# الخصائص الميدرولوجية لحوض وادي نعمان بونطقة بوكة الوكروة

أفراح أحمد علي الزهراني محاضر بجامعة جدة-قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية aalzahrany@kau.edu.sa

#### HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS OF WADI NUMAN BASIN. MAKKAH REGION

#### Afrah Ahmed Ali Al-Zahrani

aalzahrany@kau.edu.sa

#### Abstract

The Wadi Numan Basin is characterized by hydrological features that create a temporary water source to the east of Makkah. This water source occurs during the rainy seasons, during which the basin is exposed to increased amounts of runoff that flood different regions in the basin. As these floods pose an economic and environmental risk to populations living in the basin, a detailed analysis of these hydrological characteristics that contribute to the basin runoff can provide a better understanding of the basin's hydrology and its hydrological properties. Combining this data with results from a hydrological database allowed us to produce a thematic map that considers the hydrology guideline and classifies different areas based on the hydrological degree of risk. Primary results showed that the Wadi Numan Basin records the dense time at about 5 hours and 14 minutes, while the surface runoff velocity reached 0.054 m3 / s, and the peak drainage reached 296 m3 / s. The flow force was large and was recorded at 11.55, and the volume of runoff according to the Snyder model was 195752 m3. The response time for the basin reached nine hours and three minutes. The risk is based on dividing the hydrological characteristics into groups according to values ranging between 1 and 36 degrees. The Rahjan Valley and Mujireish, located in the south of the Wadi Nu'man basin, the The Alaq Valley in the east of the basin, and the Al Shazqa Valley northwest of the basin are the most dangerous hydrological basins, while the rest of the basins recorded a moderate degree of hydrological risk

*Key words:* Hydrological properties-Surface Runoff- Drainage Basin-Floods-Rain

## الخصائص الميدرولوجية لحوض وادي نعمان بونطقة وكة الوكروة

أفراح أحمد علي الزهراني aalzahrany@kau.edu.sa

#### مستخلص: ﴿

يتميز حوض وادى نعمان بمقومات هيدرولوجية جعلت منه الظهير المائي الواقع شرق مكة المكرمة، ويتعرض الحوض خلال مواسم الامطار إلى زيادة كميات الجريان السطحي، مما كان سبباً في القيام بدراسة تفصيلية للخصائص الهيدرولوجية المؤثرة على الجريان السطحى بالحوض، من أجل فهم هيدرولوجية الحوض، وعليه هدفت الدراسة الى تحليل الخصائص الهيدرولوجية وتبيان قدرتها على توليد الجريان السطحى، وكذلك تم دمج نتائج قاعدة البيانات الهيدرولوجية لإنتاج خريطة موضوعية تُعتبر الدليل الهيدرولوجي الذي على اساسه تم تصنيف الحوض حسب درجات الخطورة الهيدرولوجية، ومن اهم نتائج التي توصلت اليها هذه الدراسة أن حوض وادى نعمان سجل زمن تركيز بلغ خمس ساعات وأربعة عشر دقيقة، بينما بلغت سرعة الجريان السطحى ٠٠٥٠,٠٥٤ وبلغت ذروة التصريف ٢٩٦م٣/ث، وكانت قوة الجريان كبيرة حيث سجلت ١١،٥٥ وحجم الجريان بلغ حسب نموذج سنايدر ١٩٥٧٥٢م٣، وزمن الاستجابة للحوض وصل الى تسع ساعات وثلاث دقائق، كذلك أظهرت نتائج تصنيف درجات الخطورة بناءً على تقسيم الخصائص الهيدرولوجية الى مجموعات وفقاً لقيم تراوحت بين (١-٣٦درجة)، أن وادى رهجان والمجيريش الواقعان جنوبي حوض وادى نعمان، ووادى علق شرقى الحوض، ووادى الشذقاء الواقع شمالي غربي الحوض هي أكثر الأحواض خطورة هيدرولوجية، بينما سجلت بقية الأحواض درحة خطورة متوسطة هيدرولوحياً.

الكلمات المفتاحية: الأمطار، حوض التصريف، الجريان السطحي، الخصائص الهيدرولوجية، السيول

#### أولاً: مقدمة

١. أهمية الدراسة: تتأثر الأحواض المائية بالعديد من الخصائص الطبيعية، وخصائص الشبكة الهيدروغرافية للحوض، مما يؤثر في اختلاف درجة الاستجابة الهيدرولوجية والجريان السطحي لمياه حوض التصريف، لذلك تعد دراسة الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف ذات أهمية بالغة، للتعرف على خصائص الجريان السطحى لأحواض التصريف، ومعرفة اعلى موجة جريان وأقل تصريف مما يعد من الدراسات الضرورية عند انشاء كثير من المشاريع الحيوية مثل السدود، والطرق والجسور وغيرها.

- ٢. أهداف الدراسة: تهدف الدراسة الى تكوين قاعدة بيانات هيدرولوجية تفصيلية لحوض وادى نعمان والأحواض الجزئية التابعة له، وتحليل الخصائص الهيدرولوجية للحوض.
- ٣. موضوع الدراسة: التعرف على هيدرولوجية الحوض، ومدى قدرة على توليد الجريان السطحي.
- ٤. المنهجية والأساليب البحثية: اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي الوصفي لوصف وتحليل الخصائص الهيدرولوجية من خلال تحليل المعاملات الهيدرولوجية للحوض، والعلاقات القائمة بينها، باستخدام الأسلوب

الكمى المعتمد على الطرق التجريبية الكمية الرياضية وفق معادلات معينة لقياس الخصائص الهيدرولوجية (جدول ١)، وتقدير كمية الجريان السطحى، وكذلك تم تقسيم كل خاصية هيدرولوجية للأحواض الجزئية الى فئات، لتسهيل عملية المقارنة بين الاحواض، والخروج بخرائط توضح تلك الفئات، وتم تقسيم الاحواض الجزئية بناءً على تصنيف خطر الجريان السطحى وفقا للتالى:

- ١. أحواض منخفضة الخطورة (١-١١) درجة
- ٢. أحواض متوسطة الخطورة (١٢ ٢٤) درجة
  - ٣. أحواض عالية الخطورة (٢٤ ٣٦) درجة

وذلك عن طريق إعطاء كل خاصية هيدرولوجية لكل حوض جزئي رقم معين يتراوح من ١-٣ حيث يُمثل الرقم (١) درجة منخفضة للخاصية، بينما يمثل رقم (٣) درجة مرتفعة للخاصية الهيدرولوجية، ثم تم جمع جميع الدرجات الحاصل عليها كل حوض للخروج بتقييم خطورة الحوض الهيدرولوجية (منخفضة-متوسطة-عالية). وكذلك تم عمل الخرائط وتطبيق المعادلات الرياضية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS ، وبرنامج نمذجة الاحواض المائية .WMS

الجدول (١) المعادلات الرياضية المستخدمة لاستخراج الخصائص الهيدرولوجية

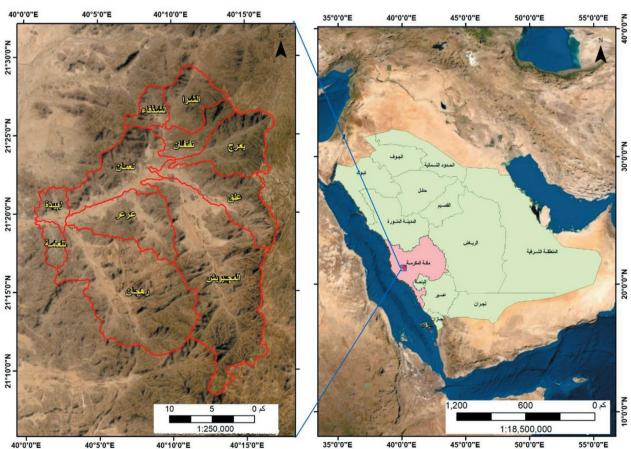
ار (Jaton,1980,p41). (المساحة الحوض كم $\gamma$ / معدل الانحدار) (Jaton,1980,p41).	زمن تركز المياه
طول المجرى الرئيسي م / ٣,٦ × زمن تركز المياه (المرجع السابق).	سرعة الجريان
معامل زمن تدفق الذروة $\times$ (طول المجرى كم $\times$ المسافة الفاصلة بين المصب ومركز ثقل الحوض كم	زمن الاستجابة
.(482-Raghunath,1991,p1)	بالساعة
زمن استجابة الاحواض المائية لهطول الأمطار محسوب بالساعة / ٥,٥ "قيمة ثابتة"	المدة المثالية لهطول
(456-Remenieras,1972,p1)	المطر
زمن استجابة الاحواض المائية لهطول الامطار بالساعة ×٤ (البارودي،٢٠١٢،ص٥٧)	زمن الأساس بالساعة
(482-Raghunath,1991,p1) × زمن القاعدة للسيل محسوب بالساعة (٣/١)	زمن صعود السيل
(٣/٢) × زمن القاعدة للسيل محسوب بالساعة (المرجع السابق)	زمن هبوط السيل
نموذج سنايدر: معامل تدفق الذروة × مساحة الحوض كم٢ / زمن استجابة الاحواض المائية لهطول	كمية التدفق الأقصى
الامطار بالساعة (المرجع السابق)	
التدفق الأقصى (م٣/ث) × مدة الارتفاع التدريجي للسيل (ثانية) (-PNUD	حجم الجريان
.(177-OPE,1987,p1	·
ذروة التصريف (م٣/ث) ÷ مساحة الحوض كم٢ (216-Dubreuil,1974,p1)	التدفق النوعي
التدفق الأقصى (م٣/ث) $\div $ مساحة الحوض كم٢( 482-Raghunath,1991,p1).	قوة الجريان
تكرارية مجاري الرتبة الأولى × كثافة المجاري (الدغيري،٢٠١٨م، ص٥٥).	معامل الفيضان
	0

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على المراجع الموجودة بالجدول

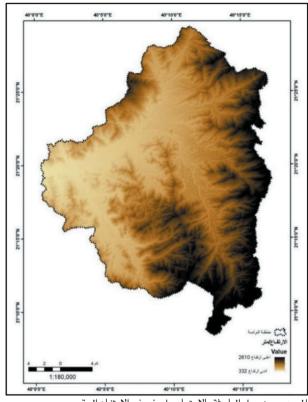
#### ثانياً: منطقة الدراسة:

يمتد حوض وادى نعمان بمكة المكرمة ما بين دائرتي عرض (۲۱٬۲۹٬۰۰۰) شمالاً وخطى طول (۲۰٬۰۰۰۰ و٠٠) شمالاً الله ١٠/٨] شرقاً. ويقع حوض وادى نعمان حسب الشكل (١) في المنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية، الى الشرق من مكة المكرمة ويبعد عنها بنحو ٢٥كم باتجاه الجنوب الشرقى، أسفل حافة الجرف الانكساري (الهدا) والذي يحده شرقا المتميز بالانحدار الشديد للمنابع العلوية للوادى حيث تبدأ الروافد العليا لحوض وادى نعمان من جبال عديدة كالأديم وشعار وسحار والكر جنوبا ونعمان وتفتان وكبكب شمالاً، والتى تصب مياهها في أودية الحوض الجزئية لتلتقى في بطن نعمان مكونة وادى نعمان الكبير الذي يصب فيه بعد ذلك بمسافة ليست بعيدة واديا عرعر ورهجان والمجيريش جنوبا، وعلق ويعرج شرقا، وتفتفان والشرا والشذقاء شمالا، مما يسمح بتدفق مائي قوى باتجاه المجرى الرئيس للحوض، ومنهُ الى نقطة مخرج الوادى، والتي تم تحديدها قبل التقاء نعمان بوادى عرنه، وعليه تبلغ مساحة منطقة الدراسة٢٥٩،٨٥٨كم٢.

