

## Modeling the Flood Flow of the Muraqia River using Numerical Methods

Dr Izzeddin Hassan\*  
Bashar Ghanem\*\*

(Received 27 / 2 / 2023. Accepted 9 / 5 / 2023)

### □ ABSTRACT □

The occurrence and spread of floods, especially river floods, leads to great risks and damages from an economic, social and urban point of view, so it is necessary to study the behavior of flow during the flood to mitigate as much as possible from these damages.

This research describes the integration of geographic information systems (GIS) with Hec-Ras program in order to build a mathematical model of the flood flow of the Muraqia River. The optimal engineering solutions for organizing and proposing the necessary water facilities, and the study concluded to find flooding schemes for the Muraqia River with different possibilities, which will help decision makers to assess the risks resulting from these floods, reduce human and economic losses, develop emergency plans and formulate urban policies.

**Keywords:** Flood - Hec-Ras – Floodplain – Floodway.

**Copyright**



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

---

\* Professor, Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria. izardinhassan@tishreen.edu.sy

\*\*Postgraduate Student (Master), Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.

## نمذجة الجريان الفيضاني لنهر مرقية باستخدام الطرائق العددية

د. عز الدين حسن\*

بشار علاء الدين غانم\*\*

(تاريخ الإيداع 27 / 2 / 2023. قُبِلَ للنشر في 9 / 5 / 2023)

### □ ملخص □

يؤدي حدوث الفيضانات وانتشارها وخاصةً الفيضانات النهرية إلى مخاطر كبيرة وأضرار من الناحية الاقتصادية والاجتماعية والعمرانية لذلك لابد من دراسة سلوك الجريان أثناء الفيضان للتخفيف قدر الإمكان من هذه الأضرار. يصف هذا البحث دمج نظم المعلومات الجغرافية GIS مع برنامج Hec-Ras من أجل بناء نموذج رياضي للجريان الفيضاني لنهر مرقية، حيث تتيح النمذجة باستخدام الـ Hec-Ras معرفة مناسيب المياه وأعماقها وسرعة الجريان عند مقاطع عرضية مختلفة على طول النهر وتحديد مسار الفيضان من أجل إيجاد الحلول الهندسية المثلى للتنظيم واقتراح المنشآت المائية اللازمة لها، وتوصلت الدراسة إلى إيجاد مخططات الغمر لنهر مرقية باحتمالات مختلفة، الذي سيساعد صانعي القرار لتقييم المخاطر الناجمة عن هذه الفيضانات والتقليل من الخسائر البشرية والاقتصادية ووضع خطط الطوارئ ورسم السياسات العمرانية.

الكلمات المفتاحية: الفيضان ، Hec-Ras ، مخطط الغمر ، مسار الفيضان، GIS.

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



CC BY-NC-SA 04

\* أستاذ - قسم الهندسة المائية والري - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية. izaldinhassan@tishreen.edu.sy  
\*\* طالب دراسات عليا (ماجستير) في قسم الهندسة المائية والري - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

**مقدمة:**

هناك العديد من المخاطر الطبيعية التي تهدد السكان والبنى التحتية، مثل الزلازل والحرائق والبراكين والفيضانات، وتشكل فيضانات الأنهار هاجساً كبيراً للإنسان لأنها تهدد ممتلكاته وتدمر مدنه الواقعة حول هذه الأنهار [1,2]، حيث تحصد الفيضانات سنوياً في أنحاء مختلفة من العالم المئات والآلاف من الأرواح [3]، لذلك يكون من الضروري تحسين وتطوير النماذج التنبؤية وأدوات المراقبة ووضع التدابير التنظيمية [4,5,6]، وأظهرت الدراسات تزايد حدوث الفيضانات لأسباب عديدة منها طبيعية مثل التغيرات المناخية وبشرية مثل الاستخدام الجائر للأراضي [7,8]، ولاتقاء الأخطار الناجمة عنها يجب دراسة سلوك الجريان أثناء الفيضان ضمن المجاري الطبيعية بغية الوصول إلى وضع تصور دقيق عن موجات الفيضان المحتملة لتنظيم وتحسين هذه المجاري، بحيث يمكنها استيعاب التدفقات الأعظمية باحتمالات مختلفة، وقد توصل (عمار) أن المجرى الطبيعي لنهر مرقية لا يمكنه استيعاب هذه التدفقات التي حُسبت بعد الأخذ بعين الاعتبار وجود سد مرقية المزمع تنفيذه، مما يستدعي تنظيم هذا المجرى للحفاظ على الممتلكات المنتشرة على جانبي النهر وحماية الناس القاطنين فيها [9].

وتعتمد دراسة الجريان على تجزئة المجرى المدروس إلى عدة أجزاء، ولدقة الحسابات واختصار الوقت والتكاليف تتم الاستعانة ببرامج النمذجة الحاسوبية التي تتيح إدخال الظروف الطبيعية والمناخية والشروط الأولية والطرفية وإجراء دراسة تحليلية [10]، وفي دراستنا الحالية تمت الاستعانة ببرنامج الـ Hec-Ras4.1.0 لتحديد مسار الفيضان وإيجاد خرائط الغمر من أجل إدارة مخاطر الفيضانات والتقليل قدر الإمكان من الأضرار الناجمة عنها.

