

Estimation of the Peak Discharge in the Arab River Basin in Lattakia, Syria by the Modified Experimental Talbot Method TMT

Dr. Dareen Bourjiah*

(Received 4 / 8 / 2023. Accepted 18 / 12 / 2023)

□ ABSTRACT □

The lack of continuous hydrological records is one of the biggest challenges in managing surface basin water resources, especially when studying floods and the water installations. Therefore, many hydrological researchers applied experimental equations to estimate the peak flow values, as a basic parameter that plays a key role when establishing water projects in the absence of hydrological measurement stations. The modified experimental Talbot method TMT is one of the most famous of these equations, which was applied in this study to estimate the peak flow values in the Arab River basin using GIS software and building purpose maps (geomorphological coefficient, slope, shape, drainage ...) and processed to obtain a map of the distribution of the estimated peak flow values, It was found that it ranged on average between (2.5 m³/s) with a return period (5 years) and a maximum of (30 m³/s) with a return period (100 years), The study also showed that the higher values of the estimated flow peak are concentrated in the recharge area in the Arab River Basin, while the lower values are concentrated in the drainage area, which reduces the possibility of flooding.

Keywords: The Arab River basin, the peak flow, Talbot method TMT, GIS, Spatial analysis, Hydrology.

Copyright



:Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria. dareenbourjiah@gmail.com

تقدير قمة التدفق في حوض نهر العرب في اللاذقية - سورية حسب طريقة تالبوت التجريبية المعدلة TMT

د. دارين برجيه*

(تاريخ الإيداع 4 / 8 / 2023. قُبِلَ للنشر في 18 / 12 / 2023)

□ ملخص □

تعتبر مشكلة الافتقار للسجلات الهيدرولوجية المستمر من أكبر التحديات في إدارة الموارد المائية للأحواض السطحية، وخاصة عند دراسة الفيضانات والمنشآت المائية. لذلك عمل العديد من الباحثين الهيدرولوجيين على تطبيق معادلات تجريبية لتقدير قيم قمة التدفق، كعامل أساسي يلعب دوراً أساسياً عند إنشاء المشاريع المائية في حال غياب محطات القياس الهيدرولوجية. تعتبر طريقة تالبوت التجريبية المعدلة TMT من أشهر هذه المعادلات والتي تم تطبيقها في هذه الدراسة لتقدير قيم قمة التدفق في حوض نهر العرب استخدام برنامج GIS وبناء خرائط غرضية (المعامل الجيومورفولوجي، الانحدار، الشكل، التصريف...) ومعالجتها للحصول على خارطة توزع قيم قمة التدفق المقدر، حيث تبين أنها تراوحت وسطياً بين $(2.5 \text{ m}^3/\text{s})$ بفترة رجوع (5 سنوات) وأقصاها $(30 \text{ m}^3/\text{s})$ بفترة رجوع (100 سنة)، كما أوضحت الدراسة تركيز القيم العليا لقمة التدفق المقدر في منطقة التغذية في حوض نهر العرب، بينما تتركز قيمها الدنيا في منطقة الصرف وهذا ما يقلل من احتمالية تعرضها للفيضان.

الكلمات المفتاحية: حوض نهر العرب، قمة التدفق، طريقة تالبوت TMT، GIS، التحليل المكاني، هيدرولوجيا.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص

