مجلة الشرق الأوسط للنشر العلمي
المجلد (٥) العدد (٤)
الإصدار السابع عشر
(٢٠٢٣-١٩٢) ٢٠٢٢

دراسة تفصيلية لوادي ليه

عطية مقبل عطية الثقفي

*جيولوجي، وزارة البيئة والمياه والزراعة، **المملكة العربية السعودية***

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

نشر إلكترونياً بتاريخ: ٢٠ ديسمبر ٢٠٢٢م

الملخص

في هذا البحث استخدام نموذج هيدرمورفولوجي لحساب الجريان السطحي لاحد أودية المملكة العربية السعودية (وادي ليه). حيث تم أولاً حساب العاصفة التصميمية التي قد تحدث مره واحده على الأقل خلال 100 عام عن طريق استخدام برنامج (Hydro Freq) ثم معايرة النموذج الهيدرومورفولوجي باستخدام البيانات المسجلة للوادي (قيم الأمطار وهيدروجراف الجريان السطحي) وذلك لمعرفة قيمه سرعه الجريان السطحي بالمجرى الرئيسي للوادي. هذا ويمكن استخدام هذه النتائج لدراسة الأسلوب الأمثل للاستفادة من هذا المورد المائي. كما يمكن استخدام نفس الطريقة لدراسة الأودية الأخرى بالمملكة.

* المقدمة

تقدر كمية المياه في الكرة الأرضية سواء كانت سطحية أو جوفية أو في الغلاف الجوي المحيط بحوالي 1500 مليون كيلو متر مكعب، ولتصور مقدار هذه الكمية الهائلة فإننا إذا افترضنا توزيع هذا الماء بالتساوي على سطح الكرة الأرضية فإنه يغطي هذا السطح بعمق حوالي ثلاثة كيلو مترات.

وتمثل مياه البحار والمحيطات الجزء الأكبر من المياه الكلية حيث تصل نسبته إلى حوالي 95 – 97 % بتركيز ملحي معدله 35 جم / لتر، كما تمثل مياه المنطقة القطبية 2 -4 من المياه الكلية.

وبالطبع فإن ملحية الماء ووجوده على الصور المتجمدة تجعل 99 % من المجموع الكلي للماء دون استعمال الإنسان والحيوان والنبات، وعلى ذلك يمكن القول بإن الماء

القابل للاستعمال يمثل 1 % فقط من الماء الموجود بالكرة الأرضية ويتوزع هذا الجزء بين مياه سطحية في البحيرات والانهار ومياه جوفيه في باطن الأرض ومياه في الجو المحيط كرطوبة جوية.

وتمثل المياه الجوفية الجزء الأكبر من الماء الميسر للاستعمال حيث يوجد حوالي 97 % منه تحت سطح الأرض أما الجزء الباقي (3 % من الماء الصالح) فيوزع بالتساوي تقريباً بين المياه السطحية (الأنهار والبحيرات) والماء الموجود على هيئة رطوبة جوية في الغلاف المحيط بالكرة الأرضية.

وهذا هو ما في الكرة الأرضية جميعاً وبهذا الا يجب علينا ونحن في منطقة صحراوية ذات مناخ صحراوي في معظم أرجائه ان نقتصد ونحافظ ليس على متر مكعب واحد ولكن إلى القطرة الواحدة وبهذا ولأهمية الماء في هذه المنطقة كانت هذه الدراسة على أحد أودية هذا الوطن.

وقد تم العمل على حسب الخطوات الأتية:-

١- اختيار لوادي من الأودية في ربوع هذا الوطن المعطاء.

٢- يتم الاستنتاج من هذا الوادي ما يلي: عدد رتب الوادي، مساحات كل رتبة، أطوال كل رتبة، معامل النوعية للتربة بالوادي، العاصفة التصميمية للوادي.

٣- الرجوع إلى قراءات سابقة مسجله للأمطار التي تسقط على هذا الوادي وذلك لإدخالها في برنامج خاص وهو ((Hydro Freq لكي نستنتج كمية الأمطار خلال الفترة المطلوبة.

٤- يتم إدخال هذه البيانات في برنامج (The Hydro morphological Model) ويتم معايرته باستخدام القياسات الحقلية ثم تطبيقه لحساب الجريان السطحي الناتج عن العاصفة التصميمية التي قد تحدث مرة واحدة على الاقل خلال 100 عام.

*** طرق حساب الجريان السطحي:**

لحساب الجريان السطحي هناك نوعان من الطرق التي تقوم بحساب الجريان السطحي للوادي منها ما يقوم بحساب الجريان السطحي للوادي على أنه وحدة واحدة ومنها ما يقوم بحساب الجريان السطحي للوادي بالتفصيل لهذا الماء الجاري من أعلى الوادي الى المخرج وهاذين النوعين هما:-

١- حساب الجريان السطحي بالطرق الإجمالية.

٢- حساب الجريان السطحي بالطرق التفصيلية.