ويتراوح ارتفاع حوض وادي نعمان بين ( ٢٣٦-٢٦٦م) فوق مستوى سطح البحر (شكل۲). ويُعد الركن الشمالي الشرقي امتداداً لجرف الطائف الصخري من الناحية الهيكلية إلا أن نمط شكل الأرض يختلف اختلافا ملحوظا، فالجرف الصخري ذاته أقل وضوحا بسبب اعتراضه بنمط من الأودية الواسعة والمنماة، والارتفاعات أقل حيث تترواح بين ١٨٤٥ الى ١٦٠٠متراً وتزيد نحو الشرق، ويتكون الجرف من صخور نارية ومتحولة صلبة كالجرانيت والجابرو. ويتضح من الشكل(٢) أن المرتفعات الشرقية تمتد من الشمال إلى الجنوب كجزء من جبال السروات الا أن المرتفعات الوسطى منا ورغم أنها متصلة بالمرتفعات الشرقية وكأنها أذرع اتجاهات متعامدة على المرتفعات الشرقية وكأنها أذرع متفرعة منها تمتد من الشمل وقد ساهمت تلك الأودية في ابراز هدنا المظهر التضاريسي للحوض وتشكيل الأودية الجزئية به.



المصدر: الغامدي،٢٠٠٥، بالاعتماد على الخريطة الطبوغرافية ١:٥٠،٠٠٠ شكل (١) موقع حوض وادى نعمان بالنسبة لمكة المكرمة



. المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي ASTER دفة مكانية ١٢،٥متر

شكل (٢) الارتفاعات الرقمية لحوض وادى نعمان

## ثالثاً: تحليل الخصائص الهيدرولوجية للجريان السطحي بحوض وادي نعمان:

الجريان السطحى هو ذلك الجزء من التساقط الكلى

على الحوض المائي الذي ينساب على سطح الأرض وعلى المنحدرات متبعاً عدة مسارات حسب طبوغرافية المنطقة حتى يصل الى النهر أو الى مجرى يحصر المياه ضمن مقطعة فيصب فيه ويصبح جزءا منه (عبد العزيز،١٩٩٦م، ص١٤)، ويحدث الجريان السطحي نتيجة لتشبع التربة بالماء عقب سقوط الأمطار، وبالتالي فأن ما يزيد عن مقدرة الأرض على امتصاصه من ماء سوف يجري على المنحدرات باتجاه القناة الرئيسة.

وفي البيئات الجافة وشبة الجافة يعتبر الجريان السطحي من اهم الموارد المائية نظراً لانخفاض معدلات التساقط السنوي، حيث يقدر المعدل العام للهطول السنوي في تلك البيئات بأقل من ٢٥٠ملم، فعلى سبيل المثال، لا تزيد كمية المياه المتساقطة على ٩٤٪ من مساحة الأردن عن ٢٠٠ملم في السنة، ويقدر حجم الهطول السنوي في مصر بحوالي في السنة، ويقدر حجم الهطول السنوي في مصر بحوالي ١٠٠٠ملم (آل الشيخ،٢٠٠٦م، ص٣٣)، بينما تزيد عن ٢٠٠ملم في الأجزاء المرتفعة خاصة في جنوب غرب المملكة العربية السعودية (الاحيدب، ٢٠٠٠م، ص٩١).

ودراسات الجريان السطحي في الاودية متعددة تشمل استخدام العديد من النماذج الرياضية والادوات التقنية، وعلية تم التطرق الى جانب الخصائص الهيدرولوجية لبعض المعاملات المهمة عند دراسة الأحواض المائية وهي كالتالي (حدول):

جدول (٢) الخصائص الهيدرولوجية للأحواض الجزئية لحوض وادى نعمان

جدون (۱) محتفادين مهيدروتوجيه درخوادي مجرية تحوض وادي عمدن												
زمن الاستجابة (ساعة)	التدفق الأقصى(م٣/ث)	حجم الجريان (ألف/كم")	سرعة الجريان (م/ساعة)	قوة السيل (م <sup>†</sup> لث/كم <sup>*</sup> )	زمن التركيز (ساعة)	زمن الأساس (ساعة)	هبوط السيل (ساعة)	صعود السيل (ساعة)	التنفق النوعي	المدة المثالية	معامل الفيضان	اسم الوادي
۲,۲	18,8180	1.49, .770	٠,١٩	7,07777	1,18	17,1	٨,٥٣٣٣	٤,٣	٠,٩٣٧٥	٠,٥٨٢	1,77	وادي زبيدة
٣	٨,٠٨٦	91,.91777	٠,٠٢٣	7,771111	1,1	١٢	٨	٤	٠,١١١	٠,٥٤٥	۲,۰۷	وادي تتعامة
0,9	157,77	Y120.,E25	٠,٠٠٠٢٠٥	11,0780	۲,٤٢	77,7	10,7777	٧,٩	٠,٩٣٢٢	1,.77	1,11	وادي رهجان
0,5	£87,98	7710,0017	٠,٤٢	0,7.7.7	۲,۲۳	71,7	15,5	٧,٢	٠,٧٤٠٧	۰,۹۸۲	7,79	وادي عرعر
0,5	79,75	7575,5777	٠,٤٣	0,.7117	۲,٠٦	71,7	15,5	٧,٢	٠,٦٤٨١	۰,۹۸۲	٠,٩٠	وادي نعمان
۲,٤	٤١	3,777	۰,۳۱	1.,1757	٠,٥٩	9,7	٦,٤	۲,۲	۲,٥	٠,٤٣٦	1,71	وادي الشذقاء
٨,٩	97,55	179.1,771	٠,٥٦	٧,٣٩٨٩	٣,١٢	T0,7	17,4777	11,9	٠,٥٦١٨	1,714	1,.0	وادي المجيريش
۲,٦	77,717	097,79777	٠,٢٨	£, <b>T</b> •YYA	1,17	15,5	٩,٦	٤,٨	٠,٨٣٢٢	٠,٦٥٤	1,07	وادي تفتفان
0,5	54,74	7540,0074	٠,٣٥	0,777.4	1,41	71,7	15,5	٧,٢	٠,٧٤١	۰,۹۸۲	۲,٦٤	وادي علق
0,7	71,197	1.9.,	٠,٥٠٣	0,77771	1,17	77,£	15,9777	٧,٥	٠,٨٩٢	1,+147	٠,٦٠	وادي الشرا
0,1	£9,7Y7	4014,1.71	۲۲,۰	1,97471	١,٤	۲۰,٤	17,7	۲,۸	٠,٩٨٠٤	٠,٩٢٧٣,	٠,٦٧	وادي يعرج
٩,٣	Y97,7A£	190407,74	٠,١٤	11,00.7	٤,٧٤	۳۷,۲	Y £, A	17,5	٠,٤٤٩	1,791	1,77	الحوض ككل

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على تطبيق المعادلات الهيدرولوجية الواردة في الجدول (١)

#### ا. زهن تركز السيل Time of Concentration:

يُقصد بزمن التركز المدة الزمنية اللازمة لوصول قطرة الماء من أبعد نقطة في الحوض حتى تصل إلى مخرج الحوض، ويرتبط زمن التركز بعدة متغيرات مكانية كانحدار سطح الأرض الذي يؤثر في سرعة الجريان، ومعامل التعرج، وطول الحوض، وأطوال المجاري، وكمية الفواقد بالتسرب،

وخشونة قاع المجرى، وكثافة التصريف وغيرها، ويعد من المؤشرات الهيدرولوجية الهامة، فكلما قل زمن التركز زاد خطر الجريان السطحى والعكس. وحساب زمن التركز يعد خطوة أساسية لحساب ذروة التصريف للحوض بشكل عام، والأحواض الجزئية بشكل خاص، يتضح من الجدول (٢) أن زمن التركيز على مستوى الحوض بلغ ٥ساعات و١٤ دقيقة، وهي قيمة مرتفعة تعكس طول الفترة الزمنية التي يستغرقها الماء للوصول من أبعد نقطة في أقصى شرق الحوض إلى مخرجه غرباً، مما يسمح لموجات الجريان المائي للوصول إلى أدنى الحوض على فترات، بالتالي يُتيح المجال لفقد بعض المياه بالتسرب والتبخر، ويعتبر هذا مؤشر هام على مدى إمكانية الإنذار المبكر من خطر المياه المنصرفة عند مخرج الحوض، ويرجع طول زمن التركيز للحوض إلى طول الحوض البالغ (٣١،٢٩٤) كما أن الحوض يتصف بتعرجه إذ بلغ معامل التعرج ١،٦. كما وبلغت قيمة المتوسط الحسابي لزمن تركز المياه في الحوض١،٦٧، كما بلغت قيمة الانحراف المعياري٧٣،٠٠

وتوضح نتائج الجدول(٢) التباين المكاني لتوزيع قيم زمن تركز المياه على مستوى الأحواض الجزئية، حيث بلغ أعلى زمن لتركز المياه ثلاث ساعات وثلاث عشر دقيقة في حوض المجيريش الذي يتصف شكله بالمستطيل، ويعد هذا الحوض من أكثر الاحواض توليداً لمياه الامطار بسبب كبر مساحته، وبرز أدنى زمن لتركز مياه الأمطار نحو تسع وخمسون دقيقة في حوض الشذقاء، ويرجع ذلك الى انحدار الحوض وصغر مساحته، وارتفاع معامل الشكل بالوادي عن بقية اودية الحوض حيث بلغ ٢،٠ مما يزيد من الخطر الجريان السطحى في الوادى.

ويلاحظ أن الأحواض الكبيرة المساحة جنوب حوض وادي نعمان وهي رهجان والمجيريش سجلت زمن تركيز بلغ ثلاث ساعات و١٢ دقيقة، وساعتين وأثنين وأربعين دقيقة على التوالي، ويرجع طول زمن تركز رهجان عن المجيريش

الى كبر مساحة الحوضيين حيث استحوذا على مساحة بلغت ٣٢٦،٥٥ وبما نسبته ٤٩،٤٪ من اجمالي مساحة الحوض. وبالرغم من ان وادي المجيريش أكبر مساحة وأطول من وادى رهجان، الا أن زمن التركيز الأكبر حصل علية رهجان ويرجع السبب في ذلك الى متوسط الانحدار، حيث أن انحدار رهجان أقل من المجيريش بفارق ٢٦،٥درجة، بالتالي لا تنحدر المياه في وادي رهجان بسرعة، مما يزيد من فرص تسرب المياه وتبخرها في وادى رهجان أكبر من المجيريش بفارق ساعة وسبع دقائق، وبالتالي فإن من المتوقع توفر مخزون جوفي جيد في أجزاء حوض وادي رهجان. وايضاً بالإضافة الى عامل المساحة والانحدار، يلعب عامل الارتفاع دور في زمن التركيز حيث بلغ أقصى ارتفاع في وادى رهجان ١٩٥٠م، بينما في المجيريش بلغ ٢٥٨٠م ، ووادى رهجان اقل ارتفاعا من المجيريش، كما هو معلوم فإنه كلما قل ارتفاع السطح زاد زمن التركيز فالعلاقة عكسية بينهما. أيضا عامل الاستطالة يلعب دور كبيرا في مدة زمن التركيز فقد بلغت استطالة رهجان (٠،٧٠٤) بينما المجيريش (٠،٥٥٨) وبذلك يتسم شكل وادي رهجان بالاستطالة أكثر من المجيريش مما يجعل الماء يستغرق وقت أطول للوصول الى مخرج الحوض، وعلية فكلما زادت الاستطالة زاد زمن التركيز بالحوض، نستنتج من ذلك ان العديد من العوامل التضاريسية تلعب دوراً كبيراً في التأثير على زمن التركز إما بالزيادة أو بالنقصان.

