إجمالي المساحة باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{رقم المنحنى} = \frac{\text{مجموع (رقم المنحنى لمنطقة} \times \text{مساحة المنطقة)}}{\text{مساحة حوض التصريف}}$$

(K.X. Soulis and J.D. Valiantzas, 2012, p. 3)

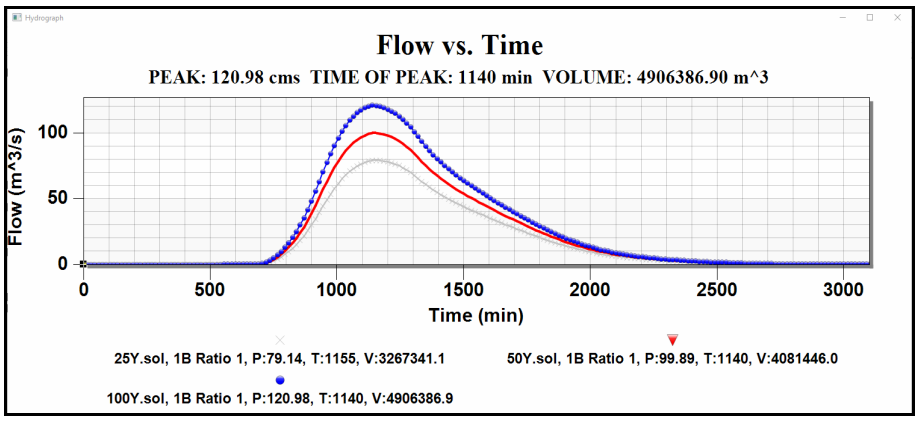
تم استخدام قيمة رقم المنحنى (٨٦) نظراً لكثافة العمران وشبكة الطرق بالمنطقة وقلة المناطق المفتوحة بها مما يقلل الفواقد المائية وزيادة الجريان السطحي.

ويوضح الشكل (١١) هيدروجراف التصرف لحوض وادي الأيسن عند الأزمنة التكرارية للفترات ٢٥ و ٥٠ و ١٠٠ عاماً وذلك لمعدلات التصرف وحجوم المياه وزمن التدفق عبر الحوض كما يلي:

جدول (٩) : قيم رقم المنحنى حسب نوعية التربة واستخدام الأرض للمناطق المختلفة.

Use Description on Input Screen		Description and Curve Numbers from TR-55					
		Cover Description		Curve Number for Hydrologic Soil Group			
		Cover Type and Hydrologic Condition	% Impervious Areas	A	B	C	D
10	Residential 1/8 acre	Residential districts by average lot size: 1/8 acre or less	65	77	85	90	92
11	Residential 1/4 acre	Residential districts by average lot size: 1/4 acre	38	61	75	83	87
12	Residential 1/3 acre	Residential districts by average lot size: 1/3 acre	30	57	72	81	86
13	Residential 1/2 acre	Residential districts by average lot size: 1/2 acre	25	54	70	80	85
14	Residential 1 acre	Residential districts by average lot size: 1 acre	20	51	68	79	84
15	Residential 2 acres	Residential districts by average lot size: 2 acre	12	46	65	77	82

Source: Urban Hydrology for Small Watersheds TR-55, United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Conservation Engineering Division, Technical, Release 55, June 1986.



شكل (١١) : هيدروجراف التصرف لحوض وادي الأيسن عند الأزمنة التكرارية المختلفة.

المصدر: من اعداد الباحثة اعتمادا على مخرجات النموذج الهيدرولوجي WMS.

ووفقاً لنتائج جدول (٨) والشكل السابق (١) والشكل (١١) فإن نتائج الحسابات الهيدرولوجي تبين أن أقصى تصرف عند عاصفة الزمن التكراري ١٠٠ عاماً لحوض وادي الأيسن عند مخرجه وتقدر بـــ ١٢٠,٩٨ م^{٣}/ث وأن أعلى كميات لمياه السيول المنسابة من الحوض تقدر بـــ ٤,٩٠٦ مليون م^{٣}، كما أن زمن وصول هذه السيول لذروتها تم تقديرها بحوالي ١١٤٠ دقيقة ما يعادل ١٩ ساعة تقريباً.

ونظراً للتطور العمراني الذي شهدته منطقة الدراسة داخل حوض وادي الأيسن إضافة لوجود بعض المنكشفات الصخرية والمساحات الجرداء خاصة في أعالي حوض التصريف والحد الغربي له نجد التعدي على مسارات الأودية الرئيسية واتخاذ الطرق الاسفلتية كمسارات لها مما ساهم في زيادة الجريان السطحي عند مخرج الحوض كما موضح بالجدول (٨) والشكل (١) السابقين واللوحة (٢).

ووفقاً لما تم من تحليلات مورفولوجية وميتيورولوجية وهيدرولوجية لحوض وادي الأيسن سيتم تحديد مدى كفاءة النظام الهيدرولوجي وأعمال الحماية وتصريف مياه السيول بالحوض وذلك من خلال تحليل المناطق الحرجة المعرضة لغمر المياه، وعمل نمذجة مكانية Spatial Modeling لتحليل مناطق الخطورة بالحوض ومعالجتها.

اللـــوحة (أ) في حي حطين ناظراً باتجاه مجمع رياض بارك التجاري.

اللـــوحة (ب) في غرب حي النفل.

اللوحة (ج) في حي الغدير خلف مدارس المملكة.

لوحة (٢) : صور تظهر المساحات الجرداء في مناطق متعددة والتي تمثل مسارات لمجرى حوض وادي الايسن تتخللها طرق اسفلتية بهدف تخطيطها لأنشطة سكنية أو تجارية.

المصدر: الدراسة الميدانية.