*** الـــطـــرق الإجـــمـــالـــيـــة**

وهذه الطريقة تقوم بحساب الجريان السطحي للوادي على أن الوادي وحدة واحدة ولهذه الطريقة عدة افتراضات وهي:-

١- كل مساحة الوادي تعبر وحدة واحدة.

٢- تقدير كمية الجريان السطحي على اخر نقطة.

٣- افتراض أن المطر على الوادي له نفس القيمة.

وهذه الطريقة خاصة فقط للوديان الصغيرة والمناطق السكنية ولحساب كمية الصرف الخارج نقوم بحسابة باستخدام الطريقة المنطقية "Rational Method"

$Qp = CIA$

Qp = أقصى تصرف .

C = معامل الجريان السطحي وهي قيمة ثابتة تعتمد على نوعية المنطقة كما هو موضح بالجدول رقم (1/2) .

Typical C Coefficients for 5- to 10-yr Frequency Design

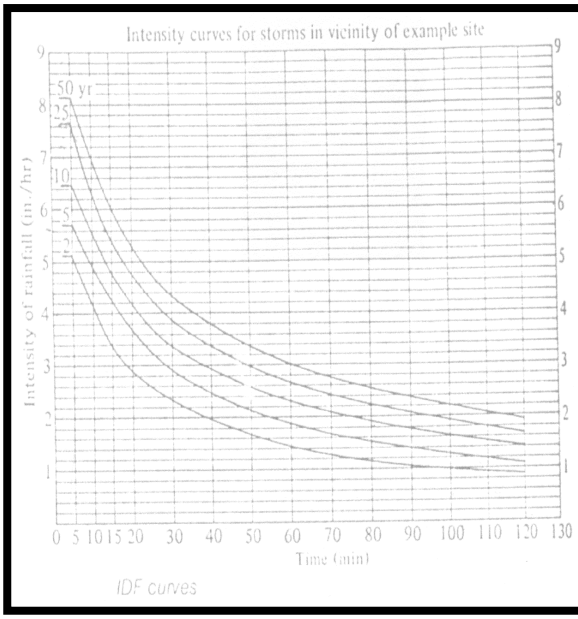
Description of Area	Runoff Coefficients
Business	
Downtown areas	0.70–0.95
Neighborhood areas	0.50–0.70
Residential	
Single-family areas	0.30–0.50
Multiunits, detached	0.40–0.60
Multiunits, attached	0.60–0.75
Residential (suburban)	0.25–0.40
Apartment dwelling areas	0.50–0.70
Industrial	
Light areas	0.50–0.80
Heavy areas	0.60–0.90
Parks, cemeteries	0.10–0.25
Playgrounds	0.20–0.35
Railroad yard areas	0.20–0.40
Unimproved areas	0.10–0.30
Streets	
Asphaltic	0.70–0.95
Concrete	0.80–0.95
Brick	0.70–0.85
Drives and walks	0.75–0.85
Roofs	0.75–0.95
Lawns; Sandy Soil:	
Flat, 2%	0.05–0.10
Average, 2–7%	0.10–0.15
Steep, 7%	0.15–0.20
Lawns; Heavy Soil:	
Flat, 2%	0.13–0.17
Average, 2–7%	0.18–0.22
Steep, 7%	0.25–0.35

جدول رقم (1/2) قيم معامل التربة

I = شدة سقوط المطر ويمكن إيجاد شدة سقوط المطر بواسطة الرسم البياني الموضح أدناه في الشكل رقم (1/2) .

A = المساحة وتكون بوحدة ال " acre "

Acre = 4000 متر مربع .



شكل (1/2) مخطط يوضح ايجاد الشدة والمدة

*** الـطـريـقـة الـتـفـصـيـلـيـة**

وهذه الطريقة تقوم بوصف نزول الماء من أعلى نقطة إلى خروجه من مخرج الوادي مع ذكر التفاصيل التي مرت بها قطرة الماء.

وهذه الطريقة لها عدة عيوب:-

١- إن دقة هذه الطريقة تعتمد على حساب الفواقد.

٢- أنه عند الإغراق في التفاصيل يغرق صاحبة في الأخطاء الكثيرة.

كما تعتمد هذه الطريقة الى عدة متطلبات وهي كما يلي:-

١- وصف للمطر من حيث شدة التوزيع.

٢- تفاصيل شبكة التصريف بالوادي.

٣- نوعية التربة وتوزيعها.

*** النماذج المستخدمة في الدراسة**

تم في هذا البحث استخدام نموذجين الأول (Hydro Freq) يستخدم لإيجاد العاصفة التصميمية والتي قد تحدث مرة واحدة على الاقل خلال فتره زمنية محددة.

والثاني هو نموذج (The Hydro morphological Model)

يستخدم لحساب الجريان السطحي الناتج عن عاصفه تصميمية مختارة.

*** برنامج ((Hydro Freq)**

يتم في هذا البرنامج استخدام بيانات الأمطار المسجلة في محطات الأرصاد وذلك لحساب قيمة الامطار

المتوقعة التي قد تحدث مرة واحدة على الأقل خلال فتره زمنيه محددة تسمى زمن الرجوع (Retarn Period).