ويلاحظ انخفاض قيم Tc للأحواض الشمالية (الشرا والشذقاء) والشرقية (تفتفان وعلق ويعرج) المنحدرة من المرتفعات الجبلية العالية حيث المرتفعات الجبلية مما ساعد على سرعة جريان المياه وبالتالي انخفاض زمن التركيز وسجلت قيم TC في الاحواض الشرقية (١:٤٠،١:٢١،١:٢٢) على التوالي، وقيم زمن التركيز متقاربة حيث بلغ ساعة والفرق كان بالدقائق بفارق بسيط، بينما كانت قيم TC اكثر انخفاضاً في الاحواض الشمالية حيث سجل وادي الشرا زمن تركيز بلغ ساعة وست وعشرون دقيقة، بينما سجل وادي الشرا الشذقاء خمس وتسعون دقيقة ويعتبر أقل الاودية بالحوض ككل بزمن التركيز ويرجع السبب في ذلك إلى قصر طول الوادي مقارنة بباقي الاودية حيث بلغ طوله ١٥٥،١٨٨ كم،

بينما سجلت الاحواض الغربية زمن تركز بلغ ساعة وثمانية

عشر دقيقة لوادي زبيدة وساعة وعشر دقائق لوادى تنعامة ويرجع ذلك الى تقارب المساحة والطول بينهما، ومقارنة زمن تركيز الاحواض الغربية والتى تمثل مخرج الحوض عن الشرقية، نلاحظ قصر زمن تركيز الغربية عن الشرقية ويرجع ذلك الى قصر اطوال الاحواض الغربية عن الاحواض الشرقية بوجه عام، وسجل كذلك وادى عرعر زمن تركيز بلغ ساعتين وثلاثة وعشرون دقيقة بينما سجل وادى نعمان ساعتين وستة دفائق ويرجع ذلك الى زيادة تعرج وفلة انحدار عرعر عن نعمان.

وصنفت الدراسة زمن تركز السيل على مستوى الأحواض الجزئية كما يوضح الجدول (٣) والتوزيع المكانى كما في الشكل(٣) إلى ثلاث فئات تستحوذ الفئة الأولى على ثلاثة اودية تقع غرب الحوض بمجموع مساحة ٢٨٥،٩١كم٢، وبنسبة ٥٨٪ من اجمالي مساحة الحوض، بينما الفئة الثانية اشتملت على الاودية التي يستغرق تركز السيل بها من ساعتين الى ساعة وتضم سبعة أودية بمجموع مساحة بلغ ٢٥٧،٥٧ كم٢، وبنسبة ٣٩٪ من اجمالي مساحة الحوض، وتوزعت مكانيا شمال شرق وغرب الحوض، والفئة الأخيرة مثلها وادى الشذقاء شمال غرب الحوض بمساحة بلغت ١٦،٤ وبنسبة ٢،٤٪ من اجمالي مساحة الحوض.

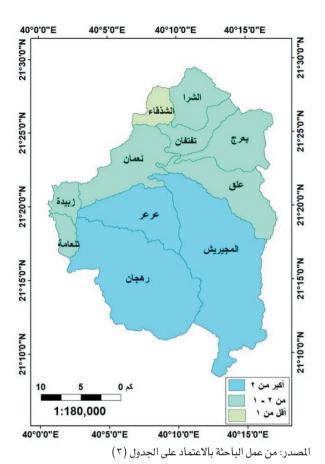
جدول (٣) فتات الخصائص الهيدرولوجية للأحواض الجزئية لحوض وادي نعمان جدول (٥-١٢) فتات الخصائص الهيدرولوجية للأحواض الفرعية لحوض وادي نعمان

		تقسيم الفئات	الخصائص			
١,	أقل من	1-7	أكبر من ٢	زمن تركز السيل(ساعة)		
	١	٧	٣	العدد		
اء	الشذة	زبيدة، تنعامة، نعمان، علق، يعرج، تفتفان، الشرا	المجيريش، رهجان، عرعر	الأسماء		
	١٦،٤	Y0V.0V	٣٨٥،٩١	مجموع مساحتها		
	۲, ٤٨	49.04	٥٨، ٤٨	نسبتها ٪		
أقل من ٣ساعة	٣-٤	٤-٥،٥	أكبر من ٥،٥	زمن الاستجابة (ساعة)		
١	٣	٤	٣	العدد		
الشذقاء	زبی <i>دة، تن</i> عامة، تفتفان	عرعر، علق، يعرج، نعمان	رهجان، المجيريش، الشرا	الأسماء		
۱٦،٤	07,99	779	771, 69	مجموع مساحتها		
۲،٤٨	۸٬۰۳	٣٤،٧٠	٥٤،٧٨	نسبتها٪		
أقل من ١٠	115	18-71	أكبر من ٢١	زمن الأساس للسيل (ساعة)		
١	۲	۲	٦	العدد		
الشذقاء	زبيدة، تنعامة	يعرج، تفتفان	المجيريش، رهجان، عرعر، علق، نعمان، الشرا	الأسماء		
١٦،٤	77,77	۷۷،۳۳	٥٣٩،٨٢	مجموع مساحتها		
۲, ٤	٣,٩	11.7	۸۱،۸	نسبتها٪		
أقل من ٢،٢	٠,٢-	۰،٤ من	أكبر من ٠،٤	سرعة الجريان(كلم/ساعة)		
۲		٧	۲	العدد		
تنعامة، رهجان		زبیدة، عرعر، نعمار تفتفان،	الشرا، المجيريش	الأسماء		
170,78	۲۸	7, 77	۲۰۸،۳۹	مجموع مساحتها		
70	٤	٣,٣	٣١,٥	نسبتها٪		
اقل من ٥٠٠	من ۲۳۰۰–۵۰۰	من ١٥الف-٢٣٠٠	أكبر من ١٥الف	حجم الجريان(ألف/م٣)		
٢	٣	٤	٢	العدد		
زبيدة، تنعامة	تفتفان، الشرا، الشذقاء	علق، عرعر، يعرج، نعمان	رهجان، المجيريش	الأسماء		
77,77	٧٨	779	٣٢٦،٥٥	مجموع مساحتها		
٣,٩	۱۱،۸	٣٤.٧	٤٩،٤٨	نسبتها٪		
اقل من ٥	من ٦–٥	من ۹–۲	أكبر من ٩	قوة السيل (م٣/ث/كم٢)		
٣	٤	۲	۲	العدد		
تفتفان،	نعمان، الشرا،	2 +1	12: 21	الأسماء		
تنعامة، زبيدة	علق، عرعر	المجيريش، يعرج	رهجان، الشذقاء	الاستماء		
07,99	Y17,7V	772,17	179,0	مجموع مساحتها		
٨	٣٢،٣	۲۰٬۲	نسبتها٪			

تابع جدول (٥-١٢) فئات الخصائص الهيدرولوجية للأحواض الفرعية لحوض وادي نعمان

	م الفئات	440	الخصائص		
أقل من ٣٠	من ۶۰–۳۰	من ۵۰-۰۶	أكبر من ٥٠	التدفق الأقصى (م٣/ث)	
٤	١	١	۲	العدد	
تفتفان، زبیدة، تنعامة	نعمان، الشرا	عرعر، علق، يعرج، الشذقاء	رهجان، المجيريش	الأسماء	
07,99	٩٦،١	112.75	٣٢٦،٥٥	مجموع مساحتها	
٨	12.0	47,9	٤٩،٤	نسبتها٪	
اقل من ۱۰	110	10-7.	أكبر من ٢٠	زمن هبوط السيل (ساعة)	
	٥	٤	۲	العدد	
تفتفان، الشذقاء، تنعامة، زبيدة	عرعر، علق، يعرج، نعمان الشرا	رهجان	المجيريش،	الأسماء	
79,79	777,92	107,1	177,50	مجموع مساحتها	
10	49,9	۲۳	۲٦	نسبتها٪	
أقل من ٤	من ۷–٤	من ۱۰ الی۷	أكبر من ١٠	زمن صعود السيل(ساعة)	
١	٤	٥	١	العدد	
الشذقاء	تنعامة، زبيدة، يعرج، تفتفان،	رهجان، عرعر، علق، الشرا، نعمان	المجيريش	الأسماء	
17. ٤	۱۰۳،٦٦	۲٦٦،٣٧	١٧٣،٤٥	مجموع مساحتها	
۲، ٤	١٥،٧	00,0	۲٦،۲۸	نسبتها٪	
٠،٩٠	أقل من	• , 9 – 1	أكبر من ١	معامل الفيضان	
	۲	٦	Y	العدد	
يعرج	الشرا،	زبيدة، رهجان ، المجيريش، نعمان، تفتفان، الشذقاء	عرعر، تنعامة، علق	الأسماء	
٨٥	٥,٦١	£ £ £ . 9 V	179,5	مجموع المساحة	
1.	۲،۹	٦٧،٤٣	۸٥،٦١	نسبتها٪	
۰،٦	أقل من	من ۰،۹-۲،۹	أكبر من٩٠٠	التدفق النوعي (م٣/ث/ كم٢)	
	1	٩	١	العدد	
یش	المجير	رهجان، علق، یعرج، الشرا، نعمان، عرعر، تفتفان، زبیدة، تنعامة	الشذقاء	الأسماء	
١٧	17. 2	717, 5	١٦،٤	مجموع مساحتها	
	77	۷۱،٦	۲،٤٨	نسبتها٪	
أقل من ٠,٥	٠,٥-١	1-1,0	أكبر من ١٫٥	المدة المثالية (ساعة)	
١	٤	٥	١	العدد	
تنعامة، تفتفان، زبي <i>دة</i> ، الشذقاء يعرج		رهجان، عرعر، علق، الشرا، نعمان	المجيريش	الأسماء	
17,8		٣٦٦,٣٧	177,50	مجموع مساحتها	
Υ, ٤Λ	١٥,٧٠	00,07	77,77	نسبتها٪	

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول (٥-١١)

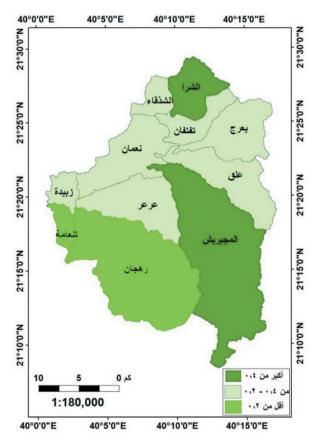


شكل (٣) فتّات زمن تركز السيل (ساعة) للأحواض الجزئية لحوض وادى نعمان

#### اً. سرعة الجريان overland flow:

أى المسافة التي تقطعها المياه في شبكة المجاري المائية إلى أن تصل لمخرج الحوض، وهي من أبرز خصائص الجريان، ويتم تقديرها بالمتر/ثانية، وحسب نموذج (Knighton, 1984, p2) تتصف علاقة سرعة الجريان بحجم التصريف المائي وخطره بالطردية، أي كلما زادت السرعة زاد حجم الجريان السطحى وخطره. وترتبط السرعة طرديا أيضا بكمية الرواسب وانحدار المجرى، وعكسيا مع مقاومة قاع المجرى. وتظهر نتائج الجدول (٢) أن معدل سرعة الجريان في حوض وادى نعمان بلغ ٠٠٠٠٥٤م/ث، ولكن الاختلاف المكانى لسرعة الجريان يكون أكبر على مستوى الاحواض الجزئية حيث يتراوح بين (۰،۰۰-۰،۵۱)، وعند مقارنه حوض نعمان بأحواض أخرى في مكة المكرمة كحوض الزاهر وحوض إبراهيم اللذان بلغ فيهما سرعة الجريان السطحى (٠٠،٧٠، ٩٣،٠٨/ث) على التوالي (مرزا والبارودي، ٢٠٠٥م، ص٧٠)، تعتبر قيمة سرعة الجريان لنعمان منخفضة ويرجع السبب في ذلك

الى تركز الانحدارات الشديدة في المجاري العليا للحوض، والمساحة الواسعة والمستوية كلما اتجهنا نحو المجاري الدنيا، والانحدار المنخفض بوجه عام جنوب غرب الحوض مقارنة بباقي مناطق الحوض حيث يقع وادي رهجان وتنعامة. وسرعة الجريان تعتمد على العديد من الخصائص الأخرى كوعورة السطح وطول المجرى الرئيس(الزبيدى،٢٠١٦م، ص٢٨٣)، وبرز أعلى معدل لسرعة الجريان٥،٠٥م/ث في وادي المجيريش، وبرز أدنى معدل لسرعة جريان السيل في وادي رهجان بنحو ٢٠٠٠، ٥م/ث، وبلغ المتوسط الحسابي لتوزيع معدلات سرعة الجريان٥،٠٠٨م/ث، وبلغت قيمة الانحراف المعياري ١،٠٥م/ث، مما يعني تركز توزيع معدلات سرعة الجريان في الأحواض الجزئية، ولمزيد من التفاصيل صنفت الدراسة الأحواض الجزئية حسب سرعة الجريان كما يوضح الجدول (٣) والتوزيع المكاني لسرعة الجريان كما يوضح الجدول (٣) والتوزيع المكاني لسرعة الجريان كما يوضح الجدول (٣) والتوزيع المكاني لسرعة الجريان كما في الشكل (٤) إلى أربع فئات.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٣)