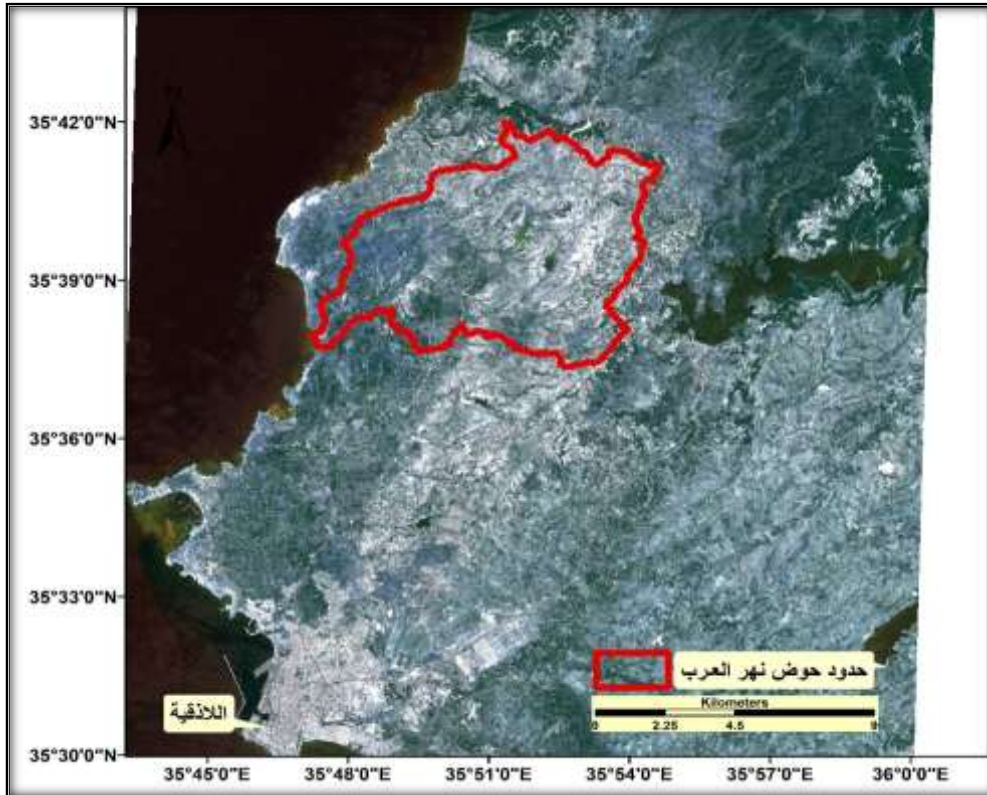


CC BY-NC-SA 04

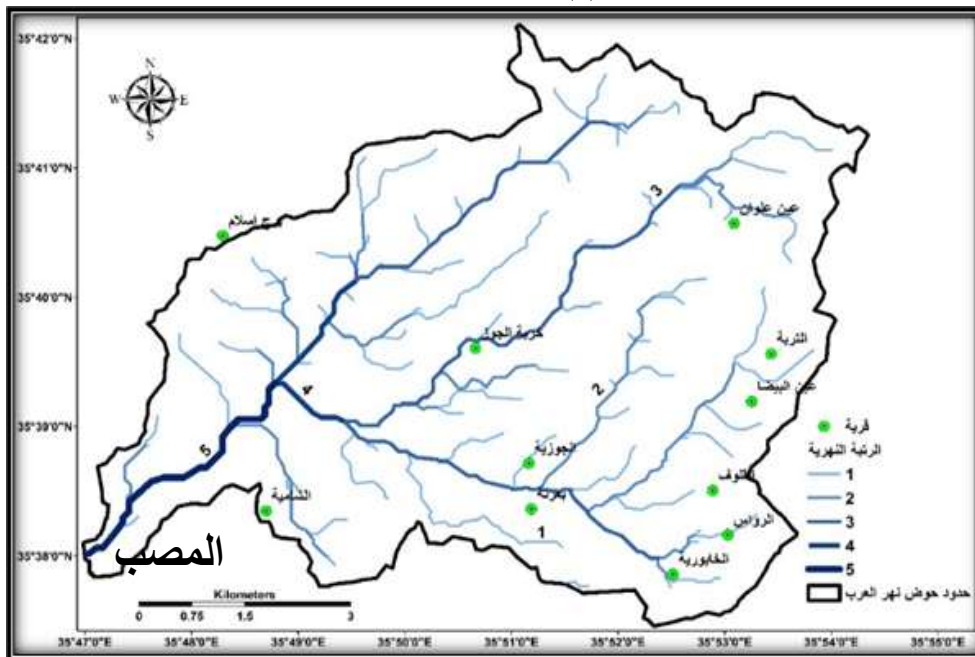
* مدرس، قسم الجيولوجيا، كلية العلوم، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. dareenbourjiah@gmail.com

مقدمة:

يعتبر تقدير قمة التدفق النهري في الأحواض الهيدرولوجية العنصر الأساسي في التصميم الهيدروليكي لبناء البنى التحتية لحماية المجاري المائية وما يحيط بها من نشاطات بشرية من الفيضان. تتوافق نتائج التقدير وموثوقيتها مع دقة وموثوقية البيانات المدخلة، ولذلك يشكل اختيار طريقة تقدير قمة التدفق التحدي الأهم [8]، فيجب التركيز على عدم المغالاة الكبيرة في تقدير قمة التدفق وذلك من خلال تحديد الأبعاد الحقيقية تقريباً، واختيار الطريقة القابلة للتطبيق والأكثر سهولة بسبب حجم البيانات الكبير فيما يخص دراسة الأحواض النهرية [7]. تعتبر طريقة تالبوت المعدلة التجريبية TMT الطريقة الأكثر شيوعاً لتقدير قمة التدفق والتي تنتمي للطرق التي لا تتطلب تحليل بيانات الهطل المطري بشكل مباشر، وهي بدورها من الطرق الأكثر استخداماً وخاصة مع عدم وجود محطات قياس مورفومترية كافية [9]. يؤكد الباحث ventura على أن الحوض الساكب السطحي يعتبر المؤثر الحاسم على الفيضان، حيث تحدد المساحة التي تساهم في الفيضان من خلال تحديد حدود الحوض الساكب. إلى جانب المورفولوجيا والمساحة فإن جيولوجية الحوض الساكب تعتبر العنصر المميز الأهم لتكامل توقع الفيضان (قيمة مؤثرة على الفيضان)، حيث تشتق الخصائص الجيولوجية مثل توضع وتشقق وتشكل الوديان وميل الأرض [7]. كما اعتمد الباحث Al-shareef لدراسة وتقدير قمة التدفق في شمال جدة في المملكة العربية السعودية على مجموعة من الطرق من ضمنها طريقة TMT [1]. كما اعتمد الباحث A. quraishi على طريقة TMT لتقدير قمة التدفق في المملكة العربية السعودية وتبين بأن هذه الطريقة تعطي نتائج غير منتظمة في بعض الحالات الخاصة [5]، كما أكد الباحثان الخفاجي والموسوي على تطبيق طريقة تالبوت المطورة لتقدير قيم قمة التدفق في المملكة العربية السعودية [2]. أما الباحث Tolland وآخرون فقد أوصوا باستخدام طريقة تالبوت المطورة - خصيصاً لتحديد حجم هياكل ممرات التدفق الصغيرة مثل المجاري - في "دليل الغابات لكولومبيا البريطانية"، وقد تم استخدامها على نطاق واسع في كولومبيا البريطانية [6]. تهدف هذه الدراسة إلى تقدير قمة التدفق باستخدام طريقة تالبوت المعدلة التجريبية باستخدام GIS، حيث تشمل منطقة البحث حوض نهر العرب، والتي تقع في شمال غرب سورية في الجزء الشمالي من محافظة اللاذقية المبينة في الشكل (1)، حيث تتركز الكثير من الزراعات والأنشطة البشرية والتجمعات السكانية فيها، وتأتي أهمية دراسة هذه المنطقة بسبب نقص محطات مراقبة التدفق على طول امتداد نهر العرب والافتقار للبيانات الهيدرولوجية المستمرة، فكان لا بد من استعمال المعادلات التجريبية في هذا البحث لتقدير قمة التدفق وفق طريقة TMT حيث يلعب التدفق دوراً أساسياً في تحديد مدى الحت وجرف التربة في المجاري، كما يدل على سرعة تحويل مياه الأمطار إلى مياه جارية سطحية وتغذية المجرى الرئيسي [4]. ويوضح الشكل (2) شبكة التصريف لنهر العرب حيث تترتب مجاريه ضمن خمس رتب وفق ستايلر، والتي يبلغ طولها الإجمالي /94.43 كم/ [3].