**أهمية البحث وأهدافه:****أهمية البحث**

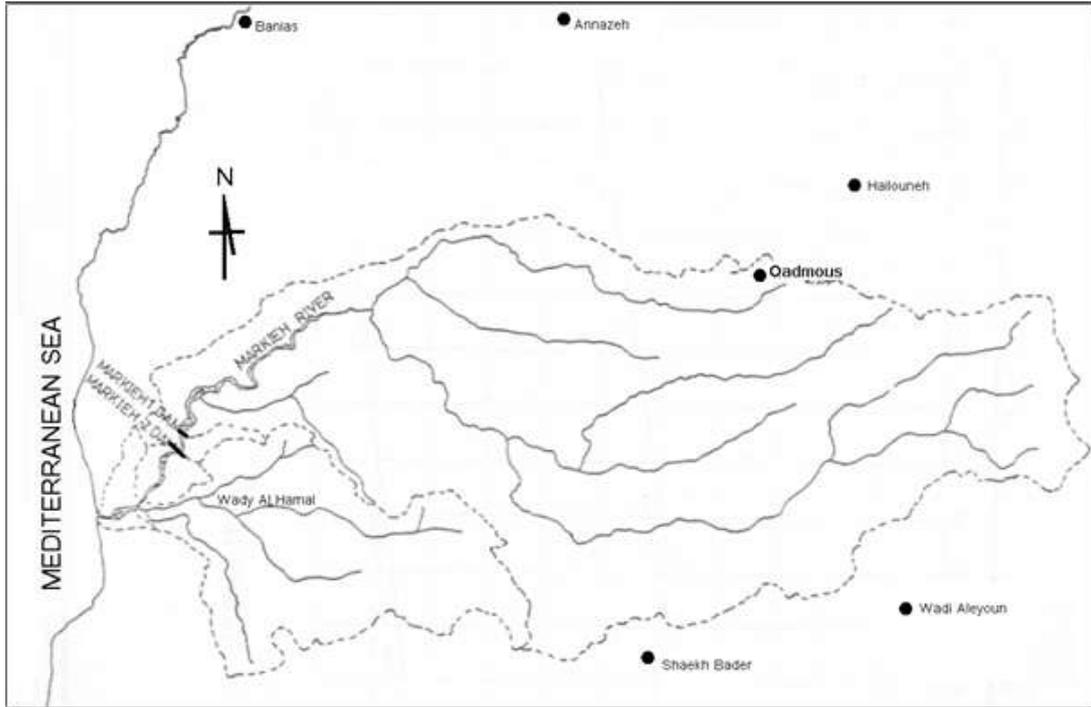
يعد حوض نهر مرقية من الأحواض الهامة في الساحل السوري بسبب موقعه الجغرافي وكمية الهطل المائي فوقه والجريان الدائم فيه ووجود كثافة سكانية حوله وانتشار الأراضي الزراعية والبيوت البلاستيكية في واديه وقرب مصبه بالإضافة إلى المنشآت السياحية (كالرمال الذهبية ومنتجع الشاطئ الاخضر...)، لذلك من الضروري دراسة سلوك الفيضان وتقدير خرائط الغمر بغية وضع تصور للحل الذي قد يتمثل بتنظيم مجرى النهر لتأمين حماية لهذه الممتلكات وللناس القاطنين فيها واستمرار تطور المنطقة.

**الهدف من البحث**

وضع نموذج رياضي للجريان الفيضاني في نهر مرقية وإيجاد مخطط الغمر له من أجل تنظيم مجرى النهر.

**منطقة الدراسة**

يعتبر نهر مرقية المصدر الرئيسي للري في المنطقة، وتبلغ مساحة حوضه الساكب  $362,8 \text{ km}^2$ ، يجري النهر عبر سهل مرقية خلال وادٍ عميق وشديد الانحدار في قرية قرقفتي، حيث يلتقي رافده وادي الحمل قبل 1,5 كم من مصبه في البحر، وفي فترة الفيضان يغمر النهر المناطق المجاورة لضفتيه، ويصب نهر مرقية في البحر المتوسط على بعد 15 km شمال مدينة طرطوس، ولحوضه الساكب شكل مستطيل يمتد إلى الجنوب الغربي، طوله 40 km وعرضه الأعظمي 14 km، والعرض الوسطي 4 km، الشكل رقم (1) يبين مخطط توضيحي لحوض نهر مرقية مع روافده [9].



الشكل رقم (1): الحوض السالك لنهر مرقية وروافده.

### طرائق البحث ومواده:

تم الاعتماد على برنامج الـ Hec-Ras و GIS في بناء نموذج رياضي للجريان الفيضاني لنهر مرقية مع الأخذ بعين الاعتبار وجود سد مرقية المزمع تنفيذه ومن ثم ربط هذا النموذج مع الصور الفضائية التي يقدمها برنامج Google Earth من خلال اتباع المراحل التالية:

**المرحلة الأولى:** بناء النموذج على الـ GIS بالاعتماد على شريط الأدوات Hec-GeoRas، وشملت هذه المرحلة تشكيل طبقات النهر الموضحة في الشكل رقم (2) وهي (رسم مجرى النهر، رسم الضفاف، رسم المقاطع العرضية، رسم مسار الجريان على الضفاف) [11]، بالاعتماد على الزيارات الحقلية للمجرى وعلى كميات التدفقات المارة، و المقطع الطولي لمسار النهر قبل التنظيم الذي يبين بأن الميول مختلفة من مقطع إلى آخر وهناك ميول معاكسة لاتجاه الجريان، قمنا ببناء نموذج اعتباري محدد للنهر يتألف من جزئين:

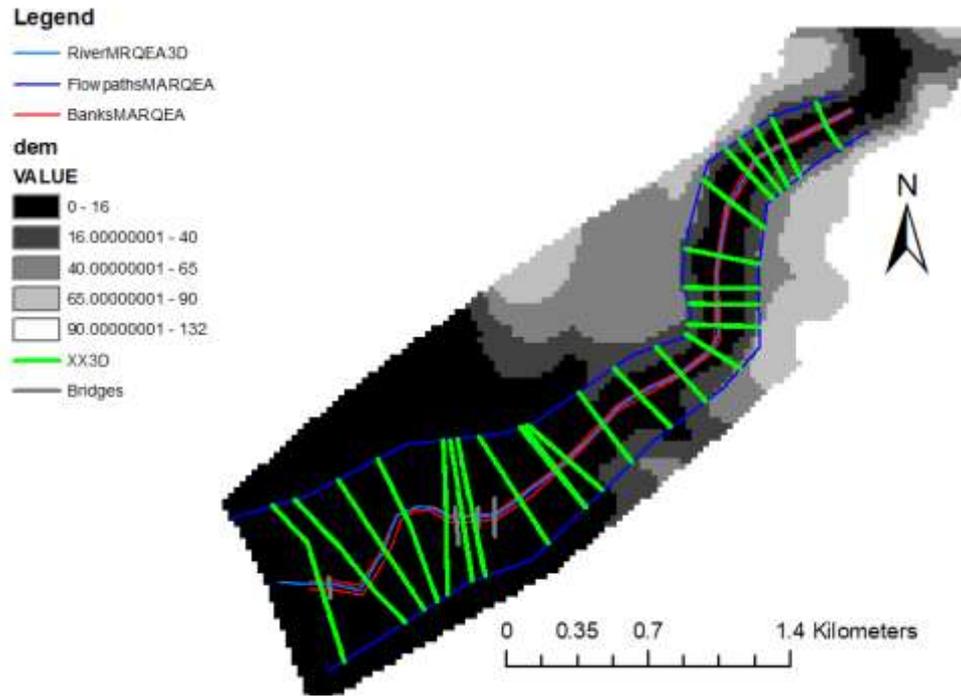
**القسم الأول:** يمتد من موقع السد المقترح حتى الالتقاء بوادي الحمل، ويبلغ طول هذا الجزء 3000 m.