تمثل البيانات المطلوبة لتشغيل هذا البرنامج أقصى عاصفة ممطرة خلال السنة الواحدة ولعدة سنوات (على الأقل خمس سنوات) ومن المعلوم أنه كلما زادت عدد السنوات المسجلة لمحطه كلما زادت دقة البرنامج في توقع العاصفة التصميمية المختارة.

*** النموذج الهيدرومورفولوجي**

تم بناء هذا النموذج بواسطة (Rodriguej,1979) وخلال الفترة من 1981 إلى 1984 تم تعديل هذا النموذج بواسطة مجموعة المصادر المائية من جامعة القاهرة (Mobarak etal ,1981) وتم تطبيقه بنجاح على عدة أودية في جمهورية مصر العربية. ويعتمد هذا النموذج على إيجاد الهيدروجراف الوحدة اللحظي والذي يستخدم بعد ذلك لإيجاد الهيدروجراف الناتج عن أي عاصفة تصميميه مختارة.

وهذا النموذج يعتبر من النماذج التي يعتمد على نظريات الاحتمالات أنه من حالة سقوط قطرات من المطر في أي مكان بالوادي يقوم بحساب احتمالات حركة هذه القطرة في مسار معين من كل المسارات المحتملة حتى خروج هذه القطرة من مخرج الوادي وكل مسار له احتمال معين مبني على عدد الرتب للفروع ونظام اتصالها ببعض، ويتم تحديد الرتب بناء على نظام (Strahler,1974). وفيما يلي الفروض التي بنى عليها هذا النموذج:-

١- النموذج يتعامل فقط مع الوديان ذات الرتبة الثالثة وفي حالة أن تفريعات الوادي تصل الى رتبه أعلى من الثالثة فانه يتم تقسيم الوادي على عدة احواض فرعية لا يتجاوز فروعها الرتبة الثالثة.

٢- يمكن لقطرة المياه أن تبدأ الحركة من أي مكان بالوادي وعند أي رتبه ولكنها في النهاية تصل الى مخرج الوادي ذو الرتبة الثالثة.

٣- الانتقال من رتبه إلى أخرى يعتمد على احتمال معين يعتمد على عدة فروع كل رتبه ونسبة التفرع.

٤- يتم حساب الهيدروجراف اللحظي لكل حوض فرعي على حدة ثم يتم تجميع الهيدرجراف عند مخرج الوادي بناءاً على نسبة مساحة كل حوض فرعي والزمن اللازم لوصول المياه من الاحواض الفرعية وحتى مخرج الوادي.

٥- يتم حساب الفواقد بالتسرب إلى التربة باستخدام طريقة (US Soil Conservation Method)

٦- يتم حساب الهيدروجرات النهائي للوادي بضرب هيدروجراف الوحدة في مساحة الوادي في شدة المطر.

أما بالنسبة للبيانات المطلوبة لتشغيل هذا النموذج فهي الخصائص المورفولوجية للوادي وهي تبدأ بترقيم فروع الوادي بأسلوب Strahler ثم حساب مساحات وأطوال وعدد كل رتبة من الرتب.

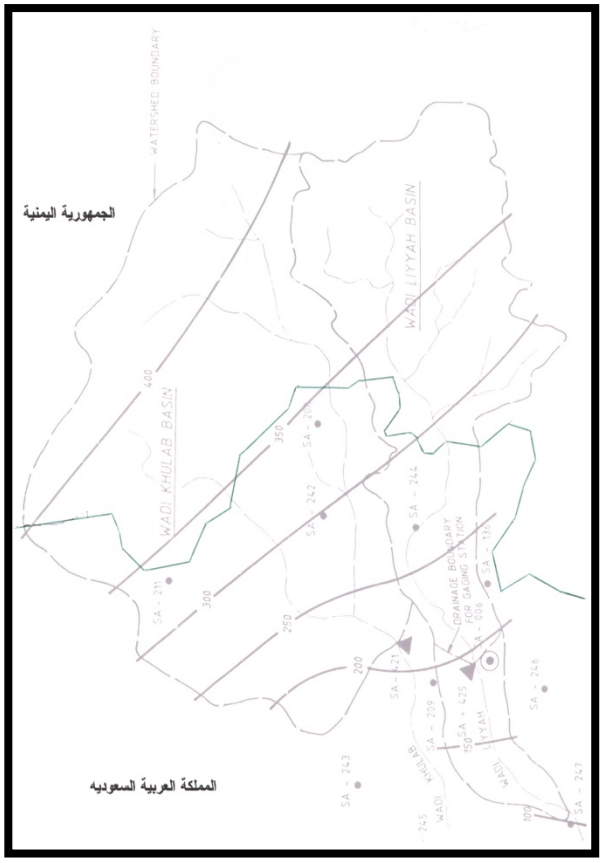
*** منطقة الدراسة**

منطقة الدراسة هو وادي من أودية المملكة العربية السعودية هو وادي لـيـه.