شكل (٤) فتّات سرعة الجريان للأحواض الجزئية لحوض وادى نعمان

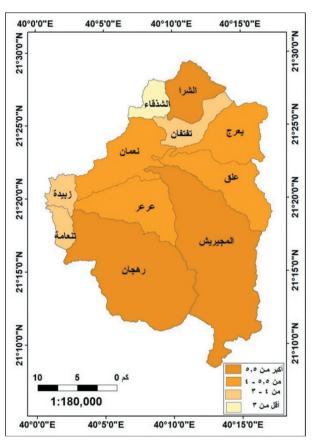
استحوذت الفئة الأولى على وادي الشرا والمجيريش الواقعين شمال وجنوب الحوض، بمساحة بلغت ٢٠٨،٣٩ كم٢ وبنسبة ٢،٥٠٪ من اجمالي مساحة الحوض، بينما تضم الفئة الثانية سبعة اودية توزعت شمال وشرق وغرب الحوض بمساحة بلغت ٢٢،٢٦ كم٢ وبنسبة ٣،٢٤٪ من اجمالي مساحة الحوض، وشملت الفئة الأخيرة على وادي تنعامة ورهجان جنوب وغرب الحوض على التوالي واستحوذت على مساحة بلغت وغرب الحوض على التوالي واستحوذت على مساحة بلغت

#### ". زمن الاستجابة لمطول الأوطار Time to Peak:

يقصد بزمن الاستجابة، أو زمن التباطؤ، المدة الزمنية الفاصلة بين ذروة هطول الأمطار وذروة التصريف، وتخضع استجابة الاحواض المائية لهطول الأمطار لعدة متغيرات مكانية منها معامل زمن تدفق الذروة (Ct) الذي يرتبط بدوره بطبيعة وانحدار الأحواض المائية. فكلما زادت قيم (Ct) زاد زمن استجابة الحوض للوصول إلى ذروة التدفق، لأن هذه الزيادة تعنى قلة الانحدار وزيادة الأزمنة الأخرى، بينما قلتها تعنى زيادة الانحدار وتناقص القيم الزمنية الأخرى (البارودي،٢٠١٢م، ص٥٤). ومن بين المتغيرات الأخرى التى تحدد زمن الاستجابة لهطول الأمطار طول المجرى الرئيسي من المنبع وحتى المصب، والمسافة الفاصلة بين مصبات الأحواض المائية ومراكز ثقلها، ويعد زمن استجابة الأحواض المائية لهطول الأمطار من المؤشرات ذات الأهمية في تحديد ذروة تصريف في الأحواض المائية. توضح نتائج الجدول (٢) أن زمن الاستجابة على مستوى الحوض بلغ تسع ساعات وثلاث دقائق.

كما توضح نتائج الجدول تباين توزيع زمن استجابة الأحواض المائية لهطول المطر، حيث برز أعلى زمن استجابة ثمان ساعات وتسع دقائق في وادي المجيريش مما يعني ضعف أخطار الجريان السطحي عند مخرج هذا الحوض، ويرجع ذلك الى كبر مساحته ١٧٣،٤٥٥٦ الحوض واستطالته، وبرزت أدنى سرعة استجابة ساعتين واربع دقائق، في وادي الشذقاء وهي مدة قصيرة تُشير إلى مدى خطورة السيول على الأنشطة البشرية في مصب هذا الحوض، وبلغت قيمة المتوسط الحسابي أربع ساعات وتسع دقائق، أما الانحراف المعياري فبلغ ساعة وثمان دقائق، مما يعني تركز توزيع قيم زمن الاستجابة حول المتوسط الحسابي.

ولتسهيل مقارنة زمن استجابة الاحواض المائية لهطول المطرصنفت الدراسة زمن الاستجابة كما يوضح الجدول(٣) إلى أربع فئات تتباين من حيث المدة الزمنية اللازمة لبدأ الجريان السطحي بعد بداية هطول الأمطار، وتتضمن الفئة الأولى الأودية التي تتميز بزمن استجابة أكبر من ٥ ساعات وتتمثل في وادي رهجان والمجيريش والشرا حيث يقل الانحدار سطح الأرض بالاتجاه نحو بطن الوادي، بمساحة بلغت ٢٦١،٤٩ من اجمالي مساحة الحوض، بينما تركزت الفئة الثانية في أربع اودية بمساحة الحوض، بينما تركزت الفئة الثانية في أربع اودية بمساحة الحوض، بلغت ٢٤٢٩م٢، وبنسبة ٢،٤٧٪ من اجمالي مساحة الحوض.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٣)

شكل (٥) فئات زمن الاستجابة (ساعة) للأحواض الجزئية لحوض وادى نعمان

وتتوزع مكانيا كما في الشكل (٥) شرق وغرب الحوض، وتوزعت الفئة الثالثة على شمال شرق وغرب الحوض بمساحة وصلت الى ٥٢،٩٩ وبنسبة ٨٪، والفئة الأخيرة وتضم وادي الشذقاء في المنطقة المنحدرة والأكثر تضرساً شمال غرب بمساحة ١٦،٤ كم٢ وبنسبة ٢٠٤٪ من اجمالي مساحة الحوض.

## ع. الهدة الهثالية (الذروة) لمطول الأهطار Peak time:

أي المدة التي تستغرقها العاصفة فوق سطح الحوض، ويخضع زمن بقاء عاصفة الأمطار فوق الاحواض المائية لعدة متغيرات مورفومترية كمساحة الحوض، فكلما كانت مساحة الحوض كبيرة، كلما زادت مدة بقاء العاصفة المطرية فوق الحوض، وبالتالي تزداد كمية ما يتلقاه الحوض من أمطار، وينتج عن ذلك تفاقم خطورة الجريان والعكس، ومن المتغيرات الأخرى شكل الحوض، فكلما كان شكل الحوض دائرياً كلما زادت مدة بقاء العاصفة، بالمقارنة إلى الأحواض المستطيلة، وهناك متغيرات مكانية أخرى تحدد مدة بقاء العاصفة كموقع الحوض وسرعة الرياح واتجاه العاصفة بالنسبة لشكل الحوض.

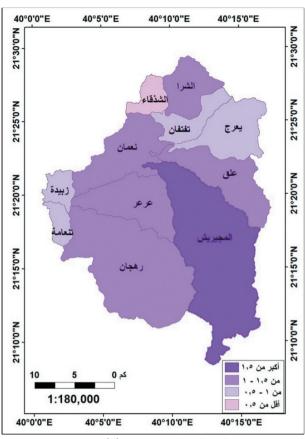
وتُعرف كذلك بالمدة الزمنية القياسية لتمثيل ذروة هطول الأمطار، وتخضع قيم المدة المثالية لهطول الأمطار لمدى استجابة الأحواض المائية لهطول الأمطار والتي يرمز لها بالرمز (Tp)، والتي ترتبط قيمها بمتغيرات طبيعة وانحدار الأحواض المائية، وطول المجرى الرئيسي، والمسافة الفاصلة بين مصبات الأحواض المائية ومراكز ثقلها.

ويُعد زمن العاصفة من المؤشرات المهمة التي يمكن الاعتماد عليها في تحديد المواضع الأكثر عرضة للجريان السطحي، فكلما زاد زمن العاصفة لا سيما إذا ترافق مع شدة كثافة الأمطار، كلما كانت الآثار التدميرية المادية والبشرية المترتبة على زيادة اخطار الجريان السطحي أكبر، وكلما كانت الأضرار الناجمة عنها مركبة بالنسبة للجهات المختصة كونها تكشف مدى كفاية وكفاءة الإجراءات المتبعة من قبل هذه الجهات ممثلة بشبكات تصريف كمية المياه الكبيرة التي متجم عن هذا النوع من العواصف.

ويتناسب قياس المدة الزمنية المثالية لهطول الأمطار مع الأمطار مع الأحواض المائية التي تتعرض لعواصف مطرية ينتج عنها جريان بعمق لا يقل عن (٢٥-٢٦) ملم، وعند مقارنة كميات الأمطار السنوية التي تهطل على حوض وادي نعمان مع هذه القيم الخاصة بعمق الجريان نجد أن كميات الأمطار السنوية التي تهطل على الحوض تتجاوز هذه المعدلات، مما يعني ملاءمة هذا النموذج للتطبيق على أمطار الحوض، كما يستخدم هذا النموذج عندما تكون المدة المثالية لهطول الأمطار أقل من مدة استجابة الأحواض المائية لهطول الأمطار.

توضح نتائج الجدول (٢) أن المدة المثالية لهطول الأمطار التي تتسبب في حدوث جريان سطحي على مستوى الحوض هي ١٠٧ (ساعة) أي ما يعادل ١٠٢دقيقة، وبرزت أعلى لمدة مثالية لهطول الامطار على مستوى الاحواض الجزئية ٢٠١ساعة أي ما يعادل ٩٦دقيقة بوادي المجيريش، وأدنى مدة مثالية ٤٠٠ أي ما يعادل ٢٤دقيقة لوادي الشذقاء، وتؤكد هذه النتائج طردية علاقة المدة المثالية لهطول الأمطار بزمن الاستحابة.

وبلغ المتوسط الحسابى للمدة الزمنية المثالية لهطول الأمطار في الاحواض الجزئية ٠،٨ ساعة أي ما يعادل ٤٨ دقيقة، وبلغت قيمة الانحراف المعياري٠،٣٣ ساعة أي ما يعادل ١٨ دقيقة، مما يعنى تركز قيم المدة المثالية لهطول الأمطار حول المتوسط الحسابي في الاحواض الجزئية لحوض وادى نعمان. ولمزيد من التفصيل عن توزيع المدة الزمنية المثالية لهطول الأمطار صنفت الدراسة المدة الزمنية المثالية في الاحواض الجزئية كما يوضع الجدول (٣) والشكل(٦) إلى أربع فئات، مثلت الفئة الأولى وادى المجيريش جنوب الحوض بمساحة بلغت ١٧٣،٤٥ كم٢، وبنسبة ٢٦٪، أما الفئة الثانية أندرج تحتها خمس أحواض بمساحة ٣٦٦،٣٧كم٢، وبنسبة ٥٥،٥٪ من اجمالي مساحة الحوض وتوزعت مكانياً جنوب وجنوب غرب وشمال وشرق الحوض، بينما توزعت الفئة الثالثة مكانيا غرب وشرق الحوض بإجمالي مساحة ١٠٣،٦٦ كم٢، وبنسبة ١٥٪ من اجمالي مساحة الحوض، والفئة الأخيرة مثلها وادى الشذقاء شمال شرق الحوض بمساحة بلغت ١٦،٤ كم٢، وبنسبة ٢٪.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٢) شكل (٦) الفتّات المدة المثالية للأحواض الجزئية لحوض

## 0. زون الأساس ( Time base ):

ويعرف كذلك بالقاعدة الزمنية للهيدروغراف، وتخضع قيم مدة الأساس لاستجابة الأحواض المائية لهطول الأمطار(ساعة)، وتتأثر استجابة الأحواض المائية بخصائصها الطبيعية، وطول المجرى الرئيسي، والمسافة بين مصبات الأحواض ومراكز ثقلها. فكلما زادت قيم مدة الاستحابة (Tp) زادت

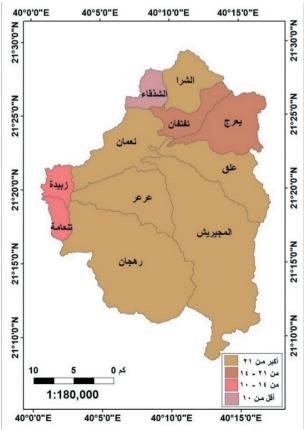
وادي نعمان --

قيمة زمن الأساس (Tb)، وكلما زادت قيم معامل التباطؤ (Ct) زادت قيمة زمن الأساس (البارودي،٢٠١٢م، ص٥٧). حدد سنايدر زمن الأساس بثلاثة أيام للأحواض الكبيرة، ويمكن معايرة ذلك بما يتناسب مع مساحة الأحواض الصغيرة على اعتبار أن زمن الأساس تساوي ٣-٥ أضعاف زمن الذروة، ومن ثم يمكن تحويلها من أيام إلى ساعات.

