جامعة الملك سعود
King Saud University

بحوث جغرافية

المملكة العربية السعودية
الجمعية الجغرافية السعودية
Saudi Geographical Society
KINGDOM OF SAUDI ARABIA

سلسلة محكمة دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

133

المدلولات الهيدرولوجية للخصائص المورفومترية في حوض وادي السلي

نوف عبدالعزيز عبد الله الجبر

جامعة الملك سعود الرياض المملكة العربية السعودية

1442هـ / 2021م

الجمعية الجغرافية السعودية (ج ج س)

هيئة التحرير

أ.د. محمد بن عبد العزيز القباني	رئيساً
أ. د. أحمد بن عبدالله الدغيري	عضواً.
أ.د. محمد بن صالح الربدي	عضواً.
د. مفرح بن ضايم القرادي	عضواً.

الهيئة الاستشارية

ا. د. رمزي بن أحمد الزهراني	جامعة أم القرى
أ. د. عبدالله بن يوسف الغنيم	جامعة الكويت
أ.د. محمد شوقي بن إبراهيم مكي	جامعة الملك سعود
أ.د محمد بن عبدالله الصالح	جامعة الملك سعود
أ.د. محمد بن مفرح القحطاني	جامعة الملك خالد

المراسلات

ص ب ٢٤٥٦ الرياض ١١٤٥١

هاتف: ٤٦٧٨٧٩٨ فاكس: ٤٦٧٧٧٣٢

بريد إليكترونى: sgs@ksu.edu.sa

تعبر البحوث والدراسات التي تنشر في بحوث جغرافية عن آراء كاتبيها، ولا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر هيئة التحرير أو الجمعية الجغرافية السعودية .

بسم الله الرحمن الرحيم

بحـوث جغرافيـة

سلسلة محكمة دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

133

المدلولات الهيدرولوجية للخصائص المورفومترية في حوض وادي السلي

نوف عبدالعزيز عبد اللـه الجبر

جامعة الملك سعود الرياض المملكة العربية السعودية

1442هـ / 2021م

ISSN 1018-1423
Key title =Buhut Gugrafiyya

مجلس إدارة الجمعية الجغرافية السعودية

د. علي بن عبد الله الدوسري	رئيس مجلس الإدارة.
د. محمد بن عبد الحميد مشخص	نائب رئيس مجلس الإدارة.
د. ملهي بن علي الغزواني	أمين المجلس.
د. فهد بن عبد العزيز المطلق	أمين المال.
د. تغريد بنت حمدي الجهني	رئيسة وحدة إدارة الأخطار والكوارث.
د. أسماء بنت عبدالعزيز أبا الخيل	عضو مجلس الإدارة.
أ. محمد بن أحمد الراشد	عضو مجلس الإدارة.
أ. سلطان بن عياد الحربي	مقرر وحدة النشر الإلكتروني للرسائل العلمية.
أ. منى بنت صالح العدل	مسؤولة النشرة الجغرافية.

ح **الجمعية الجغرافية السعودية،١٤٤٢هـ**

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

الجبر ، نوف بنت عبد العزيز بن عبد الله
المدلولات الهيدرولوجية للخصائص المورفومترية في حوض وادي السلي. / نوف بنت عبد العزيز بن عبد الله الجبر .- الرياض ، ١٤٤٢هـ
٦٦ ص ؛ ١٧x٢٤ سم.- (سلسلة بحوث جغرافية ؛ ١٣٣)

ردمك: ٩-٤-٩١٥٥٢-٦٠٣-٩٧٨

١- الوديان - الرياض ٢- الجيولوجيا المائية ٣- وادي السلي (السعودية) أ.العنوان ب.السلسلة

ديوي ٥٥١,٤٨٣ ١٤٤٢/١٠١١١

رقم الإيداع: ١٤٤٢/١٠١١١
ردمك: ٩-٤-٩١٥٥٢-٦٠٣-٩٧٨

شكر وتقدير

نتقدم بجزيل الشكر للجمعية الجغرافية السعودية على دعم نشر بحثي ضمن سلسلة بحوث جغرافية.

نوف عبد العزيز عبد الله الجبر

قواعد النشر في سلسلة بحوث جغرافية

١. يراعى في البحوث التي تتولى سلسلة بحوث جغرافية، نشرها، الأصالة العلمية وصحة الإخراج العلمي وسلامة اللغة.

٢. يشترط في البحث المقدم للسلسلة ألا يكون قد سبق نشره من قبل.

٣. ترسل البحوث باسم رئيس هيئة التحرير.

٤. يرسل البحث مع ملخص في حدود (٢٥٠) كلمة بالغتين العربية والإنجليزية.

٥. يراعى أن تكون الاشكال عالية الوضوح .

٦. ترسل البحوث الصالحة للنشر والمختارة من قبل هيئة التحرير إلى محكمين اثنين -على الأقل - في مجال التخصص من داخل أو خارج المملكة قبل نشرها في السلسلة.

٧. تقوم هيئة تحرير السلسلة بإبلاغ أصحاب البحوث بتاريخ تسلم بحوثهم. وكذلك إبلاغهم بالقرار النهائي المتعلق بقبول البحث للنشر من عدمه.

٨. تطبق قواعد الإشارة إلى المصادر باستخدام نظام (اسم / تاريخ)، ويقتضي هذا النظام الإشارة إلى مصدر المعلومة في المتن بين قوسين باسم المؤلف متبوعاً بالتاريخ ورقم الصفحة. وإذا تكرر المؤلف في مرجعين مختلفين ولكن لهما التاريخ نفسه يميز أحدهما بإضافة حرف إلى سنة المرجع. أما في قائمة المراجع فيستوجب ذلك ترتيبها هجائياً حسب نوعية المصدر كالتالي :

أ - الكتـــــب : يذكر اسم العائلة للمؤلف (المؤلف الأول إذا كان للمرجع أكثر من مؤلف واحد) متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الكتاب، فرقم الطبعة –إن وجد - ثم الناشر، وأخيراً مدينة النشر. ويفصل بين كل معلومة وأخرى فاصلة مقلوبة.

ب - الدوريـــات : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان المقالة، ثم عنوان الدورية، ثم رقم المجلد، ثم رقم العدد، ثم أرقام صفحات المقال، (ص ص ٥ -١٥).

ج - الكتب المحـررة : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الفصل، ثم يكتب (فيin) تحتها خط، ثم اسم عائلة المحرر متبوعاً بالأسماء الأولى، وكذلك بالنسبة للمحررين المشاركين، ثم (محرر .ed أو محررين .eds) ثم عنوان الكتاب، ثم رقم المجلد، فرقم الطبعة، وأخيراً الناشر، فمدينة النشر.

د - الرسائل غير المنشورة: يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة الحصول على الدرجة بين قوسين، ثم عنوان الرسالة، ثم يحدد نوع الرسالة (ماجستير/دكتوراه)، ثم اسم الجامعة والمدينة التي تقع فيها.

٩. تستخدم الهوامش فقط عند الضرورة القصوى وتخصص للملاحظات والتطبيقات ذات القيمة في توضيح النص

تعريف بالباحثة: نوف عبد العزيز عبد الله الجبر، طالبة دكتوراه، جامعة الملك سعود، الرياض.

الملخص:

يعد حوض وادي السلي ذا أهمية كبيرة لكونه يصرف مياه سيول أجزاء كبيرة من شمال وشمال شرق وشرق مدينة الرياض. ونظراً لارتباط أخطار الفيضانات الناتجة عن العواصف المطرية بالخصائص المورفومترية لأحواض التصريف، فقد هدفت هذه الدراسة إلى تحديد الخصائص المورفومترية لحوض وادي السلي للتعرف على مدى خطورة الفيضانات على العديد من أحياء مدينة الرياض الواقعة فيه. ولتحقيق ذلك فقد استخدمت هذه الدراسة أساليب تحليلية كمية شملت التحليل المكاني لاستخلاص الخصائص المورفومترية للحوض من نماذج الارتفاعات الرقمية والخرائط الطبوغرافية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

ودلت نتائج الدراسة من خلال التحليل المورفومتري لحوض الوادي أن مساحة الحوض تبلغ ١٣٤٨ كم^{٢}، ويشير معامل استدارة الحوض إلى أن شكل حوض الوادي يميل للاستطالة مما يحد من مدى تركز السيول بالمجرى في وقت واحد، وبالتالي يقلل من حدة الفيضانات لكن في المقابل يساهم انخفاض معامل التضرس للحوض في زيادة خطر الفيضانات. ويصنف نظام تصريف حوض وادي السلي على أنه نظام من الرتبة الخامسة حسب تصنيف سترايلر بروافد عددها ٤٦٨ رافداً وبطول اجمالي يبلغ ١٠٤٠كم، ونسبة تشعب تصل الى ٤.٤ وهي نسبة تقع ضمن الحدود الطبيعية وكثافة تصريف تبلغ ٠.٧٧كم/كم^{٢}. وجميع هذه المؤشرات تقلل من خطورة الفيضانات في الحوض في حال ابقاء نظام التصريف على طبيعته. لكن، وللأسف الشديد. يوجد ٢٨ حياً من مجموع ٥٨

حياً تقع في الحوض ليس فيها أي نظام لتصريف مياه السيول مما يجعلها عرضة لأخطار الفيضانات.

المقدمة:

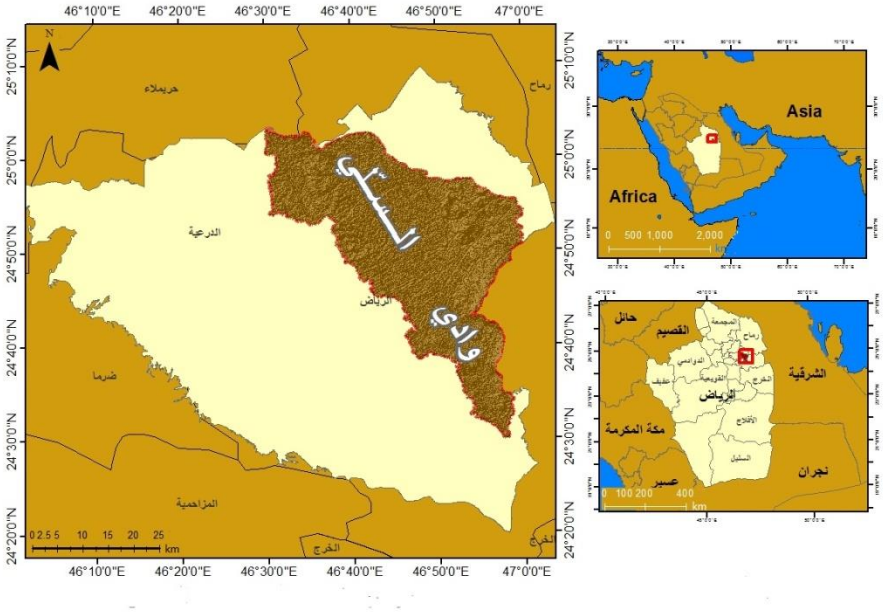
تعتمد الخصائص المورفومترية الكمية على العديد من الأساليب التحليلية المستمدة من الدراسات الحقلية إلى جانب الصور الجوية، والخرائط الكنتورية، والمرئيات الفضائية. وتعتبر دراسة الأحواض المائية من الناحية المورفومترية أساسية لدى الجيمورفولوجيين ومطلباً مهماً لارتباطها ارتباطًا مباشراً بالعوامل الطبيعية وتأثيرها على السكان، حيث إن كثيرًا من الأخطار البيئية تبدأ في نشأتها داخل حدود الأحواض المائية، وأهمها الفيضانات الناشئة عن الأمطار؛ والتي تتسبب في الكثير من الخسائر في الأرواح والممتلكات (سلامة، ٢٠٠٤م، ص١٦٧)؛ حيث تتميز الأمطار في مدينة الرياض بموسميتها، وعدم انتظامها، وتفاوتها في كمياتها. ونظراً لعدم الاخذ بالاعتبار العوامل الطبيعية عند التخطيط في التوسع في المدينة والامتداد المتسارع لها، حيث عند تكون عاصفة مطرية قوية خلال مدة قصيرة ومع تحويل اغطية الارض الطبيعية الى اسطح كتيمة، تتحول غالبية مياه الامطار الى جريان سطحي؛ مما يسبب العديد من الاخطار على الاحياء والسكان مسبباً الخسائر الكبيرة في الممتلكات والارواح، لذلك يتطلب الاهتمام بالدراسات المتعلقة بالأمطار والفيضانات؛ ولذلك فإن هذه الدراسة تركز على تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي السلي لما لها من تأثير كبير على إمكانية توقع الجريان السيلي في مدينة الرياض.

منطقة الدراسة

نمت مدينة الرياض عاصمة المملكة العربية السعودية نمواً سريعاً خاصة في الستين سنة الماضية؛ فقد كانت مساحتها عام ١٩٥٠م نحو ٣ كم^{٢}، وأصبحت عام ٢٠١٤م نحو ٢٣٩٥ كم^{٢} (الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض, ٢٠١٤م).

وتمثلت بوادر النهضة العمرانية لمدينة الرياض بداية من السبعينيات الهجرية من القرن الماضي، فقد توصل الشاعر (١٩٩٣م) في دراسته للتوسع العمراني لمدينة الرياض في الفترة بين عام١٩٥٠ -١٩٨٩م إلى أن المساحة المبنية في مدينة الرياض عام١٩٥٠م كانت ٢,٨١كلم^{٢}وهو ما يعادل ٠,٥٪ من مجموع المساحة المبنية في عام ١٩٨٩م، والبالغة ٥٦٦,٢٨كلم^{٢}. ولكن منذ عام ١٩٧٠م بدأ التوسع العمراني سريعاً ومن غير تخطيط وقيود؛ حيث أخذ النمو ينتشر بعيداً عن مركز المدينة، وبدأت مراكز عمرانية جديدة في الظهور على طول الشوارع الرئيسة، وحول مراكز جذب جديدة مثل الملز، ووادي حنيفة، والعليا، والمطار القديم. حيث أظهرت الدراسة التي أجرتها الإدارة العامة للدراسات والمعلومات في الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض (١٤٣٠هـ) استمرار النمو السريع للتمدد العمراني في مدينة الرياض بمعدل زيادة ١٦,٨٪ عام١٤٣٠هـ عن المسح الذي تم إجراؤه في عام ١٤٢٥هـ بمساحة تبلغ ١٧٦كلم^{٢}، كما أظهرت الدراسة أن النمو العمراني يتركز في أطراف المدينة، وخاصة في الاتجاه الشمالي، والشمالي الشرقي. ويمتد جزء كبير من أحياء مدينة الرياض داخل حوض تصريف وادي السلي، الذي يقع بين دائرتي العرض ٣٠ ′ ٢٤ ° و٠٣ ′ ٢٥ ° شمالاً، وبين خطي الطول٣٠ ′ ٤٦ ° و٠٠ ′ ٤٧ °شرقاً (الشكل ١). وتشتمل هذه الدراسة على كامل

حوض تصريف وادي السلي في مدينة الرياض من شماله إلى جنوبه بالقرب من دحل هيت. وقد استبعدت أجزاؤه السفلى من منطقة الدراسة؛ لأنها خارج الامتداد العمراني لمدينة الرياض. ويحد حوض وادي السلي من الشمال: عرق بنبان، وجبل برمة، وخشم خزام، ومن الغرب: حوض وادي حنيفة الشرقي، ومن الشرق: حوض وادي الحنية ومرتفعات قويد الدُغم، ومن الجنوب الشرقي: جبل الجبيل، ومن الجنوب: جبل أم الشعال.



شكل (١) الموقع الجغرافي لوادي السلي

المصدر عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة المملكة الصادرة من الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض.

وتبدأ منابع وادي السلي من صلبوخ غرباً متجهاً جنوباً ليخترق منطقة خشم العان حتى يصل إلى منطقة هيت، ويصب فيه أكثر من ١٢ وادياً فرعياً وشعيباً من أبرزها: وادي بنبان، وشعيب العقلة، وأبو شجرة، وأبا الجرفان،

وقري أبو طليحة، وشعيب أم الشيح، وأبا السباع، وأبو غضار، وأبو مطابع، وأبو ركبة، وأبو شويح، وأبو سديره. وكان يصب في الوادي سابقاً: شعيب أبا الرثي، وشعيب الثميلة الجنوبي، وشعيب البويبة، وشعيب النظيم؛ ولكن بسبب وقوع هذه الشعبان في مناطق منخفضة، ولقلة سقوط الأمطار، ونشاط الكثبان الرملية التي تعتبر مصدات للمياه، فهذه الشعبان لم تعد تصب في حوض وادي السلي وأصبحت وديان معطلة جيومورفولوجياً.

موضوع البحث وأهميته

تعد مدينة الرياض من أسرع مدن العالم نمواً، فجزء كبير من شمال وشرق المدينة يقع ضمن حوض تصريف وادي السلي؛ حيث تتركز الأحياء المعمورة على وجه الخصوص في الأجزاء السفلى والوسطى منه. وقد صاحب هذا النمو السريع في مدينة الرياض تعدي على المجاري المائية الطبيعية لدرجة طمس معالم شبكة التصريف المائية الطبيعية مع قصور في بعض الخدمات الأساسية؛ مثل: تصريف مياه السيول، وعدم توافر شبكة فعالة لتصريف السيول في الأحياء الواقعة في حوض وادي السلي أدى إلى ظهور مشكلة الفيضانات فيها. وحيث إن أخطار الفيضانات يحتاج الى معلومات جيومورفولوجية وهيدرولوجية كافية لتحديد أماكن تجمع المياه ومواقع الخطر؛ وعليه تبرز أهمية هذه الدراسة في كونها تقوم بدراسة حوض وادي السلي دراسة مورفومترية تعتمد على التحليل الكمي للمتغيرات الشكلية، والتضاريسية، والمورفومترية لشبكة التصريف المائي لحوض وادي السلي؛ نظراً لما يتميز به هذا الوادي من موقع حيوي مهم في مدينة الرياض، وامتداده من الشمال الشرقي إلى

الجنوب؛ حيث يتميز حوض الوادي بوقوع الكثير من الأحياء المهمة، والمواقع الحكومية عليه، في ظل النقص الواضح للدراسات المورفومترية لأحواض التصريف والسيول لهذا الوادي. كما تكمن أهمية هذه الدراسة في تحديدها للخصائص المورفومترية واثرها على مخاطر السيول واتخاذ الاحتياطات اللازمة لتلافي المخاطر الطبيعية الناتجة عنها، في ظل غياب مشروعات تصريف السيول لدرء المخاطر، والتقليل من أثرها على الأحياء والطرق والعمران.