رابعاً – التحليل المكاني لكفاءة النظام الهيدرولوجي بحوض الأيسن :

سيتم إجراء عدد من التحليلات لتحديد مدى كفاءة حركة السريان المائي بالحوض وفقاً للإجراءات التالية:

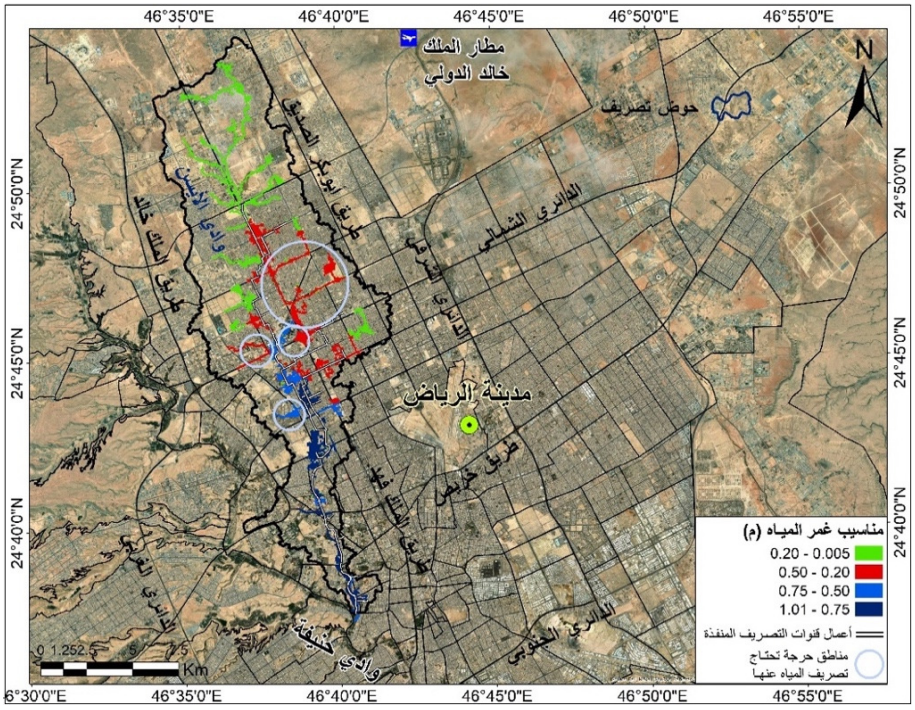
١) خارطة غمر وتجمعات المياه داخل حوض وادي الأيسن:

تم إستخدام أحد برامج التحليل الهيدرولوجي الحديثة المتخصصة في دراسة وتحليل المناطق المعرضة للغمر وتجمعات المياه وهو برنامج GIS Flooding Tools (GFT) التابع للمساحة الجيولوجية الأمريكية United State Geological Survey (USGS) بالتعاون مع جامعة Colorado والمتوافق مع برنامج Arc GIS، ثم معايرة نتائج هذه التحليلات مع الخرائط الطبوغرافية والمرئيات الفضائية والزيارات الحقلية لهذه المناطق الحرجة مما يعطي صورة كاملة لدراسة الغمر للخروج بأفضل محاكاة لمناطق غمر وتجمعات مياه السيول والأمطار.

ويتضح من تحليل خارطة الغمر (شكل ١٢) والجدول رقم (١٠) ومطابقتها بمشاريع أعمال تصريف مياه الأمطار والسيول القائمة وذلك لتحديد مدى كفاءة النظام الهيدرولوجي بالمنطقة وجد بعض المناطق ذات درجة متوسطة الخطورة حيث تغمرها المياه بين منسوب ٠,٢٠ و ٠,٥٠ م وأخرى مرتفعة الخطورة تتراوح بين ٠,٥٠ و ٠,٧٥ م وهذه المناطق لا تغطيها شبكة تصريف مياه وتحتاج لربطها بشبكة التصريف القائمة، وتبين من ذلك أن أكثر الأحياء المعرضة لخطر الغمر هي (المروج – الغدير – الربيع – الصحافة – حطين – جامعة الملك سعود)، وأهم المناطق الحرجة بهذه الأحياء هي منطقة "مركز الملك عبد الله المالي" وتقاطع طريق الملك فهد مع الدائري الشمالي ومنتزه Wonderland، اللوحة السابقة رقم (١) واللوحة (٣).

حيث تبلغ إجمالي مساحة المناطق المعرضة للغمر نحو ١٦,٤ كم^{٢} وتمثل نحو ٩,٥% من إجمالي مساحة حوض تصريف وادي الأيسن البالغ ١٧٣ كم^{٢}، بينما يبلغ مساحة المناطق المعرضة لخطر الغمر وغير مغطاه بشبكة تصريف مياه الأمطار والسيول نحو ٣,٣ كم^{٢} بما يعادل ٢٠% من إجمالي المناطق المعرضة للغمر، ليتضح أن نسبة كفآة النظام الهيدرلوجي الذي يغطي المناطق المعرضة

للغمر بحوض وادي الأيسن تبلغ نحو ٨٠% وهي نسبة جيدة نظراً للأهمية العمرانية واستخدامات الأراضي الحيوية بمنطقة الدراسة التي ساهمت في وجود أولوية لتصريف مياه الأمطار والسيول عن أحياء المنطقة.



شكل (١٢) : مدخلات ومخرجات النموذج لتحليل مواقع غمر المياه.

المصدر: من إعداد الباحثة إعتماداً على بيانات مخرجات النموذج الهيدرولوجي، وبيانات مواقع شبكات تصريف المياه التابعة لأمانة مدينة الرياض.

جدول (١٠) : تصنيف فئات درجات الخطورة لخارطة الغمر بحوض وادي الأيسن.

درجة الخطورة	ضعيفة	متوسطة	عالية	عالية جدا	الإجمالي
إرتفاع المياه (م)	أقل من ٠,٢	٠,٢ – ٠,٥	٠,٥ – ٠,٧٥	٠,٧٥ – ١,٠	
المساحة (كم٢)	٤,٨٦	٥,٨٤	٢,٠	٣,٧٠	١٦,٤
%	٢٩,٦	٣٥,٦	١٢,٢	٢٢,٦	١٠٠

المصدر: من إعداد الباحثة إعتماداً على بيانات مخرجات النموذج الهيدرولوجي، وبيانات مواقع شبكات تصريف المياه التابعة لأمانة منطقة الرياض.

لوحة (٣) : وتمثل صور تظهر أثر أمطار ٢٠١٤م في حي حطين ويتضح في اللوحة اليمين، وعلى طريق الأمير محمد بن سلمان والمسمى سابقا باسم الامير سعود بن محمد بن مقرن.

المصدر: الهيئة الملكية لمدينة الرياض.