**القسم الثاني:** يمتد من نقطة الالتقاء مع وادي الحمل حتى مصب النهر في البحر ويبلغ طوله 1500 m، وبالاعتماد على المقاطع العرضية التي قام برفعها الفريق الطبوغرافي من جامعة تشرين [12]، حيث حددنا 25 مقطعاً عرضياً ضمن هذه الدراسة شمل الجزء الأول 13 مقطعاً يتراوح اتساعها بين 250 m في أعلى الجزء حتى 400 m عند الالتقاء مع وادي الحمل، أما بالنسبة للجزء الثاني فقد شمل 12 مقطعاً عرضياً تراوحت بين 400 m و 1000 m باعتبار القسم الثاني يحوي تجمعات سكنية وزراعية ومنطقة قليلة الانحدار.

قمنا بعدها بإضافة مواقع الجسور وتحديد مسار الجريان، حيث شملت منطقة الدراسة أربعة جسور هي:

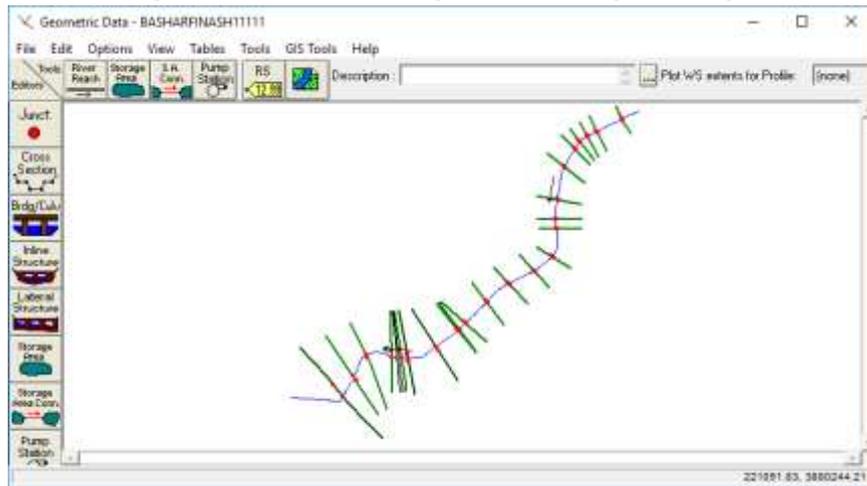
- جسر سكة القطار وهو بخمس فتحات ويجري الماء العادي في فتحتين فقط وارتفاع الفتحات عن قعر المجرى يعادل 7 أمتار تقريباً.

- جسر الطريق الفرعي بخمس فتحات يجري الماء العادي في 3 فتحات.
- جسر الأوتوستراد تحتوي على 8 فتحات، يمر التدفق العادي للماء من خلال 3 فتحات ويبدو أنه كان يمر بفتحة واحدة قبل تعزيل سدات الفتحات الأخرى، حيث أن آثار ماء الفيضان ظاهرة على ارتفاع 3 m - 2,5 عن القعر وهذا ظاهر من آثار القش العالق في الأعمدة المعدنية البروفيلية، أطوال الفتحات الوسطية 20 متراً تقريباً وارتفاعها عن قعر المجرى 6 أمتار تقريباً.
- أنشأت وزارة النفط قبل المصب في البحر جسرا يحمل أنابيب نقل النفط إلى مصفاة بانياس، وهو جسر بثلاث فتحات وارتفاع 3,5 m للفتحة الواحدة.



الشكل رقم (2): طبقات النموذج.

حيث قمنا بتصدير الملف الناتج من برنامج GIS إلى برنامج Hec-Ras كما هو موضح بالشكل رقم (3).

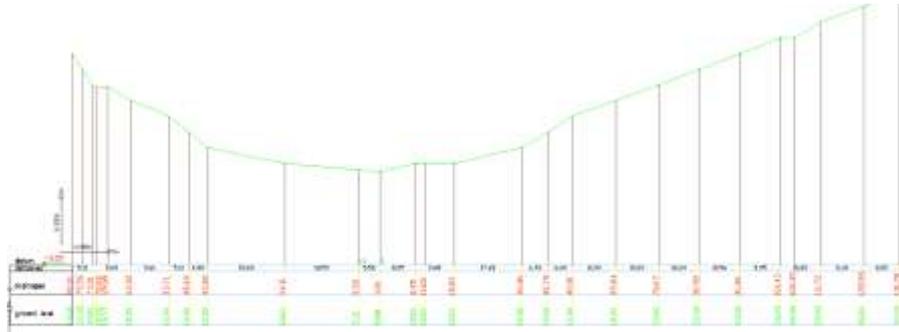


الشكل رقم(3): المقاطع العرضية المستوردة.

المرحلة الثانية: العمل ضمن بيئة برنامج Hec-Ras حيث يتضمن هذا العمل النقاط الرئيسية التالية: [13, 14, 15, 16]

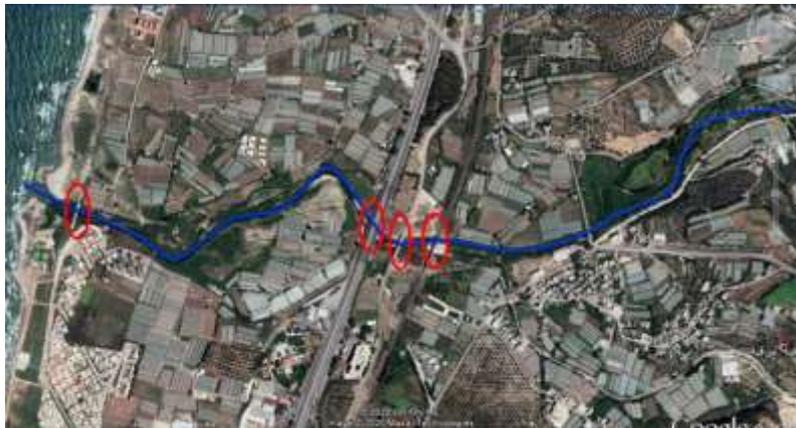
– إدخال أبعاد البيانات الهندسية وتتضمن:

- بيانات المقاطع العرضية، حيث قمنا بتوليد مقاطع عرضية إضافية بالإضافة للمقاطع التي قام برفعها الفريق الطبوغرافي؛ ويوضح الشكل رقم (4) أحد هذه المقاطع.