مشكلة البحث

شهدت مدينة الرياض امتداداً عمرانياً سريعاً؛ ممّا يجعلها مقبلة على مشكلات جمة تعوق تنميتها الاقتصادية، حيث ذكر الغامدي والدرع (٢٠٠٤م) أن هذا النمو الانفجاري الذي جعلها من أكثر مدن العالم نمواً خلال نصف قرن تم دون حصر لاتجاهاته وسرعته. وقد توصل الباحثان من خلال نتائج تحليل الصور الفضائية، وتصنيفها إلى أن مدينة الرياض شهدت نمواً عمرانياً سريعاً؛ فالمساحة العمرانية التي بلغتها المدينة في عام ٢٠٠١م ضعف ما كانت عليه في سنة ١٩٨٧م، وأنه في ظرف ١٤ سنة فقط تزايدت مساحة الرياض بنسبة ٩١٪، وذكر الباحثان أنه إذا استمرت وتيرة التنمية على هذا النحو الانفجاري، وبهذه النسبة العالية فإن الرياض ستتفاقم مشكلاتها، وتتعقد أنشطتها، ويعاق نموها، وتدمر خدماتها ومرافقها. حيث تتعرض مدينة الرياض خلال السنوات الأخيرة إلى العديد من المخاطر الطبيعية الناتجة عن الأمطار الفجائية الهاطلة عليها، والتي تتميز بأنها غير منتظمة في كمياتها، وأوقات حدوثها؛ حيث تعرضت مدينة الرياض لأمطار غزيرة عام ١٤١٦ه أدت إلى تهدم المباني، وارتفاع منسوب المياه

في الشوارع والطرقات (الأحيدب، ٢٠٠٠م، ص٨٣).كما تعرضت إلى كمية أمطار بلغت ٥٧ ملم في يوم الاثنين الموافق ١٩/ ١٤٣١/٥هـ أدت إلى احتجاز عدد من المواطنين والمقيمين في منازلهم وغمرتها بالمياه، كما تم إخلاء عدد من المنازل، وبعض الساكنين في الدور الأرضي لعدد من المباني بحي النظيم بالرياض؛ نظراً لارتفاع منسوب المياه، كما تجمعت السيول في باقي الأحياء الواقعة في حوض تصريف وادي السلي في مدينة الرياض مكونة فيضانات أدت إلى العديد من الخسائر في الأرواح والممتلكات الصور رقم (١) و (٢). ويزيد من خطورة الوضع عدم وجود تصريف لمياه الأمطار في منطقة الدراسة، أو وجوده بشكل غير كافٍ مع تحويل المجاري المائية لحوض الوادي – وخصوصاً الأجزاء الدنيا والوسطى منه - بشكل عشوائي إلى مناطق استيطان حضري، وبناء المباني والطرق عليها من غير تخطيط لمسارات الأودية ومجاريها؛ فتغيير اغطية الارض الطبيعية الى اسطح كتيمة تعني تحول غالبية مياه الامطار الى جريان سطحي، وتقليص زمن الاستجابة للجريان ممّا يزيد من المخاطر والكوارث البيئية الناتجة عن حدوث ظاهرة السيول.

هدف الدراسة:

يهدف البحث إلى توفير قاعدة بيانات ومعلومات عن الخصائص المورفومترية في حوض وادي السلي. ولا شك أن توافر مثل هذه البيانات يعد ضرورياً لتحديد حجم الخطر الواقع على الأحياء الموجودة في الوادي في مدينة الرياض، ويساعد أيضاً على حل مشكلة تصريف السيول فيها؛ لتفادي المخاطر الناتجة عن السيول والفيضانات.

صوره رقم (١) السيول التي اجتاحت مدينة الرياض في يوم الاربعاء الموافق ١٤٣١/٥/٢١هـ

صوره رقم (٢) السيول التي اجتاحت مدينة الرياض في يوم الاربعاء الموافق ١٤٣١/٥/٢١هـ في حي النظيم

المصدر جريدة الرياض بتاريخ ٢٣/٥/ ١٤٣١هـ

منهج البحث:

تم الاعتماد على المنهج التحليلي بأكثر من أسلوب حسب ما يناسب طبيعة هذه الدراسة؛ فقد تم استخدام التحليل الكمي للمتغيرات التضاريسية، والتحليل المورفومتري للخصائص الشكلية لحوض وادي السلي، ولشبكة المجاري المائية، بالإضافة إلى استخدام التحليل المكانيSpatial Analysis في برنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc Gis.

١ -التحليل الخرائطي:

تعتمد هذه الدراسة على تحليل البيانات الخرائطية؛ لتحديد الخصائص المورفومترية لحوض وادي السلي، وتتلخص خطوات المنهج التحليلي للخرائط فيما يلي:

أ - تمثيل الخرائط لأبعاد الحوض، وأطوال مجاري الشبكة المائية لمنطقة الدراسة عن طريق برنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc Gis باستخدام أداة الحاسبة الهندسية (Calculate geometry)، وتم استخدام خاصية الاستعلام من خلال أداة (Select by attribute) وأداة (Statistics).

ب - الاستعانة ببيانات الخرائط الطبوغرافية، وهي خرائط قديمة للمنطقة منتجة عام ١٩٨٢م للوادي وتم الاستعانة بها بسبب التعدي الكبير على الوادي وعدم وضوح معالمه، وبناء الأحياء والطرق فيه. حيث تم رسم حدود حوض وادي السلي منها، واستخراج مجاري الشبكة المائية للحوض منها.

ج - الاستعانة بنموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) Digital elevation model بوضوح يصل الى ٣٠م، وهي قيم رقمية تبين الارتفاعات والتي

أعدت بالاعتماد على صور حديثة للاستشعار عن بعد. التقطت بعد التعدي على الوادي والبناء عليه، حيث تم استخدامها في بعض الأجزاء الشمالية للحوض وهي مناطق غير معمورة في وادي السلي، حيث لم يتم استخدام النموذج على كامل الوادي نظراً لان الوادي تم التعدي عليه بشكل كبير بالمباني والطرقات مما يؤثر على دقة النموذج عند استخراجه للارتفاعات للمنطقة وبالتالي لا يمكن الاعتماد على النموذج في استخراج الوادي بشكل كامل، كما تم استخدام النموذج في استخراج ارتفاعات سطح حوض وادي السلي، وتحديد رتب شبكة المجاري المائية بناءً على طريقة سترايلر، وتحديد مجموع مجاري الرتب، ومجموع المجاري لكل رتبة باستخدام أدوات التحليل الهيدرولوجي (Hydrology Analyst Tools). حيث تم تصحيح النموذج بواسطة الامر Fill، تلاه تحديد اتجاه الجريان بواسطة الامر Flow Direction، بعدها يتم عمل الامر Flow Accumulation لاستخراج تراكم تدفق المياه ثم الاستعانة بالأمرStream Order لتحديد رتب المجاري بناءً على طريقة سترايلر.

كما تم استخدام برنامج (Erdas)؛ لمعالجة مرئيات الاستشعار عن بُعد الرقمية، وعمل موزاييك (مصفوفة) للمرئيات الفضائية من القمر (SPOT-5) لسنة ٢٠١٤م ؛ لتحديد عليها كثافة شبكة المجاري المائية في الأحياء الواقعة على الوادي حيث تم الحصول على الشبكة المائية للحوض من الخرائط الطبوغرافية وتم استخراج الكثافة للشبكة المائية عن طريق قسمة اطوال مجاري الشبكة المائية في مساحة كل حي.

٢ - حساب المتغيرات التضاريسية للحوض المائي كما يلي :

- الارتفاع الأقصى.
- الارتفاع الأدنى.
- تضرس الحوض المائي.

يحسب من المعادلة التالية (سلامة، ٢٠٠٤م، ص١٨٣) :

أعلى منسوب في الحوض– أدنى منسوب في الحوض

- نسبة التضرس للحوض المائي

يحسب بالقانون التالي (سلامة، ٢٠٠٤م، ص١٨٣) :

نسبة التضرس= تضرس الحوض (الفرق بين أعلى وأدني نقطة في الحوض) / طول الحوض

٣ - حساب المتغيرات الشكلية للحوض المائي كما يلي :

- مساحة الحوض المائي.
- محيط الحوض المائي.
- طول الحوض المائي.
- عرض الحوض المائي.
- معامل الشكل.

ويستخرج معامل الشكل من المعادلة التالية (Horton ,1945, p.353) :

معامل الشكل = مساحة الحوض (كلم^2)/ مربع طول الحوض (كلم)

- معامل الاستدارة.

ويحسب معامل الاستدارة من خلال المعادلة التالية (Strahler,1968, p903) :

معامل الاستدارة = 4ط (مساحة الحوض) / مربع محيط الحوض

٤ - **حساب المتغيرات المورفومترية للشبكة المائية كما يلي :**

- رتب المجاري للحوض المائي.
- عدد المجاري حسب الرتب.
- نسبة التشعب للمجاري المائية.

وتستخرج نسبة التشعب وفقًا للمعادلة الآتية (الدليمي، ٢٠١٢م، ص٣٧٢) :

نسبة التشعب = عدد المجاري في رتبة معينة / عدد المجاري في الرتبة التي تليها

- مجموع أطوال المجاري حسب الرتب.
- معدل أطوال المجاري.

يحسب بالمعادلة التالية (الدليمي، ٢٠١٢م، ص٣٧٣) :

معدل أطوال المجاري في رتبة ما = مجموع أطوال المجاري في مرتبة ما / عدد المجاري في المرتبة

- تكرارية المجاري.

ويمكن الحصول على تكرارية المجاري بالمعادلة التالية (Chorley,1967,p146) :

تكرارية المجاري = مجموع أعداد المجاري في مرتبة ما / مساحة الحوض

- كثافة التصريف.

وتستخرج كثافة التصريف وفقًا للمعادلة التالية (Horton ,1945, p.283) :

كثافة التصريف= مجموع أطوال المجاري (كلم) / مساحة الحوض (كلم^{2})

- معامل التقطيع.

ويتم الحصول على المعامل من المعادلة التالية (الدليمي، ٢٠١٢م، ص٣٦٨) :

معامل التقطيع = مجموع أعداد المجاري في الحوض / محيط الحوض

الدراسات السابقة:

يفتقر حوض وادي السلي إلى الدراسات الجغرافية بصفة عامة، والدراسات المورفومترية بصفة خاصة، حيث تم تناول الدراسات السابقة في هذه الدراسة؛ للتعرف على ما كتب من الدراسات المورفومترية ، وسيتم عرضها مرتبة من الأقدم إلى الأحدث كما يلي:

قام الدوعان (١٩٩٩م) بإنجاز بحث بعنوان: **"الأودية الداخلة إلى منطقة الحرم بالمدينة المنورة"**، وقد تناول الباحث بالدراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي العقيق، ووادي قناة، ووادي بطحان. وقد تم تحديد رتب هذه الأودية من بيانات الخرائط الطوبوغرافية بمقياس ١/ ٥٠٠٠٠، وكانت رتب هذه الأودية الخامسة، والسادسة، والثالثة على التوالي. وترتبط تباينات رتب المجاري المائية بهذه الأحواض بعدة عوامل؛ أهمها: تباين مساحة التصريف، وتباين عدد الروافد المغذية للأودية الرئيسة، وتباين كثافة التصريف المائي. وقدم مرزا، والبارودي (٢٠٠٥م) دراسة بعنوان: **"السمات المورفولوجية والخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأودية الحرم المكي"**، وذكرا فيها خصائص أودية الزاهر، وإبراهيم، ومحسّر، واللاحجة، وذكرا أن الشوارع المسفلتة احتلت مجاري أودية إبراهيم، والزاهر، وأجزاء من وادي محسّر، وبُنيت عليها المباني، ورصف نحو ٥٩٪ من مساحة أحواض أودية الحرم المكي؛ حيث رُصف نحو ٨٠٪ من المساحة الإجمالية لوادي إبراهيم، و٦٥٪ من وادي الزاهر، و٥٠٪ من وادي محسّر، و٤٠٪ من وادي اللاحجة؛ ممّا أدى إلى قلة النفاذية، أو انعدامها، وتحول جميع كميات الأمطار إلى جريان سطحي بنسبة ١٠٠٪. وقام سقا

(٢٠٠٩م) بإنجاز: **"دراسة مورفومترية مقارنة لحوضي وادي جورة ووادي جربوت"** وهما رافدا وادي ضمد، جنوب غرب المملكة العربية السعودية، وأظهرت هذه الدراسة تأثير كل من الخصائص الجيولوجية، والجيومرفولوجية على كل من الخصائص التضاريسية، والمساحية، والشكلية، والخصائص المورفومترية لمجاري الشبكة المائية في حوضي منطقة الدراسة، وقدمت هذه الدراسة بعض التوصيات، ومنها إنشاء سد يمنع مخاطر الفيضانات في بعض مناطق الدراسة. وقدم الشمراني (٢٠١٢م) رسالة ماجستير بعنوان: **"التحليل المكاني للمناطق المهددة بالسيول في شمال مدينة الرياض باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية"**؛ حيث قام بدراسة ١٥حياً في شمال مدينة الرياض تقع على أربعة أحواض مائية؛ وهي: حوض وادي الأيسن، وحوض شعيب أبا الجرفان، وحوض شعيب أبو سمادة، وحوض شعيب أبو غضار، وهو ما يمثل ٩.٣٪ من أحياء مدينة الرياض. وقدم الدغيري والشويش (٢٠١٧م) بحث بعنوان: **" استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد والاستيفاء المساحي لتقييم أثر النمو العمراني في أحوض الأودية الداخلة على مدينة بريدة بمنطقة القصيم"**؛ حيث قاما بدراسة الاودية الداخلة على مدينة بريدة وهي اودية العوشق والودي، الوطاة، النقيب، وتم من خلال الدراسة استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد وكذلك تقنيات الاستيفاء المساحي تم من خلالها مع العمل الميداني استخلاص شبكة الوديان الداخلة على مدينة بريدة وتقييم مواقع الخطر على سكان المدينة، حيث أوضحت نتائج الدراسة التعدي على مجاري الاودية بأنشاء المباني والطرق ووضحت الدراسة بوجود عدد من السكان يقدر

بحوالي٢٢الف نسمة يعيشون داخل نطاق الفيضانات في مدينة بريدة. كما قدم Ahmed (٢٠١٨م) دراسة بعنوان: "Morphometric Analysis of Tarhuna Basins to Assess Groundwater "Potential" حيث قام الباحث بدراسة لأحواض تجميع المياه بمنطقة ترهونة وقام البحث فيها بتوظيف برنامج نظم المعلومات الجغرافية واعتمد الباحث فيها على نموذج الارتفاعات الرقمية لمنطقة الدراسة، وتوصل الباحث فيها ان احواض تجميع المياه اختلفت فيما بينها من حيث المساحة والمحيط والشكل بسبب اختلاف الخصائص الهيدرولوجية والجيومرفولوجية والغطاء النباتي. كما ذكر حسين (٢٠١٩م) بحث بعنوان: " **تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي العبرة** غرب محافظة نينوى"؛ حيث وضحت الدراسة أن الخصائص المورفومترية (الشكلية والمساحية والتضاريسية والتصريفية) انعكاس للعوامل الطبيعية المتمثلة بالمناخ والتكوين الجيولوجي والتضاريس والتربة والنبات الطبيعي، كما توصلت الدراسة الى وجود ست مراتب للحوض تتباين فيما بينها من حيث عدد المجاري واطوالها تبعا للعوامل والعمليات الجيومورفولوجية. كما تبين من خلال قيمة نسبة التضرس أن الحوض مازال في مرحلة الشباب التي ينتج عنها زيادة نشاط عملية الحت وامكانية تشكيل مظاهر جيومرفولوجية كالمراوح والمخاريط الغرينية وبينت الخصائص التضاريسية بطئ نسبي للجريان السطحي الناتج عن قلة الانحدار لسيادة السهول في معظم انحاء الحوض وقلة احتمالية اخطار الفيضان لحوض وادي العبرة. يتبين من خلال استعراض الدراسات السابقة أن بعض هذه الدراسات تناولت تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض المدروسة لعدة اودية

بطرق مختلفة، في حين تتناول هذه الدراسة تحديد الخصائص المورفومترية لحوض وادي السلي، وتحديد الأحياء الواقعة على الوادي في مدينة الرياض، والتعرف على الأحياء المعرضة للخطورة أكثر من غيرها والتي تقع على وادي السلي في مدينة الرياض باستخدام الخرائط الطبوغرافية نظراً لضمور الوادي وانبساطه وعدم وضوح معالمه كما تم استخدام التقنيات الحديثة في أجزاء من الوادي من خلال تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

جيولوجية حوض وادي السلي:

يقع حوض وادي السلي ضمن النطاق الجيولوجي الرسوبي الذي يعود ترسب صخوره إلى أواسط الزمن الجيولوجي الثاني. ومن خلال الاطلاع على الخارطة الجيولوجية ٢٠٧أ (١٩٩٧م). يتكون الحوض من التكوينات الجيولوجية التالية مرتبة من الأقدم إلى الأحدث (الشكل٢).