توضح نتائج الجدول (٢) أن الزمن على مستوى الحوض بلغ ٢٠٢٢ (ساعة)، ويتباين زمن الأساس على مستوى الاحواض الجزئية، حيث حصل وادي المجيريش على أعلى مدة لزمن الأساس ٢٥٠٤ساعة، بينما حصل وادي الشذقاء

على أدني مدة ٩،٦ ساعة، وتؤكد النتائج طردية علاقة زمن الأساس بزمن استجابة الأحواض الجزئية لهطول الأمطار. وبلغ المتوسط الحسابي لزمن الأساس للسيل في الأحواض الجزئية ١٩٠٦ (ساعة)، وبلغت قيمة الانحراف المعياري ٨٠٥ (ساعة)، مما يعني تركز زمن الأساس للسيل حول المتوسط الحسابي في الأحواض الجزئية لحوض وادى نعمان.

ولمزيد من التفصيل لقيم زمن الأساس على مستوى الاحواض الجزئية، تم تصنيف القيم إلى فئات كما يوضح الجدول (٣) والتوزيع المكاني لها كما في الشكل (٧)، حيث استحوذت الفئة الأولى على ستة أحواض بمساحة بلغت المدود وبنسبة ١٨٠٨، بينما ضمت الفئة الثانية وادي يعرج وتفتفان الواقعان شمال شرق الحوض بمساحة بلغت يعرج وتفتفان الواقعان شمال شرق الحوض بمساحة الحوض، وتمثلت الفئة الثالثة بحوضي وادي زبيدة وتنعامة المتركزان غرب الحوض باتجاه المصب بمساحة بلغت ٢٦٠٢كم٢، وبنسبة ٢٠٨، من اجمالي مساحة الحوض، في حين مثلت وبنسبة ٢٠٤، من اجمالي مساحة الحوض، في حين مثلت الفئة الأخيرة وادي الشذقاء الواقع شمال غرب الحوض بمساحة الحوض، ورنسبة ١٤٠٤ من اجمالي مساحة الحوض.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٢) شكل (٧) فتًات زمن الأساس (ساعة) للأحواض الجزئية لحوض وادي نعمان

#### ٦. زَمِنَ صَعُود وَهُبُوطُ السيلُ ( Time Torrent /drop: ﴿

يُقصد به المدة الزمنية بين بداية جريان السطحي إلى مدة ذروته على الهيدروجراف، ويرجع التباين في مدة صعود السيل إلى تباين زمن الأساس، وذروة التصريف في الأحواض الجزئية، وتباين زمن تركز المياه، ومن العوامل الأخرى التي تؤثر في (هيدروغراف) الفيضان خصائص الحوض، والتبخر، واستعمال الأرض، والنبات والتربة، فضلاً عن خصائص العاصفة كالشدة والاستمرارية والتبخر.

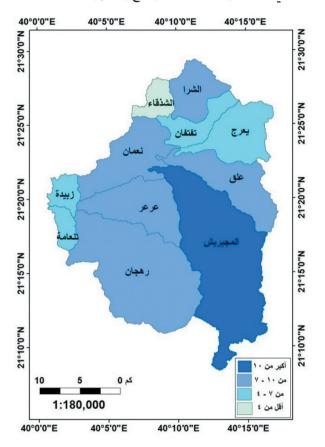
توضح نتائج الجدول (٢) أن زمن ارتفاع السيل على مستوى الحوض بلغ ٢،٥ أي ما يعادل (ثلاث ساعات وست دقائق)، ويتباين زمن صعود السيل على مستوى الاحواض الجزئية، حيث برز أعلى زمن لصعود السيل ١١،٨ في وادي المجيريش أي ما يعادل احدى عشر ساعة وثمانية واربعون دقيقة، وسجل أدنى زمن لصعود السيل ٢،٢ (ساعة) أي ما يعادل ثلاث ساعات و١٢ دقيقة في وادي الشذقاء. وبلغت قيمة المتوسط الحسابي لزمن صعود السيل على مستوى الأحواض الجزئية الحسابي لزمن صعود السيل على مستوى الأحواض الجزئية ١٢٠٠ أي ما يعادل (واحد وعشرون دقيقة)،

كما بلغت قيمة الانحراف المعياري١،٢٠ أي ما يعادل (ساعة وأثنى عشر دقيقة)، مما يعني تشتت توزيع قيم زمن صعود السيل في الحوض.

بناء على ذلك صنفت الدراسة الأحواض الجزئية إلى فئات من حيث زمن صعود السيل كما يوضح الجدول (٣) والتوزيع المكاني كما في الشكل (٨)، إلى أربع فئات، تضم الفئة الأولى وادي المجيريش الواقع جنوب شرق الحوض بمساحة بلغت ١٧٣،٤٥م٢، وبنسبة ٢٦٪، واستحوذت الفئة الثانية على خمس أودية توزعت مكانياً جنوب غرب وشرق الحوض، وغطت مساحة بلغت ٢٦،٣٦كم٢ وبنسبة ٥،٥٥٪ من اجمالي مساحة الحوض، وتضم الفئة الثالثة أربع أودية بمساحة بلغت ١٠٠٣٠٤كم٢، وبنسبة ٧،٥١٪ من اجمالي من المساحة الحوض توزعت غرب وشمال شرق الحوض، بينما الفئة الأخيرة تقع شمال شرق الحوض ويمثلها وادي الشذقاء بمساحة ٤١٦٠٤كم٢ وبنسبة ٢٪.

في المقابل توضح نتائج الجدول (٢) أن معدل هبوط السيل على مستوى الحوض بلغ ١١،٢ أي ما يعادل (ساعتين وأربع وثمانون دقيقة)، وتوضح نتائج تمثيل معاملات هبوط السيل في الجدول السابق تباين زمن هبوط السيل في الاحواض الجزئية، حيث برزت أعلى قيمة لهبوط السيل ٢٣،٦ (ثلاث

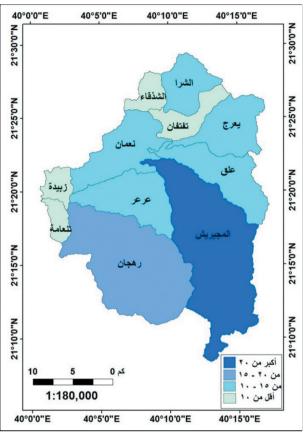
وعشرون ساعة وثلاث وستون دقيقة) في وادي المجيريش، بينما سُجلت أدني قيمة لزمن هبوط السيل في وادي الشذقاء 7،2 أي ما يعادل ست ساعات وأربع وعشرون دقيقة.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٣) شكل (٨) فئات زمن صعود السيل للأحواض الجزئية لحوض وادي نعمان

وبلغ المتوسط الحسابي لزمن هبوط السيل على مستوى الأحواض الجزئية ٢٧،٠ أي ما يعادل اربع وعشرون دقيقة، وبلغت قيمة الانحراف المعياري ٢،٤١ أي ما يعادل ساعتين واربع وعشرون دقيقة، مما يعني تشتت توزيع معدلات زمن هبوط السيل حول المتوسط، وبالتالي صنفت الدراسة الأحواض الجزئية من حيث زمن هبوط السيل، كما يوضح الجدول (٣)، والشكل (٩) للتوزيع المكاني للفئات إلى أربع فئات، تضم الفئة الأولى وادي المجيريش جنوب شرق الحوض بمساحة بلغت ١٩٧٥، وبنسبة ٢٦٪، واستحوذت الفئة الثانية على وادي رهجان جنوب غرب الحوض بمساحة بلغت ١٥٣٠١كم ٢، وبنسبة ٣٢٪ من اجمالي مساحة الحوض، وضمت الفئة الثالثة خمس أودية بمساحة بلغت ٢٩،٣٢كم ٢، وبنسبة بلغت ٢٩،٣٢٪ من اجمالي مساحة الحوض توزعت وبنسبة بلغت ٢٩،٣٪ من اجمالي مساحة الحوض توزعت مكانياً شمال وشمال شرق وغرب الحوض، بينما الفئة

الأخيرة ضمت أربعة أودية بمساحة بلغت ٦٩،٣٩كم٢، وبنسبة ١٠،٥ ٪ من اجمالي مساحة الحوض وتركزت مكانيا غرب وشمال شرق الحوض.



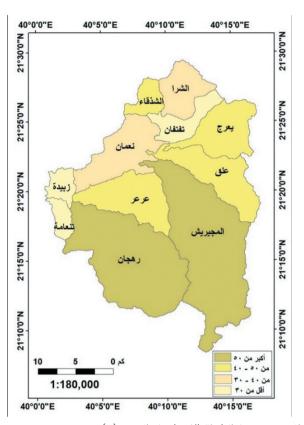
المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٢) شكل (٩) التوزيع المكاني لفتّات زمن هبوط السيل للأحواض الجزئية لحوض وادى نعمان

#### التدفق الأقصى peak discharge:

تُعرف بكمية المياه التي تخرج عند نقطة محددة في مخرج الحوض (م) ٣/ث، وقد تم حساب التدفق الأقصى باستخدام نموذج سنايدر Snyder Model ،وعليه يُفيد معرفة التدفق الاقصى في المقارنة بين الأحواض المائية من حيث مدى قدرة كل منها على تحويل مياه الأمطار إلى جريان سطحي، وتفيد كذلك في تقدير كمية الجريان الذي من الممكن أن يشكل خطراً على السكان وممتلكاتهم، كما يمكن من خلالها تصنيف الأحواض إلى مستويات حسب درجة أخطار السيول، وبالتالي تعد ذروة التصريف من أكثر المدلولات الهيدرولوجية أهمية عند تحديد أكثر الاودية الجزئية عرضة لأخطار الجريان السطحي الشديد، فكلما زادت كمية التدفق كلما كان خطر الجريان أكبر على السكان والبنى التحتية والمنشأت العمرانية (درويش، ٢٠١٧م، ص١٨٥).

تظهر نتائج الجدول (۲) أن ذروة التصريف في الحوض بلغت ٢٩٦٦،٦٨٤٢٦م٢/ث، وعند مقارنة مع أحواض أخرى بلغت ٢٩٦١م٦٨٤٢م أث نجد على سبيل المثال أن ذروة التصريف بلغت في حوض وادي عرنة حيث بلغ ٢١٧٠م أرث (البارودي، ٢٠١٢م، ص٢٧)، بينما بلغت في حوض وادي الوطأة بمنطقة القصيم ٢٣٠٩م أرث (الدغيري، ٢٠١٧م، ص٢٠٥ )، وهذا الاختلاف يدخل فيه الكثير من الخصائص الطبيعية للحوض وبالأخص مساحة وانحدار المنطقة، وفترة استجابة الحوض للجريان المائي، وبرزت أعلى قيمة لذروة التصريف ١٤٢،٧٢٠٣٩م أث في وادي رهجان، ويرجع خطر السيل في هذا الحوض إلى مساحته الكبيرة، وبرزت أدنى قيمة لذروة التصريف ٨٠٠٨م أم أرث في وادي تنعامة ذو المساحة الصغيرة.