الشكل (1): حدود حوض نهر العرب.



الشكل (2): شبكة التصريف في حوض نهر العرب [3].

طرائق البحث ومواده:

تم تطبيق طريقة تالبوت المعدلة التجريبية TMT لتقدير كمية الجريان السطحي المتولد من جميع مناطق الصرف ضمن حوض نهر العرب وفق الصيغة التالية [4, 5]:

$$Q = K C A^n R_f F_f$$

حيث:

Q: قمة التدفق أو التصريف (m^3/s)، **K**: ثابت، **n**: أس وفق مساحة الحوض، **R_f**: معامل المطر، ترتبط قيم هذه المعاملات بمساحة الحوض ويتم تثقيف قيمها وفق الجدول (1):

الجدول (1). يتم تثقيف قيمته حسب مساحة الحوض [4, 5].

R _f	n	K	A مساحة الحوض (كم ²)	نوع الحوض
1.5	0.75	0.558	4 - 12.6	متوسط
1.4	0.5	3.561	12.7 - 359.4	كبير
1.4	0.4	10.166	359.4 <	كبير جداً (إقليمي)

C: معامل التصريف، يتكون من ثلاثة معاملات جزئية وهي (C₁, C₂, C₃) والتي تمثل (معامل الشكل، معامل الانحدار، المعامل الجيومورفولوجي) على الترتيب ويتم تثقيف هذه العوامل وفق الجدول (2).

الجدول (2). تثقيف معاملات (الجيومورفولوجي، الانحدار والشكل) [4, 5].

0.3	جبلية	C1 المعامل الجيومورفولوجي
0.2	شبه جبلية	
0.1	أرض منخفضة	
0.5	> 15 %	C2 معامل الانحدار
0.4	10 - 15	
0.3	5 - 10	
0.25	2 - 5	
0.2	1 - 2	
0.15	0.5 - 1	
0.1	< 0.5	
0.3	W=L	C3 معامل الشكل W: عرض الحوض L: طول الحوض
0.2	W= 0.4 L	
0.1	W= 0.2 L	

Ff: معامل فترة الرجوع، تتنقل قيمها وفق الجدول (3).

الجدول (3). تثقيل معامل فترة الرجوع [4, 5].

Ff	فترة الرجوع (سنوات)
0.6	5
0.8	10
1	25
1.2	50
1.4	100

بعد تحديد قيم المعاملات كافة، يتم تحويلها إلى شرائح (خرائط غرضية) ومن ثم تطبيق معادلة تالوت التجريبية المعدلة للحصول على خريطة توزع قيم قمة التدفق لحوض نهر العرب.

النتائج والمناقشة:

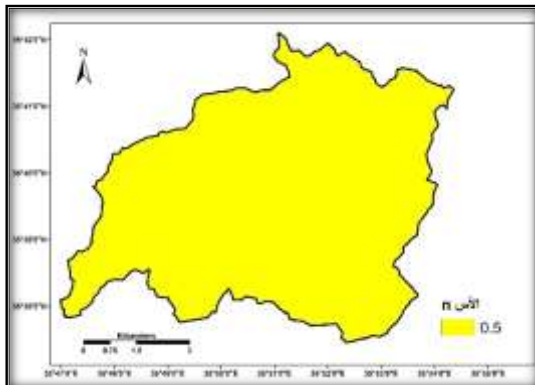
تبلغ مساحة حوض نهر العرب ($A=56.99\text{km}^2$) أما طول الحوض بلغ ($L=12.59\text{ km}$)، وعرض الحوض ($W=4.4\text{ km}$) [2].