شكل (1/4) المملكة العربية السعودية

*** مـــــوقـــــع الـــــوادي**

يقع هذا الوادي في أقصى جنوب المملكة العربية السعودية كما هو موضح في الشكل (1/4) وهو وادي مشترك مع الجمهورية اليمنية حيث أعلى الوادي يقع في المرتفعات اليمنية ومخرج الوادي يقع في المملكة العربية السعودية، ويـــقـــع هذا الوادي بين خطي طـــول " 17 " درجة و "16 " درجة وخطي عرض " 43 " درجة و " 44 " درجة كما هو موضح في الشكل (2/4) ويتجه مخرج الوادي الى البحر الأحمر. وفي المنطقة السفلى من الوادي تقع مدينة قوفل وهي مدينة واقعة بين جازان وسامطة.



شكل (2/4) موقع وادي ليه وحدوده السعودية اليمنية

*** بـــيـــانـــات وادي لـــيـــه**

١- مساحة الوادي: تبلغ مساحة الوادي " 392 " كيلو متر مربع.

٢- رتب الوادي: عند توزيع الوادي وجد أن هذا الوادي ينقسم الى ثلاثة رتب حسب طريقة (Strahler,1974) مثل ما هو موضح في الشكل (3/4).

شكل (3/4) رسم بياني يوضح توزيع الرتب لهذا الوادي

ونستنتج من توزيع الرتب مجموع أعدد فروع كل رتبة ومجموع المساحات لكل رتبة وهي كما يلي:-

الرتبة الأولى: وعدد فروعها هو سبعة فروع ومجموع مساحات هذه الفروع هي " 222.67 " كيلو متر مربع، ويبلغ مجموع أطوال هذه الفروع هو "4.81 " كيلو متر.

الرتبة الثانية: وعدد فروعها هو ثلاثة فروع ومجموع مساحات هذه الفروع هي " 58.12 " كيلو متر مربع، ويبلغ مجموع أطوال هذه الفروع هو " 6.11 " كيلو متر.

الرتبة الثالثة: وعدد فروعها هو فرع واحد فقط ومساحة هذا الفرع هو " 118.68 " كيلو متر مربع ويبلغ طول هذا الفرع "23.33 " كيلو متر.

*** طبيعة المنطقة**

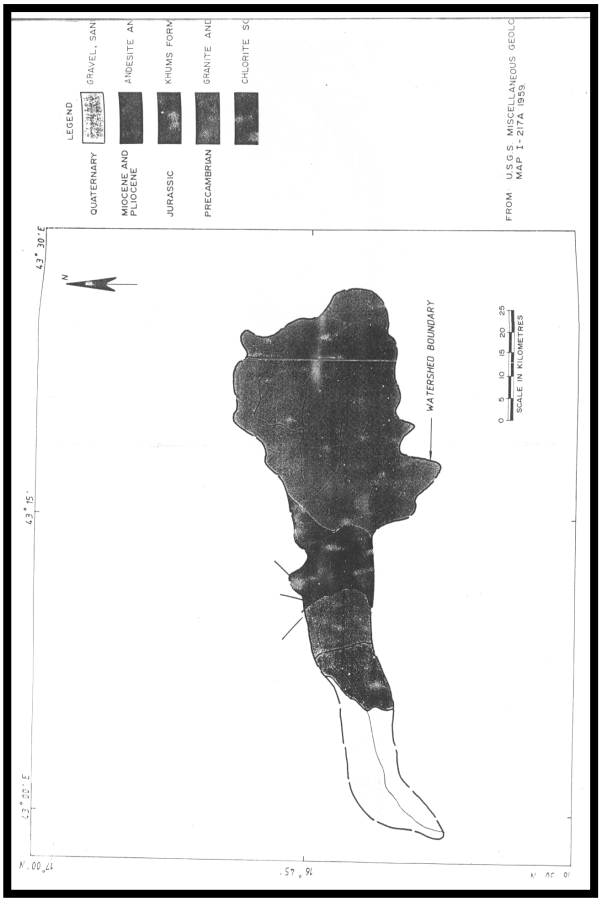
ومن الخريطة الجيولوجية التالية نستنتج أن الوادي ينقسم الى أربعة أقسام كما هو مبين في الشكل (5/4) وهي كما يلي:-

١- الناطق العليا من الوادي ويتكون من صخور الكوارتز وجرانيت.

٢- المنطقة الوسطة التي تأتي بعد العليا مباشرة تتكون من الكلورايت وصخور متبلورة هشة.

٣- المنطقة الوسطي القريبة من مخرج الوادي وتتكون من الصخور البركانية.