كما بلغ المتوسط الحسابي لذروة التصريف على مستوى الاحواض الجزئية ٢٩،٨٤٨م٦/ث، وبلغت قيمة الانحراف المعياري ٢٩،١٤٤ م٦/ث، مما يعني تركز توزيع القيم حول متوسطها الحسابي. ولتسهيل مقارنة توزيع قيم ذروة التصريف بين الأحواض الجزئية صنفت الدراسة ذروة التصريف. كما يوضح الجدول (٣) أربع فئات للتدفق الأقصى، تتضمن الفئة الأولى وادي رهجان والمجيريش بمساحة بلغت ٢٥،٢٢٥٥م وبنسبة ٨٤،٤٩٪، أما الفئة الثانية فضمت وادي يعرج وعلق وعر والشذقاء بمساحة بلغت واستحوذت الفئة الثالثة على وادي نعمان والشرا، بمساحته بلغت ١،٢٤٥م وبنسبة ٩،٧٢٪ من اجمالي مساحة الحوض، بلغت ١،٢٥م وبنسبة ١،٢٥م وبنسبة ١٥٠٨٪ من اجمالي مساحة الحوض، أما الفئة الأخيرة وتضم ثلاث اودية بمساحة بلغت ٢٥،٩٩ وبنسبة ٥٠٢٩٠٪ من اجمالي مساحة الحوض، أما الفئة الأخيرة وتضم ثلاث اودية بمساحة الحوض.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٢) شكل (١٠) فتًات التدفق الأقصى (م٣/ث) في الأحواض الجزئية لحوض وادى نعمان

ويتضح من الشكل (١٠) التوزيع المكاني حيث وقعت الفئة الأولى جنوب الحوض، بينما تتوزع الفئة الثانية شمال وشرق الحوض، واستحوذت الفئة الثالثة على شمال الحوض، بينما تركزت الفئة الأخيرة شرق وغرب الحوض.

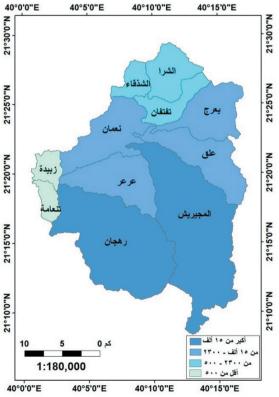
## ۱. حجم الجريان Flow Volume:

يُعرف الجريان السطحي بأنه كمية الأمطار التي تزيد عن قدرة امتصاص التربة نتيجة زيادة كمية الأمطار عن معدلات التبخر والتسرب، أي بعد وصول التربة إلى مرحلة الاشباع، إذ تبدأ المياه بالجريان على سطح الأرض (أبو سمور والخطيب، ١٩٩٩م، ص١٠٥).

تأتي أهمية معرفة مدى العلاقة بين الأمطار والجريان السطحي تبعاً لما ينساب من تلك المياه، ويتحرك وفق جيومورفولوجية سطح وانحدار الحوض إلى أن يصل للمجرى من أعلى رتبه فيصب فيه وصير جزء منه، ويعبر حجم الجريان عن كمية المياه التي يمكن لكل حوض مائي أن يصرفها من خلال شبكة المياه، ويوضح الجدول (٢) حجم الجريان على مستوى الحوض حيث بلغ ١٩٥٧٥٢،٢٨ م٢، ويتباين توزيع أحجام الجريان على مستوى الأحواض الجزئية، حيث برز

أعلى حجم للجريان ٢١٨٥٠،٤٨٤م هـ في وادي رهجان، وبرز أدنى حجم للجريان ٩٨،٠٩١٢ م هـ في وادى تنعامة.

وتؤكد نتائج الجدول السابق أن المتوسط الحسابي لتوزيع أحجام الجريان في الأحواض الجزئية بلغ ٢٤٦٥،٦٧٤م٣، وبلغت قيمة الانحراف المعياري ٧٤١٥،٦٨٧٥ م٣، مما يعني عدم تركز توزيع احجام الجريان في الاحواض الجزئية لحوض وادى نعمان. ولسهولة مقارنة توزيع أحجام السيول في الأحواض الجزئية صنفت الدراسة أحجام الجريان كما يوضح الجدول (٣) والشكل (١١) إلى أربع فئات، ضمت الفئة الأولى حجم جريان أكبر من خمسة عشر الف /م٣، وضمت وادى رهجان والمجيريش الواقعين جنوب الحوض، بمساحة بلغت ٣٢٦،٥٥ وبنسبة ٤٩٪، استحوذت الفئة الثانية على اربع اودية وتوزعت مكانيا غرب وشرق الحوض على مساحة وقدرها ٢٢٩كم٢، وبنسبة ٣٤،٧٪ من اجمالي مساحة الحوض، بينما ضمت الفئة الثالثة ثلاث أودية تركزت شمال الحوض واستحوذت على مساحة بلغت ٧٨كم٢، وبنسبة ١١،٨٪ من اجمالي مساحة الحوض، أما الفئة الرابعة انحصرت في وادى زبيدة وتنعامة غرب الحوض عند المصب بمساحة بلغت ٢٦،٣٣ كم٢، وبنسبة ٣،٩٪.

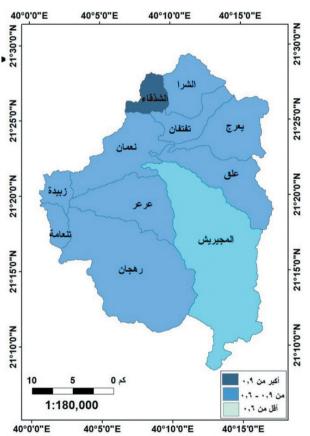


المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٢)

شكل (١١) تقسيم الفئات لحجم الجريان(ألف/كم٢) للأحواض الجزئية لحوض وادي نعمان

#### 9. تدفق الذروة النوعى Specific peak flow:

يرجع تباين توزيع كميات تدفق الذروة النوعى في الأحواض المائية إلى تباين متغيري ذروة التصريف م٣/ث/ كم٢ ومساحة الأحواض المائية كم٢، وبالتالي توضح نتائج الجدول (٢) أن تدفق الذروة النوعي في حوض وادى نعمان بلغ ١٠،٤٤٩م٣/ش/كم٢، ووصلت أعلى قيمة لتدفق الذروة النوعي ٢،٥م٣/ث /كم٢ في وادى الشذقاء، أما أدنى قيمة سُجلت ٥٦١٨, ٥م٣/ث/كم٢ في وادى المجيريش، كما بلغ المتوسط الحسابي لتدفق الذروة النوعي ٩٤٨، ٠ م٣/ث/كم٢، وبلغت قيمة الانحراف المعياري٢٥٠٠٥٩٨م٣/ش/كم٢، وتشير هذه القيم إلى تركز القيم حول متوسطها الحسابي.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٣)

شكل (١٢) تقسيم فئات التدفق النوعي (٣٨/ث/كم٢) للأحواض الجزئية لحوض وادي نعمان

ولتسهيل مقارنة توزيع قيم تدفق الذروة النوعي في الاحواض الجزئية، صنفت الدراسة تدفق الذروة النوعى كما في الجدول (٣)، والتوزيع المكانى لها كما الشكل (١٢) إلى ثلاث فنّات، حيث تُمثل الفئة الأولى حوض الشذقاء شمال وادى نعمان، بمساحة بلغت ١٦،٤ كم٢ وبنسبة ٢،٤٪من اجمالي مساحة الحوض، بينما استحوذت الفئة الثانية على

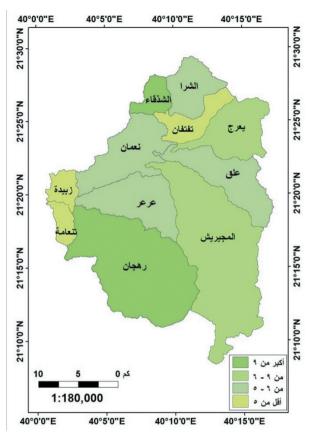
بقية أودية الحوض بمساحة بلغت ٢١٧،٤ كم٢، وبنسبة ٢،١٧٪ من اجمالي مساحة الحوض، ومثلت الفئة الأخيرة وادى المجيريش جنوب شرق الحوض بمساحة بلغت ١٧٣،٤٥ كم٢، وبنسبة ٢٦٪.

## ا. قوة الجريان Power Runoff:

وتخضع قيمة معامل قوة الجريان السطحي في الأحواض المائية لمعاملي ذروة التصريف، ومساحة أحواض الصرف، وتعتمد ذروة التصريف حسب الطريقة المتبعة في تقديرها على متغير مورفومترى أو أكثر لأحواض الصرف كالمساحة، وكثافة شبكة التصريف، ومعامل الانحدار والشكل وغيرها.

وتوضح نتائج الجدول (٢) أن معامل قوة الجريان على مستوى حوض وادى نعمان بلغ ١١،٥٥، وهي قيمة كبيرة كما أنها مؤشر على خطورة قوة الجريان المائى السطحى على استعمالات الأرض، والأنشطة البشرية في بطن الوادى ومخرجه. كما توضح نتائج الجدول (٢) تباين توزيع معدلات قوة الجريان السطحي على مستوى الأحواض الجزئية، حيث برزت أعلى قوة للسيل ١١,٥٣٤٥ م٣/ث/كم٢ في وادى رهجان، وسُجلت أدنى قيمة لقوة السيل ٢،٣٢١٨٨م٣/ث/ كم٢ بوادى تنعامة.

بلغ المتوسط الحسابي لتوزيع معد لات قوة السيل ١٧، ٢ م٢ /ث/ كم٢، وبلغت قيمة الانحراف المعياري٢،٧٢م٣/ش/كم٢، مما يعنى تركز معدلات قوة الجريان حول المتوسط الحسابي في الاحواض الجزئية لحوض وادى نعمان، ولمقارنة معدلات قوة الجريان بين الاحواض الجزئية صنفت الدراسة معدلات قوة الجريان كما يوضح الجدول (٣) والشكل (١٣) للتوزيع المكاني، إلى أربع فئات، استحوذت الفئة الأولى على الشذقاء ورهجان بمساحة بلغت ١٦٩،٥ كم٢، وبنسبة ٢٥،٦٪، وتركزت مكانيا جنوب وشمال الحوض. وضمت الفئة الثانية المجيريش جنوب ويعرج شرق الحوض، على مساحة بلغت ٢٢٤،١٢كم٢، وبنسبة ٣٣،٩٪، الفئة الثالثة أربع أودية شمال وشرق ووسط الحوض، بمساحة بلغت ٢١٣،٢٧كم٢، وبنسبة ٣٢،٣٪، أما الفئة الأخيرة فضمت ثلاث أودية بمساحة بلغت ٥٢،٩٩كم٢، وبما نسبته ٨٪ من اجمالي مساحة الحوض، تركزت مكانياً غرب وشرق الحوض.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٢) شكل (١٣) فتّات قوة الجريان السطحي للأحواض الجزئية لحوض وادى نعمان

#### اا. وعاول الفيضان Flood Factor :

يعد معامل الفيضان من أكثر المعاملات التي تعتمد عليها الجهات المنفذة لمشاريع الحماية من أخطار السيول في الأحواض الحضرية بالبيئات الجافة، وبالتالي توضح نتائج تقدير معامل الفيضان في الجدول (٢)أن قيمة معامل الفيضان على مستوى الحوض بلغت ١٠٢٧، وتعتبر هذه القيمة منخفضة مقارنة بأحواض أخرى بمكة المكرمة كحوض الزاهر وإبراهيم حيث بلغ فيهما (١٨،٢ - ١٤،٣) على التوالى (مرزا والبارودي،٢٠٠٥م، ص٧٧)، وأحواض الدرع العربي كحوض تربة ببلاد زهران بالباحة، الذي بلغ فيه متوسط معامل الفيضان ٣٩،٢ (الزبيدي،٢٠١٦م، ص٢٨٦)، ويرجع السبب في ذلك الى انخفاض تكرارية مجارى الرتبة الأولى وكثافة التصريف في حوض نعمان مقارنة بأحواض الحرم المكي وحوض وادى تربة، بينما نجد في دراسة بوروبة لحوض وادى الكبير الرمال بالجزائر، بلغ معامل الفيضان ١٠،١٢ (بوروبة،١٩٩٩م، ص١٢) وهي قيمة منخفضة جدا مقارنة بحوض نعمان لتأثير انخفاض الكثافة

التصريفية وتكرارية مجارى الرتبة الأولى للحوض.