الشكل رقم (4): مقطع عرضي في أعلى الجزء الأول (رقم المقطع 1) مرفوع طبوغرافياً [12].

- إدخال بيانات الجسور: كما ذكرنا سابقاً تضمن النموذج أربع جسور المبينة مواقعها بالشكل رقم (5)، قمنا أيضاً بزيارة ميدانية لموقع البحث بتاريخ 2020-2-17 استطلعنا من خلالها مواقع الجسور وحصلنا على البيانات الهندسية اللازمة للنموذج كقياس أبعاد الفتحات ومقارنتها مع مقاطع عرضية في مواقع توضع الجسور قام الفريق الطبوغرافي برفعها وتحديد أنواع الركائز للجسور وسماكة بلاطة الجسر وعرض الجسر والموضحة في الأشكال رقم (6-7-8-9-10).



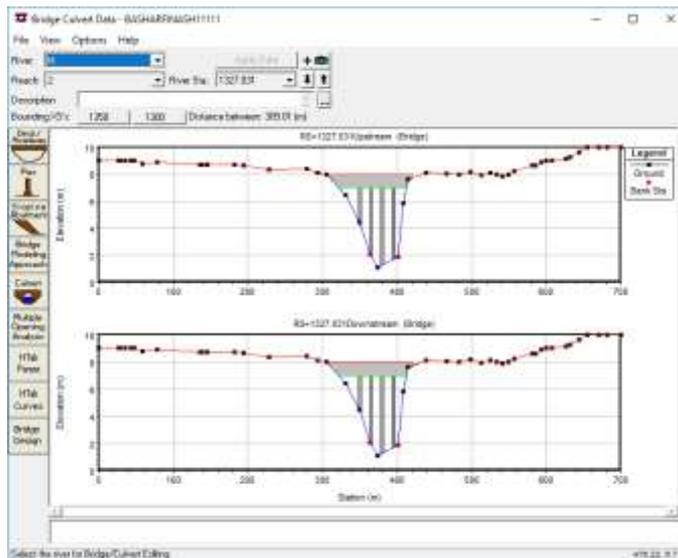
الشكل رقم (5): مواقع الجسور الأربعة.



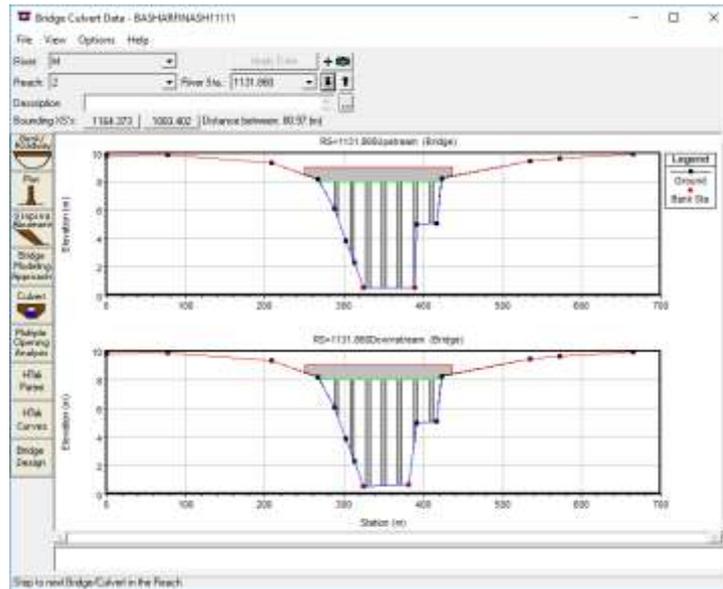
الشكل رقم (6): جسر القطار.



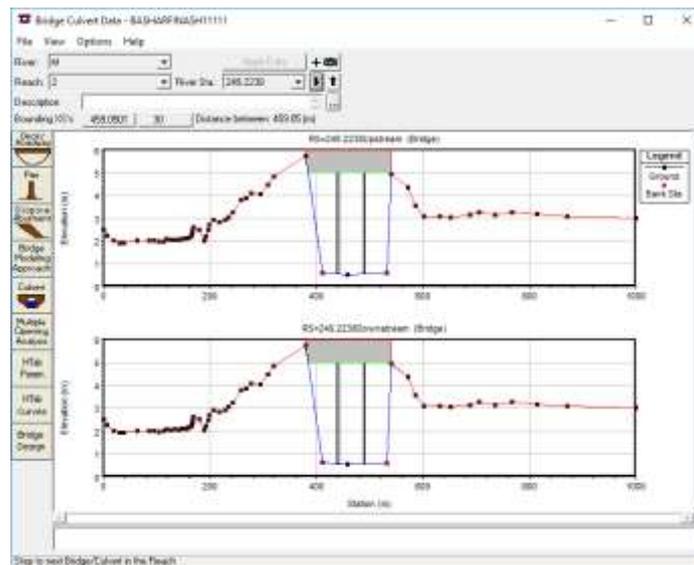
الشكل رقم (7): جسر الأوتوستراد.



الشكل رقم (8): مقطع الجسر الفرعي.



الشكل رقم (9): مقطع جسر الأوتوستراد.



الشكل رقم (10): مقطع جسر النفط.

#### - تحديد خشونة المجرى

تم تحديد خشونة المجرى اعتماداً على التحليل الحبي للعينات التي أخذت من مواقع مختلفة [12] تعبر عن واقع خشونة المجرى وهي (نهاية موقع المفيض المقترح، نهاية أرض سمعان سارة (مصطبة البيوت البلاستيكية)، مقابل نبع حسان قعر وضة ، مصب وادي الحمل، منطقة الانعطاف أسفل جسر الأوتوستراد ومنطقة الاستقامة بعد الانعطاف أسفل جسر الأوتوستراد ، جسر النفط ) ومن كل موقع أخذت عينة من المجرى وعينة من الضفة اليسرى ما عدا موقع جسر النفط أخذت العينة من الضفة اليمنى، حيث بلغ عدد العينات ثلاث عشرة عينة، ولدى التحليل الحبي لها في مخابر كلية الهندسة المدنية حصلنا على نتائج التحليل لجميع العينات (منحني التحليل الحبي والنسبة المتبقية والمارة من المناخل) والمبينة في الجدول رقم (1).

واعتمادا على هذه المنحنيات قمنا بتحديد معامل الخشونة (عامل مانينغ) بطريقتين:

-1 من علاقة Muller:

$$M = \frac{1}{n} = \frac{26}{(d90)^{\frac{1}{6}}} \quad (m^{1/3} / \text{sec}) \quad (1) \text{ المعادلة رقم (1)}$$

d 90: القطر الذي يمرر 90% من حبات العينة.