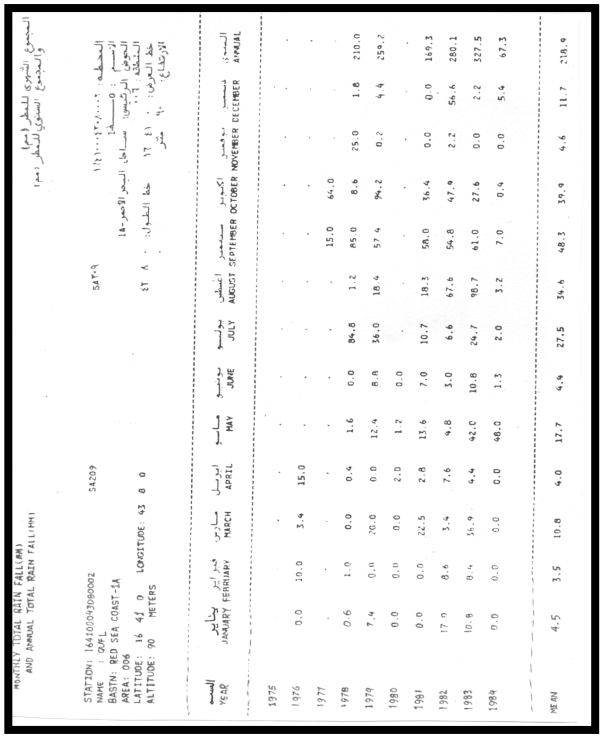
٤- المنطقة الأخيرة وهي منطقة مخرج الوادي وتتكون من الحصى والرمل والطمي والطين وهي منطقة خصبة.



شكل (4/4) خريطة جيولوجية توضح انواع الصخور بالوادي

*** بيانات الأمطار**

يبين جدول رقم (1/4) القياسات الشهرية للأمطار والتي سجلت في محطه رقم "SA 209 " والتي تقع على حدود وادي الدراسة. ويتبين من هذا الجدول تفاوت كمية الامطار الكلية التي سجلت خلال الفترة من عام 1975م إلى عام 1984م.



MONTHLY TOTAL RAIN FALL(MM)
AND ANNUAL TOTAL RAIN FALL(MM)

المجموع الشهري للمطر (مم)
والمجموع السنوي للمطر (مم)

STATION: 16410009380002 SA209 SA209
NAME : DUFL
BASIN: RED SEA COAST-SA
AREA : 006
LATITUDE: 16 44 0 LONGITUDE: 43 8 0
ALTITUDE: 90 METERS

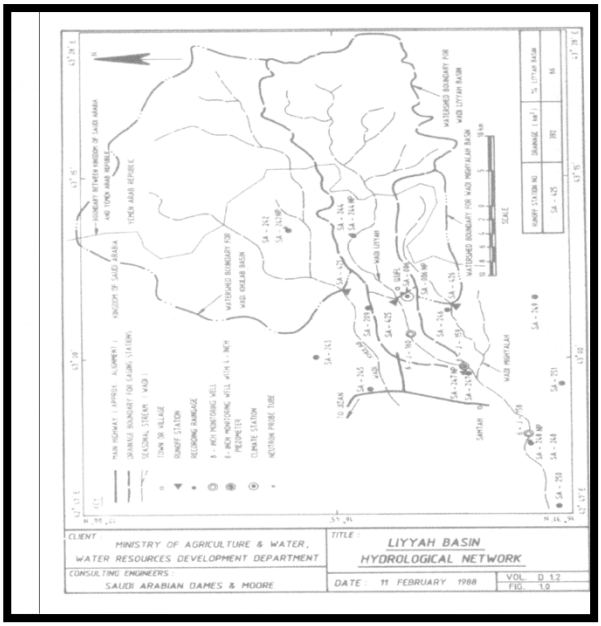
المحطة :
الحوض : ساحل البحر الأحمر-SA
المساحة : 006
خط العرض: ١٦ ٤٤ ٠ خط الطول: ٤٣ ٨ ٠
الارتفاع : ٩٠ متر

السنة YEAR	يناير JANUARY	فبراير FEBRUARY	مارس MARCH	ابريل APRIL	مايو MAY	يونيو JUNE	يوليو JULY	اغسطس AUGUST	سبتمبر SEPTEMBER	اكتوبر OCTOBER	نوفمبر NOVEMBER	ديسمبر DECEMBER	ANNUAL
1975													
1976	0.0	10.0	3.4	15.0									
1977										15.0	44.0		
1978	0.6	1.0	0.0	0.4	1.6	0.0	84.8	1.2	85.0	8.6	25.0	1.8	210.0
1979	7.4	0.0	20.0	0.0	12.4	8.8	36.0	18.4	57.4	94.2	0.2	4.4	259.2
1980	0.0	0.0	0.0	2.0	1.2	0.0							
1981	0.0	0.0	22.5	2.8	13.6	7.0	10.7	18.1	58.0	34.4	0.0	0.0	169.3
1982	17.0	8.6	3.4	7.6	4.8	3.0	6.6	67.6	54.8	47.9	2.2	56.6	280.1
1983	10.8	0.4	34.9	4.4	42.0	10.8	24.7	98.7	61.0	27.6	0.0	2.2	327.5
1984	0.0	0.0	0.0	0.0	48.0	1.3	2.0	3.2	7.0	0.4	0.0	5.4	67.3
MEAN	4.5	3.5	10.8	4.0	17.7	4.9	27.5	34.6	48.3	39.9	4.6	11.7	218.9