١ -تكوينات الزمن الثاني:

يشتمل على تكوينات العصر الجوراسي الأعلى(Upper Jurassic)، والعصر الكريتاسي الأسفل (Lower Cretaceous)، والعصر الكريتاسي الأعلى (Upper Cretaceous)، تتميز هذه التكوينات بوجود صدوع كثيرة، كما أنها خفيفة التحدب وتتكون من صخور وأحجار كلسية أو احجار رملية في معظمها. وتبلغ مساحة تكوينات الزمن الثاني ٧١٣كم^{٢} من مساحة حوض وادي السلي أي أكثر من نصف مساحة الحوض البالغة ١٣٤٨.٨كم^{٢}، وتتمثل هذه التكوينات بالترتيب من الأقدم إلى الأحدث:

١ -١ -العصر الجوراسي الأعلى (Upper Jurassic):

يوجد تكوين العرب، ويتكون من الحجر الجيري ذي اللون البني، والدولومايت، ويتكون هذا التكوين من الصخور الجيرية في الجزء الأسفل منه، وصخور البريشيا في النطاق الأوسط، والصخور الجيرية في الجزء الأعلى من التكوين. ويوجد هذا التكوين في الجزء الشمالي الغربي، ويمتد إلى الجزء الجنوبي من وادي السلي، ويشكل مساحة تصل الى ١٣٧كم^{٢}من مجموع مساحة الحوض.

١ -٢ - تكوينات العصر الكريتاسي الأسفل (Lower Cretaceous):

يشتمل هذا التكوين على:

أ - تكوين السلي وهو عبارة عن حجر جيري متماسك لونه بني فاتح مع طبقات رخامية، وينسب هذا التكوين إلى وادي السلي الذي يجري بجانبه حافة هيت، وينكشف على شكل تلال تعرف بحافة السلي.

ينكشف هذا التكوين بشكل كبير وواضح في أجزاء متفرقة من حوض وادي السلي، ويتضح أكثر كشريط من الشمال الغربي إلى الجنوب الغربي من الوادي، ويوجد بشكل مقطع في الجزء الجنوبي الشرقي من الوادي عند المصب بمساحة تبلغ ٣٩٤كم^{٢}من مجموع مساحة الحوض مشكلاً ثاني أكبر نسبة في مساحة التراكيب الجيولوجية التي تغطي الحوض.

ب - تكوين منطقة اليمامة يتكون من الحجر الجيري الرخامي البني اللون، يوجد هذا التكوين في شرق حوض الوادي بمساحة تبلغ ٧٣كم^{٢}.

ج - تكوين منطقة البويب وهو عبارة عن حجر جيري ناعم، وفيه بعض الطبقات الرخامية الرقيقة. سمي هذا التكوين نسبة الى خشم البويب،

ويوجد هذا المتكون في شرق الوادي بمساحة صغيرة تبلغ ٣٣كم^{٢} (الشكل٢).

د - تكوّن منطقة البياض وهو عبارة عن حجر رملي أبيض، ورمادي، وأحمر متداخل بطبقات من حجر الطفال المتعدد الألوان. ينكشف هذا التكوين في الجزء الشرقي من حوض الوادي بمساحة تقدر ب٧٠كم^{٢}من مجموع مساحة حوض الوادي.

١ -٣ -تكوينات العصر الكريتاسي الأعلى (Upper Cretaceous):

يشتمل هذا التكوين على منطقة الوسيع، وهو عبارة عن حجر رملي، وفيه الكوارتز متعدد الألوان، وفيه طبقات صلصاليه، وأحياناً ألواح من الحديد، يوجد هذا التكوين في جزء من شمال حوض الوادي بمساحة هي الأصغر من بين التراكيب الجيولوجية الواقعة على الوادي حيث تبلغ ٦,٣كم^{٢}من مجموع مساحة حوض الوادي.

٢ -ارسابات الزمن الرابع:

من خلال الاطلاع على الخارطة الجيولوجية ٢٠٧أ (١٩٩٧م) الصادرة من وزارة البترول والثروة المعدنية والتي تغطي منطقة الدراسة نلاحظ ان امتداد ارسابات الزمن الرابع الموجودة في حوض الوادي تمثل نصف مساحة الحوض بمجموع ٦٣٥,٥كم^{٢} وتمثلت هذه الارسابات في عدة أماكن من الحوض، ويقع الجزء الأكبر منها في الجزء الأوسط من الوادي من الشمال حتى الجنوب عند المصب، وتتمثل هذه الارسابات في: الرمال الريحية (Qes) وهي الرمال

المنسوفة بالرياح توجد في الجزء الأوسط من شمال الوادي وهي أقل ارسابات الزمن الرابع مساحة على الحوض بمساحة تقدر ب٢٧.٥كم٢ فقط.

رواسب سطحية (Qg) وهي عبارة عن حصاة من الحجر الجيري وغيره من الصخور، توجد في جزء صغير من شرق الوادي، وتغطي جزءاً صغيراً من مساحة الوادي بمساحة تبلغ ٣٠كم٢.

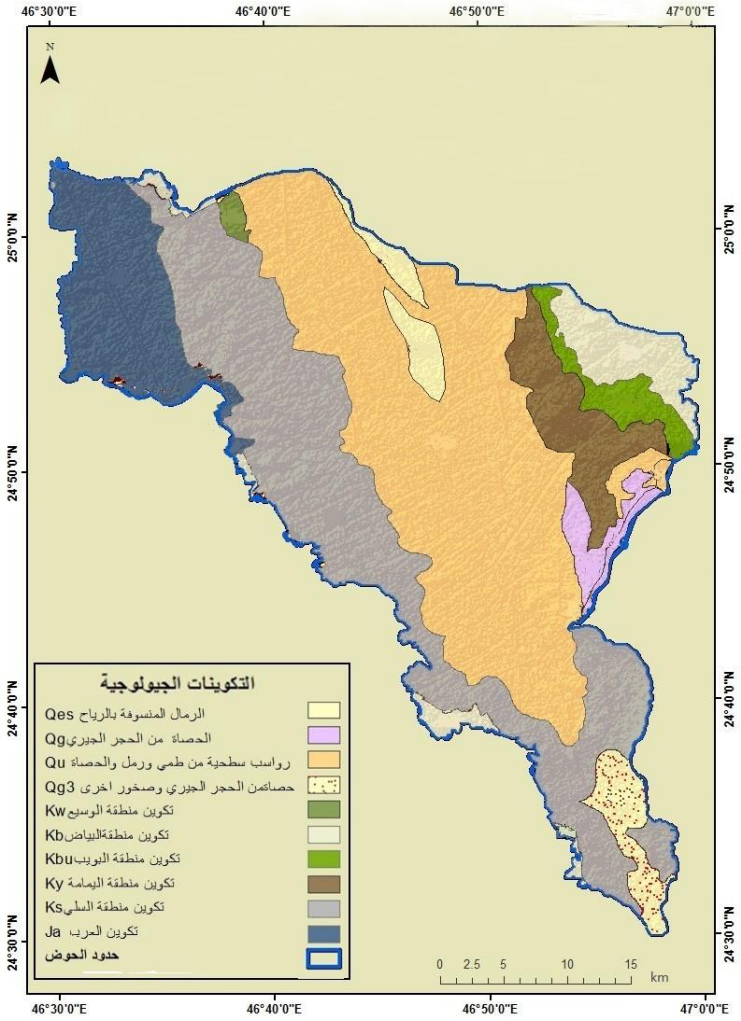
رواسب سطحية (Qu) وهي عبارة عن رواسب سطحية غير متماسكة من رمل، وطمي، وحصاة، توجد هذه الرواسب بشكل مختلط في شمال الوادي مع الرمال الريحية. وتغطي هذه الرواسب المجرى الرئيس للوادي، وتبلغ مساحتها الأكبر من جميع التراكيب الجيولوجية التي تغطي حوض الوادي بمساحة تبلغ ٥٤٢كم٢ مما يعني أن نصف مساحة الوادي مغطاة بالرمل، والطمي، والحصى.

الحصاة من الحجر الجيري (Qg3) وهي عبارة عن حصاة من حجر جيري، وصخور أخرى تبدو على هيئة بواقي مشققة لا علاقة لها بنظام المجاري الحاضر، تغطي هذه الارسابات مصب الوادي بمساحة تبلغ ٣٦كم٢.

مورفومترية حوض وادي السلي:

يسمى الوصف الكمي لأحواض التصريف بمورفومترية أحواض التصريف. وقد تأسس في الأربعينات الميلادية من القرن الماضي. ولهذا الفرع من فروع الجيومورفولوجيا أهمية تطبيقية كبيرة خاصة عند دراسة مشكلة فيضان مياه السيول. وترتبط المتغيرات المورفومترية لأحواض التصريف إما بالحوض نفسه، أو بتضاريسه، أو بشبكة المجاري المائية فيه. كما أن هناك العديد من المتغيرات

المورفومترية تستخلص بمعادلات بسيطة تستخدم متغيرين، أو أكثر. وسيتم مناقشة الخصائص المورفومترية في حوض وادي السلي تحت ثلاثة عناوين رئيسة.



الشكل (٢) التكوينات الجيولوجية لحوض وادي السلي.

المصدر عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة جيولوجية لوحة طويق الشمالي، مقياس١ / ٥٠٠٠٠٠، لوحة ١٢٠٧، الصادرة من وزارة البترول والثروة المعدنية ١٩٧٩م.

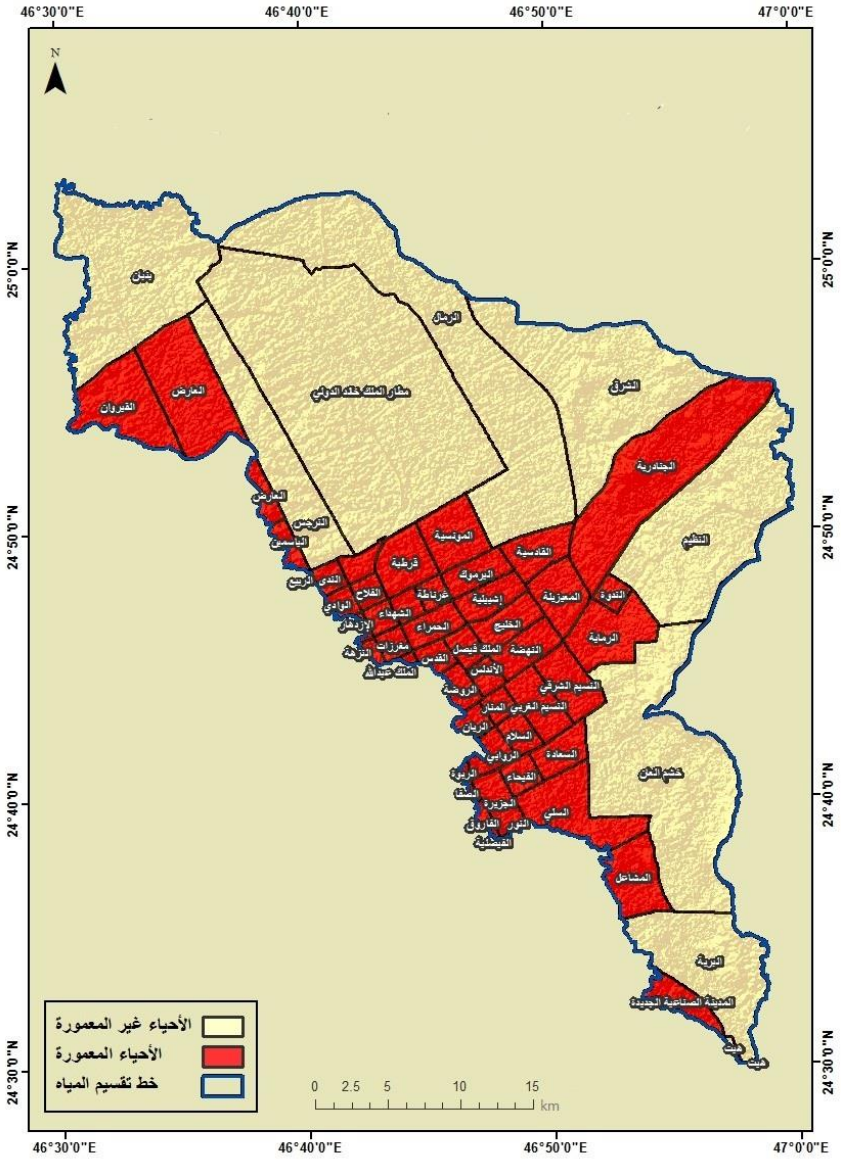
اولاً: الخصائص الشكلية للحوض

إن شكل الحوض له تأثير واضح على التصريف المائي للوادي، ولأجل استخراج تلك الخصائص لابد من إجراء بعض القياسات المساحية، والتي تعد الأساس في دراسة الخصائص الشكلية، وتعتبر هذه القياسات من المتغيرات الأساسية لاستخلاص بعض المعادلات الرياضية المورفومترية الأخرى وهي تشمل:

١ -مساحة الحوض :

عبارة عن مساحة المنطقة الجغرافية المحصورة بخط تقسيم المياه (الصالح، ١٩٩٢م، ص٧٥). ولقد بلغت مساحة حوض وادي السَلي في مدينة الرياض (١٣٤٨,٨) كم^{٢}، ممّا يعني أن جميع مساحة حوض وادي السلي تشغله أحياء مدينة الرياض (شكل٣).

أما المساحة العمرانية في الأحياء فبلغت ٦٣٢,٦ كلم^{٢}؛ أي ما نسبته ٤٧٪ من مساحة الوادي، ويقع معظمها في وسط وجنوب (ادنى) وغرب الوادي وأجزاء في شمال غرب الوادي. أما المساحة الفضاء الخالية من العمران فشكلت النسبة الباقية ٥٣٪ بمساحة تبلغ ٧١٦,١ كلم^{٢}، وتقع المساحة غير المبنية في شمال الوادي (أعلى) متمثلة في أجزاء من بنبان، وجزء من مطار الملك خالد، وأجزاء كبيرة من حي الرمال. ويقع بعضها شرق وشمال شرق الوادي، فتشمل حيي الشرق، والجنادرية، والجزء الشمالي والأوسط من حي النظيم، وأجزاء من جنوب الوادي متمثلة في أحياء البرية، وخشم العان، وهيت.



الشكل (٣) أحياء مدينة الرياض الواقعة في حوض وادي السلي.

المصدر عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض.

٢ -أبعاد الحوض:

تتمثل في طول، وعرض، ومحيط الحوض. وتم في هذه الدراسة قياس ابعاد ومساحة الحوض باستخدام اداة قياس المسافة بالنسبة للطول والعرض وأداة (Perimeter) لقياس المحيط ضمن برنامج Arc Map.

٢-١ - طول الحوض:

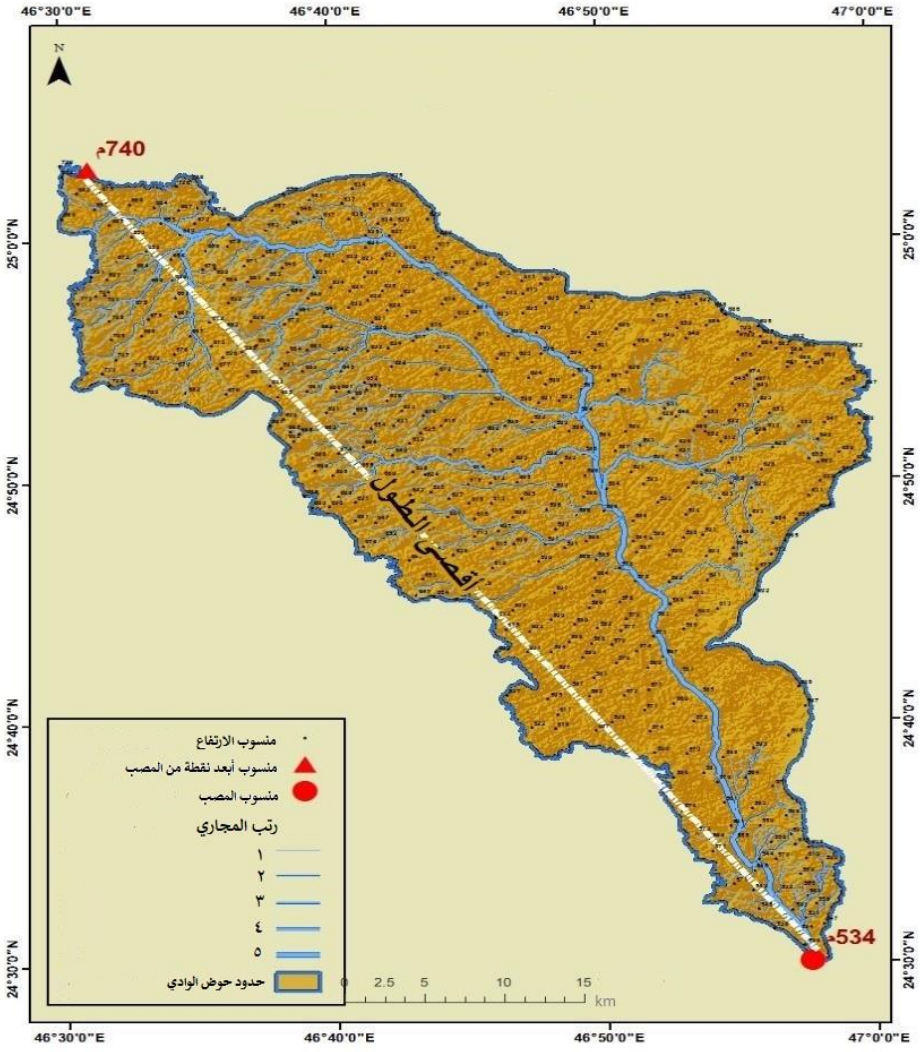
يمثل طول الحوض المسافة بين أقصى نقطة تقع على محيط الحوض، ونقطة المصب (مصطفى، ١٩٩٨م، ص١٩٠). حيث يعتبر طول الحوض من المتغيرات المهمة التي تدخل في حساب بعض المتغيرات المورفومترية الأخرى. وقد بلغ طول حوض وداي السّلي (٧٦) كلم، بدءاً من نقطة المصب عند منسوب ارتفاع ٥٢٦ م إلى أقصى نقطة في محيطه وهي خشم الحزام شكل (٤).