بناءً على مساحة الحوض يصنف هذا الحوض ضمن الأحواض كبيرة المساحة، تم تثقيل قيمة كل من ثابت تالوت K ، الأس n ، ومعامل المطر R_f حسب الجدول (1) والمبينة قيمها في الجدول (4).

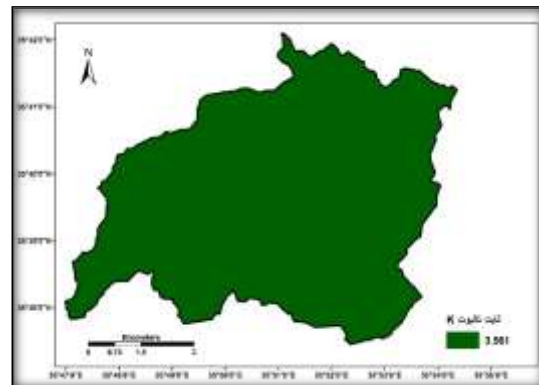
الجدول (4): قيم مساحة الحوض، K ، n ، R_f في حوض نهر العرب.

Rf	A^n	n	K	A مساحة الحوض (كم ²)	نوع الحوض
1.4	7.549	0.5	3.561	56.99	حوض كبير المساحة

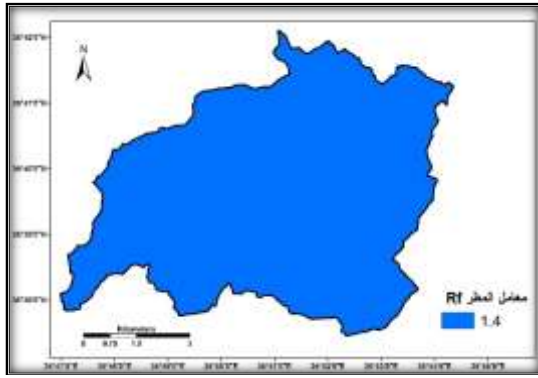
ومن ثم تم تحويلها إلى خرائط غرضية والموضحة في الأشكال (3،4،5،6).



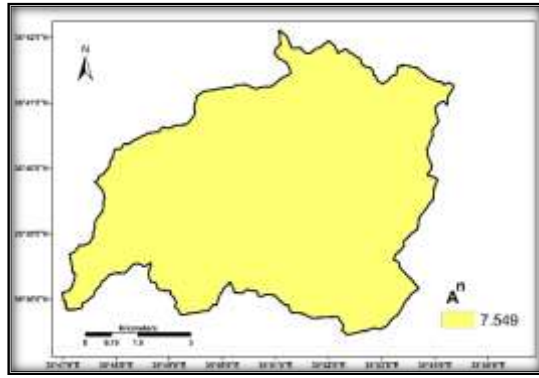
الشكل (4). توزع قيم الأس n .



الشكل (3). توزع قيم ثابت تالوت.

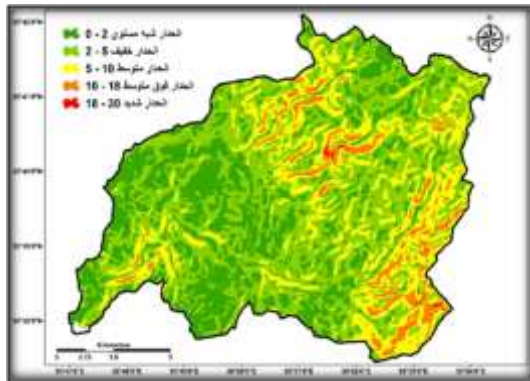


الشكل (6). توزيع قيم معامل المطر Rf.

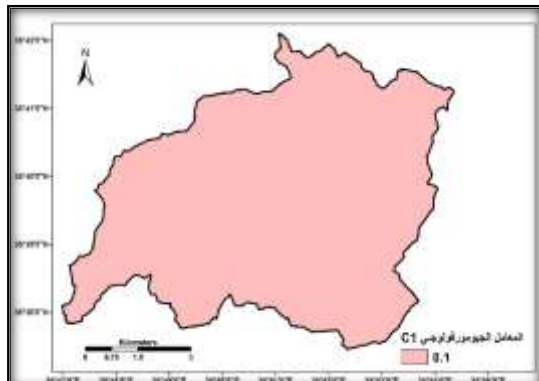


الشكل (5). توزيع قيم An.