-2 من علاقة Strickler:

$$M = \frac{1}{n} = \frac{21.1}{(dm)^{\frac{1}{6}}} \quad (m^{1/3} / \text{sec}) \quad (2) \text{ المعادلة رقم (2)}$$

dm: القطر الذي يمرر 50% من حبات العينة، ولدى الحساب حصلنا على النتائج الآتية لمعامل مانينغ.

الجدول رقم (1): حساب معامل مانينغ لأجزاء نهر مرقية [12].

M (m <sup>1/3</sup> /s) حسب Strickler	d50 (mm)	M (m <sup>1/3</sup> /s) حسب Muller	d90 (mm)	الوزن النوعي	رقم العينة	الموقع
37,27	33	41,55	60	2,71	1	الضفة اليسرى
40,9	18,83	43,28	47	1,96	2	قعر المجرى
39,29	28	42	56	2,697	3	قعر المجرى
40,17	21	41,89	57,15	2,77	4	الضفة اليسرى
39,29	24	41,67	59	2,71	6	الضفة اليسرى
39,56	23	43,7	44,45	2,8	9	الضفة اليسرى
38,92	25,4	41,55	60	2,71	11	قعر المجرى
38,07	29	41,55	60		15	الجانب الأيسر
39,56	23	42,16	55	2,727	7	الضفة اليسرى
40,84	18,5	41,8	58	2,73	8	المجرى
39,86	22	43,6	45	2,75	12	الضفة اليسرى
36,72	36	41,61	59,5	2,77	13	الضفة اليمنى
41,82	16,5	44,46	40	2,73	14	قعر المجرى

ومن ثم تم ادخالها في برنامج HEC-RAS في المقاطع الحسابية كما هو وارد في الشكل 11.

River Station	Factor (n/k)	n #1	n #2	n #3
1 2263.516	m	0.033	0.0285	0.033
2 2028.573	m	0.033	0.0285	0.033
3 1780.685	m	0.033	0.0285	0.033
4 1709.456	m	0.033	0.0285	0.033
5 1699.796	m	0.033	0.0285	0.033
6 1473.389	m	0.033	0.0285	0.033
7 1390	m	0.033	0.0285	0.033
9 1327.031	Bridge			
9 1300	m	0.033	0.0285	0.033
10 1295	m	0.033	0.0285	0.033
11 1240.321	Bridge			
12 1217.677	m	0.033	0.0285	0.033
13 1164.373	m	0.033	0.0285	0.033
14 1131.060	Bridge			
15 1083.402	m	0.033	0.0285	0.033
16 856.5398	m	0.033	0.0285	0.033
17 641.4719	m	0.033	0.0285	0.033
18 459.0501	m	0.033	0.0285	0.033

الشكل رقم (11): معاملات مانينغ للمقاطع في الجزء الثاني.

- إدخال بيانات الجريان وتتضمن:

- إدخال الشروط الأولية لدى البدء بالحساب

هي الشروط التي نبدأ عندها الحساب مثل قيم التدفقات أو المناسيب المعلومة عندما  $T=0$  اعتبرنا التدفق الخارج  $Q=0$  ثم قمنا بدراسة الشروط الطرفية لإدخال الغزرات المتغيرة مع الزمن وبيين الجدول 2 القيم الاعظمية للتصارييف أسفل السد خلال احتمالات مختلفة . [9]

الجدول (2): قيم التصارييف الأعظمية لنهر مرقية أسفل السد.

التصريف الأعظمي مقدراً بالـ (m <sup>3</sup> /s) باحتمال						الموقع
0,1	0,2	0,5	1	2	10	
795	579,4	500,7	445	380	238	نهر مرقية حتى موقع السد
806,5	590,3	510,8	454,4	388,1	245,1	نهر مرقية قبل وادي الحمل
1070	838,1	737,7	665	581,8	398,1	نهر مرقية بعد التقائه مع وادي الحمل
1086,1	853,3	751,8	678,2	593,1	408	المصب في البحر

يعتمد برنامج HEC-RAS عند نمذجة الجريانات الفيضانية في الحالة غير المستقرة على معادلات SAINT - VENANT:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} - q = 0 \quad \text{المعادلة رقم (3)}$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial QV}{\partial x} + gA \left( \frac{\partial z}{\partial x} + S_f \right) = 0 \quad \text{المعادلة رقم (4)}$$

• الشروط الطرفية

وهي من العناصر الأساسية لإيجاد بارامترات شبكة (x, t) لأن تثبيت قيمة منسوب الماء أو الغزارة أو وجود علاقة بينهما له تأثير كبير على نتائج الحساب على المقاطع الداخلية لمقطع الحساب وعند تقدير الجريانات في المجاري الطبيعية نستخدم ثلاثة أنواع للشروط الطرفية [17]:

شروط طرفية من الدرجة الأولى (منسوب الماء مع الزمن  $Z=cte$ ).

شروط طرفية من الدرجة الثانية (غزارة الجريان مع الزمن  $Q=cte$ ).

شروط طرفية من الدرجة الثالثة (غزارة الجريان مع منسوب الماء  $Q=f(Z)$ ).

وقد تضمنت الحالة المدروسة نوعين من الشروط طرفية في بداية ونهاية كل قسم في النموذج، في بداية كل قسم اعتمدنا الشرط الطرفي من الدرجة الثانية Flow Hydrograph (غزارة الجريان مع الزمن) وهو شرط يعبر عن تغير التدفق مع الزمن ويستخدم عندما نريد نمذجة الجريان في المجاري المائية الرئيسية والتي تقع اما بعد سد او عند نقاط التقاء الروافد مع المجرى الرئيسي المراد نمذجته. ويطبق هذا الشرط حصرا في الطرف الأعلى من كل قسم من النموذج، [17] أما بالنسبة لنهاية كل قسم اعتمدنا على شرط طرفي من الدرجة الأولى Normal Depth وهو إيجاد منسوب الماء الطبيعي وذلك من خلال إدخال ميل المجرى للبرنامج وتطبيق معادلة مانينغ لإيجاد العمق الطبيعي وهذا الشرط لا يستخدم إلا في الطرف السفلي من كل قسم، حيث لا تؤثر نتائجه على الجزء المدروس من النهر وذلك في حال انعدام وجود شرط طرفي مثل (منسوب-زمن).