٢-٢ -محيط الحوض:

يمثل المحيط طول خط تقسيم المياه الفاصل بين الحوض، وما يجاوره من أحواض (الصالح، ١٩٩٢م، ص٧٦). ويعتبر محيط الحوض من المتغيرات المهمة التي تدخل في حساب بعض المعاملات المورفومترية الأخرى، وبلغ محيط حوض وادي السّلي (٢٨٢)كلم.

٢-٣ - عرض الحوض:

وتوجد عدة طرق لقياس عرض الحوض؛ وقد تم استخراج عرض الحوض عن طريق قسمة مساحة الحوض على طوله لاستخراج متوسط العرض (مصطفى، ١٩٩٨م، ص١٩١). والذي بلغ متوسط عرضه (١٧,٧) كلم.



الشكل (٤) حوض وادي السلي

المصدر عمل الباحثة باستخدام الخرائط الطبوغرافية رقم (١١ -٤٦٢٤، ١٢ -٤٦٢٤، ١٤ -٤٦٢٤، ٢٣ -٤٦٢٥) مقياس١ :٥٠٠٠٠ الصادرة من وزارة البترول والثروة المعدنية.

٣ - شكل الحوض:

وتوجد العديد من الطرق الكمية لتحديد شكل الحوض، ومنها طريقة معامل الاستدارة وطريقة معامل الشكل.

١ -٣ - معامل أو نسبة الاستدارة:

يعكس معامل الاستدارة مدى قرب الحوض من الشكل الدائري. وانتظام خط تقسيم المياه. فعند اقتراب قيمة معامل الاستدارة من الواحد الصحيح يدل ذلك على اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري ممّا يعني سرعة تجمع مياه الأمطار في المجرى الرئيس في وقت متقارب. ووصولها إلى المصب بسرعة ؛ ممّا يؤدي إلى حدوث فيضانات في حال عدم وجود شبكة تصريف لها. بينما تشير القيم المنخفضة لمعامل الاستدارة والتي تقترب من الصفر إلى بُعد الحوض عن الشكل الدائري، وميله للاستطالة، وعدم انتظام خطوط تقسيم المياه. بلغت قيمة معامل الاستدارة لحوض الدراسة ٠.٢١ ؛ ممّا يعني أن قيمته منخفضة حيث إنه يبتعد عن قيمة الواحد، وبالتالي بُعد الحوض عن الشكل الدائري، واقترابه من الاستطالة ؛ ممّا يقلل من حدة الفيضانات وقوتها عند سقوط الأمطار بسبب بطء تجمع مياه الأمطار في المجرى الرئيس، وحاجتها إلى وقت أكبر للوصول إلى المصب ؛ ممّا ينتج عنه إتاحة الفرصة للمياه للتسرب والتبخر.

٢ -٣ - معامل الشكل:

معامل الشكل عبارة عن نسبة المساحة إلى مربع طول الحوض. فكلّما قلت قيمة معامل الشكل عن الواحد دل على استطالة الحوض، وكلما اقتربت من الواحد دل على استدارة الحوض وبُعده عن الاستطالة (1945, p.353.

Horton). بلغت قيمة معامل الشكل في حوض وادي السلي ٠,٢٣ ؛ ونستنتج من ذلك أن قيمة معامل الشكل منخفضة، وقد أدى انخفاضها إلى قرب الحوض من الاستطالة، وبُعده عن الاستدارة؛ ممّا يعني اقتراب نتيجة معامل الشكل من قيمة معامل الاستدارة، وإعطاء نفس النتيجة التي تؤكد على بطء تجمع المياه، وحاجتها إلى وقت أكبر للوصول إلى المصب في حال إغلاق أو تدمير المجاري الطبيعية للوادي ؛ ممّا يقلل من خطر الفيضانات.

ثانياً: الخصائص التضاريسية للحوض:

تضرس الحوض:

وقد تم استخراج نسبة التضرس من الخريطة الطبوغرافية مقياس ١/٥٠٠٠٠ حيث بلغ أعلى منسوب في الحوض ٧٤٠م في خشم حزام، وأدنى منسوب في الحوض عند نقطة المصب، وقيمتها ٥٢٦م، حيث بلغ تضرس حوض وادي السّلي ٢١٤م، وهذا المتغير مطلوب لحساب متغير نسبة التضرس.

نسبة التضرس:

تعبر نسبة التضرس عن مدى التضرس للحوض، ومدى انحدار سطحه. حيث تشير القيم المنخفضة إلى كبر مساحة الحوض، وتشير القيم العالية إلى صغر مساحة الحوض (مصطفى، ١٩٩٨م، ص١٩٢). بلغت نسبة التضرس ٢,٨م/كلم ؛ ممّا يعني أن نسبة تضرس حوض وادي السلي منخفضة، وبالتالي قلة التضرس والانحدار للحوض ؛ ممّا يؤدي إلى ازدياد مؤشر حدوث الفيضانات.

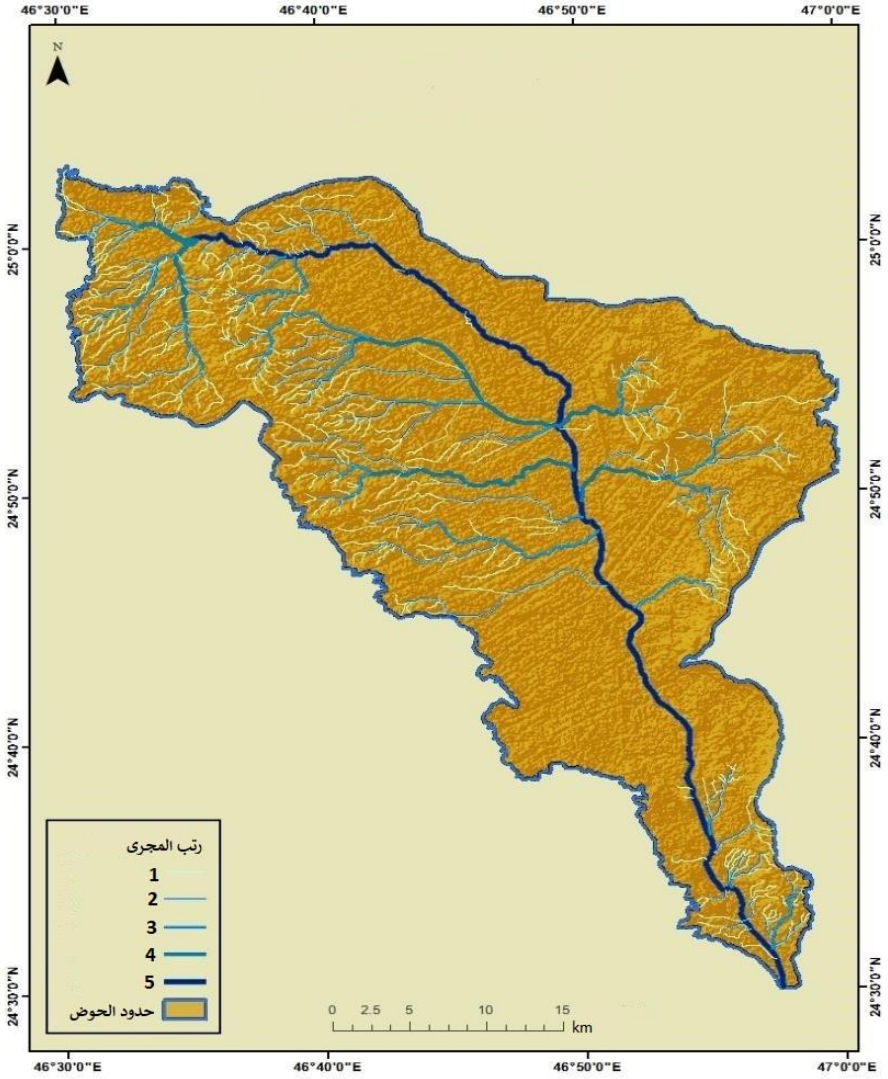
ثالثاً: خصائص مجاري الشبكة المائية في حوض وادي السلي

يمتد النطاق العمراني في الوقت الحالي على أجزاء كبيرة من حوض وادي السلي خاصة في القطاع الادنى منه ؛ ممّا أدى إلى إخفاء بل طمس شبكة مجاري المياه الطبيعية في هذه الأجزاء. ولكن الامتداد العمراني على حوض الوادي في أواخر السبعينيات الميلادية من القرن الماضي كان محدوداً، ففي الفترة من ١٩٧٥م - ١٩٨٠م تم التقاط صور جوية استخدمت في إعداد الخرائط الطبوغرافية مقياس١ : ٥٠٠٠٠، وعليه تم الاعتماد على لوحات الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ المنتجة عام ١٩٨٢م لرسم شبكة مجاري الأودية رقمياً في حوض وادي السلي، وذلك باستخدام برنامج Arc map. وقد تم رسم شبكة مجاري الأودية بتتبع الخطوط الزرقاء ؛ بسبب ضمور الوادي وعدم وضوح معالمه والبناء والتعدي عليه مع تقطع بعض الروافد، وعدم اتصالها ببعضها البعض، أو بالمجرى الرئيس للوادي على الخريطة الطبوغرافية ؛ لذا تم استكمال شبكة المجاري من خلال انحناءات خطوط الكنتور، وهي ما تعرف بطريقة التحزز الكنتوري Contour crenulation network delimitation (الغامدي، ٢٠٠٤م، ص٢٩٠).

١ -الترتيب الهرمي لمجاري الشبكة المائية : :

يعرّف الترتيب الهرمي بأنه نظام تصنيف المجاري حسب تدرجها الهرمي داخل حوض التصريف (الصالح، ١٩٩٢م، ص٧٥). تم استخدام طريقة سترايلر لترتيب المجاري المائية في حوض وادي السلي المرسومة من الخرائط الطبوغرافية وتعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق المستخدمة في الترتيب الهرمي لمجاري الشبكة المائية لسهولة تطبيقها. ففي هذه الطريقة تدعى المجاري التي ليس لها فروع

بمجاري الرتبة الأولى، وإذا التقى مجريان من مجاري الرتبة الأولى تشكل مجرى من الرتبة الثانية، وإذا التقى مجريان من مجاري الرتبة الثانية تشكل مجرى من مجاري الرتبة الثالثة وهكذا، ويحمل المجرى الرئيس أعلى قيمة الرتب (الصالح، ١٩٩٢م، ص٧٦). وقد بلغ عدد الرتب لحوض وادي السلي ٥ رتب بمجموع ٤٦٨ رافداً من مختلف الرتب، وبلغ إجمالي أطوالها ١٠٤٠،٤ كم (الشكل ٥). وبلغ إجمالي عدد مجاري الرتبة الأولى ٣٤٥ مجرى، حيث شكلت مجاري هذه الرتبة نسبة كبيرة من إجمالي أعداد المجاري بالحوض بنسبة بلغت ٧٤٪ (جدول١). في حين بلغ إجمالي عدد مجاري الرتبة الثانية ٩٢ مجرى من مجموع مجاري حوض وادي السلي بنسبة استحوذت على ١٩,٦٪ من مجموع أعداد المجاري. أما عدد مجاري الرتبة الثالثة فبلغ ٢٤ مجرى من مجموع مجاري حوض وادي السلي بنسبة ٥,١٪ من مجموع أعداد المجاري. وأخيراً بلغ إجمالي عدد مجاري الرتبة الرابعة ٦ مجارٍ من مجموع مجاري حوض وادي السلي بنسبة ١,٣٪ من مجموع أعداد المجاري. ومن الملاحظ أن أعداد مجاري الرتب الدنيا (الأولى، والثانية) شكلت نسبة قدرها ٩٣,٣٪ من مجموع أعداد المجاري في الحوض مقارنة بالرتب الأعلى منها حيث تقل أعداد المجاري بزيادة الرتبة. وقد بلغ عدد الأحياء الواقعة على مجرى الوادي الرئيس ١١ حياً من أحياء مدينة الرياض تتمثل في: بنبان، وحيي الرمال، والشرق في شمال المجرى، وأحياء القادسية، والمعيزيلة، والرماية، والنسيم الشرقي في وسط المجرى، وخشم العان، والبرية، وهيت في جنوب الوادي.



شكل (٥) رتُب مجاري وادي السلي

المصدر عمل الباحثة باستخدام الخرائط الطبوغرافية رقم (١١ -٤٦٢٤، ١٢ -٤٦٢٤، ١٤ -٤٦٢٤، ٢٣ -٤٦٢٥) مقياس١ :٥٠٠٠٠ الصادرة من وزارة البترول والثروة المعدنية.

٢ -مجموع أطوال المجاري:

بلغ إجمالي أطوال مجاري الرتبة الأولى ٥١٨.٦ كم من مجموع أطوال مجاري حوض وادي السلي؛ حيث استحوذ على ما نسبته ٥٠٪ من مجموع أطوال المجاري. وبلغ إجمالي أطوال مجاري الرتبة الثانية ٢٧١.٨ كم من مجموع أطوال مجاري حوض وادي السلي بنسبة ٢٦.٢٪ من مجموع أطوال المجاري. أما مجموع مجاري الرتبة الثالثة فبلغ ٩٩.٤ كم من مجموع أطوال مجاري حوض وادي السلي بنسبة ٩.٥٪ من مجموع أطوال المجاري.

جدول (١) المتغيرات المورفومترية للشبكة المائية لحوض وادي السلي

المتغيرات المورفومترية / الرتبة	الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة	الخامسة
عدد المجاري	٣٤٥	٩٢	٢٤	٦	١
مجموع أطوال المجاري (كلم)	٥١٨،٦	٢٧١،٨	٩٩،٤	٦٣،٥	٨٦،٧
معدل أطوال المجاري (كلم)	١،٥	٢،٩	٤،١٤	١٠،٥	٨٦،٧
نسبة التشعب	٣،٧	٣،٨	٤	٦	_

المصدر عمل الباحثة

وبلغ مجموع أطوال مجاري الرتبة الرابعة ٦٣ ،٥ كم، وهي الأقصر من مجموع مجاري حوض وادي السلي بنسبة ٦٪ من مجموع أطوال المجاري. أما مجاري الرتبة الخامسة وهي المجرى الرئيس فبلغ طول مجراها ٧،٨٦ كم بنسبة ٣،٨٪ من مجموع أطوال المجاري في الحوض. يتضح ممّا سبق سيادة أطوال مجاري الرتب الدنيا حيث شكلت نسبة قدرها ٢،٧٦٪ من مجموع أطوال المجاري، وبلغت نسبة مجموع أطوال مجاري الرتب العليا ما يقارب ٢٣.٨٪ ؛ ويعود ذلك إلى زيادة أعداد المجاري في الرتب الدنيا، وانخفاض أعداد المجاري في الرتب العليا بالإضافة

الى انحدار الرتب العليا وتعرجها مع قلة الغطاء النباتي وتأثير الأوضاع البنيوية والخصائص الطبيعية للصخور الكلسية والرملية والتي تشكل مساحة كبيرة من الحوض وتتصف بشدة النفاذية.

٣ -معدل أطوال المجاري:

تتم معرفة معدل أطوال المجاري في كل رتبة من خلال العلاقة بين مجموع أطوال المجاري في رتبة ما، وعدد المجاري في الرتبة ذاتها. من خلال الجدول (١) تبين لنا أن معدل طول المجاري في الرتبة الأولى قصيرة مقارنة بباقي أطوال المجاري في الرتب الأخرى حيث بلغ معدل أطوالها ٠،١ كم. أما في الرتبة الثانية فبلغت ٢،٩ كم. وفي الرتبة الثالثة بلغت ٤،١٤ كم، وفي الرتبة الرابعة بلغت ١٠،٤ كم، وبلغت الأعلى في الرتبة الخامسة وهي المجرى الرئيس بمعدل ٨٦،٧ كم، حيث تتزايد معدلات اطوال المجاري مع تزايد رتبتها ويتفق ذلك مع ما ذكرة هورتن بأن معدلات اطوال المجاري للرتب المختلفة تزيد من خلال متوالية هندسية تتصاعد طردياً (Horton,1945,p291). كما ان معدلات الاطوال ليست كبيرة والتباين بينها قليل بسبب تشابه الظروف المناخية والجيولوجية داخل الحوض.

٤ -تكرارية المجاري:

تعبر تكرارية المجاري عن العلاقة النسبية بين عدد المجاري، ومساحة الحوض، وهي تدل بذلك على درجة تخدد الحوض بواسطة التعرية المائية. وتشير القيم العالية إلى قدرة أكبر لتجمع المياه داخل الحوض، ومن ثم حدوث جريان سطحي بنسبة أكبر (سلامة، ١٩٨٠م، ص١٨٨). حيث يوجد ما يقارب ٣٥،٠ من المجاري النهرية لكل كيلومتر مربع من مساحة حوض وادي السّلي. ونلاحظ

أن قيمة هذا المعامل منخفضة؛ بسبب نفاذية الصخور الكلسية والرملية في حوض وادي السلي مع كثرة الشقوق والفواصل ممّا يعني قلة قدرة الحوض على تجميع المياه، وبالتالي قلة الجريان السطحي.

٥ -نسبة التشعب:

تتأثر نسبة التشعب بالبنية، والتركيب الجيولوجي، والظروف المناخية؛ فإذا كانت القيمة منخفضة فهذا يدل على أن التكوينات الصخرية غير نفاذة، في حين إذا اقتربت نسبة التشعب بين مجاري رتب الحوض من (٣ -٥) فهذا دليل على تشابه الحوض مناخياً، وبنيوياً (أبو العينين، ٢٠٠٢م، ص٤٣٧). وقد حدد سترايلر نسبة التشعب في الأحواض العادية، وذكر أنها تتراوح ما بين ٣ -٥. ويدل انخفاض قيمة نسبة التشعب على زيادة الخطر الناتج عن السيول عند سقوط الأمطار بكثافة مكوناً الفيضانات؛ وذلك لسرعة وصول المياه إلى المجرى الرئيس (سفيان، ٢٠١٤م، ص١٢٤).