جدول (1/4) قراءات المطر بمحطه SA209

*** المحطات الموضوعة بالوادي**

هناك عدة محطات تم تركيبها بوادي ليه وهي SA " "244 وتقع هذه المحطة في وسط الوادي و " SA 006 " وهي في أسفل الوادي و " SA 247 " وهي تقع في مخرج الوادي وهناك عدة محطات على حدود الوادي ومنها SA 209 " "وهذه المحطة هي المحطة التي استخدمت قراءاتها وذلك لتوفر بياناتها عن غيرها من المحطات ويبين شكل رقم (6/4) محطات الأرصاد بمنطقة الدراسة.



شكل (5/4) خارطة توضح مواقع المحطات بالوادي

*** تطبيق لنموذج الهيدرومورفولجي على وادي ليه**

تم في هذا الفصل تطبيق النموذج الهيدرومورفولجي على وادي ليه لحساب الجريان السطحي الناتج عن عاصفة تصميمية قد تحدث مرة واحدة على الأقل خلال فتره 100 عام. وللحصول على هذه العاصفة فانه يجب استخدام برنامج (Hydro Freq) اولاً.

*** العاصفة التصميمية**

يتم إدخال قيمة أعلى عاصفة حدثت خلال العام وبعدد السنوات المسجلة بمحطة الرصد ويبين جدول رقم (1/5) بيانات تسعة سنوات من عام 1978 وحتى عام 1987 وهي تمثل أقصى عاصفة حدثت خلال العام بمحطة (SA 209).

Year	Rain (mm)
1978	85.0
1979	94.2
1981	58.0
1982	67.6
1983	98.7
1984	48.0
1985	16.6
1986	62.0
1987	25.6

جدول رقم (1/5) بيانات اقصى عاصفه حدثت خلال الأعوام 1978حتى 1987

ويقوم البرنامج بحساب العواصف التي قد تحدث مرة واحدة على الاقل خلال فترة محددة تعرض بزمن الرجوع (Retun Period) باستخدام طريقة احصائية تسمى (Gumble Distribution) ويبين جدول (2/5) وشكل (1/5) مخرجات البرنامج. ويتضح من النتائج أن أقصى عاصفة يمكن أن تحدث مرة واحدة على الاقل خلال 100 عام تعطي 131.6 مم.

ويبين جدول رقم (1/5) قيم العواصف المسجلة بالمحطة مرتبة ترتيباً تنازلياً كما تظهر بالبرنامج.

كما يبين جدول رقم (2/5) وشكل رقم (1/5) مخرجات البرنامج. ويبين جدول (2/5) أن قيمة العاصفة التصميمية المختارة والتي قد تحدث مرة واحدة على الأقل خلال 100 عام بـــ 131.58مم

إدخال عدد فروع كل رتبة من الرتب ثم المساحات التي تصرف على فروع كل رتبه من هذه الرتب ثم مجموع اطوال الفروع لكل رتبه. وفي السطر الثالث يتم إدخال معامل نوعية التربة، وسرعة سريان المياه في الفرع الرئيسي ثم قيمة العاصفة التصميمية هذا وقد وجد بناءاً على تصنيف تربة الوادي أن نوعية التربة Herbaceous وقيمة معاملها 93.

وبالتالي فان جميع المدخلات معروفه استثناء سرعة جريان المياه في المجرى الرئيسي وبالتالي فأنه يجب معايرة النموذج باستخدام المعلومات المتوفرة عن الجريان السطحي بالوادي لمعرفه هذه السرعة.

البيانات	الرتبة الأولى	الرتبة الثانية	الرتبة الثالثة
عدد الرتب	7	3	1
المساحة	222.67	58.12	118.68
الطول	4.81	6.11	23.33

جدول رقم (3/5) مدخلات البرنامج

*** معايرة النموذج**

تم اختيار العاصفة التصميمية التي حدثت يوم 19 أغسطس 1985م لمعايره النموذج المرجع

Liyyah basin surface water report , Final report 11 Feb. 1988 , Vol.D4) حيث تتميز هذه العاصفة بإنها كانت عاصفه بسيطة غير مركبه وكانت فيها الأمطار 50 مم كما يظهر في الشكل رقم (2/5) والذي يظهر قيمة العاصفة والهيدروجراف المسجل عند مخرج الوادي. هذا وقد تم تشغيل النموذج عدة مرات مع تغيير قيمه سرعه جريان