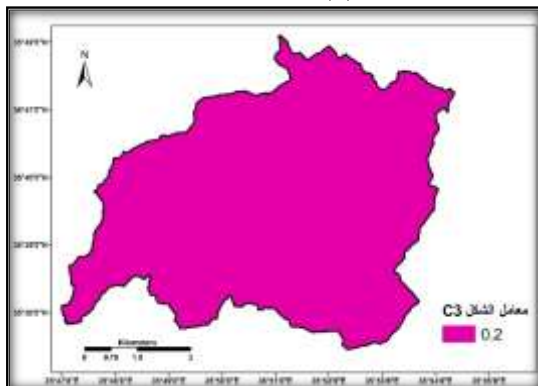
أما معامل التصريف **C** الذي يتكون من ثلاث معاملات جزئية فقد تم تنقيح قيمها وفق الجدول (2). حيث ينتمي حوض نهر العرب إلى المناطق السهلية المنخفضة الارتفاع (ارتفاعها > 300 م) [3]، لذلك تم تنقيح قيمة المعامل الجيومورفولوجي وفق الجدول (2) حيث بلغت قيمته $C1=0.1$ والموضحة في الشكل (7). أما معامل الانحدار $C2$ فقد تم تحديد قيمه بناء على خارطة الانحدار Slope الموضحة في الشكل (8) [3] وتنقيحها لتحديد قيم معامل الانحدار وفق الجدول (2) والموضحة في الشكل (8). تم تحديد قيم معامل الشكل ($C3$) بالاعتماد على الجدول (2) حيث بلغت قيمة طول الحوض ($L=12.59$ km)، أما عرضه فبلغ ($W=4.4$ km)، وبالتالي $W \approx 0.4L$ وبالتالي $C3=0.2$ الموضحة في الشكل (10).



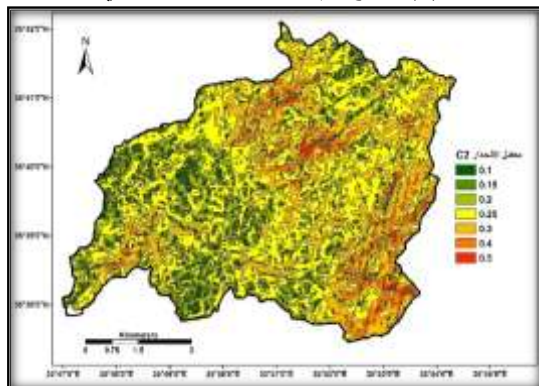
الشكل (8). درجات الانحدار [3]



الشكل (7). توزيع قيم المعامل الجيومورفولوجي C1.

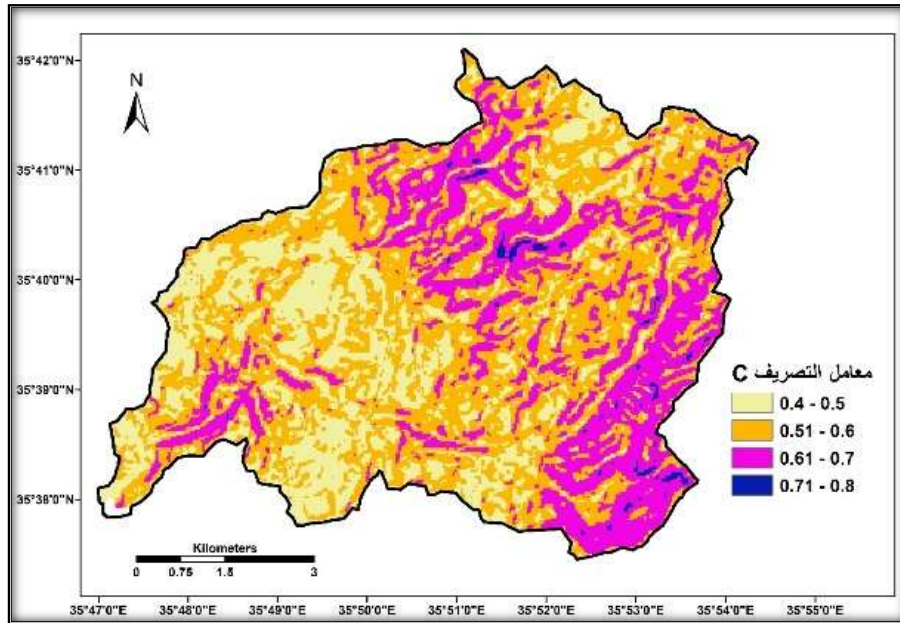


الشكل (10). توزيع قيم معامل الشكل C3.



الشكل (9). توزيع قيم معامل الانحدار C2.

لحساب معامل التصريف C تم وتطبيق أدوات (spatial analyst tools) Tool Box ومنه (Map algebra/ Raster calculator) حيث تم تطبيق المعادلة التالية: $C=C1+C2+C3$ ، بلغت أدنى قيمة لمعامل التصريف (0.4) وأعلى قيمة (0.8)، ويوضح الشكل (11) توزيع قيم معامل التصريف في حوض نهر العرب.



الشكل (11). توزيع قيم معامل التصريف C في حوض نهر العرب.