وتم تطبيق معادلة التشعب لجميع الرتب ما عدا المرتبة الخامسة؛ لأنه لا يوجد مرتبة أعلى منها، وهي على النحو التالي:

- نسبة التشعب للمرتبة الأولى: ٣,٧
- نسبة التشعب للمرتبة الثانية: ٣,٨
- نسبة التشعب للمرتبة الثالثة: ٤
- نسبة التشعب للمرتبة الرابعة على الخامسة: ٦

نجد أن المعدل العام لنسبة التشعب لحوض وادي السلي ٤,٤، وهي قيمة تتفق مع ما حدده سترايلر للأحواض العادية، والتي حدد أنها تتراوح ما بين

٣ -٥ م ؛ مّا يعني أنه لا يوجد خطر لحدوث فيضانات في الحوض إذا ترك على طبيعته. لعدم خروج نسبة التشعب عن المعدل الطبيعي، مما يدل على التجانس المناخي في الحوض أي تقارب معدلات هطول الامطار فيه من مكان الى اخر، كما يدل على تجانس الحوض جيولوجياً وتأثير الخصائص الجيولوجية للحوض على شبكة المجاري وانماط التصريف حيث ان جزء كبير من الحوض يقع على الرواسب السطحية الغير متماسكة من الرمل والطمي والحصاة والتي تتميز بالنفاذية العالية مما يقلل إمكانية حدوث الفيضانات. أما على مستوى الرتب فمن الملاحظ ارتفاع نسبة التشعب بارتفاع الرتبة ؛ فقد بلغت في الرتبتين الأولى والثانية ٣.٧ وارتفعت في الرتبتين الثانية والثالثة إلى ٣.٨ وفي الرتبتين الثالثة والرابعة ارتفعت إلى ٤ أما في الرتبتين الرابعة والخامسة فبلغت أقصى نسبة تشعب ٦.

٦ -كثافة التصريف:

تعتبر كثافة التصريف مؤشراً مهماً على مدى تأثر الحوض بعمليات التعرية النهرية، والتي بدورها تتأثر بالتضاريس، والعمليات الجيولوجية، والمناخ، وهي متغير يساعد على معرفة كميات المياه المصروفة من الحوض (مرزا والبارودي، ٢٠٠٥م، ص٧٣). بلغت كثافة التصريف ٠.٧٧ كم/كلم^{٢} من المجاري النهرية، وهذا يعني أن لكل كيلومتر مربع من مساحة حوض وادي السّلي مجاري مائية يبلغ طولها ٠.٧٧ كم، وهي كثافة منخفضة بناءً على التصنيف القياسي لكثافة التصريف في الأحواض، والذي اعتبر أن الكثافة أقل من ٤ كم تعتبر منخفضة، بسبب شدة نفاذية صخور حوض وادي السلي حيث تمثل تكوينات الزمن الثاني والتي تتألف من الصخور الكلسية والصخور الرملية

أكثر من نصف مساحة الحوض بالإضافة الى قلة سقوط الامطار. حيث ذكر سترايلر أن احواض التصريف تكون خشنة النسيج عندما تقل كثافة التصريف فيها عن ٥كم/كم^{٢}(Strahler,1957,p32).

٧ -معامل التقطيع (Texture ratio):

يبين هذا العامل درجة تقطيع الشبكة المائية لحوض التصريف. ومن ثم يبيّن مدى تقارب. أو تباعد مجاري الشبكة المائية في الحوض (مرزا والبارودي. ٢٠٠٥م، ص٧٥).

تم تصنيف الأحواض إلى ٣ أنماط حسب توزيع المجاري فيها، وهي:

- أحواض يقل فيها معامل التقطيع عن ٤، وتعد أحواضًا ذات نسيج خشن.
- أحواض يتراوح معامل التقطيع فيها ما بين ٤ إلى ١٠، وهي ذات نسيج متوسط.
- أحواض يزيد فيها المعامل على١٠؛ حيث تعتبر ذات نسيج ناعم.

وقد بلغت قيمة معامل التقطيع في حوض وادي السلي ١.٦٦؛ أقل من ٤ ممّا يدل على أن نسيج الحوض خشن. بسبب قلة الغطاء النباتي ووجود الصخور الكلسية والرملية ذات النفاذية العالية مع كثرة الشقوق والفواصل التي تؤدي الى زيادة تسرب المياه وتقليل الجريان في الحوض.

تصريف السيول في الأحياء الواقعة على حوض وادي السلي:

تشهد مدينة الرياض في الوقت الحاضر توسعًا عمرانيًا هائلًا خاصة في حوض وادي السلي. فكما ذكر أعلاه بلغت المساحة المعمورة في حوض وادي السلي نحو ٦٣٢.٦ كلم^{٢}، والتي تمثل نحو ٤٧٪ من مساحة الحوض. ولا شك أن

استبدال السطوح الطبيعية في الأجزاء المعمورة بسطوح إسمنتية وإسفلتية يؤدي إلى انخفاض النفاذية فيها، الأمر الذي يؤدي إلى تحول معظم مياه الأمطار إلى جريان سطحي. والجدير بالذكر أن المساحة المعمورة تتركز في القطاعات الوسطى والدنيا من حوض الوادي، وهذا يعني أن هذه الأجزاء من الحوض تستقبل أيضًا المياه الجارية من القطاعات العليا في الحوض. وحيث إن المخططين والمطورين للأراضي لم يراعوا طبيعة الوادي، وتصريف السيول فيه بما فيه الكفاية، فبلا شك أن التغير في طبيعة السطوح في القطاعات الوسطى والدنيا من الحوض، واستقبال مياه السيول من أعالي الحوض يزيد من احتمالية مشكلة حدوث فيضان في الأحياء الواقعة في وسط وأدنى حوض وادي السلي. والجدير بالذكر أنه عند التخطيط لعملية التوسع العمراني في الستينيات والسبعينيات الميلادية من القرن الماضي أُبقيت المجاري الرئيسة الطبيعية. وهذبت وعدلت لتخدم تصريف السيول في المدينة مثل المجرى الرئيس لوادي البطحاء وهو أصغر حوض من أحواض وادي السلي. أما في مراحل التوسع العمراني الرئيسة للرياض التي بدأت في أواخر السبعينيات الميلادية من القرن الماضي فحدث العكس، فبدلًا من الاستفادة من الخصائص الطبوغرافية الطبيعية، فقد تم تدمير مجاري الأودية الطبيعية، وتغيير طبيعة انحدار السطح في بعض الأجزاء من المدينة، وذلك بخفض ارتفاع الروابي والتلال، ودفن وإغلاق مجاري الأودية، وإنشاء المباني عليها. وهذا بلا شك له تأثير على طبيعة الجريان السطحي لمياه الأمطار، فردم المنخفض، وتخفيض المرتفع يؤدي إلى تباطؤ حركة المياه الجارية، ويساعد على تراكمها في مناطق معينة ؛ ممّا قد يتسبب في حدوث الفيضانات عند سقوط كميات

كبيرة من الأمطار في فترة زمنية قصيرة. وقد أكدت أمانة منطقة الرياض (١٤٣٢ه) على مشكلة تصريف السيول في حوض وادي السلي.

وقد بلغ مجموع الأحياء الواقعة على حوض وادي السلي ٥٨ حيًا، وبلغت الأحياء التي يوجد فيها نظام لتصريف مياه الأمطار ٣٠ حيًا تراوحت نسبة نظام التصريف فيها بين ١٪ إلى ١٠٠٪ جدول رقم (٢). وبلغت مجموع المساحة الجغرافية التي يغطيها نظام تصريف مياه الأمطار الحالية في حوض وادي السلي ٨٥ كم^{٢} من مجموع مساحة الأحياء المعمورة الواقعة على حوض وادي السلي البالغة ٦٣٢,٦ كلم^{٢} أي ما نسبته ١٣,٤٪ فقط من مجموع مساحة الأحياء المعمورة الواقعة في حوض الوادي، وما نسبته ٦٪ من مساحة الأحياء المعمورة وغير المعمورة الواقعة على حوض وادي السلي شكل (٦).

جدول رقم (٢) نسبة تغطية نظام تصريف الامطار ٪ في الاحياء الواقعة على حوض وادي السلي

الأحياء	النسبة المئوية لنظام تصريف الامطار ٪	الاحياء	النسبة المئوية لنظام تصريف الامطار ٪
إشبيلية	١٧	النسيم الغربي	١٠٠
الازدهار	١٤	النظيم	٢
الأندلس	٩٢	النفل	٠
البرية	٠	النهضة	٤١
التعاون	٠	النور	٠
الجزيرة	٧٧	الفاروق	٠
الجنادرية	٠	الوادي	٧٢
الحمراء	٢	الياسمين	٠
الخليج	٢٢	اليرموك	١٣

الأحياء	النسبة المئوية لنظام تصريف الامطار ٪	الاحياء	النسبة المئوية لنظام تصريف الامطار ٪
الربوة	٠	بنبان	٠
الربيع	٠	جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية	١٢
الرمال	٠	خشم العان	٠
الرماية	٠	غرناطة	٢٢
الروابي	٢٧	قرطبة	٠
الروضة	١٠٠	مطار الملك خالد الدولي	٠
الريان	٦٦	مغرزات	١
السعادة	٢٩	هيت	٠
السلام	٥٠	المعيزيلة	٠
السلي	١	الملك عبدالله	٠
الشرق	٠	الملك فيصل	٣٩
الشهداء	٣٨	المنار	٩٧
الصفا	٠	المونسية	٠
العارض	٠	الندوة	٠
الفاروق	٠	الندى	٩٦
الفلاح	٨٨	النرجس	٠
الفيحاء	٥٨	النزهة	٠
الفيصلية	٠	القيروان	٠
القادسية	٠	المدينة الصناعية الجديدة	٠
القدس	٦٤	المشاعل	٠

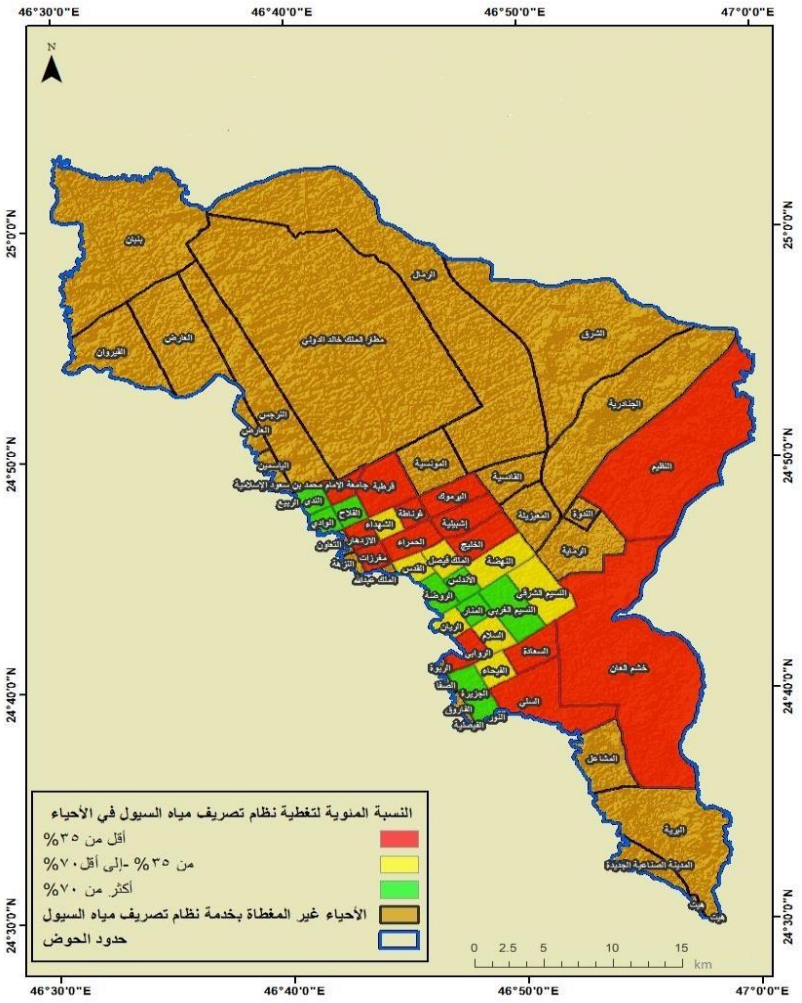
المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض

أما الأحياء الواقعة على الوادي ولا يوجد فيها أي نظام لتصريف مياه الأمطار فبلغ عددها ٢٨ حياً على الرغم من أن جزءاً من هذه الأحياء يوجد عليه امتداد عمراني بسيط مثل أحياء: البرية، وبنبان، وحي الرمال، والجنادرية، والشرق، وهيت، وأحياء مأهولة بنسبة كبيرة بالعمران مثل: النزهة، والملك عبدالله، والنفل، والنور، والياسمين، والتعاون، والقيروان، والمشاعل، والمعيزيلة، والرمال، والرماية، والربوة، والربيع، والصفا، والعارض، والفاروق، والمونسية، والندوة، والنرجس، والفيصلية، والقادسية، شكل (٦). وأحياء الروضة، والمنار، والندى، والأندلس، والنسيم الغربي والجزيرة، والفلاح، والوادي. أما الأحياء التي تتمتع بتغطية لنظام تصريف مياه الأمطار بنسبة تراوحت بين اكثر من ٢٠٪ إلى اقل من ٧٠٪ هي: السلام، والفيحاء، والريان، والقدس، والنسيم الشرقي. واحياء الخليج، والروابي، والسعادة، والشهداء، والملك فيصل، والنهضة، وغرناطة.

والأحياء التي تتمتع بتغطية لنظام تصريف مياه الأمطار بنسبة اقل ٢٠٪ هي: إشبيلية، والازدهار، واليرموك، وجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الحمراء، والنظيم، والسلي، والمغرزات، وقرطبة، وخشم العان.

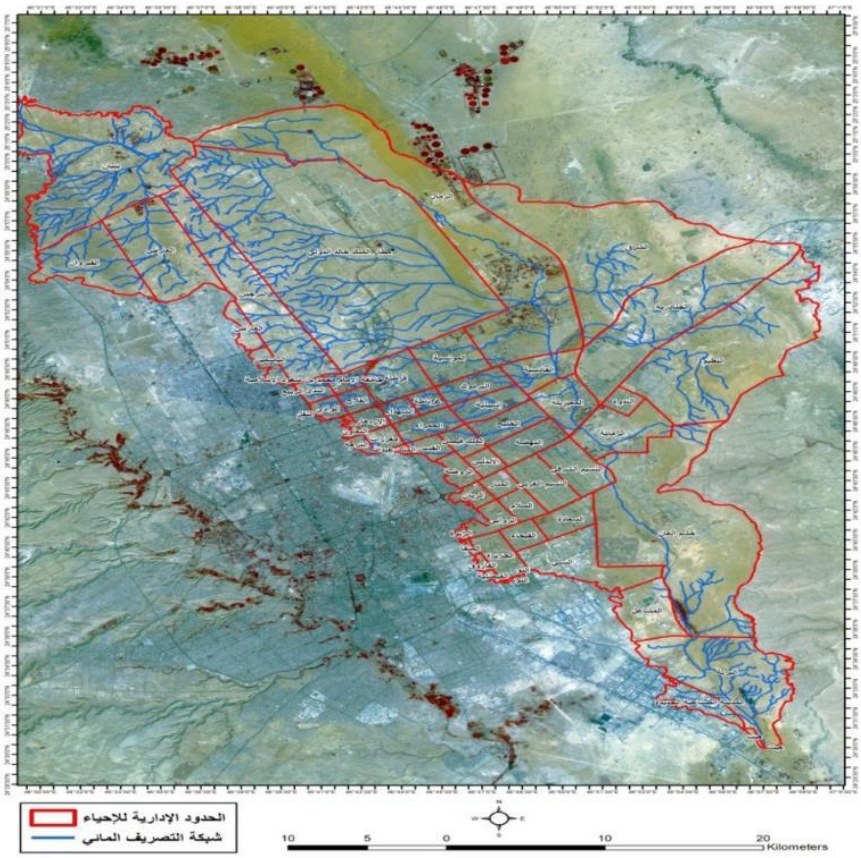
وبالنظر الى ما حدث في الأحياء الواقعة على حوض وادي السلي؛ والشكل رقم (٧) نجد أن القطاع الاوسط والادنى الواقعة على الوادي تم البناء عليها والتعدي على مجاري الأودية بإقامة الطرق والمنشآت، وبناء الأحياء عليها دون الأخذ بالاعتبار مجاري الشبكة المائية للوادي، مع عدم توفر شبكة تصريف لمياه الأمطار، أو وجودها بنسبة قليلة لا تغطي الحي؛ ممّا يعني تحول جميع

كميات الأمطار إلى مياه جارية، وبوجود المناطق المسفلتة غير المنفذة للمياه يؤدي إلى حدوث الفيضانات، وغرق الشوارع، والأحياء، والمنشآت.



شكل (٦) النسبة المئوية للتغطية الحالية لنظام تصريف مياه السيول في الأحياء الواقعة على حوض وادي السلي

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض.

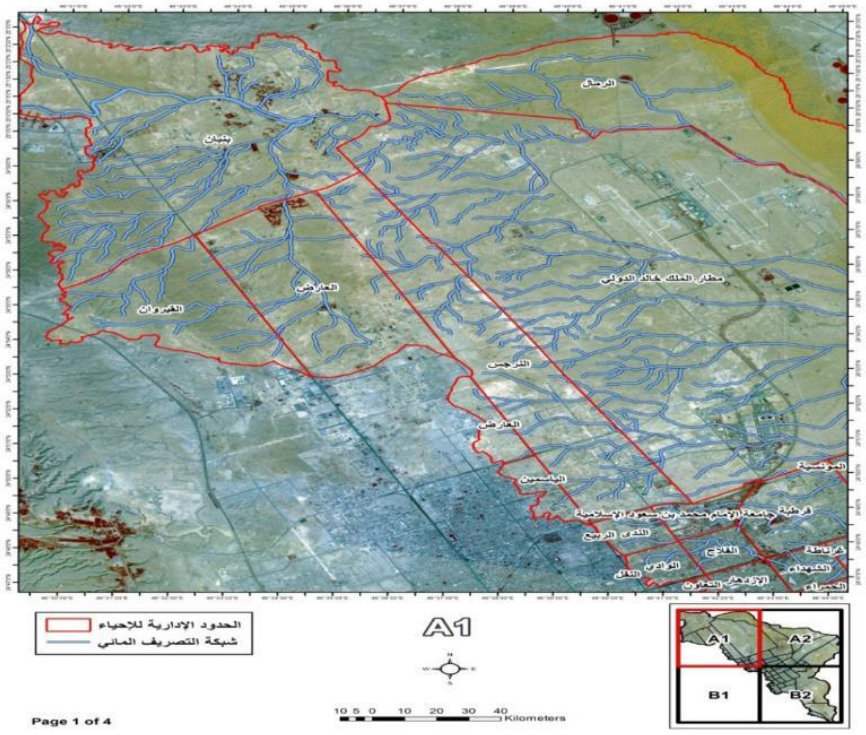


شكل (٧) حوض وادي السلي من قمر(SPOT-5) لسنة ٢٠١٤م

المصدر عمل الباحثة بالاعتماد على الصور الفضائية من قمر(SPOT-5) لسنة ٢٠١٤م.