Statistics Results

	Log of Flows	Flows	
Mean	3.99	61.74	
St. Dev	28.60	0.60	
Skew	-1.14	0.93	

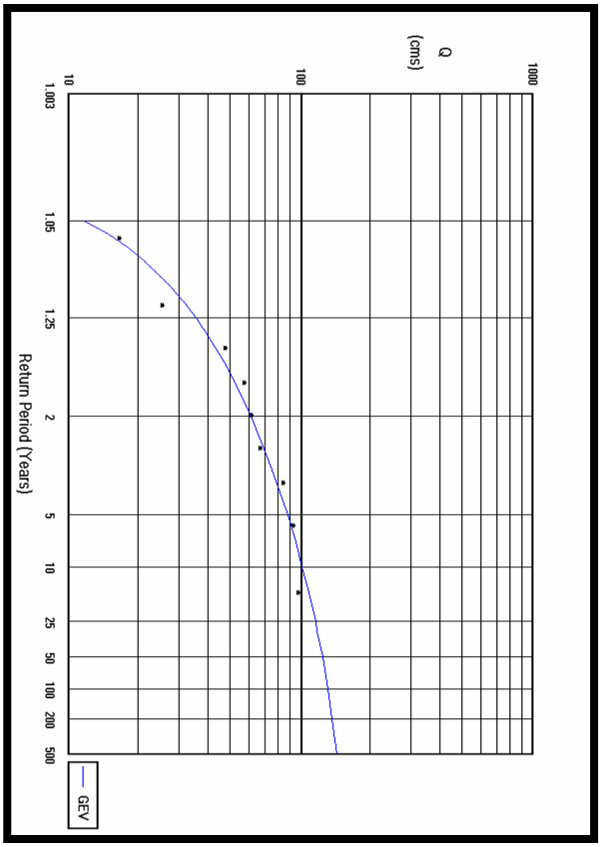
Flow Frequency Results

RP	GEV	LN3	LP3	P3	
2.00	61.21	57.73	60.35	57.44	
5.00	88.14	83.31	89.84	83.56	
10.00	99.43	102.06	104.85	99.91	
20.00	113.09	114.41	114.92	116.24	
25.00	119.08	116.17	119.33	119.57	
50.00	124.61	133.28	127.52	133.52	
131.58	100.00	147.18	146.97	133.97	
137.38	200.00	160.91	139.06	160.03	
143.58	500.00	178.94		176.80	144.18

Distribution Parameters

	GEV	LN3	LP3	P3	
RP	L Moments	Fit Method	Moments	Moments	Moments
Location	50.65	4.51		5.05	61.74
Scale	30.19		0.29	-0.34	28.60
Shape	0.26	-33.64	3.07	0.93	

جدول رقم (2/5) مخرجات برنامج (Hydro Freq)

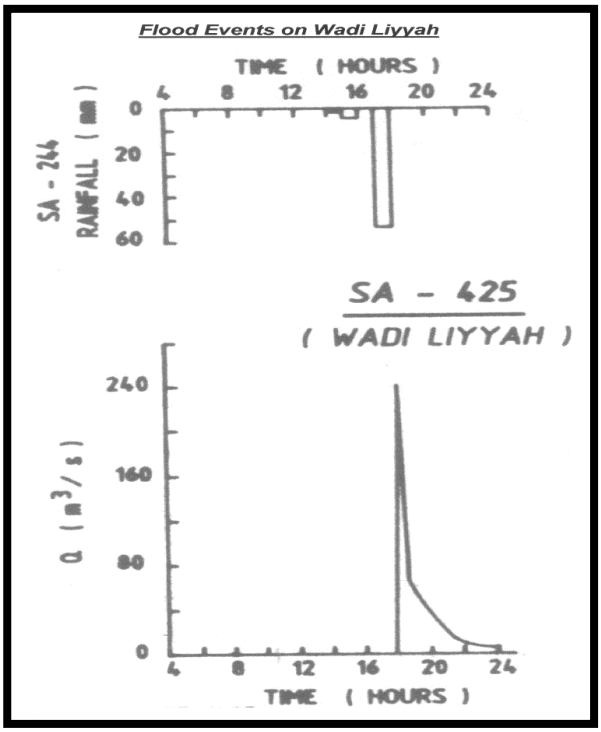


شكل رقم (1/5) العاصفة التصميمية

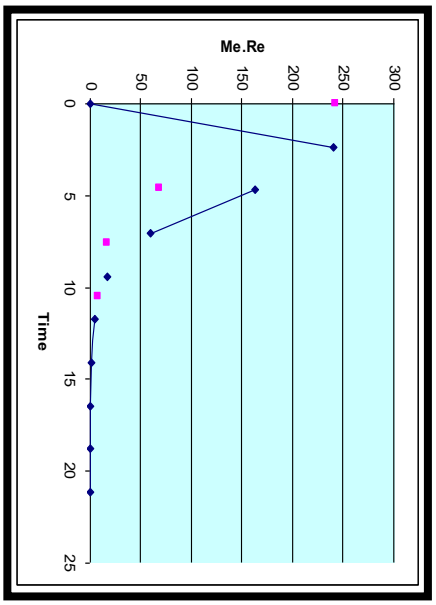
*** البيانات المستخدمة**

يبين جدول (3/5) مدخلات النموذج الهيدرومورفولجي حيث يتم إدخال اسم الوادي، عدد التقسيمات الفرعية (إن وجدت). كما يتم في السطر الثاني

الماء في المجرى الرئيسي حتى تم الحصول على هيدروجراف مماثل للهيدروجراف المسجل عند مخرج الوادي كما يبين شكل رقم (3/5). حيث بلغت أقصى قيمه للتصرف 240متر مكعب لكل ثانيه. وكانت نتيجة المعايرة أن سرعة الجريان السطحي خلال المجرى الرئيسي هي 11.65 ساعة.