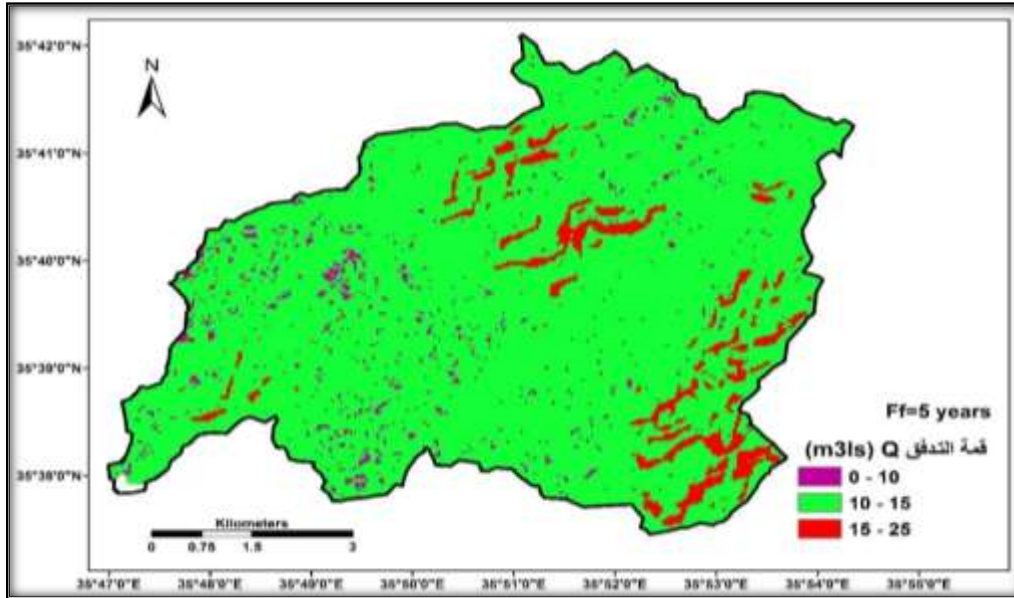
يلاحظ من الشكل (11) تناقص معامل التصريف من الأجزاء الشرقية لحوض نهر العرب باتجاه الغرب، وهذا ما يتوافق مع تناقص الارتفاع الطبوغرافي والانحدار والذي يعد العامل الأساسي لتغير قيم معامل التصريف في هذا الحوض. معامل فترة الرجوع Ff : يعتمد تحديد فترة الرجوع على التوزيعات الاحتمالية للتردد الهيدرولوجي. إن معظم التوزيعات الاحتمالية هي تجريبية في الطبيعة، لكن لا يوجد توزيع يعد الأفضل بالنسبة لتقدير قمة التدفق وفي معظم الحالات تحديد التوزيع للبيانات الهيدرولوجية يعتمد على الباحث ودقة البيانات [5]، وبالاعتماد على الجدول (3) تم تثقيف قيمها لفترات الرجوع (5،25،100) المقدره بالسنوات والموضحة في الشكل (12).



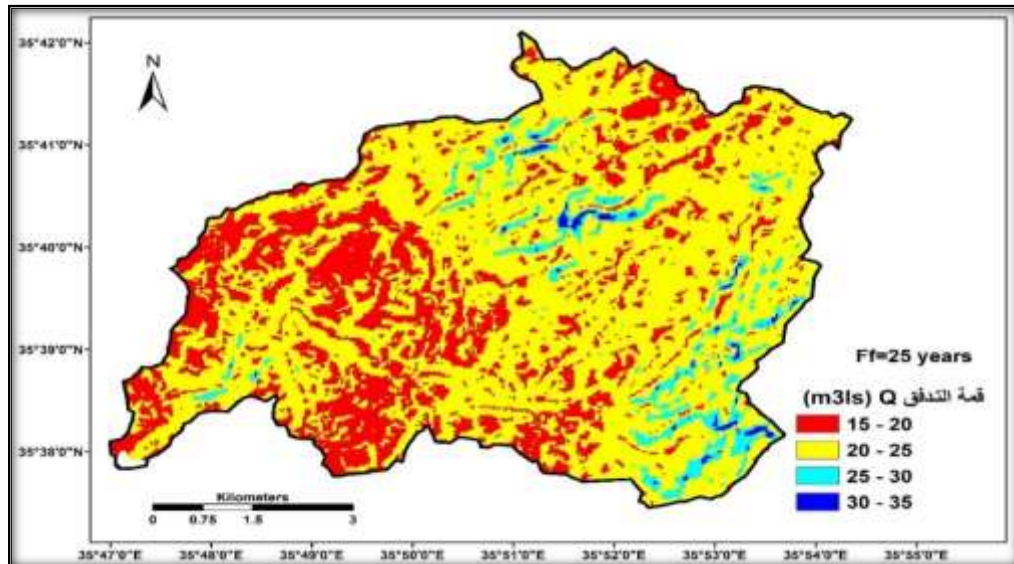
توزيع قيم معامل فترة الرجوع 5 سنوات. توزيع قيم معامل فترة الرجوع 25 سنة. توزيع قيم معامل فترة الرجوع 100 سنة. الشكل (12). توزيع قيم معامل فترة الرجوع Ff في حوض نهر العرب.