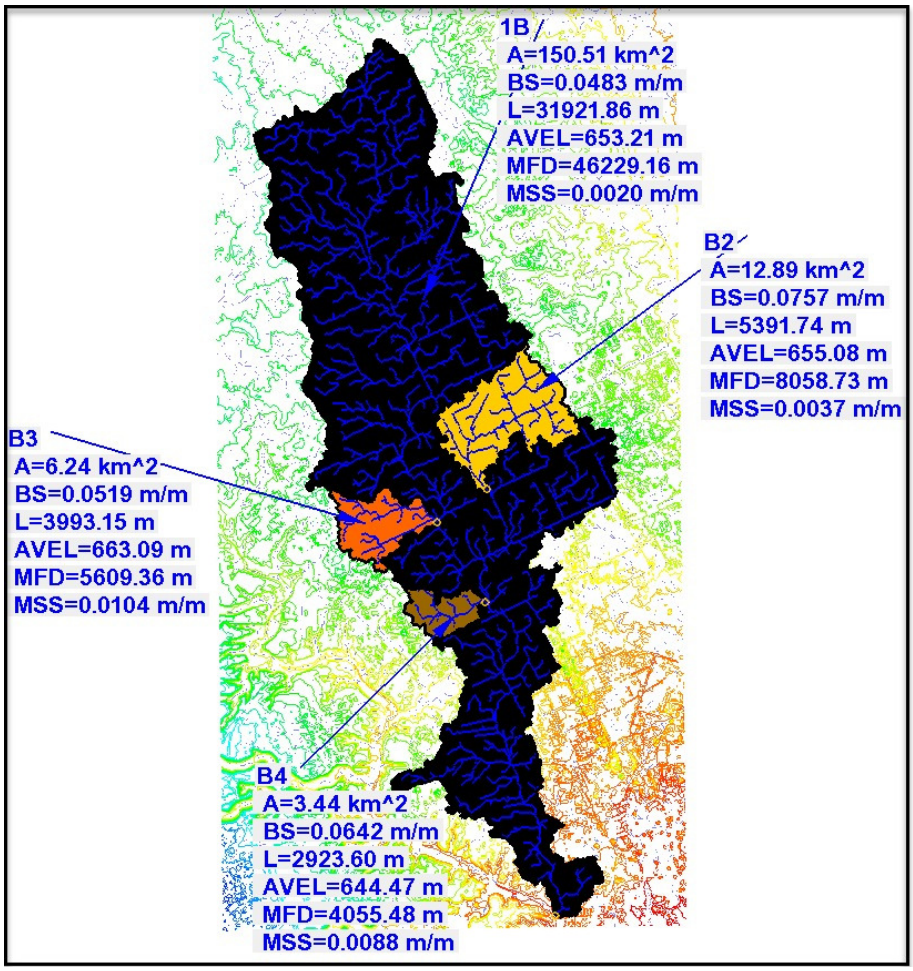
٢) تصريف المياه ودرء أخطار السيول عن المناطق الحرجة المعرضة للغمر:

من خلال النتائج السابقة وتحديد المناطق المعرضة للغمر ودرجات خطورتها، إقترحت الدراسة العمل على إنشاء شبكة تصريف مياه السيول والأمطار بالمنطقة، ونظراً لكثافة النمط العمراني بالمنطقة والتعدي على مسارات الأودية الطبيعية، فسيتم اقتراح انشاء قنوات تصريف صندوقية عبر الشوارع الرئيسية بالمناطق المعرضة لخطر الغمر لإستيعاب تصرفات المياه الزائدة ثم ربطها بشبكة التصريف الرئيسية القائمة لتكتمل منظومة تصريف المياه بالمنطقة (لوحة ٤).

لوحة (٤) : تبرز صورة لصناديق تجميع وقنوات تصريف الأمطار السطحية بحي جامعة الملك سعود.

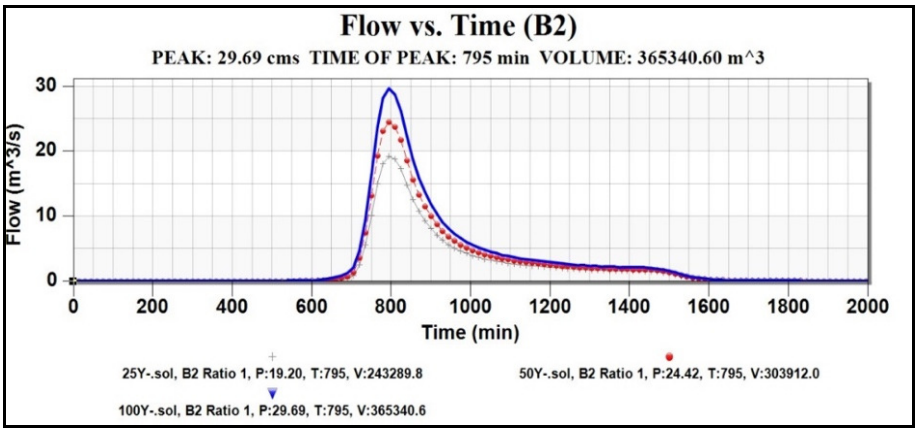
المصدر: من الدراسة الميدانية.

وعليه سيتم تحديد الأحواض الفرعية (Sub Basins) داخل حوض وداي الأيسن الرئيس والمؤثرة على المناطق المعرضة للغمر وهي (B4 , B3 , B2) كما هو موضح بالشكل (١٣)، ثم حساب التصرفات المائية لها كما هو موضح بالأشكال من (١٤-١٩) لهيدروجرافات التصرف لهذه الأحواض الفرعية ومدى تأثيرها على المناطق الحرجة المعرضة للغمر:



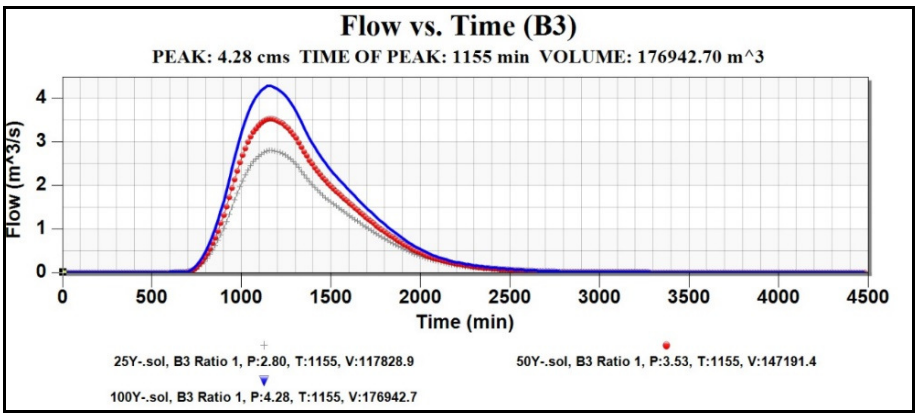
شكل (١٣) : أحواض التصريف الفرعية المؤثرة على المناطق المعرضة للغمر في حوض وادي الأيسن.

المصدر: من إعداد الباحثة إعتماداً على بيانات مخرجات النموذج الهيدرولوجي WMS.