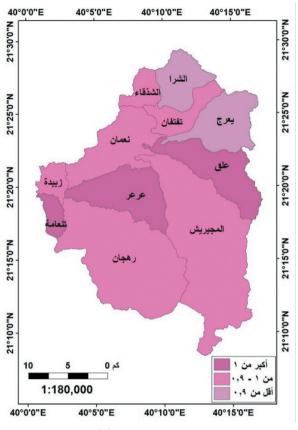
ويعتبر معامل الفيضان من المعاملات الهيدرولوجية المعتمدة على الخصائص المورفومترية ، كون اعتماد هذا المعامل مبني على عدد ومساحة مجاري الرتبة الأولى فقط، بالتالي بعض الدراسات أشارت إلى أهمية ودورة في تحديد المواضع الأكثر عرضة لأخطار السيول، وهذا يعتبر مبالغة في أثر هذا المعامل في حدوث جريان سيلي خطير، وقد أكد ذلك (مرزا والبارودي، ٢٠٠٥م، ص٢٧) في دراستهما عن السمات المورفولوجية والخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأودية الحرم المكي. وكذلك عند تتبع العلاقة بين معامل الفيضان وزمن الاستجابة أظهرت نتيجة قياس العلاقة الارتباطية بينهما إلى وجود علاقة عكسية بين معامل الفضيان وزمن الاستجابة وسرعة الجريان وكذلك مساحة الحوض والتي تعتبر من أهم الخصائص المورفومترية التي الحوض والتي تعتبر من أهم الخصائص المورفومترية التي الحوض المعاملات الهيدرولوجية لأحواض الصرف.

وقد ذكر (الدغيري وبوروبة، ٢٠١٨م، ص٥٥) أن معامل الفيضان يُستخدم في مقارنة قدرة التكوينات الصخرية على تحويل مياه الأمطار إلى مياه جارية سطحية، بحيث كلما ارتفعت قيمة المعامل كلما دل ذلك على ضعف نفاذية الصخور وعلى قدرتها العالية في سرعة تحويل المياه الى جريان سطحي نظرا لضعف قدرتها التخزينية للمياه ولضعف تسرب المياه بتكويناتها. وتبعاً لذلك سجل وادي العين بمنطقة الخرج معامل فيضان بلغ ٢٠٠٩ ويرجع انخفاضه الى طبيعية التكوينات الصخرية بالمنطقة وأغلبها من الحجر الجيري.

وتتراوح قيمة معامل الفيضان بين (٢٠٦٥-٢٠،٠) حيث حصل وادي علق على اعلى معامل فيضان، وسُجل ادناه في وادي الشرا، وبلغ المتوسط الحسابي لمعامل الفيضان٢٠،٠، وبلغت قيمة الانحراف المعياري٢،٩١، مما يعني عدم تركز توزيع قيم معامل الفيضان على مستوى الأحواض الجزئية حول متوسطها.

وعليه تم تصنيف الأحواض الجزئية من حيث معامل الفيضان كما يوضح الجدول(٣) والتوزيع المكاني لها كما يوضح الشكل(١٤) إلى ثلاث فئات، استحوذت الفئة الأولى على مساحة بلغت ١٢٩،٢٥٥م وبنسبة ١٩،٥٪ من اجمالي مساحة الحوض بواقع ثلاث أودية تقع غرب وشرق ووسط الحوض، أما الفئة الثانية فتوزعت في جميع اتجاهات الحوض بمساحة بلغت ١٤،٤٤٤كم٢، وبنسبة ١٧،٤٪ من اجمالي

مساحة الحوض، وبالنسبة للفئة الثالثة فقد ضمت وادي الشرا ويعرج الواقعان شرق وشمال الحوض بمساحة بلغت ٨٥٠٦١ وبنسبة ١٢٠٩٪، من اجمالي مساحة الحوض.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٢) شكل (١٤) فتات معامل الفيضان للأحواض الجزئية

## رابعاً: تصنيف درجات خطورة السيل للأحواض الجزئية بحوض وادى نعمان:

لحوض وادى نعمان

لتحديد وتصنيف خطورة السيل بالنسبة للأحواض الجزئية اعتماداً على الخصائص الهيدرولوجية، تم تحديد ثلاث درجات خطورة لكل عامل من العوامل الاثني عشر الموضحة في جدول(٢) والمتمثلة في (زمن التركيز Tc ،زمن الأروة Tp ، زمن الأساس Tb ، سرعة الجريان V ، حجم الجريان Volume ، زمن صعود السيل Tm ، زمن هبوط السيل Td ، والتدفق الأقصى qp ، قوة الجريان F ، المدة المثالية ، التدفق النوعي ، معامل الفيضان) . فعلي سبيل المثال تم تصنيف حجم الجريان الي ثلاث مجموعات حسب المثال تم تصنيف حجم الجريان الي ثلاث مجموعات حسب الحجم وكذلك التصرف بالنسبة للأحواض فمن المعلوم ان حجم الجريان والتصرف كلما كانت لهم قيم أكبر ، فذلك مؤشر على حدوث جريان سطحى أكبر يمكن تحديد درجة مؤشر على حدوث جريان سطحى أكبر يمكن تحديد درجة

خطورته بالمقارنة مع مثيلاته من قيم، كما توجد عوامل ذات قيم أكبر تم اعطائها قيم أقل في التصنيف فعلي سبيل المثال بالنسبة لزمن التركيز فكلما كانت قيمته أكبر كلما كان حجم الجريان والتدفق الناتج أقل وبالتالي فقد أكتسب قيم أقل في التصنيف مقارنة مع مثيلاته من نفس القيم وفي المقابل اكتسبت القيم المنخفضة درجات اعلي في تصنيفها، وعلي أساس مجموع المعاملات المبينة في الجدول (٤) تم تصنيف خطر الجريان السطحي وفقا للقيم أدناه:

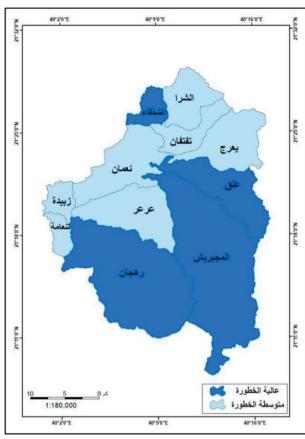
- ١. أحواض منخفضة الخطورة (١٦-١) درجة
- ٢. أحواض متوسطة الخطورة (١٢ ٢٤) درجة
  - ٣. أحواض عالية الخطورة (٢٤ ٣٦) درجة

ويتضح من نتائج الجدول(٤)، أن الصنف الأول من التصنيف الذي يُشير الي الأحواض المنخفضة الخطورة غير موجود من ضمن أحواض منطقة الدراسة، والتي أظهرت تصنيف عالي الخطورة بالنسبة لوادي رهجان ووادي المجيريش وعلق والشذقاء، بينما حظيت بقية الأحواض بتصنيف متوسط الخطورة. وعلية استحوذت الاحواض العالية الخطورة على مساحة بلغت ٢٧،٧٠٤كم٢، وبما نسبته ٧،٠٠٪ من اجمالي مساحة الحوض وتركزت مكانيا أما بقية الاحواض المتوسطة الخطورة فقد شكلت مساحة أما بقية الاحواض المتوسطة الخطورة فقد شكلت مساحة بلغت ٤٠،٧٥كم٢، وبما نسبته ٢٩،٠٠٪ من اجمالي مساحة بلغت ٤٠،٧٥كم٢، وبما نسبته ٢٩،٢٠٪ من اجمالي مساحة بلغت ٤٠،٧٥كم٢، وبما نسبته ٢٩،٢٠٪ من اجمالي مساحة بوسط الحوض وتوزعت بشكل متصل من الشمال الشرقي مروا بوسط الحوض باتجاه الغرب.

جدول(٤) تصنيف درجات الخطورة بالأحواض الجزئية لحوض وادي نعمان بناءً على الخصائص الهيدرولوجية

التصنيف من حيث الخطورة	المجموع	التدفق النوعي	معامل الفيضان	المدة المثالية	زمن التركيز	زمن الاستجابة	زمن الأساس	سرعة الجريان	حجم الجريان	زمن صعود السيل	زمن هبوط السيل	التدفق الأقصى	قوة الجريان	الأحواض	م
متوسطة	77	۲	۲	۲	۲	٣	٣	١	۲	٣	١	١	١	وادي زبيدة	١
متوسطة	72	۲	٣	۲	٣	٣	٣	١	١	٢	١	١	١	وادي تنعامة	۲
عالية	۲٥	۲	۲	٣	١	۲	۲	۲	١	۲	۲	٣	٣	وادي رهجان	٣
متوسطة	72	۲	٣	۲	١	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	وادي عرعر	٤
عالية	۲٥	۲	۲	٣	١	١	١	٣	٣	١	۲	٣	٣	وادي المجيريش	٥
عالية	۲٥	۲	٣	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	وادي علق	٦
متوسطة	77	۲	۲	۲	۲	۲	۲	١	۲	۲	۲	۲	۲	وادي يعرج	٧
متوسطة	77	۲	٣	۲	۲	۲	٣	١	۲	۲	١	١	۲	وادي تفتفان	٨
متوسطة	72	۲	۲	٣	۲	۲	۲	١	٣	۲	١	۲	۲	وادي الشرا	٩
عالية	۲۷	٣	۲	١	٣	٣	٣	١	۲	٣	١	۲	٣	وادي الشذقاء	١٠
متوسطة	72	۲	۲	۲	١	۲	۲	۲	۲	۲	٣	۲	۲	وادي نعمان	11

المصدر: من عمل الباحثة



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٤)

شكل (١٥) درجات الخطورة الهيدرولوجية للأحواض الجزئية لحوض وادي نعمان

### خامساً: الخاتمة:

تمكن الباحث من الوصول إلى عدد من النتائج والتوصيات التي يتم من خلالها ابراز أهم نتائج البحث والتوصيات التي يمكن أن ترتكز عليها الدراسات القادمة لمنطقة البحث، وكان من اهم نتائج الدراسة ما يلي:

1. بلغ زمن تركز الجريان للحوض ٥ساعات و١٤ دقيقة، وتؤكد نتائج زمن التركيز على مستوى الأحواض الجزئية أن زمن التركز يتراوح بين تسعة وخمسون دقيقة في حوض وادي الشذقاء، إلى ثلاث ساعات وأثنى عشر دقيقة في حوض وادي المجيريش.

۲. بلغ معدل سرعة السيل في حوض وادي نعمان ١٤ سم/ث، وتباينت معدلات السرعة بين الاحواض الجزئية حيث تراوحت بين ٥٦ سم/ث في وادي المجيريش كأعلى معدل سرعة، إلى ٢٠٠٢ سم/ث في حوض وادي رهجان كأدنى معدل سرعة جريان سيلي.

7. بلغت مدة الاستجابة على مستوى الحوض تسع ساعات وثلاث دقائق، وتتباين مدة الاستجابة على مستوى الأحواض

الفرعية، حيث برزت أعلى مدة استجابة ثمان ساعات وتسع دقائق في حوض وادي المجيريش، وسجلت أدنى مدة استجابة ساعتين ودقيقتين في حوض وادي الشذقاء.

٤. بلغت المدة الزمنية المثالية لهطول الامطار على مستوى الحوض ساعة وستة دقائق، وتتباين المدة الزمنية على مستوى الاحواض الجزئية، حيث برزت أعلى قيمة للمدة المثالية في حوض وادي المجيريش حيث بلغت ١:٦ ساعة، وسجلت ادني قيمة في حوض وادي الشذقاء حيث بلغت ٢٤٠ مساعة.

٥. بلغ معامل الفيضان على مستوى الحوض ١،٢٧ ، وتتباين قيمة معامل الفيضان على مستوى الاحواض الجزئية، حيث برزت اعلى قيمة معامل للفيضان في وادي علق ٢،٦٤ ، وسجلت ادني قيمة معامل في وادي الشرا ٢٠،٦٠ .

٦. بلغت قيمة التدفق النوعي على مستوى الحوض ١٠٤٤٥٠ م٣/ش/كم٢، وتتباين قيم تدفق الذروة النوعي بين الأحواض الجزئية، حيث برزت أعلى قيمة تدفق نوعي في وادي الشذقاء بمقدار ٢٠٥٥م٣/ش/كم٢، بينما سجل وادي المجيريش أقل قيمة تدفق نوعي بقيمة ٨١٥٥٠م٣/ش/كم٢.

٧. بلغ زمن صعود السيل على مستوى الحوض بلغ ١٢:٤ ساعة ، ويتباين زمن صعود السيل بين الاحواض الجزئية، حيث كان أعلى زمن لصعود السيل في وادي المجيريش ١١:٩ ساعة وأقله في وادى تنعامة ٤ساعات .