واكتفينا بدراسة الحالة على احتمال 0.1%، وفيما يلي توضيحا لشروط الطرفية المعتمدة عند بناء النموذج في كل جزء. القسم الأول: الممتد من موقع السد المقترح حتى نقطة الالتقاء مع وادي الحمل.

اعتمدنا عند موقع السد إدخال شرط الطرفي من النوع Flow Hydrograph وقمنا بحساب الموجة الفيضانية الخارجة الناجمة عن انتقال الفيضان ضمن السد وبتجاه المفيض وبالاعتماد على تابع تخزين للربط بين التدفق الداخل الى السد والناجم عن عاصفة مطرية باحتمال 0.1% والخارج منه عبر نهاية حوض التهذئة لمفيض السد المقترح وقد تم دراسة الاحتمال 0.1% كون مفيض السد مصمم على هذا الاحتمال ،أما بنسبة لنقطة الالتقاء مع وادي الحمل في الجزء الأول من النموذج نعتد الشرط الطرفي Normal Depth وهو ادخال ميل المجرى المائي عند نقطة الالتقاء وقد بلغ 0.0025.

الجدول رقم (4): الشروط الطرفية للقسم الأول من النموذج

القسم	موقع السد	نقطة الالتقاء
الأول	Flow Hydrograph	Normal Depth

القسم الثاني: من موقع الالتقاء مع وادي الحمل حتى المصب في البحر. بالاعتماد على الدراسة الهيدرولوجية التي قام بها الفريق والتي حسب فيها زمن التركيز لاقسام نهر مرقية الواقعة أسفل السد الموضحة بالجدول رقم (5) ،وقد حسب زمن التركيز بواسطة علاقة جياندوتي والتي تعطى بالصيغة التالية :

$$Tc = \frac{1.5L + 4\sqrt{A}}{0.8\sqrt{H - Ho}}$$

حيث:

L: طول المجرى الرئيسي km

A: مساحة الحوض km<sup>2</sup>

H: الارتفاع الوسط للحوض m

$H_0$ : ارتفاع مخرج الحوض m

$T_c$ : زمن التركيز hour

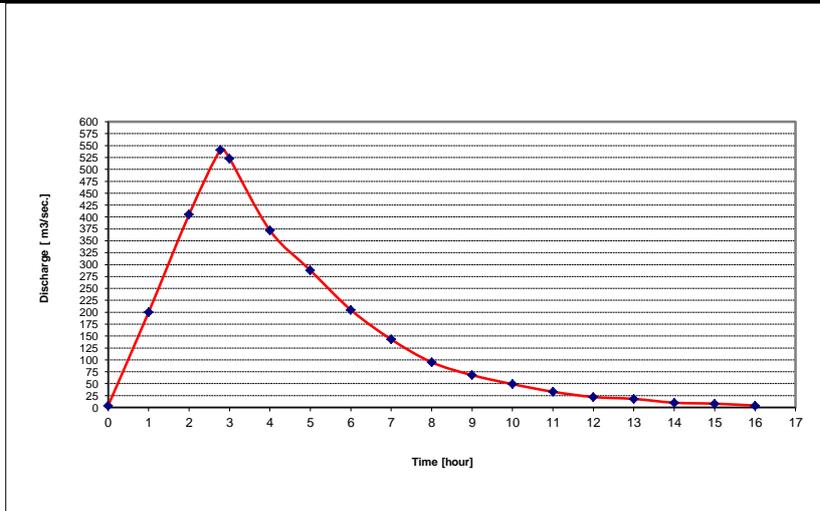
الجدول رقم (5): أزمئة التركيز لأقسام النهر أسفل السد

$t_c$ [hour]	الموقع
9.17	نهر مرقية قبل وادي الحمل
4.9	وادي الحمل قبل التقائه بنهر مرقية
4.62	نهر مرقية بعد وادي الحمل حتى المصب في البحر

نلاحظ من الجدول السابق أن الموجة الفيضانية الناجمة عن وادي الحمل ذات زمن تركيز أقل من الموجة الفيضانية القادمة من موقع السد وبالتالي يدرس الجزء الثاني بإدخال شرط طرفي من النوع Flow Hydrograph يعبر عن موجة فيضانية قادمة من وادي الحمل واعتمدنا على الهيدروغراف المحسوب من قبل الفريق والمبين في الشكل رقم (12) في بناء هذه الحالة، ويوضح الجدول رقم (6) الموجة الفيضانية الواحدية (الهيدروغراف الواحدي) لزمن عودة ألف سنة والقادمة من وادي الحمل [12].

الجدول رقم (6): تدفقات الموجة الفيضانية باحتمال %0,1

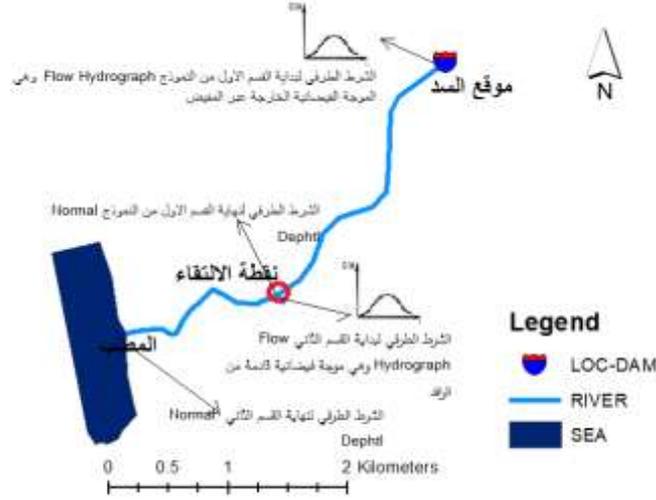
Q [m <sup>3</sup> /s]	4	200	405	541.1	523	372	288	205	143	95	68	49	33	22	18	10	8	4
T [h]	0	1	2	2.78	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16



الشكل رقم (12): الهيدروغراف الواحدي للموجة الفيضانية باحتمال %0.1 والقادمة من وادي الحمل.

أما بالنسبة لنهاية الجزء الثاني من النموذج عند مصب النهر في البحر استخدمنا الشرط الطرفي Normal Depth كما هو مبين بالجدول رقم (7) وكان ميل القسم الثاني 0.0004، ويبين الشكلين رقم (13) ورقم (14) توضيحاً لهذه الشروط.

الجدول رقم (7): الشروط الطرفية للقسم الثاني من النموذج.		
القسم	نقطة الالتقاء	المصب
الأول	Flow Hydrograph	Normal Depth



الشكل رقم (13): توضيح الشروط الطرفية.