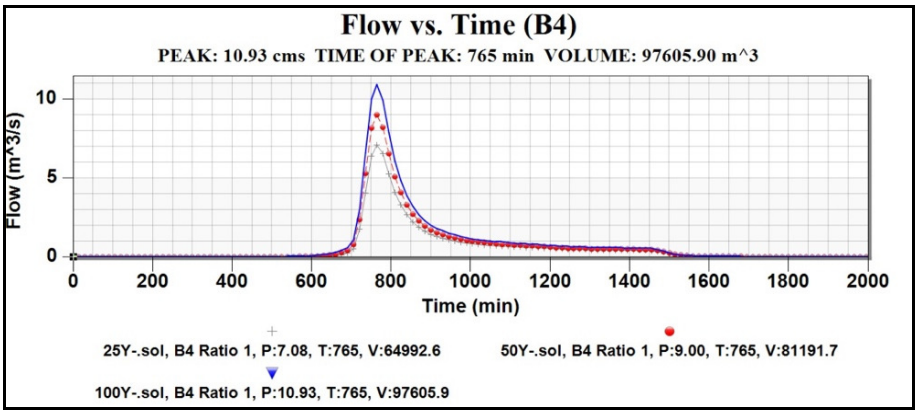
شكل (١٤) : هيدروجراف التصرف لحوض التصريف الفرعي (B2) داخل حوض وادي الأيسن عند الأزمنة التكرارية المختلفة المؤثرة على أحياء (المروج – الغدير – الربيع – الصحافة).

المصدر: من اعداد الباحثة اعتمادا على مخرجات النموذج الهيدرولوجي WMS.



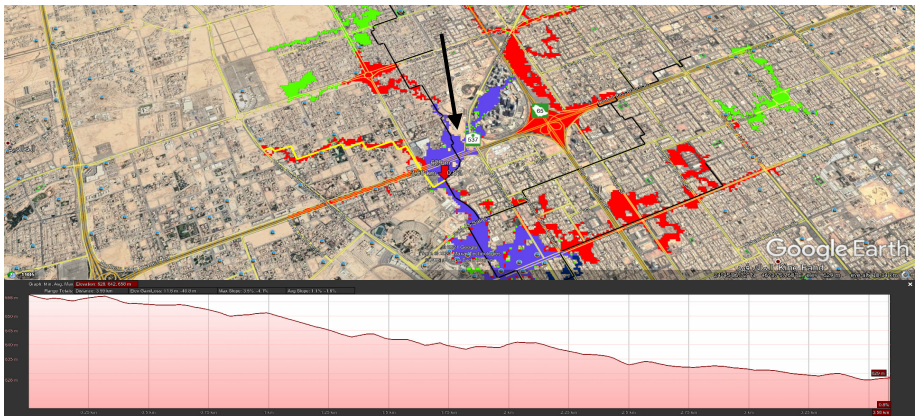
شكل (١٥) : هيدروجراف التصرف لحوض التصريف الفرعي (B3) داخل حوض وادي الأيسن عند الأزمنة التكرارية المختلفة المؤثرة على حي (حطين).

المصدر: من اعداد الباحثة اعتمادا على مخرجات النموذج الهيدرولوجي WMS.



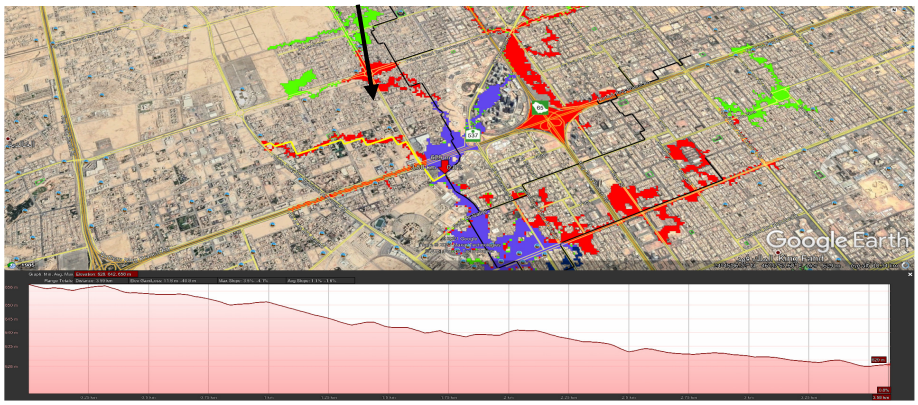
شكل (١٦) : هيدروجراف التصرف لحوض التصريف الفرعي (B4) داخل حوض وادي الأيسن عند الأزمنة التكرارية المختلفة المؤثرة على منطقة حي (جامعة الملك سعود).

المصدر: من اعداد الباحثة اعتمادا على مخرجات النموذج الهيدرولوجي WMS.



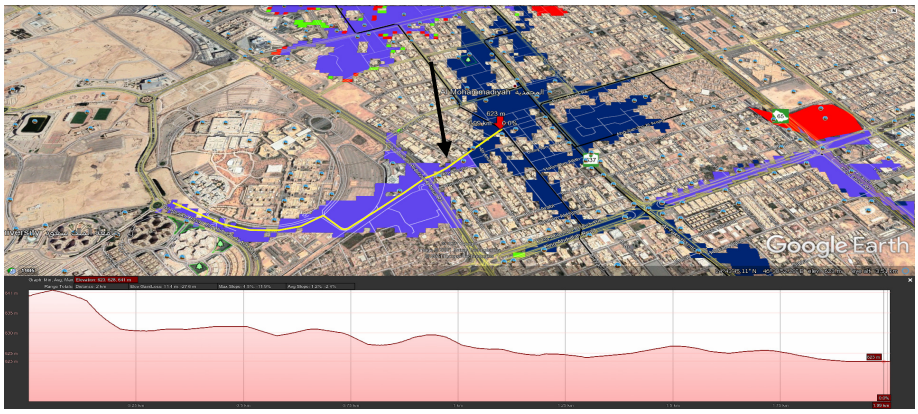
شكل (١٧) : الميل الطولي (٠,٠٠٥ م/م) للقناة المقترحة (C1) عبر حوض التصريف الفرعي (B2).

المصدر: من اعداد الباحثة اعتمادا على مخرجات النموذج الهيدرولوجي WMS.



شكل (١٨) : الميل الطولي (٠,٠٠٨ م/م) للقناة المقترحة (C2) عبر حوض التصريف الفرعي (B3).

المصدر: من اعداد الباحثة اعتمادا على مخرجات النموذج الهيدرولوجي WMS.



شكل (١٩) : الميل الطولي (٠,٠٠٨ م/م) للقناة المقترحة (C3) عبر حوض التصريف الفرعي (B4).

المصدر: من اعداد الباحثة اعتمادا على مخرجات النموذج الهيدرولوجي WMS.