وتم توقيع مجاري الشبكة المائية على صورة فضائية حديثة لعام ٢٠١٤ م من قمر (SPOT-5)؛ لتحديد كثافة شبكة المجاري المائية في ٥٨ حياً من الأحياء الواقعة على الوادي أشكال رقم (٨)، و(٩)، و(١٠)، و(١١)، وجدول رقم (٣)، حيث تمت قسمة اطوال المجاري على مساحة كل حي فتبين أن حي الملك عبدالله به أكبر كثافة لمجاري الشبكة المائية في الحي ومقدارها ٢.١(كلم/ كلم^{٢})،

يليه حي الفلاح بكثافة مجاري الشبكة المائية في الحي ومقدارها ١,٩(كلم/ كلم^{٢})، يليه حي بنبان بكثافة مجاري مقدارها ١,٦(كلم/ كلم^{٢})، ثم حي غرناطة بكثافة مجاري مقدارها ١,٥(كلم/ كلم^{٢}) وحي البرية بكثافة مجاري مقدارها ١,٥(كلم/ كلم^{٢})، ثم يليهم حيا النرجس، والشهداء بكثافة مجاري مقدارها ١,٤(كلم/ كلم^{٢}).



الشكل رقم (٨) كثافة المجاري المائية على احياء حوض وادي السلي

المصدر عمل الباحثة بالاعتماد على الصور الفضائية من قمر(SPOT-5) لسنة ٢٠١٤م، الخرائط الطبوغرافية مقياس١ : ٥٠٠٠٠٠.

جدول (٣) كثافة المجاري المائية في كل حي.

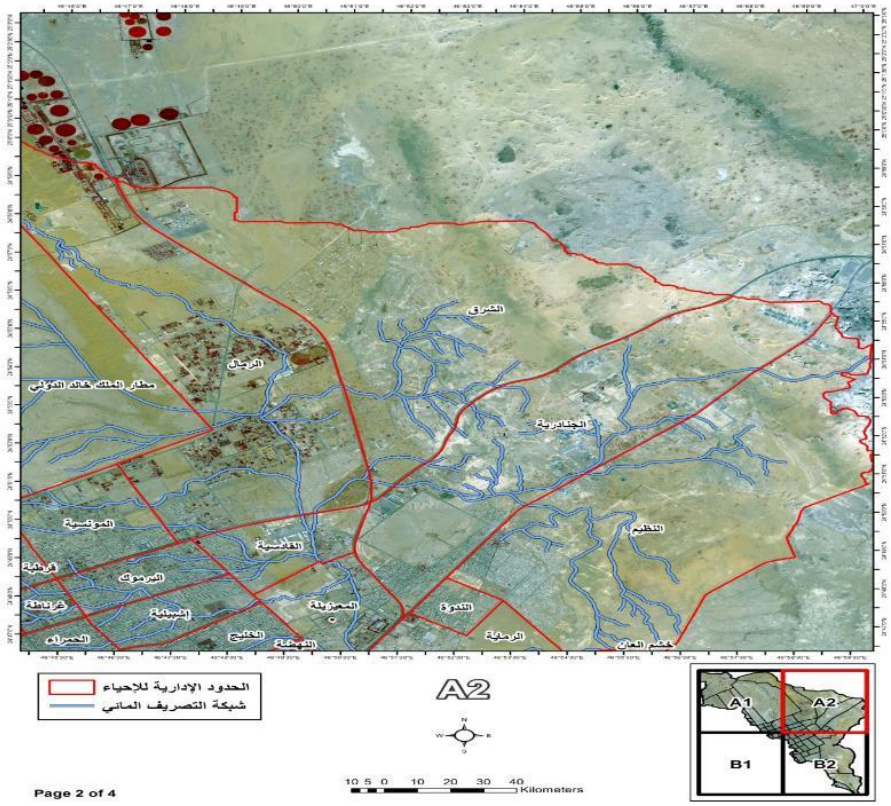
الحي	طول المجاري في الحي (كلم)	مساحة الحي (كلم^2)	كثافة الاودية في الحي (كلم/كلم^2)	النسبة المئوية للكثافة٪
الرمال	٨٠,٦٣	١٤٣,٥	٠,٦	٥٦
العارض	٤٠,٥٧	٤٣,٧	٠,٩	٩٢,٢
النرجس	٦٩,٤٨	٤٩,١	١,٤	١٤١,٧
القيروان	٣١,٥٢	٢٨,٣	١,١	١١١,٣
بنبان	١٤٥,٢	٩٢,٦	١,٦	١٥٦,٧
مطار الملك خالد	٢٥٢,٦	٢٣٤,٧	١,١	١٠٧,٦
الياسمين	١,٠٥	٤,١٣	٠,٣	٢٥,٦
الندى	٣,٤٩	٣,٩	٠,٩	٨٨,٣
الربيع	٠٠	٠,٠٣	٠٠	٠٠
المونسية	١١,٤٤	١٦,٤	٠,٧	٦٩,٨
قرطبة	١٥,٤	١٤,١	١,١	١٠٩,٣
جامعة الامام محمد بن سعود	٥,١٥	٤,٦٥	١,١	١١٠,٧
الشهداء	٥,٥٥	٤	١,٤	١٣٩
الحمراء	٥,٧	٨,٢	٠,٧	٦٩,٥
الازدهار	٠٠	٤	٠٠	٠٠
التعاون	٠٠	١,٣	٠٠	٠٠
الوادي	٣,٢٤	٣,٦	٠,٩	٨٩,٣
النفل	٠٠	٠,٠٧	٠٠	٠٠
غرناطة	٦	٣,٩	١,٥	١٥٢
الفلاح	٧,٨	٤,٠٢	١,٩	١٩٣
الشرق	٣٥,٩	٩٨,٧	٠,٤	٣٦,٤
الجنادرية	٤٢,٧	٧١,٣	٠,٦	٥٩,٩
النظيم	٥٤,٨٧	٩٤,٤	٠,٦	٥٨

الحي	طول المجاري في الحي (كلم)	مساحة الحي (كلم^2)	كثافة الاودية في الحي (كلم/كلم^2)	النسبة المئوية للكثافة٪
الندوة	٠٠	٤,٠٨	٠٠	٠٠
الرماية	٩,٩٧	٢١,٥	٠,٥	٤٦,٣
القادسية	١١,٧	١١,٨	١,٠	٩٩,٩
المعيزيلة	١١,٤	١٤,١	٠,٨	٨٠,٩
اشبيلية	١١,٢	٩,٢	١,٢	١١٩,٦
الخليج	٥,٣	١٠,٣	٠,٥	٥١,٤
النهضة	٠,٠٩	١٠,٧	٠٠	٠,٩
اليرموك	١٠,٩	٩,١٦	١,٢	١١٩,٤
هيت	٠٠	٠,٧٤	٠٠	٠٠
البرية	٧٩,٤	٥٢,٦	١,٥	١٥٠,٩
المدينة الصناعية الجديدة	٩,٤	٨,٧	١,١	١٠٧,٤
المشاعل	١,٧٨	١٧,٤	٠,١	١٠,٢
خشم العان	٥٣,٤	١٢٣,٤	٠,٤	٤٣,٣
السلي	٠	٢٥,١	٠	٠
النور	٠	٠,٢٤	٠	٠
الجزيرة	٠	٨,٧	٠	٠
الفيصلية	٠	٠,٦٣	٠	٠
الفاروق	٠	١,٢	٠	٠
الصفا	٠	٠,٧	٠	٠
الروابي	٠	٦,١٤	٠	٠
الربوة	٠	٠,٨٥	٠	٠
الريان	٠	٣,٨٧	٠	٠
الفيحاء	٠	٥,٤	٠	٠
السعادة	٠	٩,٣	٠	٠

الحي	طول المجاري في الحي (كلم)	مساحة الحي (كلم^2)	كثافة الاودية في الحي (كلم/كلم^2)	النسبة المئوية للكثافة٪
النسيم الشرقي	١,٦	١٣,٧	٠,١	١٢,٢
النسيم الغربي	٠	١٢,٦	٠	٠
المنار	٠	٤,١٣	٠	٠
الاندلس	٠	٤,٣	٠	٠
الروضة	٠	٥,١٦	٠	٠
السلام	٠	٥,٦٢	٠	٠
القدس	٤,٠٨	٤,٣٦	٠,٩	٩٣,٥
الملك عبدالله	١,٥١	٠,٧٣	٢,١	٢٠٦
الملك فيصل	٣,٩٨	٥,١٦	٠,٨	٧٧,٢
النزهة	١,٦٣	١,٧٢	٠,٩	٩٤,٨
المغرزات	٣,٨٧	٤,٠٢	١,٠	٩٦,٣

المصدر عمل الباحثة

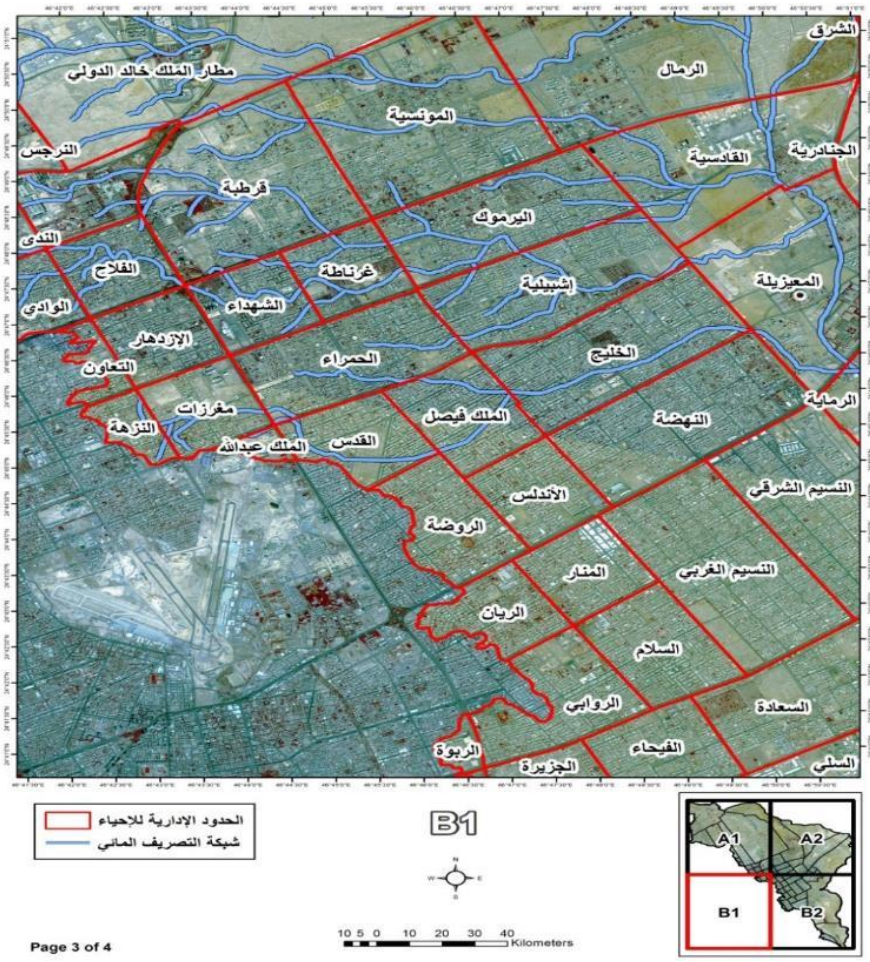
ثم يأتي حيا اليرموك، وإشبيلية بكثافة مجاري مقدارها ١,٢(كلم/ كلم^2)، ثم تأتي أحياء القيروان، ومطار الملك خالد، وجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، وقرطبة بكثافة مجاري مقدارها ١,١(كلم/ كلم^2)، ثم يأتي حيا القادسية، والمغرزات بكثافة مجاري مقدارها ١(كلم/ كلم^2)، ثم أحياء العارض، والندى، والوادي، والنزهة، والقدس بكثافة مجاري ٠,٩(كلم/ كلم^2)، ثم حيا المعيزيلة، والملك فيصل بكثافة مجاري مقدارها ٠,٨(كلم/ كلم^2)، ثم حيا المونسية، والحمراء بكثافة مجاري مقدارها ٠,٧(كلم/ كلم^2).



الشكل رقم (٩)كثافة المجاري المائية على أحياء حوض وادي السلي

المصدر عمل الباحثة بالاعتماد على الصور الفضائية من قمر(SPOT-5) لسنة ٢٠١٤م، الخرائط الطبوغرافية مقياس١ : ٥٠٠٠٠.

ثم تأتي أحياء الرمال، والجنادرية، والنظيم بكثافة مجاري مقدارها ٠,٦(كلم/ كلم^{٢})، ثم حيا الرماية، والخليج بكثافة مجاري مقدارها ٠,٥(كلم/ كلم^{٢})، ثم يأتي بعدهم حيا الشرق، وخشم العان بكثافة مجاري مقدارها ٠,٤(كلم/ كلم^{٢})، ثم حي الياسمين بكثافة مجاري مقدارها ٠,٣(كلم/ كلم^{٢})، ثم حيا المشاعل، والنسيم الشرقي بكثافة مجاري مقدارها ٠,١(كلم/ كلم^{٢}).

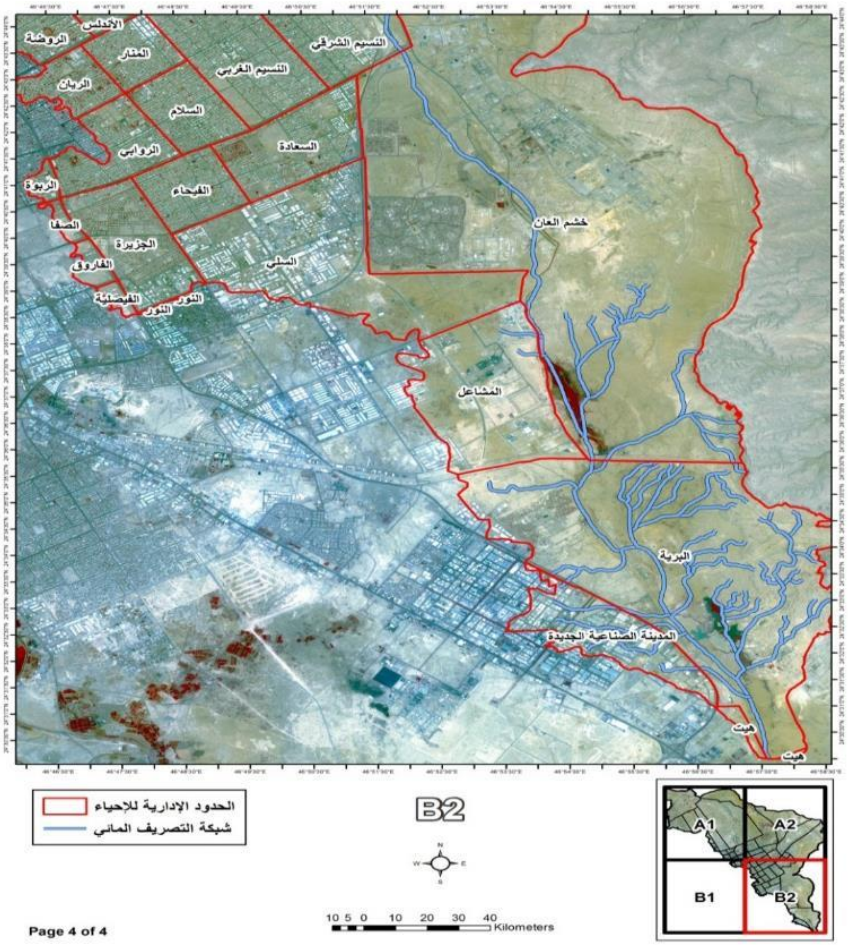


الشكل (١٠) كثافة المجاري المائية على أحياء حوض وادي السلي

المصدر عمل الباحثة بالاعتماد على الصور الفضائية من قمر(SPOT-5) لسنة ٢٠١٤م، الخرائط الطبوغرافية مقياس١ : ٥٠٠٠٠.