٨. بلغ زمن هبوط السيل على مستوى الحوض بلغ ٨: ٢٤ ساعة ، وتتباين مدة هبوط السيل على مستوى الاحواض الجزئية حيث سجل وادي المجيريش أعلى زمن لهبوط السيل ٢٣:٧ ساعة ، بينما حصل وادي الشذقاء على اقل زمن لهبوط السيل بقيمة ٤:٦ ساعة .

٩. بلغ زمن الأساس على مستوى الحوض ٢٠٧٢ساعة، وتتباين مدة الأساس للسيل على مستوى الاحواض الجزئية، حيث حصل وادي المجيريش على أعلى زمن أساس ٢٠٥ساعة، بينما وادي الشذقاء حصل على أدنى زمن أساس ٢٠٩ ساعة.

۱۰. بلغت قوة السيل على مستوى الحوض ١١،٥٥٠٢م٣/ث/كم٢، وتتباين قوة السيول على مستوى الاحواض الجزئية، حيث حصل وادي رهجان على أعلى قوة سيل١١،٥٣٤٥م٣/ث/كم٢، بينما أدنى قوة سيل بلغت ٢،٣٢١٨٨م٣/ث/كم٢ يقامة.

١١. بلغ حجم الجريان على مستوى الحوض بالاعتماد على

## م٢، وتتباين **الوراجع:** ا

#### المراجع باللغة العربية:

- أبو سمور، حسن والخطيب، حامد (١٩٩٩). جغرافية الموارد المائية. عمان. الأردن: دار صفاء للنشر والتوزيع.
- البارودي، محمد سعيد (٢٠١٢). تقدير أحجام السيول ومخاطرها عند المجرى الأدنى لوادي عرنة جنوب مكة المكرمة. بحوث جغرافية. الجمعية الجغرافية المصرية. ٤٨٤.
- البارودي، محمد ومرزا، معراج وداود، جمعة (٢٠١٢). استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تقدير أحجام السيول ومدى خطورتها عند المجرى الأدنى لوادي نعمان جنوب مدينة مكة المكرمة من خلال تطبيق نموذج سنايدر واعتماد نموذج الارتفاعات الرقمية ASTER. دراسة الى المؤتمر الجغرافي الدولي (الجغرافيا والتغيرات العالمية المعاصرة). معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة. مكة المكرمة.
- البلوشي، شاهينة محمد(٢٠٠٧). الزراعة بحوض وادي نعمان بمنطقة مكة المكرمة من عام ١٢٩٥-١٤٢٦ه (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة ام القرى. مكة المكرمة.
- بوروبة، محمد فضيل (١٩٩٩). الدليل الجيومور فولوجي للمتغيرات المور فومترية بالحوض الهيدروغرافي لوادي الكبير الرمال (التل الشرقي- الجزائر). الجمعية الجغرافية الكويتية. رسائل جغرافية ٢٢٩.
- التركماني، جودة فتحي (٢٠٠٥). جغرافية الموارد المائية: دراسة معاصرة في الأسس والتطبيق. جدة: الدار السعودية للنشر والتوزيع.
- الجعيدي، فرحان بن حسين(٢٠٠٨). الخصائص الهيدرومورفومترية وخصائص السيول في احواض السدود المقترحة على اودية العين وماوان في محافظة الخرج. الجمعية الجغرافية السعودية. سلسلة بحوث جغرافية ٨٤.
- الأحدب، إبراهيم سليمان (٢٠٠٠). المخاطر الطبيعية في المملكة العربية السعودية، ط٢، الأحيدب، الرياض.
- ال الشيخ، عبد الملك بن عبد الرحمن (٢٠٠٦).حصاد مياه الأمطار والسيول وأهميته للموارد المائية في المملكة العربية السعودية، بحث مقدم الى المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة، مركز الأمير سلطان لأبحاث البيئة والمياه والصحراء، بتاريخ (٢-١١/١١/٩٠٥)، الرياض.

# الخصائص المورفومترية ١٩٥٧٥٢،٢٨ ألف/كم٢، وتتباين أحجام الجريان بين الأحواض الجزئية، حيث برز أكبر حجم جريان في وادي رهجان ٢٨٥٠،٤٨٤ الف/كم٢، وأقله سُجل في وادي تنعامة ٩٨٠٠٩١٢٦٧ ألف/كم٢.

- 17. بلغت قيمة التدفق الأقصى على مستوى الحوض بالاعتماد على الخصائص المورفومترية باستخدام نموذج سنايدر Snyder ١٨٤ م٣/ث، وتتباين قيمة التدفق الأقصى بين الأحواض الجزئية، حيث سُجل أقل قيمة تدفق أقصى في وادي تنعامة ٨٠٠٨٦ م٣/ث، بينما أعلى تدفق حصل عليها وادي رهجان ١٤٢،٧٢م٣/ث.
- 17. أظهرت نتائج تصنيف درجات الخطورة بناءً على تقسيم الخصائص الهيدرولوجية الى مجموعات وفقاً لقيم تراوحت بين (١-٢٦درجة)، أن وادي رهجان والمجيريش الواقعة جنوبي حوض وادي نعمان، ووادي علق شرقي الحوض، ووادي الشذقاء والشمالي الغربي هي أكثر الأحواض خطورة هيدرولوجية، بينما سجلت بقية الأحواض درجة خطورة سيلية متوسطة هيدرولوجياً.

## وكذلك نتج عن هذه الدراسة بعض التوصيات كالتالي:

- ا. إقامة محطات هيدرولوجية عند مخارج الأحواض الجزئية لقياس كمية المياه التي تتدفق في وقت واحد الى المجرى الرئيس في الحوض.
- 7. التوجه الى زيادة مساحات الغطاء النباتي والذي تعد من متنفسات الجريان من خلال تسريب مياه الأمطار والتقليل من اخطار الجريان المائي خصوصاً في الأجزاء العليا الجنوبية والجنوبية الشرقية للحوض، والاحواض الشرقية من حوض وادى نعمان.
- 7. إذالة المعاشق الترابية العشوائية من مسارات الأودية بالتنسيق مع الجهات المختصة بدرء المخاطر الطبيعية، خصوصاً أن الحوض يُعاني من زحف عمراني، وتعديات زراعية على مجاري الاودية الرئيسية خصوصاً بوادي المجيريش ورهجان وعلق، مما يؤدي الى غمر هذه المناطق بالمياه عند هطول أمطار غزيرة.
- 3. إجراء دراسة تفصيلية لتحديد مواقع حصاد المياه بالحوض، وكذلك المساهمة في تغذية المياه الجوفية للحوض من خلال تحديد اهم مواقع تجمع المياه الجوفية وإقامة السدود الجوفية.

#### المراجع باللغة الانجليزية:

- \* Basamed, A. S. (2012). hydrogeological assessment of wadi Naman basin Makkah al Mukharramah region Saudi Arabia (Unpublished PhD Thesis). Faculty of Science, Ain Shams University, Egypt.
- \* Chow, Ven. et al (1988). *Applied Hydrology,* Library of Congress Cataloging-in-Publication Date.
- \* Dubreuil, P. (1974). Initiation a *l'analyse hydrologique*; orstom, Paris.
- \* Es-Saeed, M. et.al (2004). Strategic Groundwater storage in Wadi Naman Makkah region, Saudi Arabia, *Saudi geological*, survey.
- \* Jaton, J. (1980). *Hydrologic De Surface*, Ecoulement de Surface ET Debits Des Crues. Ecole. ploy Technique, Institute De Genine Rural. Landanne.
- \* Jones, K. R, et. aI. (1981). *Arid Zone Hydrology for Agricultural Development*. Food & Agriculture Org.
- \* Knighton, D. (1984). *Fluvial Forms and Processes*, Edward Arnold, London.
- \* Leopold, L. B. & Miller, J. P. (1956). *Ephermal Streams Hydraulic Factors and their Relation to the Drainage Net*." U. S. Geol. Survey Prof. Paper 282-A.
- \* LUCHISHEVA, A. (1950). *Practical Hydrology*, Gidrometeoizdat, Leningrad.
- \* Manish, K. et al (2020). Monitoring and Modelling of Urban Sprawl Using Geospatial Techniques—A Case Study of Shimla City India, *Geoecology of Landscape Dynamics*. PP 263-294. DOI: 10.1007/978-981-15-2097-6\_17.

- خضر، صهيب حسن وخلف ، زكريا يحي (٢٠١١). تقدير الجريان السطحي لحوض البارات/شمال غرب العراق باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS). مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية. العراق. مج ١٩. ع ١٠.
- درويش، إبراهيم (٢٠١٧). تقدير أحجام وأخطار السيول في حوض وادي المورد (الجمهورية اليمنية) باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة أم القرى. مكة المكرمة.
- الدغيري وبوروبة، أحمد عبد الله، محمد فضيل (٢٠١٨). تطبيقات في الجيومورفولوجيا ونظم المعلومات الجغرافية.ط١٠ عمان. الأردن: دار الأعصار العلمي للنشر والتوزيع.
- الدغيري، أحمد عبد الله(٢٠١٧). التحليل الهيدرومورفومتري وتقدير حجم السيول في حوض وادي الوطاة بمنطقة القصيم. مجلة العلوم الانسانية والاجتماعية. جامعة الامام محمد بن سعود، الرياض.
- الزبيدي، حليمة بنت إبراهيم (٢٠١٦). نمذجة التنمية المستدامة للموارد الطبيعية في الحوض الأعلى لوادي تربة بسراة بلاد زهران باستخدام علوم الجيوماتكس (رسالة دكتوراة غير منشورة). جامعة أم القرى. مكة المكرمة.
- عبد الكريم، أشرف أحمد علي (٢٠١٩). النمذجة الهيدرولوجية والهيدروليكية للسيول. الرياض: دار العبيكان للنشر والتوزيع.
- عبد العزيز، محمود فوزي(١٩٩٦). معجم هندسة المياه،ط٢، أكاديميا، بيروت.
- مدني، غازي بن عبيد. (بدون تاريخ). مشروع إعادة اعمار عين زبيدة بمكة المكرمة. التقرير النهائي للمرحلة الأخيرة. جامعة الملك عبد العزيز. جدة.
- مرزا والبارودي، معراج نواب، محمد سعيد (٢٠٠٥). السمات المورفولوجية والخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأودية الحرم المكي. مجلة جامعة ام القرى للعلوم التربوية والاجتماعية والإنسانية. مكة المكرمة. ١٧٤.
- النفيعي، هيفاء محمد (٢٠١٠) تقدير الجريان السطحي ومخاطرة السيلية بوادي عرنة شرق مكة المكرمة بوسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة أم القرى. مكة المكرمة.

- \* Moore, T & AL-Rehaili, M (1989). *Geologic Map of the Makkah Quadrangle*, Sheet 21D, Ministre of Petroleum and Mineral Resources, Jeddah.
- \* PNUD-OPE. (1987). Ressources en eau dans les pays de l'Afrique du Projet Nord; RAB/80/011. guide maghrebin pour l'execu tion des etudes et des travaux de retenues collinaires. OPU, Alger.
- \* Poulomi, G. & M. Janga R. (2013). Probabilistic Assessment of Flood Risks Using Trivariate copulas, *Theor Appl Climatol*.
- \* Raghunath, H.M. (1991) *Hydrology, Analysis and Design,* Wiley Eastern Limited, New Delhi.
- \* Remenieras, G. (1972): Hydrologie de l'ingenieur: Eyrolles, Edition, paris. Annales de geographie. PP206-214.
- \* Sen, Z. (2008): Wadi Hydrology, Taylor & Francis Group, London, New York.
- \* Smith, D. I. a. Stopp, P. (1978). *The River Basin "An Introduction to the Study of Hydrology,"* Cambridge Univ, Press Cambridge.
- \* Sule. B. F, Alabi. S. A. (2013): Application of Synthetic unit hydrograph methods to construct storm Hydrographs, *International Journal of Water Resources and Engineering*. VOL5(11). PP639-647. November. DOI: 10.5897/IJWREE.0437.