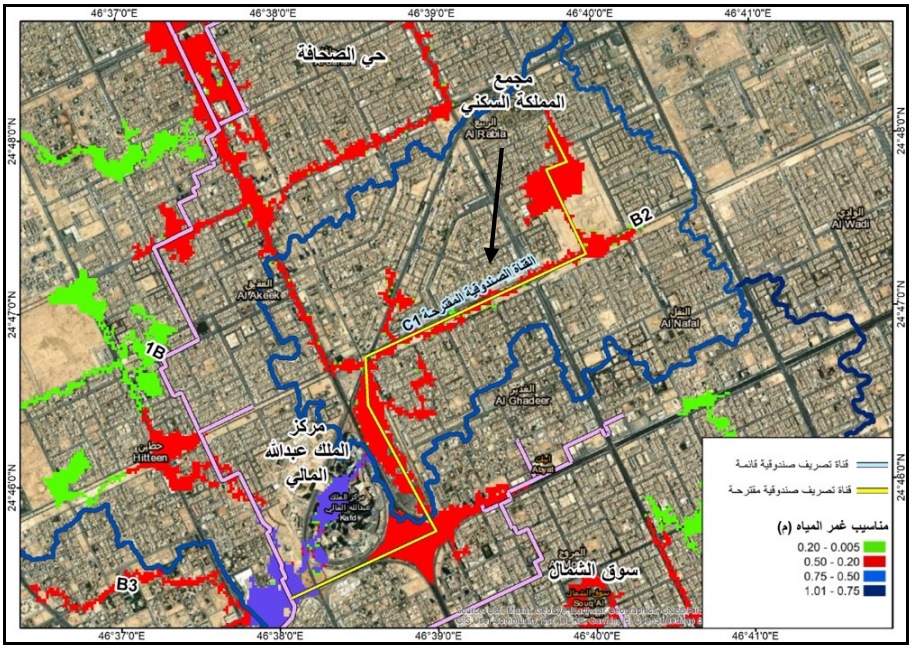
وفقاً لما سبق سيتم تحديد مدى ملائمة القنوات الصندوقية واستيعابها لصرف المياه المنسابة نحوها لتصرفها بعد ذلك إلى شبكة التصريف الرئيسة بالمنطقة، وعليه سيتم إجراء تحليل السريان المائي عبر القنوات الصندوقية بناءاً لعدة معاملات تشمل (معدل التصرف – الميل الطولي للمسار المقترح عبر المناطق المعرضة للغمر – معامل خشونة السطح – أبعاد القناة المقترحة لاستيعاب التصرفات المائية)، ومن ثم سيتم حساب عمق الماء المناسب للسريان داخل القناة المقترحة ليخفض كميات المياه بالمناطق المعرضة للغمر، ويوضح الجدول (١١) الحسابات التي تمت للقنوات الثلاثة المقترحة كما يلي:

جدول (١١) : حسابات السريان المائي بالقنوات المقترحة بالمناطق الحرجة المعرضة للغمر.

	الطول (كم)	الميل الطولي (م/م)	معامل مانينج الخشونة	معدل التصرف (م^{٣}/ث)	أبعاد القناة (م)		عمق سريان المياه
					العرض	الإرتفاع	
القناة C1	٧,٦	٠,٠٠٥	٠,٠١٦	٢٩,٦٩	٤	٢,٠	١,٧٥
القناة C2	٣,٦	٠,٠٠٨	٠,٠١٦	٤,٢٨	٢,٠	١,٠	٠,٦٩
القناة C3	٢,٠	٠,٠٠٨	٠,٠١٦	١٠,٩٣	٣,٠	١,٥	٠,٩٤

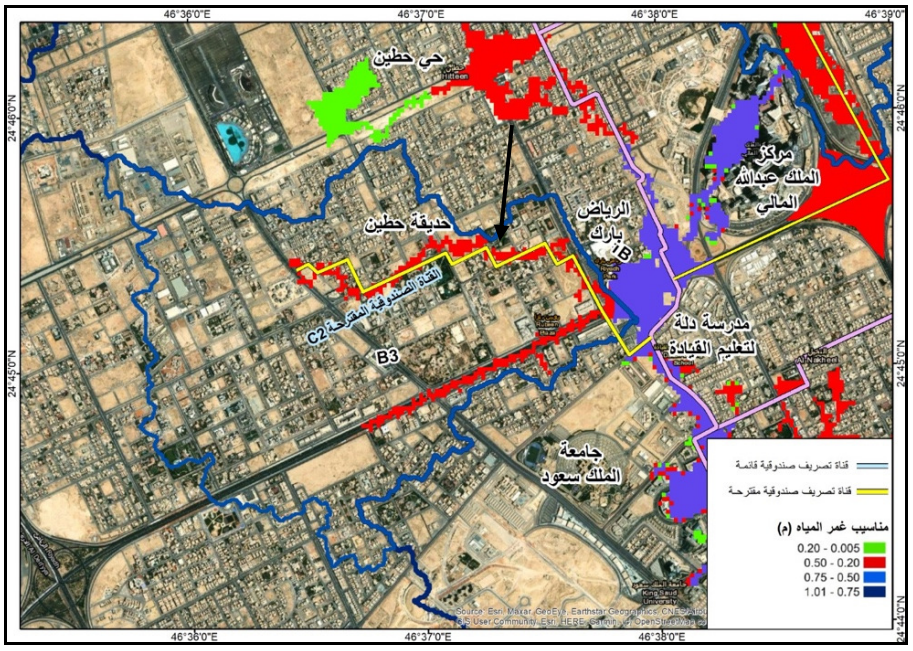
المصدر: من إعداد الباحثة إعتماداً على بيانات مخرجات النموذج الهيدرولوجي، ونتائج حسابات السريان المائي بالقنوات المقترحة.

وقد أظهرت نتائج تحليل السريان المائي ومسارات القنوات المقترحة لتصريف المياه كما في الجدول (١١) والأشكال (٢٠-٢٢) والتي تحاكي مسار المناطق المعرضة للغمر والتحليل المكاني لها مدى قدرتها على تغطية تلك المناطق الحرجة وزيادة كفاءة النظام الهيدرولوجي وتصريف المياه بحوض وادي الأيسن.