تقدير قيم قمة التدفق في حوض نهر العرب

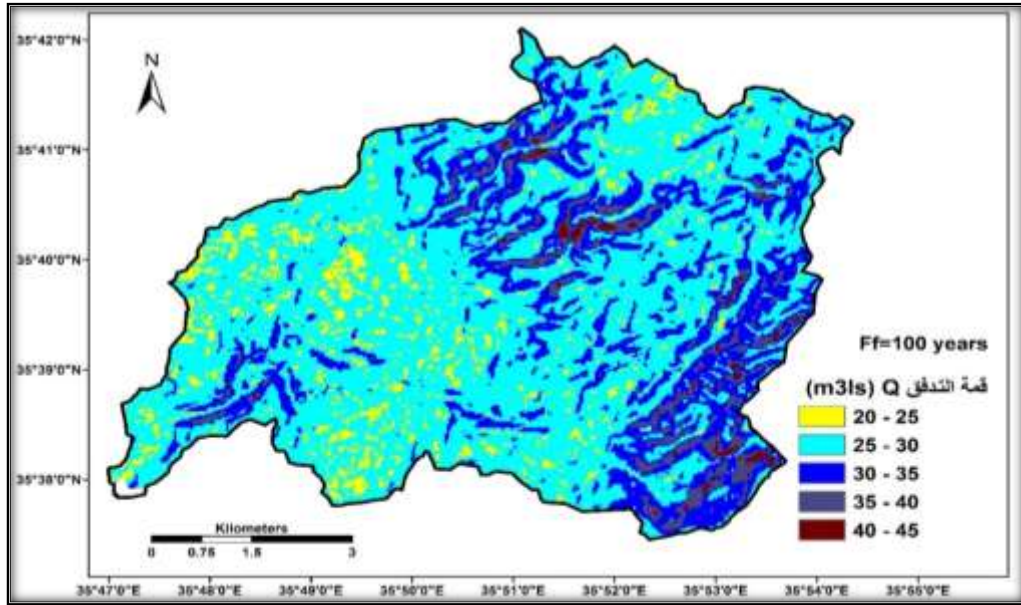
تم تطبيق معادلة تالبوت التجريبية المعدلة TMT وفق الصيغة التالية: $Q = K C A^n R_f F_f$ للحصول على قيم قمة التدفق في حوض نهر العرب من خلال إدخال الشرائح الغرضية المنجزة سابقاً لكل معامل فيها في بيئة GIS وتطبيق أدوات Tool Box (spatial analyst tools) ومنه (Map algebra/ Raster calculator) للحصول على الخرائط الغرضية لتقدير قمة التدفق والموضحة في الأشكال (13,14,15).



الشكل (13). توزيع قيم قمة التدفق المقدرة بفترة رجوع 5 سنوات.



الشكل (14). توزيع قيم قمة التدفق المقدرة بفترة رجوع 25 سنة.



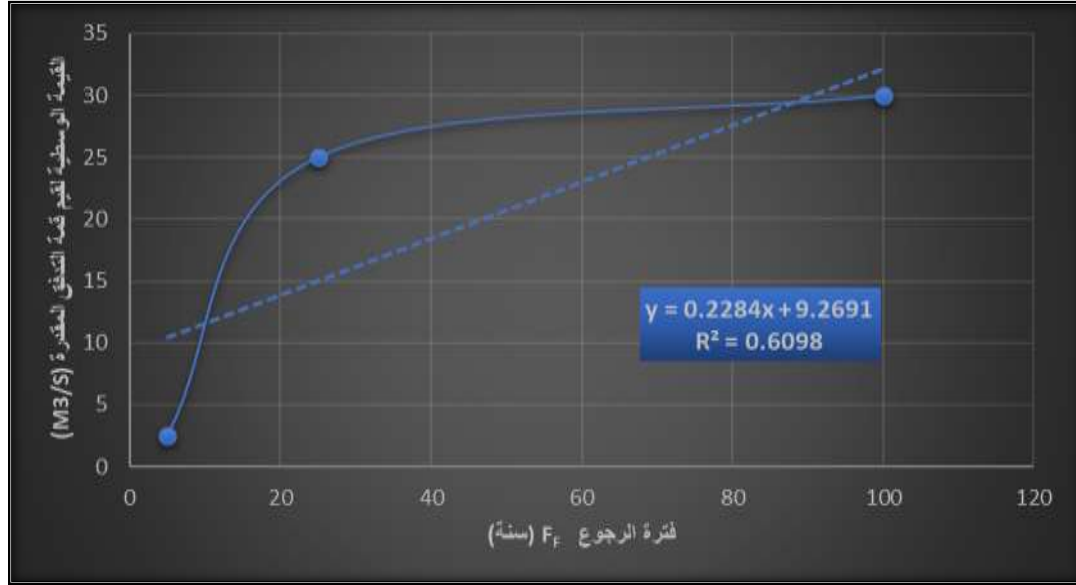
الشكل (15). توزيع قيم قمة التدفق المقدرة بفترة رجوع 100 سنة.

بمقارنة قيم قمة التدفق المقدرة في فترات رجوع مختلفة، وبالاعتماد على الأشكال (13،14،15) لوحظ أن قيمة قمة التدفق المقدرة الأكبر تواجدت في المجاري المائية العليا والتي تشكل منطقة التغذية للنهر ذات درجات الانحدار الكبيرة وبالتالي ستزداد سرعة الجريان، وهذا ما يدل على تزايد الحث وجرف التربة في هذه المجاري وبالتالي تعميقها وزيادة كمية المياه فيها، وهذا ما سينعكس بدوره على زيادة تغذية المجرى الرئيسي وبالتالي زيادة كمية المياه المصروفة عند مخرج الحوض. أما سيطرة قيم قمة التدفق المقدرة الأخفض في منطقة الصرف بالقرب من مصب النهر وحول المجرى الرئيسي بشكل عام يخفض بشكل كبير احتمالية حدوث الفيضان في هذه المناطق، ويفسر انخفاض قيم قمة التدفق المقدرة هنا بسبب درجة الانحدار الضعيفة والتي لم تتجاوز 5%.