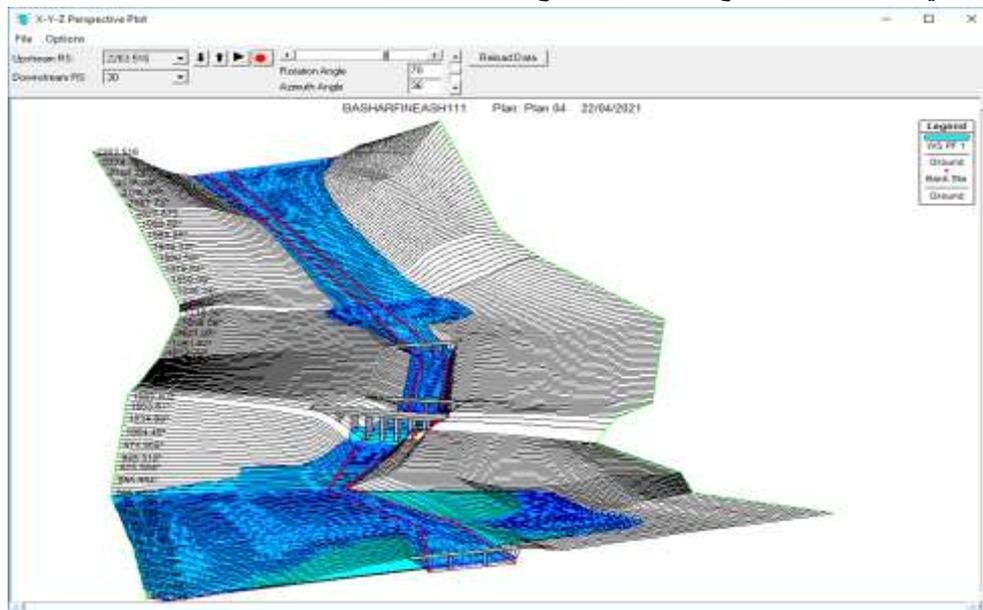
الشكل رقم (14): نافذة إدخال الشروط.

المرحلة الثالثة: العمل على Google Earth وتشمل هذه المرحلة تصدير الطبقات الناتجة إلى برنامج Google Earth والتي تمثل المناطق التي شملها الغمر الناتج عن الفيضان.

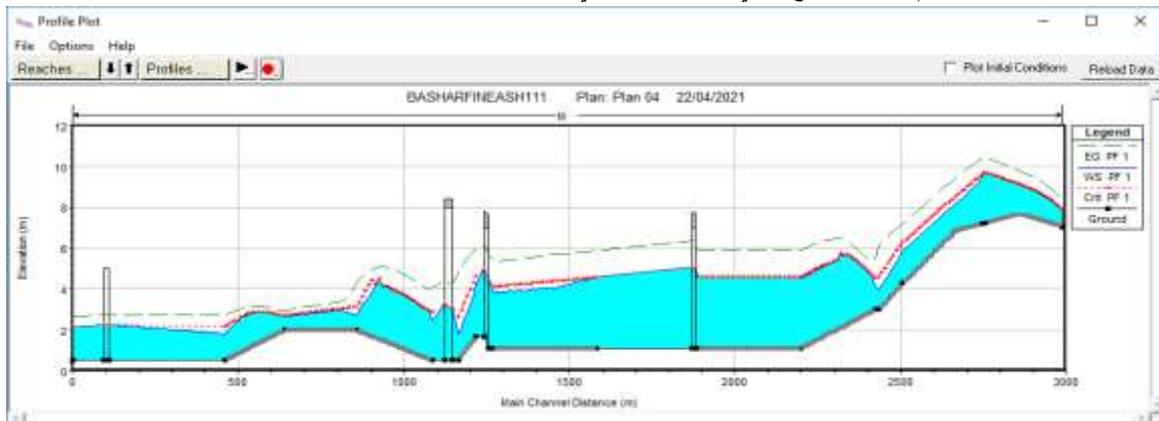
## النتائج والمناقشة:

### تطبيق النموذج

قمنا بإعداد مخطط الغمر الناجم عن عاصفة بزمن عودة 1000 سنة لمجرى نهر مرقية من موقع السد المقترح حتى المصب في البحر وذلك من خلال برنامج الـ HEC-RAS ، يوضح الشكل رقم (15) نموذج ثلاثي الأبعاد للجريان، كما يوضح الشكل رقم (16) مقطع طولي لنموذج تظهر فيه قيم الأعماق على كامل طول المجرى حيث نلاحظ أن العمق عند نهاية حوض التهدة يبلغ 1.2m ليزداد كلما اتجهنا نحو المصب وقد بلغ العمق أكبر قيمة له عند جسر القطار 5m ، ليتناقص بعدها نتيجة للوصول لسهل الساحلي لحوض مرقية وقد بلغ العمق 3m؛ يبين الشكل رقم (17) قيم السرعة عند المقاطع المختلفة من النموذج وقد بلغت أكبر سرعة في المجرى 3.46 m/s، أما بالنسبة لمخطط الغمر فإن الشكل رقم (18) يبين مخطط الغمر الناجم عن العاصفة المدروسة وقد بلغ امتداد الماء خارج ضفاف النهر بعد السد مباشرة 150m ويعود السبب لذلك عمق المجرى والوادي الضيق، ليزداد عند موقع الالتقاء حتى 250m، وقبل المصب في البحر بـ 200m بلغ امتداد الماء خارج ضفاف النهر 650m.



الشكل رقم (15): نموذج ثلاثي الأبعاد للمجرى في حال الجريان غير المستقر بزمن عودة 1000.



الشكل (16): مقطع طولي في النموذج حالة الجريان غير المستقر.

Plot	Table	River	Reach	RS	Ch.Dist	PF 1-Wal Left	PF 1-Wal Dnd	PF 1-Wal Right
1	M	2	2263.515	4146.11	1.86	2.21	3.26	
2	M	2	2253.72	4136.32	1.97	2.48	3.30	
3	M	2	2243.93	4126.53	2.09	2.72	3.33	
4	M	2	2234.14	4116.74	2.14	2.93	3.38	
5	M	2	2224.35	4106.95	2.19	3.09	3.39	
6	M	2	2214.57	4097.16	2.22	3.22	3.43	
7	M	2	2204.78	4087.38	2.20	3.27	3.46	
8	M	2	2194.99	4077.59	2.20	3.33	3.52	
9	M	2	2185.20	4067.80	2.18	3.37	3.56	
10	M	2	2175.41	4058.01	2.17	3.41	3.58	
11	M	2	2165.62	4048.22	2.15	3.43	3.61	
12	M	2	2155.83	4038.43	2.12	3.45	3.64	
13	M	2	2146.04	4028.64	2.09	3.45	3.66	
14	M	2	2136.25	4018.85	2.06	3.45	3.68	
15	M	2	2126.46	4009.06	2.03	3.46	3.72	
16	M	2	2116.67	3999.27	2.00	3.45	3.75	
17	M	2	2106.88	3989.48	1.96	3.43	3.78	
18	M	2	2097.09	3979.69	1.92	3.40	3.81	
19	M	2	2087.30	3969.91	1.88	3.37	3.83	

الشكل رقم (17): السرعة في مجرى الجزء الثاني جريان غير مستقر.