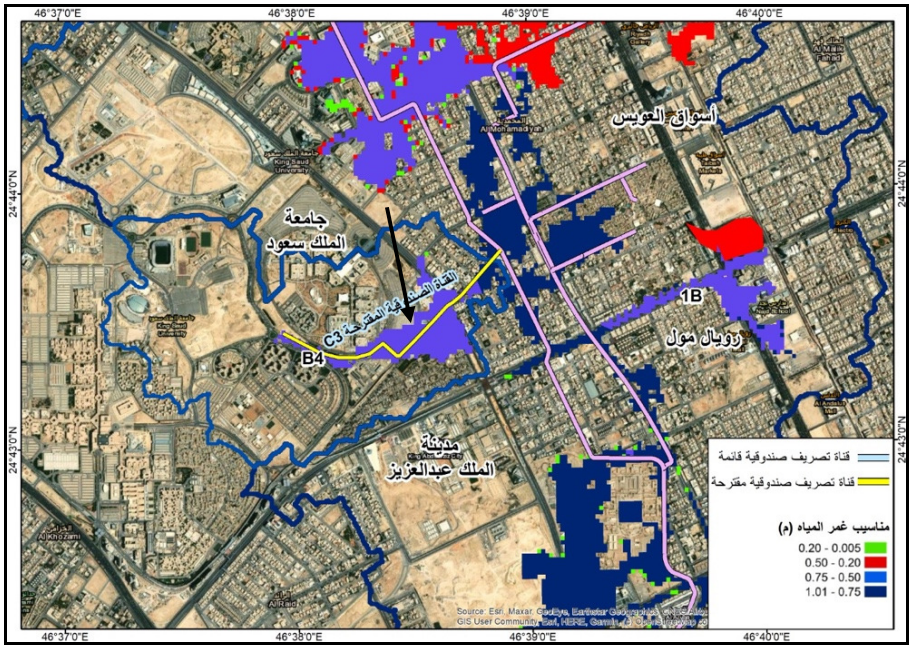
شكل (٢٠) : مسار القناة الصندوقية المقترحة (C1) عبر حوض التصريف (B2).

المصدر: من اعداد الباحثة اعتمادا على مخرجات النموذج الهيدرولوجي WMS.



شكل (٢١) : مسار القناة الصندوقية المقترحة (C2) عبر حوض التصريف (B3).

المصدر: من اعداد الباحثة اعتمادا على مخرجات النموذج الهيدرولوجي WMS.

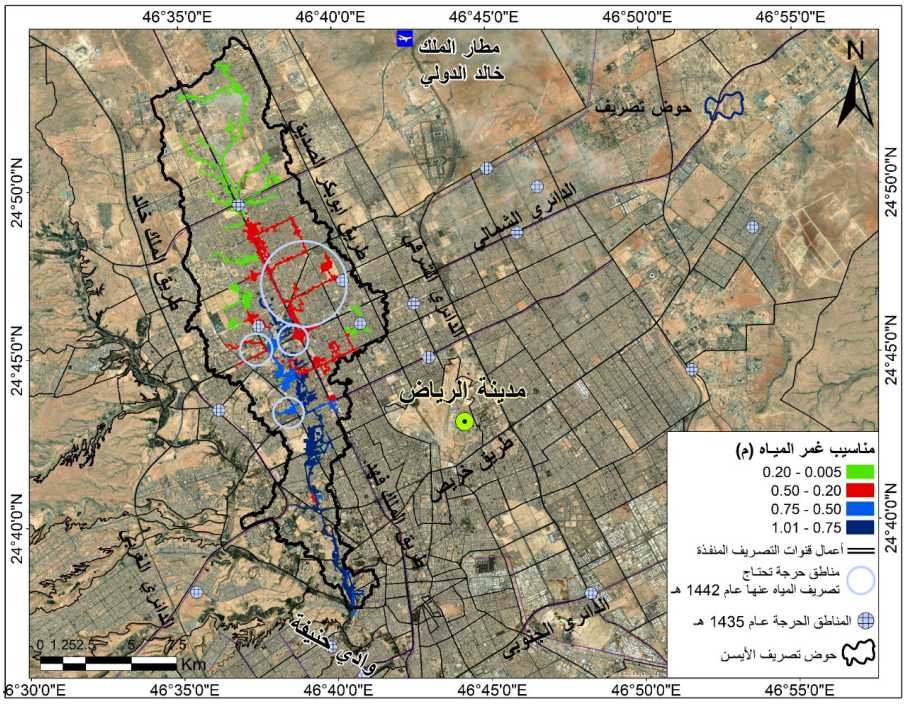


شكل (٢٢) : مسار القناة الصندوقية المقترحة (C3) عبر حوض التصريف (B4).

المصدر: من اعداد الباحثة اعتمادا على مخرجات النموذج الهيدرولوجي WMS.

حيث استنتجت الدراسة أن من أسباب غمر المياه للمناطق الحرجة التي تتجمع بها مياه الأمطار والسيول كان نتيجةً لضعف شبكات تصريف مياه الأمطار وانعدامها في بعض المناطق ويتوافق ذلك مع نتائج دراسات سابقة مثل دراسة (مها العتيبي، ١٤٣٩، ص ٧٩)، وهذا ما أوضحته الدراسة بعد مقارنة مناطق الغمر ومسارات شبكات التصريف بالمنطقة التي لم تغطي المناطق الحرجة؛ وبناء عليه تم إقتراح مسارات شبكات تصريف المياه للمناطق المعرضة للغمر؛ إضافة لذلك أوضحت الدراسة أن أخطار السيول تكون بالغة الخطورة في المناطق الحضرية وهذا ما شهدته مدينة الرياض في الأعوام الماضية واستنتجته الدراسة بتحديد المناطق المعرضة للغمر بعد حساب معدلات التصرف داخل حوض وادي الأيسن والمناطق الحضرية به عند عواصف الأزمنة التكرارية ٢٥ و ٥٠ و ١٠٠ عاماً لكامل الحوض حتى مصبه بوادي حنيفة وذلك على غرار دراسة (Hatim O. Sharif, et al., 2016) التي تناولت المنطقة الشمالية الغربية

لمدينة الرياض ومن ضمنها النطاق الشمالي والأوسط لوادي الايسن حتى طريق الملك عبدالله حيث اعتمدت في تحليلها على استخدام نموذج الإرتفاع الرقمي بدقة ٣٠م، بينما الدراسة الحالية تناولت كامل الحوض حتى جنوب طريق الملك عبدالله بنحو ١١ كم إلى مصب الوادي واستخدمت نموذج الإرتفاع الرقمي DEM بدقة ١٠م لتكون الدراسة أكثر تفصيلية وواقعية وتمثل محاكاة للوضع المورفولوجي بحوض التصريف وبالتالي الوصول إلى نتائج أكثر دقة في مخرجات شبكات التصريف والنموذج الهيدرولوجي، ومن ثم أوضحت الدراسة مناطق حرجة أكثر من الدراسة السابقة (شكل ٢٣)، وكلما زاد التوسع العمراني بالمنطقة بدون تغطية من شبكة تصريف السيول سوف يؤدي إلى مزيد من أخطار الجريان المائي بالمنطقة مستقبلاً.



شكل (٢٣) : مقارنة مخرجات الدراسة الحالية بنتائج دراسة عام ١٤٣٥هـ.

المصدر: من اعداد الباحثة اعتمادا على مخرجات النموذج الهيدرولوجي WMS.