وأخيراً تأتي بقية الأحياء ومقدار الكثافة صفر لخلوها من مجاري الشبكة المائية وهي: الربيع، والازدهار، والتعاون، والنفل، والندوة، والنهضة، وهيت، والسلي، والنور، والجزيرة، والفيصلية، والفاروق، والصفا،

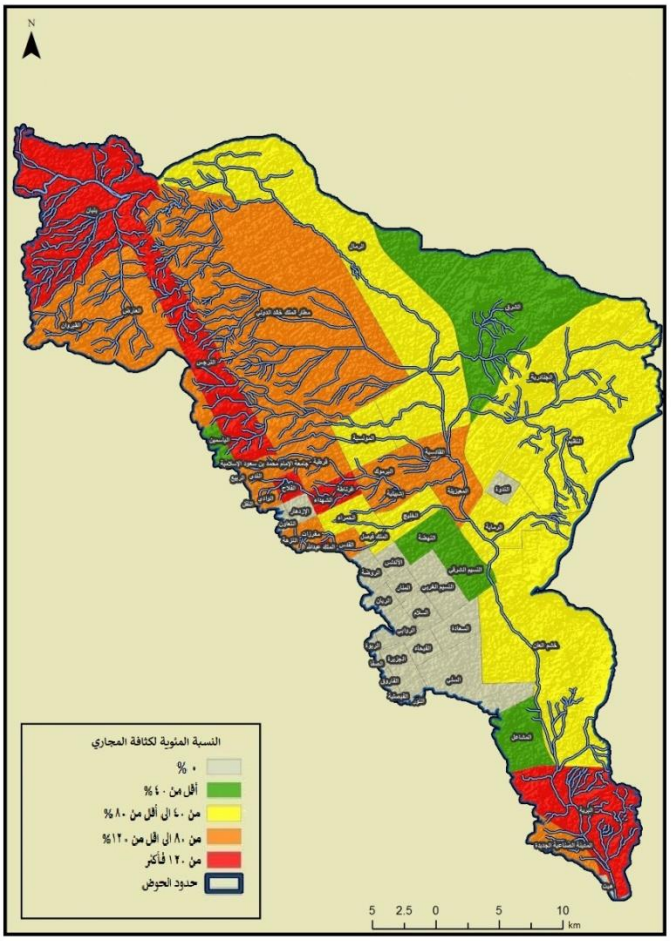
والروابي، والربوة، والريان، والفيحاء، والسعادة، والنسيم الغربي، والمنار، والأندلس، والروضة، والسلام.



الشكل (١١) كثافة المجاري المائية على أحياء حوض وادي السلي

المصدر عمل الباحثة بالاعتماد على الصور الفضائية من قمر(SPOT-5) لسنة ٢٠١٤م، الخرائط الطبوغرافية مقياس١ : ٥٠٠٠٠.

وهذا يعني أن نسبة كثافة المجاري المائية في الأحياء أكبر من ١٢٠٪ وهي نسبة كثافة عالية جداً في أحياء: الملك عبد الله، وبنبان، والنرجس، وغرناطة، والشهداء، والفلاح، الواقعة في شمال الوادي شكل (١٢).



الشكل (١٢) النسبة المئوية لكثافة المجاري المائية لوادي السلي في الأحياء

المصدر عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض.

حيث تقع الأحياء ذات الكثافة العالية جداً بالقرب من منطقة المنبع وهي اقصى ارتفاع للحوض بارتفاع يصل٧٤٠م، على تكوين العرب الذي يتكون من حجر جيري والدولومايت، كما يوجد ايضاً نسبة كثافة مجاري المائية ذات كثافة عالية جداً أكبر من ١٢٠٪ بالقرب من منطقة المصب في حي البرية في جنوب الوادي على تكوين السلي، وهو اقل منسوب ارتفاع في الوادي ومكان تجمع للمياه حيث يصل ارتفاعه الى ٥٣٤م. أما الأحياء ذات الكثافة العالية بنسبة ٨٠ إلى أقل من ١٢٠٪ فهي: العارض، والقيروان، ومطار الملك خالد، وحي اليرموك، والمعيزيلة، وإشبيلية، والوادي، والقادسية، والمغرزات، والقدس، والنزهة، والنفل، والمدينة الصناعية الجديدة، والندى، وقرطبة، يقع في جزء كبير منها المجرى الرئيس للوادي ويوجد في جزء كبير منها تكوين منطقة السلي الذي يتكون من احجار جيرية تمتاز بقلة الصلابة مع تأثرها بعوامل النحت يتخللها طبقات رخامية. أما الأحياء ذات النسبة المئوية المتوسطة لكثافة المجاري ما بين ٤٠ إلى أقل من ٨٠٪ فيقع جزء كبير منها في شرق الوادي والجنوب الشرقي والجزء الأوسط من الوادي ويتكون من عدة احياء هي: الرمال، والجنادرية، والنظيم، والرماية، والمونسية، والخليج، والحمراء، والملك فيصل، وخشم العان وتقع جزء منها على المجرى الرئيس للوادي على رواسب سطحية من الرمل والطمي والحصاة والرمال المنسوفة بالرياح. أما الأحياء التي تتمتع بكثافة مجاري اقل من متوسطة للشبكة المائية بنسبة أقل من ٤٠٪ من مساحتها فهي: المشاعل في جنوب الوادي، والنسيم الشرقي، والنهضة في وسط الوادي، والشرق في شرق الوادي، والياسمين في شمال الوادي وتقع هذه الاحياء على رواسب سطحية

تتسم بالنفاذية العالية تعود لارسابات الزمن الرابع وتتكون من الرمل والحصاة. أما الأحياء الخالية من أي كثافة للمجاري المائية بنسبة ٠٪ فتقع على رواسب سطحية من الرمال والطمي والحصاة مع جزء من الحجر الجيري وطبقات الرخام التي تعود الى تكوين السلي، وتقع هذه الاحياء في الجزء الغربي من الوادي وهي: الربيع، والازدهار، والتعاون، والنفل، والندوة، والنهضة، وهيت، والسلي، والنور، والجزيرة، والفيصلية، والفاروق، والصفا، والروابي، والربوة، والريان، والفيحاء، والسعادة، والنسيم الغربي، والمنار، والأندلس، والروضة، والسلام. وهذا يعني أن حي الملك عبدالله أكثر الأحياء عرضة لمخاطر السيول في حال سقوط الأمطار؛ لتوافر أكثر كثافة لمجاري الشبكة المائية فيه مع عدم وجود أي شبكة تصريف لمياه الأمطار فيه حيث يتميز هذا الحي بوجود اطوال للمجاري تصل الى ١.٥١كلم، مع صغر مساحة الحي، أما حي الفلاح فبالرغم من أنه يلي حي الملك عبدالله في كثافة المجاري للشبكة المائية إلا أنه يتمتع بشبكة تصريف عالية لمياه الأمطار بنسبة ٨٨٪، يلي حي الملك عبدالله في الخطورة حي غرناطة بكثافة مجاري عالية، وتصريف للسيول بنسبة منخفضة ٢٢٪. أما حيا بنبان، وحي البرية فبالرغم من وجود كثافة مجاري عالية فيهما إلا أن نسبة التمدد العمراني فيهما قليلة فيتمتعان بتصريف طبيعي للأمطار لقلة المناطق المسفلتة والمبنية فيهما ممّا يساعد على تسرب مياه الأمطار وتبخرها. ومن الأحياء التي تتمتع بخطورة مرتفعة حيا اليرموك، وإشبيلية بكثافة مجاري عالية، وشبكة تصريف لمياه السيول بنسبة تقل عن ٢٠٪. أما حيا جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، وقرطبة فيتمتعان بكثافة مجارٍ عالية، ونسبة تصريف منخفضة حيث

تمثل ١٢٪ في جامعة الإمام مع عدم وجود أي تصريف في حي قرطبة. ويأتي حيا القادسية، والمغرزات من ضمن الأحياء الخطرة لارتفاع كثافة المجاري فيهما مع انعدام شبكات التصريف فيهما. أما حيا الندى، والوادي فيتمتعان بنسبة خطر أقل من غيرهما من الأحياء؛ لارتفاع نسبة شبكات تصريف السيول فيهما حيث تشكل في حي الوادي أكثر من ٧٠٪، وفي حي الندى ٩٦٪. أما أحياء الجزيرة، والريان، والفيحاء، والمنار، والأندلس، والروضة، والسلام فهي من أقل الأحياء خطورة في الوادي لعدم وجود أي مجرى من مجاري الشبكة فيها مع وجود شبكة تصريف لمياه الأمطار بنسب عالية تراوحت ما بين ٥٠ إلى ٧٠ ٪ في أحياء السلام، والريان، والفيحاء، و٧٧٪ في حي الفيصلية، وأكثر من ٩٠٪ في أحياء المنار، والأندلس، والروضة.

ومن الأحياء الأشد خطورة الواقعة على الوادي حيا الشرق، والنظيم. وتعتبر من أشد أحياء الوادي خطورة؛ لارتفاع كثافة مجاري الشبكة المائية فيهما مع خلو حي الشرق من أي نظام لتصريف مياه الأمطار، وقلة مساحة نظام التصريف في حي النظيم، والذي يشكل ٢٪ فقط من مساحته العمرانية، وهذا ما يلاحظ على هذا الحي عند سقوط أمطار على مدينة الرياض حيث إنه في يوم الأربعاء بتاريخ١٤٣١/٥/٢١هـ الموافق ٢٠١٠/٥/٥م سقطت كمية من الأمطار على مدينة الرياض وصلت إلى ٣٠،٩ملم في محطة مطار الملك خالد بفترة رجوع خمس سنوات، وبكمية ٠.٦مل في محطة مطار الرياض القديم، و٤ملم في محطة الرياض بفترة رجوع أقل من سنتين أدت إلى سرعة تجمع المياه مما أدى إلى غرق

الحي، وما فيه من المباني والشوارع، مما ينذر بوقوع كارثة أكبر في حال سقوط كمية من الأمطار خلال فترات رجوع عشر، أو عشرين سنة (صورة رقم ٣).

صوره رقم (٣) السيول التي اجتاحت مدينة الرياض يوم الاربعاء بتاريخ ١٤٣١/٥/٢١ه في حي النظيم

المصدر جريدة الرياض بتاريخ ١٤٣١/٥/٢٣هـ

الخلاصة والخاتمة:

أظهرت دراسة الخصائص الشكلية لحوض وادي السلي أن قيمة معامل الاستدارة البالغة ٠,٢١ تدل على بُعد الحوض عن الشكل الدائري. وعدم انتظام محيطه. بينما دلت قيمة معامل الشكل البالغة قيمتها ٠,٢٣ على قرب الحوض من الاستطالة وبُعده عن الاستدارة؛ ممّا يعني اقتراب نتيجة معامل الشكل من قيمة معامل الاستدارة، وإعطاء نفس النتيجة التي تؤكد على بطء تجمع المياه. وحاجتها إلى وقت أكبر للوصول إلى المصب. وأظهرت دراسة الخصائص التضاريسية لحوض وادي السلي أن درجة الانحدار في سطوح حوض الوادي منخفضة؛ ممّا يؤكد القول إن هناك علاقة عكسية بين الانحدار والمساحة: فكلما

زادت مساحة الحوض قل الانحدار، وكلما قلت مساحة الحوض زاد الانحدار. حيث بلغت نسبة التضرس لحوض وادي السلي ٢.٨ م/كلم ؛ يؤدي إلى انخفاض سرعة وصول المياه الجارية إلى المصب، وتجمع كمية المياه، وبالتالي ارتفاع مؤشر حدوث الفيضانات. ومن خلال دراسة شبكة التصريف لمجاري حوض وادي السلي اتضح أن الوادي وصل إلى المرتبة الخامسة تبعاً لتصنيف سترايلر. ومن خلال دراسة شبكة التصريف لمجاري حوض وادي السلي اتضح أن الوادي وصل إلى المرتبة الخامسة تبعًا لتصنيف سترايلر. بلغت أعداد المجاري في الحوض ٤٦٨ مجرى، واستحوذت مجاري الرتبة الأولى على ٧٣.٧٪ من إجمالي أعداد المجاري في الحوض بمجموع أعداد ٣٤٥ مجرى، وقد شكلت أعداد مجاري الرتب الدنيا (الأولى، والثانية) نسبة قدرها ٩٣.٣٪ من مجموع أعداد المجاري في الحوض. وبلغ مجموع أطوال المجاري في الحوض ١٠٤٠.٤ كم استحوذ على الطول الأكبر فيها مجاري الرتبة الأولى بنسبة ٥٠٪ وبطول يبلغ ٥١٨.٦ كم من إجمالي أطوال المجاري في الحوض. حيث اتضح سيادة أطوال مجاري الرتب الدنيا بنسبة قدرها ٧٦.٢٪ من مجموع أطوال المجاري، وانخفضت النسبة في الرتب العليا بسبب زيادة أعداد المجاري في الرتب الدنيا، وانخفاض أعداد المجاري في الرتب العليا.

اتضح من خلال تكرارية المجاري البالغة ٠.٣٥ مجرى لكل كم من مساحة الحوض قلة عدد المجاري في الحوض ؛ وبالتالي قلة أطوالها، وانخفاض كثافة التصريف ممّا يؤدي إلى قلة قدرة الحوض على تجميع المياه، وبالتالي قلة الجريان السطحي. وبلغت نسبة التشعب للوادي ٤.٤ ممّا يدل على أنه لا يوجد خطر لحدوث فيضانات في الحوض إذا ترك على طبيعته ؛ لعدم خروج نسبة التشعب

عن المعدل الطبيعي. بينما بلغ معامل التقطيع أقل من ٤ ممّا يدل على أن نسيج الحوض لوادي السلي يتسم بالخشونة.

من خلال دراسة الأحياء الواقعة على حوض وادي السلي اتضح أن مجموع الأحياء الواقعة على حوض وادي السلي ٥٨ حياً, بلغت مساحة حوض وادي السَلي في مدينة الرياض (١٣٤٨,٧) كلم^{٢}. وبلغت مساحة الأحياء الواقعة عليه المعمورة, وغير المعمورة ١٣٤٨,٧ كلم^{٢} ممّا يعني أن جميع مساحة حوض وادي السلي مغطاة بأحياء مدينة الرياض. بلغت المساحة العمرانية في الأحياء لحوض وادي السلي ٦٣٢,٦ كلم^{٢} أي ما نسبته ٤٧٪ من مساحة الوادي. أما المساحة الفضاء الخالية من العمران فشكلت النسبة الباقية ٥٣٪ بمساحة تبلغ ٧١٦,١ كلم^{٢}. بلغ عدد الأحياء التي يوجد لديها تصريف لمياه الأمطار ٣٠ حيًا، أما الأحياء التي لا يوجد لديها تصريف لمياه الأمطار فبلغ عددها ٢٨ حيًا من ٥٨ حيًا. اتضح أن من أكبر الأحياء خطورة في الوادي لارتفاع كثافة المجاري المائية فيه هو حي الملك عبدالله بكثافة تبلغ ٢,١ (كلم/ كلم^{٢}) مع عدم وجود أي نظام لتصريف مياه الأمطار للحي؛ ممّا يعني الخطورة أكبر على هذا الحي. يليه حي الفلاح بكثافة مجاري عالية للشبكة المائية في الحي ومقدارها ١,٩(كلم/ كلم^{٢})، ولكن بنسبة خطورة أقل؛ لوجود نظام لتصريف مياه الأمطار في الحي بنسبة أكبر من ٧٠٪. ويأتي حي غرناطة من الأحياء الخطرة بكثافة مجاري مقدارها ١,٥(كلم/ كلم^{٢}) مع نسبة تصريف لمياه الأمطار ٢٢٪، ومن ثم يليه حي النرجس بكثافة مجاري مقدارها ١,٤(كلم/ كلم^{٢}) مع عدم وجود أي نظام لتصريف مياه الأمطار. ثم يأتي حيا اليرموك, وإشبيلية بكثافة مجاري مقدارها

١,٢(كلم/ كلم^{٢}) مع نسبة نظام لتصريف مياه الأمطار أقل من ٢٠٪ من مساحة الحي. ومن أقل الأحياء الواقعة على وادي السلي خطورة بمقدار كثافة المجاري المائية فيها صفر مع ارتفاع نسبة نظام تصريف مياه الأمطار فيها وتغطيته لأكثر من ثلاثة أرباع مساحتها أحياء: الجزيرة، والريان، والمنار، والأندلس، والروضة.

ثانياً: التوصيات

بناء على نتائج الدراسة تقترح الباحثة بعض التوصيات للاستفادة منها، وتتمثل في الآتي:

١. الاهتمام والتركيز على إزالة التعديات الواقعة على المجرى الرئيس للوادي؛ لتفادي حدوث فيضانات وتجمعات للمياه بسبب تحوّل جميع أسطح المجرى الرئيس للوادي إلى سطوح اسفلتية تساعد على سرعة الجريان مكونة الفيضانات والكوارث على الأحياء الواقعة عليه.
٢. الاهتمام بإقامة شبكات لنظام تصريف مياه الأمطار والسيول في الأحياء المعرضة بشكل أكبر للأخطار بسبب ارتفاع كثافة المجاري المائية فيها مع عدم وجود نظام لتصريف مياه الأمطار، أو وجوده بنسبة بسيطة؛ نظراً لزيادة الخطر عليها أكثر من غيرها من الأحياء.
٣. الاهتمام والتركيز عند التخطيط لعمل مخططات لنظام التصريف لمياه الأمطار على الأحياء الواقعة على شمال وادي السلي، وشمال شرق الوادي؛ نظراً للتعدي الكبير على الوادي، والتمدد العمراني الواضح لمدينة الرياض والمتجه نحو شمال وشمال شرق الوادي مع عدم وجود أي تخطيط لهيئة

تطوير مدينة الرياض لإقامة مشاريع لنظام تصريف مياه السيول في هذه الأحياء حتى عام ٢٠٣٠م.