الشكل رقم (18): مخطط الغمر الناتج في حالة الجريان غير المستقر وبزمن عودة 1000 عام.

### الاستنتاجات والتوصيات:

1. بلغ ارتفاع المياه عند حدوث الفيضان 4 m ومساحة الغمر وصلت إلى 350000 متر مربع وذلك عند فيضان ناجم عن عاصفة مطرية بزمن عودة 1000 سنة ، الأمر الذي يؤكد على ضرورة تنظيم المجرى السفلي للنهر بعد إقامة السد.
2. وصل مجال اتساع الفيضان عند نهاية حوض التهدة لمفيض السد عند فيضان ناجم عن عاصفة مطرية بزمن عودة 1000 سنة إلى 150 m في الجزء الأعلى من النموذج ليزداد تدريجياً مع الاقتراب من المصب ليصل إلى 250 m عند نقطة الالتقاء مع وادي الحمل و 600 m بالقرب من مصب النهر في البحر.
3. بلغ عمق الماء عند جسر القطار 5 m وعند جسر الطريق الفرعي 4.2 m و 3.5 m عند جسر الأوتوستراد أما جسر النفط وصل 2.2 m.
4. يعطي برنامج Google Earth تصوراً جيداً لمناطق الغمر المحتملة يساعد صانعي القرار على وضع التدابير اللازمة لدرد المخاطر الناجمة عن الفيضانات ورسم السياسات العمرانية.
5. ضرورة تهذيب المجرى بالشكل المناسب وخاصةً في المناطق الزراعية ومناطق الرمال الذهبية، لتأمين الاستفادة الأكبر من مياهه.
6. وضع تصور لكيفية تنظيم المجرى بما يتناسب مع شكل مناطق الغمر

## References:

- 1- Al-Asaad, Ali Muhammad; Ammar, Ghatfan Abdel Karim. Engineering hydrology. Tishreen University, 2013,506.
- 2- Bozalim, Mubarak; Comrade, Muhammad; Dadon, Ali. Natural hazards associated with urban flooding in Oued Oum El Ashar-Guelmim. The Third International Symposium for Users of Geographic Information Systems, Jeddah, November 22-23, 2016, 47- 52.
- 3- Ammar, Ghatfan. Study of the flood in the Sen River. Tishreen University Journal for Scientific Research and Studies, Engineering Science Series, 28, 2, 2006
- 4- Kiryani, Abdel Wahed. Flooding in the Kiko Plain (Middle Middle Atlas): Example strategy to reduce it. The Third International Symposium for Users of Geographic Information Systems, Jeddah, November 22-23, 2016, 53-
- 5- Haynes, Pat; et al. Al-Wajeez in Flood Effects and Protection. Translated by Dr. Izz al-Din Darwish Hassan, review by Dr. Muhammad Mansour Al-Shublaq, The Arab Center for Arabization, Translation, Authorship and Publishing in Damascus, 2005, 723
- 6- APFM. *Integrated flood management – Concept paper*. Associated Programme on Flood Management, WMO Series, No. 1047, Geneva, Switzerland, 2009, 27.
- 7- TINGSANCHALI, T. *Urban flood disaster management*. Procedia Engineering, Vol. 32, 2012, 25 – 37.
- 8- APFM. *THE ROLE OF LAND-USE PLANNING IN FLOOD MANAGEMENT*. Integrated Flood Management Tools Series, No. 7, Version 2.0, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 2016, 60.
- 9- Ammar, Ghatfan. Calculation of the greatest floods in the Marquia River. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies, Engineering Science Series, 29, 2, 2007, 11-25
- 10- Ahmed, Nadine Anis. Modeling the flood runoff of the Sen River using numerical methods. Master's Thesis in Civil Engineering, Tishreen University, Department of Water Engineering and Irrigation, 2012-2013, 121.
- 11- ACKERMAN, C. T. *"Hec-GeoRas GIS Tools for Support of HecRas using ArcGIS 10" User's Manual*. US Army Corps Of engineers, Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center, 2011, 244.
- 12- Hassan, Izz al-Din; et al. Project of organizing the course of the Marquia River. Consulting unit for irrigation installations and their automation at Tishreen University with the General Directorate of Irrigation for the Coast Basin, Lattakia, Syrian Arab Republic, 2005.
- 13- GOLSHANA, M.; JAHANSHAHIA, A.; AFZALI, A. *Flood hazard zoning using HEC-RAS in GIS environment and impact of manning roughness coefficient changes on flood zones in Semi-arid climate*. Desert, VOL. 21, NO. 1, 2016, 24-34.
- 14- ICAGA, Y.; TAS, E.; KILIT, M. *Flood Inundation Mapping By GIS And A Hydraulic Model (HEC RAS): A Case Study Of Akarcay Bolvadin Subbasin, In Turkey*. Acta Geobalcanica, VOL.2, 2016, 111-118.
- 15- ADAMS, T.; CHEN, S.; DAVIS, R.; SCHADE, T.; LEE, D. *The Ohio River Community HEC-RAS model*. World Environmental and Water Resources Congress, 2010.
- 16- SIQUEIRA, V. A.; SORRIBAS, M. V.; BRAVO, J. M.; COLLISCHONN, W.; LISBOA, A. M. V.; TRINIDAD, G. G. V. *Real-time updating of HEC-RAS model for streamflow forecasting using an optimization algorithm*. Brazilian Journal of Water Resources, RBRH, Porto Alegre, 2016.
- 17 -Hassan, Ezzedine. Regulating the course of the northern Kabeer River between the 16th of October Dam and the Khan Abdullah Bridge. The General Irrigation Directorate of the Coastal Basin and the College of Civil Engineering at Tishreen University, Lattakia, Syrian Arab Republic, 1998.