شكل (2/5) العاصفة التي حدثت يوم" 19 august 1985 "



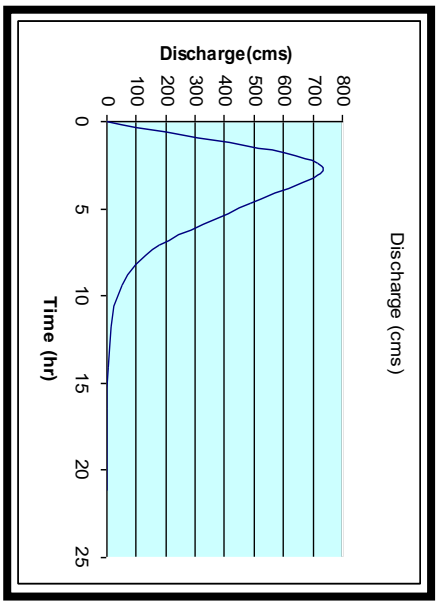
شكل رقم (3/5) رسم بياني للمعايرة

*** نتائج تطبيق النموذج الهيدرومورفولوجي**

بعد معايرة النموذج باستخدام البيانات المسجلة ثم تشغيلها لحساب الجريان السطحي الناتج عن العاصفة التصميمية التي قد تحدث مره واحده على الأقل خلال 100 عام. ويبين جدول رقم (3/5) وشكل رقم (4/5) مخرجات النموذج وهي تمثل هيدروجراف الجريان السطحي حيث بلغت أقصى قيمه للتصرف حوالي 720 متر مكعب لكل ثانيه.

Time (hr)	Discharge (cms)
0	0.00107
2.35	717.5023
4.7	485.4079
7.05	176.2034
9.4	49.55378
11.75	12.19177
14.1	2.76718
16.45	0.59558
18.8	0.12351
21.15	0.02493

جدول رقم (4/5) الجريان السطحي



شكل رقم (4/5) الجريان السطحي

*** الخلاصة**

تم بحمد الله في هذا البحث استخدام نموذج هيدرمورفولوجي لحساب الجريان السطحي لاحد أودية المملكة العربية السعودية (وادي ليه). حيث تم أولاً حساب العاصفة التصميمية التي قد تحدث مره واحده على الأقل خلال 100 عام عن طريق استخدام برنامج (Hydro Freq) ثم معايرة النموذج الهيدرومورفولوجي باستخدام البيانات المسجلة للوادي (قيم الأمطار وهيدروجراف الجريان السطحي) وذلك لمعرفة قيمه سرعه الجريان السطحي بالمجرى الرئيسي للوادي. هذا ويمكن استخدام هذه النتائج لدراسة الأسلوب الأمثل للاستفادة من هذا المورد المائي. كما يمكن استخدام نفس الطريقة لدراسة الأودية الأخرى بالمملكة.

*** الـــمـــراجـــع**

أولاً– المراجع العربية

النشرة الهيدرولوجية رقم 113 , معلومات الأمطار للفترة من 1975 – 1984 م، وزارة الزراعة والمياه إدارة تنمية موارد المياه _ قسم الهيدرولوجيا

ثانياً– المراجع الأجنبية

Liyyah basin surface water data , volume D1.2 , Final Report 11 februare 1988 .

Wadi Liyyah , land classification survey , volume D9 , Final Report 11 februare 1988.

Liyyah basin rainfall data volume , volume D7 , Final Report 11 februare 1988.

Liyyah basin hydrogeological maps , volume D2 , Final Report 11 februare 1988.

Wadi Liyyah basin report , volume D , Final Report 11 februare 1988 .

modeling urban water systems (HWR . 442)

Engineering hydrology principles and practices , victor Miguel ponce , san diego state university .

Liyyah basin surface water report , volume D4 , Final Report 11 februare 1988.

Rodrigyez – Iturbe , J.B. , " The Geomorpologic Structure of Hydrologic response." , water Resources Research , Vol. 15 , NO.6 , 1409-1420 ,1979 .

Strahler , A.N. , " Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and channel Networks , Sec.4-II in V.T. chow (Ed.) : " Handbook of Applied Hydrology", Mc Graw-Hill , N.Y. , 1974 .

U.S. soil Conservation Service, "National Engineering Handbook, section 4, Hydrology, Supplement A., U.S. Dept. of Agriculture. Washington, D.C. , 1957.