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

- أبو العينين. حسن سيد أحمد، (٢٠٠٢م)، **أصول الجيومورفولوجيا "دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض"**، مؤسسة الثقافة الجامعية. مصر.
- الأحيدب. إبراهيم سليمان. (٢٠٠٠م)، **المخاطر الطبيعية في المملكة وكيفية مواجهتها، دراسة جغرافية**، الطبعة الثانية، دار المريخ للنشر، الرياض.
- آل سعود، مشاعل بنت محمد، (١٩٩٦م)، التحليل المورفومتري لشبكة التصريف المائي السطحي بحوض شعيب نساح دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، **رسالة دكتوراه غير منشورة**، جامعة الملك سعود.
- الجعيدي، فرحان بن حسين، (١٩٩٧م)، دور مرئيات الاستشعار عن بعد في إعداد الخريطة الجيومورفولوجية لحوض وادي الحرملية، **رسالة ماجستير غير منشورة**، قسم الجغرافيا، جامعة الملك سعود، الرياض.
- حسين، أحمد حسين، (٢٠١٩م)، تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي العبرة، **مجلة جامعة كركوك للدراسات الإنسانية**، جامعة كركوك، مجلد (١٤) العدد ٢، ص٢٧٥ -٣٠٣.
- الدغيري، أحمد عبدالله وإبراهيم الشويش، (٢٠١٧م)، استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد والاستيفاء المساحي لتقييم أثر النمو العمراني في أحوض الأودية الداخلة على مدينة بريدة بمنطقة القصيم"، **مجلة العلوم العربية والاجتماعية**، جامعة القصيم، المجلد (١١)، العدد (٤)، ص ٢١٥٧ -٢١٧٩.
- الدليمي، خلف حسين، (٢٠١٢م)، **علم شكل الأرض التطبيقي" الجيومورفولوجيا التطبيقية"**، دار صفاء للطباعة والنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

- الدوعان، محمود بن إبراهيم، (١٩٩٩م)، الأودية الداخلة إلى منطقة الحرم بالمدينة المنورة، **سلسلة بحوث جغرافية**، العد (٣٨)، الجمعية الجغرافية السعودية، جامعة الملك سعود، الرياض.
- سفيان، نضال محمد عبد الرحمن، (٢٠١٤م)، جيومورفولوجية حوض وادي نخلة في محافظة تعز بالجمهورية اليمنية، **رسالة ماجستير غير منشورة**، قسم الجغرافيا، جامعة الملك سعود، الرياض.
- سقا، عبد الحفيظ، (٢٠٠٩م)، دراسة مورفومترية مقارنة لحوضي وادي جورة ووادي جربوت رافدي وادي ضمد، جنوب غرب المملكة العربية السعودية، قسم الجغرافيا، **مركز بحوث كلية الآداب**، جامعة الملك سعود، الرياض.
- سلامة، حسن رمضان، (٢٠٠٤م)، **أصول الجيومورفولوجيا**، دار المسيرة، عمان، الأردن.
- الشاعر، عيسى، (١٩٩٣م)، دراسة التوسع العمراني في مدينة الرياض باستخدام الصور الجوية والمناظر الفضائية (١٩٥٠ -١٩٨٩م)، الجمعية الجغرافية السعودية، **سلسلة بحوث جغرافية**، العدد رقم (١٤)، الرياض.
- الشريف، عبد الرحمن صادق، (١٣٩٦م)، **مدينة الرياض**، دارة الملك عبد العزيز، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- الشريف، عبد الرحمن صادق، (٢٠٠٢م)، **جغرافية المملكة العربية السعودية**، دار المريخ، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- الشمراني، عبد الرحمن بن محمد، (٢٠١٢م)، التحليل المكاني للمناطق المهددة بالسيول في شمالي مدينة الرياض باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، **رسالة ماجستير**، قسم الجغرافيا، جامعة الملك سعود، الرياض.
- الصالح، محمد عبد الله، (١٩٩٢م)، بعض طرق قياس المتغيرات في أحواض التصريف، **مركز بحوث كلية الآداب**، العدد (٢٥) جامعة الملك سعود، الرياض.

- الغامدي، سعد أبوراس، (٢٠٠٤م)، استخلاص شبكة التصريف السطحي للمياه باستعمال المعالجة الآلية لبيانات صور الأقمار الصناعية، دراسة على منطقة جبال نعمان، **مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والاجتماعية والإنسانية**، مجلد ١٦، العدد٢.
- لدرع، طاهر بن عبدالحميد وعلي الغامدي، (٢٠٠٤م)، نمذجة التطور العمراني لمدينة الرياض بين ١٩٨٧و٢٠٠١م باستخدام نظم الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، **الجمعية الجغرافية الكويتية**، قسم الجغرافيا، جامعة الكويت، الكويت.
- مرزا، معراج واحمد البارودي، (٢٠٠٥م)، السمات المورفولوجية والخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأودية الحرم المكي، **مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والاجتماعية والإنسانية**، (١٧٦ -٢٦٢) مكة المكرمة.
- مصطفى، احمد احمد، (١٩٩٨م)، **الخرائط الكنتورية تفسيرها وقطاعاتها**، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، مصر.
- الوليعي، عبد الله بن ناصر، (١٩٩٦م)، **جيولوجية وجيومرفولوجية المملكة العربية السعودية**، الرياض.

ثانياً: الخرائط:

- ٤مرئيات فضائية من نوع Spot- 5 لتغطية معالم وادي السلي، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، معهد بحوث الفضاء درجة الوضوح ٢.٥م
- خريطة جيولوجية لمربع طويق الشمالي، لوحة١٢٠٧، مقياس ١/٥٠٠٠٠٠، المديرية العامة للثروة المعدنية، وزارة البترول والثروة المعدنية، ١٩٧٩م.
- خريطة طبوغرافية لشمال غرب الرياض رقم اللوحة١٤ -٤٦٢٤، مقياس ١/٥٠٠٠٠، إدارة المساحة الجوية، وزارة البترول والثروة المعدنية، الرياض.
- خريطة طبوغرافية لمربع الرياض، لوحة الثمامة رقم اللوحة ٢٣ -٤٦٢٥، مقياس ١/٥٠٠٠٠، إدارة المساحة الجوية، وزارة البترول والثروة المعدنية، الرياض.

- خريطة طبوغرافية لمربع الرياض، لوحة جنوب شرق الرياض رقم اللوحة١٢ -٤٦٢٤، مقياس ١/٥٠٠٠٠، إدارة المساحة الجوية، وزارة البترول والثروة المعدنية، الرياض.
- خريطة طبوغرافية لمربع الرياض، لوحة شمال شرق الرياض رقم اللوحة ١١ -٤٦٢٤، مقياس ١/٥٠٠٠٠، إدارة المساحة الجوية، وزارة البترول والثروة المعدنية، الرياض.
- نموذج الارتفاعات الرقمية DEM لوادي السلي، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية بدرجة وضوح ٣٠م.

ثالثا: المواقع والانترنت:

- (الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، ٢٠١٤م)
http://www.arriyadh.com/ar/AboutArriy/Left/History/getdocument.aspx?f=/openshare/ar/AboutArriy/Left/History/Geo.doc_cvt.htm
- أطلس مدينة الرياض، الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، جامعة الملك سعود.
- الوليعي، عبد الله ناصر (٢٠٠٥م): مخاطر السيول تهدد الرياض بكارثة يصعب احتواؤها، جريدة الرياض، العدد١٣٤٠٨، الخميس١٠ مارس:
http://www.alriyadh.com/46346
- متعب أبو ظهير، (٢٠١٠م): كارثة النظيم تدق أجراس الخطر والأسر لاتزال محتجزة!، جريدة الرياض، العدد١٥٢٩٢، الجمعة٧ مايو:
http://www.alriyadh.com/523508

رابعاً: المراجع الاجنبية :

- -Ahmed A. A., (2018), Morphometric analysis of Tarhuna Basins to Assess Groundwater potential", **Al-Zaytoonah University Journal**, Al-Zaytoonah University, vol 27, pp176-207
- Chow, V. T., (1951), A General Formula For Hydrologic Frequency Analysis, **Trans. Amer. Geophys. Union**, Vol. 32, pp. 231-237.
- Chorley, R. J, (1967), **Basin As The Fundamental Geomorphic Unit In Fluvial Processes**, London

- Horton, R. E (1945), Erosiomal Developments Of Streams And Their Drainage Basins: Hydro Physical Approach To Quantitative Morphology, **Geol, Soc. Am Bull** ,vol. 56 Pp.275-370.
- Strahler, A. N., (1968), **Quantitative Geomorphology. In: Fairbridge, R.W., Ed., The Encyclopedia of Geomorphology**, Reinhold Book Crop., New York.

عزيـــــــــزي

الباحث وصاحب العمل والمؤسسة

تتيح لك الجمعية الجغرافية السعودية فرصة التعريف

بإنتاجك العلمي وأجهزتك ومؤسستك وبرامجك التي

يمكن ان تخدم الجغرافيين والجغرافيا.

أسعـار الإعلانات

صفحة كاملة بمبلغ ١٠٠٠ ريال سعودي

نصف صفحة بمبلغ ٥٠٠ ريال سعودي

ربع صفحة ٢٥٠ ريالاً سعودياً

عزيزي عضو الجمعية الجغرافية السعودية
هل غيرت عنوانك؟ فضلاً املأ الاستمارة المرفقة وأرسلها على عنوان الجمعية
الاسم: ..... العنوان: ..... ص. ب..... المدينة والرمز البريد..... البلد..... الاتصالات الهاتفية: عمل: ..... منزل: .....جوال: ..... بريد إلكتروني: .....
ترسل على العنوان الآتي: الجمعية الجغرافية السعودية ص. ب ٢٤٥٦ - الرياض ١١٤٥١ المملكة العربية السعودية هاتف: ٤٦٧٨٧٩٨ ١١ ٠٠٩٦٦ - فاكس: ٤٦٧٧٧٣ ١١ ٠٠٩٦٦ بريد إلكتروني: sgs@ksu.edu.sa كما يمكنكم زيارة موقع الجمعية على الانترنت على الرابط الآتي: www.saudigs.org

آخر إصدارات سلسلة بحوث جغرافية:

١١٢ -الخصائص الديموغرافية للقوى العاملة السعودية وتخطيها ومستقبلها. د. أيمن أحمد شلضم.

١١٣ -نمو السكان وتوزيعهم في محافظة بني سويف بجمهورية مصر العربية. د. أشرف محمد عبد المعطي.

١١٤ -تقدير متطلبات غسيل التربة من مياه الري للمحاصيل الزراعية في الأحساء. أ.د. ناصر بن عبد العزيز السعران

١١٥ -مستوى الخصوبة والعوامل المؤثرة فيها في مدينة عنيزة بمنطقة القصيم د. أحمد محمد البسام

١١٦ -الصناعات الصغيرة والمتوسطة في المملكة العربية السعودية. د. صفاء بنت صبح صبابحة

١١٧ -التباين المكاني لأسعار الأراضي في مدينة الرياض أ. نورة بنت قاعد العتيبي

١١٨ -هجرة يهود أوروبا الشرقية الى فلسطين في الفترة من ١٨٨٢ -١٩٤٨م د. عبد العزيز بن راشد المطيردي

١١٩ -المؤسسات القفية في المشرق ودورها في خدمة الرحالة الجغرافيين د. أحمد بن محمد الشبعان

١٢٠ - تحليل الانماط المكانية لتوطن صناعة البلوك والخرسانة في منطقة القصيم دراسة في جغرافية الصناعة، أ. هديل بنت محمد الفوزان، د. محمد بن إبراهيم الدغيري.

١٢١ - انماط المناخ السياحي في المملكة العربية السعودية بتطبيق معادلة ميكوسكي د. مطيرة بنت خويتم المطيري

١٢٢ - العمالة الوافدة في الأحياء القديمة في مدينة بريدة د. أحمد بن محمد عبد الرحمن البسام

١٢٣ - التحليل المكاني للعمر المتوقع عند الميلاد في المملكة العربية السعودية. زهور المعلم، د. مفرح بن ضايم القرادي.

١٢٤ - مدى اسهام القوى العاملة الوطنية في القطاعات السياحية بمدينة جدة وسبل تعزيزها، د. جميلة بنت ناصر آل محيا، د.محمد بن سعد المقري.

١٢٥ - العيون المائية وعلاقتها بأودية الحوض الأوسط لوادي السهباء، د. فرحان بن حسين الجعيدي.

١٢٦ - مراقبة النمو العمراني في مدن الخرج باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد في الفترة من عام ١٩٧٣ -٢٠١٤م، د.عبدالله بن محمد المثيبي، د. فرحان بن حسين الجعيدي.

١٢٧ -التحليل المكاني لحوادث المرور على طريق الرياض الدمام باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، د. آمنة بنت عبد الرحمن الأصقة.

١٢٨ - خصوبة السكان السعوديين في مدينة بريدة. أ. هاجر بنت حمود العتيبي

١٢٩ - أخطار التجوية الملحية على المباني التراث العمراني بمحافظة الأحساء -دراسة جغرافية.د. أماني حسين محمد حسن

١٣٠ - مساهمات ريتشارد هارتشورن البحثية في علم الجغرافيا، د. أحمد عبد السلام عبدا لنبي عبد الكريم

١٣١ - التحليل الكمي لشبكة الطرق القومية المعبّدة بين عواصم ولايات جمهورية السودان، د. فخرالدين أحمد عب الله محمد.

١٣٢ - السياحة البيئية بمحافظة الأحساء: تحليل جغرافي، د. سعيد بن محمد القرني.

أسعار البيع:	Price:
سعر النسخة الواحدة للأفراد: ١٥ ريالاً سعودياً.	Individuals: 15 S.R.
للمؤسسات: ٢٠ ريالاً سعودياً.	Institutions: 20 S.R.
❖ تضاف الى هذه الأسعار أجرة البريد.	*Handing & Mailing Charges Are Added on the Above Listing.

The Hydrological Significance Of Morphometric Characteristics In The Wadi Al-Sulay Basin

Nouf Abdulaziz Abdullah Al jabr

Abstract

Wadi Sulay basin considered one of the crucial wadis in Saudi Arabia because it drains a high number of floods in large areas، which cover the northern and eastern area of Riyadh city. It is well known that flooding risks are one of the morphological characteristics of the drainage system، therefore، this study shed light on analyzing morphometric characteristics of the wadi Sulay basin to evaluate the risks of flooding in this important part of Riyadh city. In this paper، the quantitative methods were employed spatial analysis to extract the morphometric characteristics of the drainage basin by using the digital elevation model and topographic maps through the geographic information system. The results show that the morphometric analysis of the drainage system has revealed that the basin area located within the limit of Riyadh at around 1348.8 km². Moreover، the drainage basin shape was elongated، which prevents the concentration of discharge at one point of time، and thus lowers the risk of flooding، however، the low relief of the drainage basin increases the risk of flooding. According to Strahler stream order، the wadi Sulay drainage system is on the fifth order، with 468 streams having a total length of 1040km and a normal bifurcation ratio is 4.4 as well as drainage density of 0.77km/km. All the mentioned indicators contribute to decreasing the flooding risks and maintaining the drainage system in its natural state. Unfortunately، 28 districts out of the 58 districts located within the basin do not have any drainage system which increases the risks of flooding in these areas.

ISSN 1018-1423
Key title =Buhut Gugrafiyya

Administrative Board of the Saudi Geographical Society

Ali A. Al Dosari	Assis. Prof.	Chairman.
Mohammed A. Mishkhes	Assoc. Prof.	Vice-Chairman.
Malhi A. Al-Gazwani	Assis. Prof.	Secretary General.
Fahad A. Almutlaq	Assis. Prof.	Treasurer.
Tagreed H. Al-Juhani	Assis Prof.	Head of Risk and Disaster Management Unit.
Asma A. Aba Al Khail	Assis. Prof.	Member
Mohammed A. Alrashed	Assis. Mr.	Member
Sultan A. Alharbi	Assis. Mr.	**Head of unit of The electronic publishing vessel for scientific message.**
Mona S. Aladel	Assis. Mrs.	Editor of Geographical Newsletter

RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY

REFEREED PERIODICAL PUBLISHED BY SAUDI GEOGRAPHICAL SOCIETY

133

The Hydrological Significance Of Morphometric Characteristics In The Wadi Al-Sulay Basin

Nouf Abdulaziz Abdullah Al jabr

King Saud University - Riyadh
Kingdom of Saudi Arabia
1442 A.H. - 2021A.D.

بسم الله الرحمن الرحيم

Saudi Geographical Society (S.G.S.)

Editorial Board

Editor-in-Chief:	Mohammed A. Al-Gabbani	(Ph.D.).
Editorial Board:	Ahmed A. Al-Doghairi	(Ph.D.).
	Mohammed S. Al-Rebdi	(Ph.D.).
	Mofareh D. Al-Qaradi	(Ph.D.).

Advisory Board

Ramzi A. Al-Zahrani	Umm Al-Qura University
Abdullah Y. Al-Ghunaim	Kuwait University
MuhammadShawqi I. Makki	King Saud University
Mohammed A. Al-Saleh	King Saud University
Mohammed M. Al-Qahtani	King Khalid University

Correspondence Address

All Research Papers and Editorial Correspondence Should be sent to
The Editor-in-Chief, Dept. of Geography
College of Arts, King Saud University
P.O.Box 2456 Riyadh 11451
Kingdom of Saudi Arabia
Tel: 4678798 Fax: 4677732
E-Mail: sgs@ksu.edu.sa

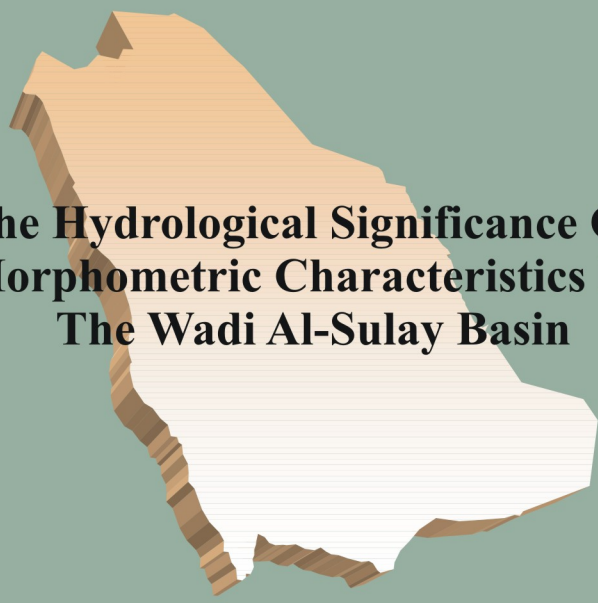
All Views Expressed by Contributors to the RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY do not Necessarily Reflect the Position of the Editorial Board or the Saudi Geographical Society

RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY

REFEREED PERIODICAL PUBLISHED BY SAUDI GEOGRAPHICAL SOCIETY

133

The Hydrological Significance Of Morphometric Characteristics In The Wadi Al-Sulay Basin



Nouf Abdulaziz Abdullah Al jabr

King Saud University - Riyadh
Kingdom of Saudi Arabia
1442 A.H. - 2021A.D.