الخلاصة:

تم إجراء الدراسة وتحليل استخدامات الأراضي الواقعة بحوض وادي الأيسن الذي يضم عدد ٣٢ حي والتي تشكل ما نسبته ١٩,٤٪ من أحياء مدينة الرياض البالغة ١٦٥ حي (أطلس استعمالات الأراضي لمدينة الرياض، ٢٠١٩م، ص ٦)؛ بمساحة استخدامات أراضي تصل لنحو ١٦١,٢ كم^{٢}، بينما تبلغ مساحة المناطق الخضراء ٤,١٥ كم^{٢} والمناطق البيضاء ٧,٩ كم^{٢}، وإجمالي أطوال طرق تصل إلى تقريباً ١٥٣٢ كم، ويبلغ عدد السكان نحو ١,٠٤٢ مليون نسمة.

واتضح من خلال القاء الضوء على الخصائص الجيومورفولوجية بالحوض إلى أن نتائج المعادلات المورفومترية لشبكة تصريفه من معامل الشكل وكثافة التصريف واعداد المجاري والنسيج الطبوغرافي وغيرها من المعاملات الجيومورفولوجية الأخرى تتوافق مع طبيعة التكوينات الصخرية وبنيتها الجيولوجية وخصائصها الليثولوجية بالمنطقة.

كما أوضحت أيضاً نتائج الحسابات الهيدرولوجية بالحوض أن أقصى تصرف عند عاصفة الزمن التكراري ١٠٠ عاماً لحوض الأيسن عند مخرجه تقدر بـــ ١٢٠,٩٨ م^{٣}/ث وأن حجوم مياه السيول المنسابة من الحوض تقدر بـــ ٤,٩ مليون م^{٣}، كما أن زمن وصول هذه السيول لذروتها تم تقديرها بحوالي ١١٤٠ دقيقة ما يعادل ١٩ ساعة تقريباً.

بينما أوضح تحليل خارطة الغمر وجود بعض المناطق ذات درجة خطورة متوسطة تغمرها المياه بين منسوب ٠,٢٠ و ٠,٥٠ م وأخرى مرتفعة الخطورة تتراواح بين ٠,٥٠ و ٠,٧٥ م، ويتبين أن أكثر الأحياء المعرضة لخطر الغمر هي (المروج – الغدير – الربيع – الصحافة – حطين – جامعة الملك سعود).

وتبلغ إجمالي مساحة المناطق المعرضة للغمر نحو ١٦,٤ كم^{٢} والتي تمثل نحو ٩,٥% من إجمالي مساحة حوض تصريف الأيسن البالغ ١٧٣ كم^{٢}، بينما يبلغ مساحة المناطق المعرضة لخطر الغمر وغير مغطاه بشبكة تصريف لمياه الأمطار والسيول نحو ٣,٣ كم^{٢} بما يعادل ٢٠% من إجمالي المناطق المعرضة للغمر.

وأوضحت الدراسة أن نسبة كفآة النظام الهيدرلوجي الذي يغطي المناطق المعرضة للغمر بحوض وادي الأيسن تبلغ نحو ٨٠% وهي نسبة جيدة نظراً للأهمية العمرانية واستخدامات الأراضي الحيوية بمنطقة الدراسة.

وقد تم اقتراح انشاء قنوات تصريف مياه للسيول والأمطار عبر الشوارع الرئيسية بالمناطق المعرضة للغمر لإستيعاب تصرفات المياه الزائدة ثم ربطها بشبكة التصريف الرئيسية القائمة لتكتمل منظومة تصريف المياه بالمناطق المعرضة للغمر، وأوضحت نتائج الحسابات الهيدرولوجية مدى قدرة أعمال الحماية هذه على تغطية تلك المناطق الحرجة وزيادة كفاءة النظام الهيدرولوجي وتصريف المياه بحوض وادي الأيسن.

التوصيات:

١- اقتراح انشاء قنوات تصريف مياه السيول والأمطار بالمناطق المعرضة للغمر التي تم تحديدها في الدراسة.

٢- يوصى باستخدام التصريف السطحي لمياه الأمطار من خلال الشوارع الرئيسية بالمناطق ذات درجة الخطورة الضعيفة التي تم تحديدها سابقاً بعمق مياه أقل من ٢٠ سم.

٣- تصميم تطبيق GIS للهاتف النقال ونظام GIS Dashboard يضم منظومة إنذار مبكر للمتابعة اليومية لحالة التصرفات والأمطار بالمنطقة.

المراجع

أولاً – المراجع العربية:

١. ابراهيم الأحيدب (١٤١٧هـ – ١٩٩٦م): "أودية منطقة الرياض، دراسة جغرافية"، جامعة الامام محمد بن سعود الإسلامية، كلية العلوم الاجتماعية، قسم الجغرافيا، الرياض.

٢. أحمد زايد عبدالله (٢٠٠٦م): "المخاطر الجيومورفولوجية بمراكز العمران على ساحل البحر الأحمر"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة القاهرة.

٣. أحمد سالم صالح (١٩٨٩م): "الجريان السيلي في الصحاري – دراسة في جيومورفولوجية الأودية الصحراوية" معهد البحوث والدراسات العربية، جامعة الدول العربية، القاهرة.

٤. أطلس استعمالات الأراضي لمدينة الرياض (١٤٤٠هـ): هيئة تطوير مدينة الرياض، مكتبة الملك فهد الوطنية، الرياض.

٥. الهيئة العامة للإحصاء بالمملكة العربية السعودية (٢٠١٩م): الكتاب الاحصائي للسكان، السكان والخصائص الحيوية. https://www.stats.gov.sa/ar/1007-0

٦. الهيئة الملكية لمدينة الرياض، https://www.rcrc.gov.sa/ar/about-us

٧. حسنين جودة جودة، و محمود محمد عاشور (١٩٩١م): "وسائل التحليل الجيومورفولوجى" الطبعة الأولى، بدون دار نشر، القاهرة ١٩٩١م، ص ٣٢.

٨. عصام محمد عبدالماجد، وعباس عبدالله إبراهيم (٢٠٠١م): "الهيدرولوجيا"، دار جامعة السودان للنشر والطباعة والتوزيع، الخرطوم، السودان.

٩. فضة، اياد بن حكم و الشمراني، عبدالرحمن بن محمد، (٢٠١٤م): "التحليل المكاني للمناطق المهددة بالسيول في شمالي مدينة الرياض باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية"، جامعة الملك سعود.