كما لوحظ أنه مع زيادة فترة الرجوع F_f (زيادة التردد الهيدرولوجي لقمة التدفق) تزداد قيمة قمة التدفق بشكل عام كما هو موضح في الجدول (5).

الجدول (5). القيمة الوسطية لقيم قمة التدفق المقدرة بالعلاقة مع فترة الرجوع.

فترة الرجوع (سنة)	قيم قمة التدفق المقدرة (m^3/s)	القيمة الوسطية لقيم قمة التدفق المقدرة (m^3/s)
5	0 - 5	2.5
25	15 - 35	25
100	20 - 40	30



الشكل (16). تغير القيمة الوسطية لقيم قمة التدفق المقدره بالعلاقة مع فترة الرجوع.

تمت دراسة العلاقة الإحصائية بين قيم قمة التدفق المقدره مع فترة الرجوع، والمبينة في الشكل (16)، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط بينهما (0.78) وهي تعكس علاقة ارتباط موجبة وقوية، حيث تتزايد قيمة قمة التدفق المقدره بمقدار (0.2284) لكل زيادة في فترة الرجوع بمقدار سنة واحدة، وذلك وفق معادلة الانحدار الخطي التالية: $y=0.2284x+9.2691$ ، كما يبين معامل التحديد $R^2=0.6098$ أن زيادة فترة الرجوع بمقدار سنة واحدة يساهم في زيادة قيمة قمة التدفق المقدره بنسبة 60.98%.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1. تم تقدير قيم قمة التدفق بطريقة تالبوت التجريبية المعدلة والتي بلغت قيمتها الوسطية $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$ لفترة رجوع 5 سنوات، و $30 \text{ m}^3/\text{s}$ لفترة رجوع بلغت 100 سنة.
2. ترتبط قيم قمة التدفق المقدره بطريقة تالبوت التجريبية المعدلة بعلاقة ارتباط قوية وموجبة مع فترة الرجوع بمقدار 0.78.
3. إن زيادة فترة الرجوع بمقدار سنة واحدة يساهم في زيادة قيمة قمة التدفق المقدره بنسبة 60.98%.
4. تتركز القيم العليا لقمة التدفق المقدره في منطقة التغذية في حوض نهر العرب، بينما تتركز قيمها الدنيا في منطقة الصرف وهذا ما يقلل من احتمالية تعرضها للفيضان.

التوصيات:

1. استكمال دراسة تقدير قمة التدفق واستخدام طرائق جديدة والمقارنة بينها لتحديد الطريقة الأكثر دقة في التقدير.
2. الاستفادة من نتائج هذه الدراسة وأخذها بعين الاعتبار في إدارة الموارد المائية المستدامة في حوض نهر العرب.

References:

1. Al-Shareef. H, Ezzeldin. M and. Gutub. S. Comparison of peak discharge estimation methods in northern jeddah in western Saudi Arabia. Journal of environmental hydrology, V.13, 2013.
2. Alkhafaji. S, Almusawi. H. Study of Some of the Hydrological Characteristics of the Shushirin Valley Basin and Estimating the Size of the Sedimentary Product. LARQ Journal of Philosophy, Linguistics and Social Sciences Vol. (2) No. (41), 2021.
3. Bourjeh. D. The hydromorphometric characteristics of the Arab river basin in Lattakia - Syria using GIS. Journal of Tishreen University for research and Scientific, Vol. 45, N.1. 2023.
4. Elaji. A, AL-Ghamdi. S. Application Cerographic information systems to Constructive Base Data to Characteristics Morphmetric and Hydrologic Meaning in Yalamlam Basin. Master in Geography, University of Umm Al-Qura. 2010.
5. Quraishi. A, and Al-Hassoun. S. Use of Talbot formula for estimating peak discharge in Saudi Arabia. Journal of King Abdulaziz University Engineering Sciences, Vol. 8, pp. 73-85. 1976.
6. Tolland. L, Cathcart. J and Russell. D. Estimating the Q_{100} in British Columbia: a practical problem in forest hydrology. Journal of the American Water Resources Association, Vol, 34, No. 4, pp. 787-794.
7. Ventura. M, Cabas. F, Constantini. G and Cesali. Ch. Comparison and analysis of different methods for the peak discharge estimation from drainage basins runoff in Saudi Arabia. Proceedings of the 37th IAHR World Congress August 13 – 18, 2017, Kuala Lumpur, Malaysia.
8. Wheater, H, Jakeman. A, and Beven. K. Progress and direction in rainfall-runoff modeling. In: modeling change in Environment System. Chichester; Wiley. 2002.
9. Wilson Murrow Consultant. Drainage Report 1971, A Report Submitted to the Ministry of Communications, Riyadh, Saudi Arabia, 217. 1971.