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

١١. محمود محمد عاشور، وزملاؤه (١٩٩١م): "وسائل التحليل الجيمورفولوجي" القاهرة، الطبعة الأولى.
١٢. مشاعل آل سعود (١٩٩٦م): "التحليل المورفومتري لشبكة التصريف السطحي بحوض وادي نساح"، رسالة الدكتوراه الغير منشورة، قسم الجغرافيا، جامعة الملك سعود.
١٣. مشاعل آل سعود (٢٠١٤م): "دراسة هيدرولوجية وادي السلي بمنطقة الرياض"، الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض.
١٤. مقداد حسين على، و خليل إبراهيم محمد (١٩٩٩م): "السمات الأساسية للبيئآت المائية"، وزارة الثقافة والاعلام، دار الشؤون الثقافية، بغداد.
١٥. مها زيد العتيبي (١٤٣٩هـ – ٢٠١٨م): "انشاء قصة خرائطية عن مخاطر السيول بمدينة الرياض لعام ١٤٣٥هـ"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الملك سعود، الرياض.
١٦. نوير مسري ناعم الحربي (٢٠٠٧م): "النمذجة الآلية لحوض وادي ملكان باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونماذج الارتفاعات الرقمية – دراسة من منظور جيومورفولوجي"، رسالة ماجستير، جامعة أم القرى، مكة المكرمة.

ثانياً – المراجع الأجنبية:

1. Chorley, R.J. (1971): The drainage basin as a fundamental geomorphic unit. In: Introduction to fluvial processes. Editor R. Chorley, pp. 29-52. Mechnen, London
2. Gregory, K.J. and Walling, D.E. (1973): Drainage Basin. Form and Process: A Geomorphological Approach. Edward Arnold, London.
3. Han D., and Bray M. (2006): Automated Thiessen polygon generation. Journal of Spatial Hydrology, Vol. 9, No. 2.
4. Hatim O. Sharif, Farhan H. Al-Juaidi, Abdulaziz Al-Othman, Ibrahim Al-Dousary, Eyad Fadda, Salem J. Uddeen & Almoutaz Elhassan (2016): Flood hazards in an urbanizing watershed in Riyadh, Saudi Arabia. Geomatics, Natural Hazards and Risk, Vol. 7, No. 2, pp. 702-720.
5. Horton, R.E. (1932): Drainage Basin characteristics. Transactions of the American Geophysical Union, 13.

6. Horton, R.E. (1945): Erosional Development of Streams their Drainage Basin. Hydrological Approach to Quantitative Morphology. Geol. Soc. Amer-Bull., Vol. 56.
7. https://hess.copernicus.org/articles/16/1001/2012/
8. https://map.910ths.sa/
9. National Engineering Handbook Hydrology Chapters 9-11, (2004).
10. Powers, R.W., Ramirez, L.F., Redmond, C.D., and Elberg, E.L., Jr, (1966): Geology of the Arabian peninsula: Sedimentary geology of Saudi Arabia .U.S. Geological Survey Professional Paper, 560-D, 147 p. , 14 fig, 1 table, 10 pl.
11. Schumm, S.A. (1956): Evolution of Drainage systems and slopes in badlands at Perth Am bog. New Jersey, Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 67
12. Smith, K.G. (1950): Standards for grading Texture of erosional topography. Amer Jour. Sci. Vol. 248, Septmber.
13. Soulis, K.X. and Valiantzas, J.D. (2012): SCS-CN Parameter Determination Using Rainfall-Runoff Data in Heterogeneous Watersheds: The Two-CN System Approach. Hydrology and Earth System Sciences, 16, 1001-1015.
14. Strahler, A.N. (1958): Dimensional Analysis Applied to Fluvial Eroded Landforms. Geol. Soc. America, Bull., Vol. 69, pp. 279-300.
15. Strahler, A.N. (1957): Quantitataive Analysis of Watershed Geomorphology. Thesis Transactions American Geophysical Union.
16. Strahler, A. (1952): Dynamic Basis of Geomorphology. Geological Society of America Bulletin, 63, 923-938.
17. Tauhidur, R.M., Al-Dosary, A.S., Nahiduzzaman, K.M., Reza, I., (2016): Vulnerability of flash flooding in Riyadh, Saudi Arabia. Springer Science, Business Media Dordrecht August.
18. Urban Hydrology for Small Watersheds TR-55, United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Conservation Engineering Division (1986), Technical, Release 55 June.
19. Vaslet, D., Al-Muallem, M.S., Maddah, S.S., Brosse, J., Fourniguet, M.J., Breton, J.P., and Le Nindre, Y.M. (1991): Explanatory notes to the geologic map of the Ar Riyadh Quadrangle, Kingdom of Saudi Arabia. Geoscience map GM-121, scale 1:250000 sheet 24I. Deputy Ministry for Mineral Resources, Ministry of Petroleum and Mineral Resources, Kingdom of Saudi Arabia. 54 p.

Assessment of The Impact of Urban Growth and Protection Works to Ward Off The Dangers of Floods on The Aysin Wadi Basin, West of Riyadh

Dr. Haya Mohammad S. Alogayell

ABSTRACT

This research is concerned with studying and analyzing the efficiency of the hydrological system of Wadi Al-Aisin on the urban areas in the western extent of Riyadh city , especially after the urban expansion witnessed by the region and the encroachment on the path of the valley in many neighborhoods. In addition to analyze the impact of the protection work plans that were carried out in the region to reduce the risk of torrential rains on the neighborhoods through the wadi.

The study relied on carrying out three stages to analyze the efficiency of the hydrological system in the region, which are assessed and analysed the current situation - presenting the problem - solutions and suggestions. The morphological and hydrological analysis of Wadi Aisin will be conducted, and the changes in the basin's morphology will be studied and monitored regarding to urban growth witnessed in the western Riyadh region, and that will be done by analyzing the valley's path from old maps before urban growth and the current situation of the wadi through recent satellite images and digital elevation models. By which the current morphological situation of the wadi and the areas of interruption of water flow and their assemblies will be determined, and to reveal whether the wadi still drains its waters towards its natural exit in Wadi Hanifa, as Wadi Al-Aisin is considered one of the main tributaries that supply it. Then identifying, treating and proposing solutions to increase the efficiency of the hydrological system of wadi Aisin.

The results of the hydrological calculations showed that the maximum drainage of Wadi Aisin at its outlet is estimated as 4.9 million m^3, with an arrival time of approximately 19 hours. It was also found that the total area of the areas exposed to flooding is estimated at 9.5% of the total area of the basin, while the areas exposed to the risk of flooding, which are not covered by a drainage network for rain and torrential water are about 20% of the total areas exposed to flooding. The study came out with recommendations and suggestions that may contribute to protecting its areas from dangers of flooding.

Key Words: Wadi Aysin, Urban growth, Flood hazards, Riyadh.