مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم الهندسية المجلد (20) العدد (6+7) 1998
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Engineering Science Series Vol. (20) No (6+7) 1998

تنظيم مجرى نهر الكبير الشمالي بين سد 16 تشرين وجسر خان عطا الله باستخدام الطرق العددي

الدكتور عز الدين حسن

(قبل للنشر في 1998/9/21)

☐ ملخص ☐

لوضع حلول هندسية صحيحة بهدف أو بغية تنظيم المجاري المائية وتصحيح مساراتها يتم الاعتماد على طرق رياضية متطورة توفر الدراسة الإحاطة بسلوك أمواج الفيضان الممكنة وظروف مرورها في المجاري المائية وبالتالي تمكننا من وضع الأبعاد الهندسية الصحيحة لمقاطع التنظيم واختيار الاكتساء اللازم بما يلائم هذه المجاري والإمكانيات المادية المتوفرة.

يتم في هذا البحث استخدام الطريقة التفاضلية المحدودة المتضمنة المعتمدة على صيغة Abott المبرمجة التوصل إلى حلول هندسية متعددة ودقيقة لتنظيم مجرى نهر الكبير الشمالي بين سد 16 تشرين وجسر خان عطا الله من مجرى الكبير الشمالي شمال شرق اللاذقية لاستيعاب موجة فيضان مئوية قدرها 1500 م^3/ثا وأخرى ألفية مقدارها 2700 م^3/ثا .كما تبين النتائج في هذا البحث أساليب وأشكال الاكساء لآجزاء المجرى حسب الحلول المقترحة وكميات الجرف الممكن حدوثها بمرور هذه الموجات من الفيضان في حال الإبقاء على المجرى بشكله الحالي.

كما ويؤكد البحث على ضرورة تنظيم مجرى هذا النهر حتى مصبه في البحر المتوسط لحماية الممتلكات الكثيرة المنتشرة على جانبيه من موجات الفيضان المحتملة.

ملاحظة: أجري هذا البحث ضمن خطة البحث العلمي بكلية الهندسة المدنية بجامعة تشرين.

---

* أستاذ مساعد بقسم الهندسة المائية -كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم الهندسية المجلد (20) العدد (6+7) 1998
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Engineering Science Series Vol. (20) No (6+7) 1998

Regul ation of Alkabir shimali river between 16 November Dam and Kahn Attalah Bridge Using Numerical Methods

Dr. Eng. Izzeddin HASSAN*

(Accepted 21/9/1998)

❐ ABSTRACT ❐

To put correct technical solutions for regulation of river courses and for the correction of their lines depend on advanced mathematical methods, which can be used to give a better understanding of the possible flood waves and the conditions of its passage in the courses. This can give the correct regulation dimensions and the necessary cover for these courses and the economic site.

In this study a difference finite implicit method based on Abott formula and it gave correct technical solutions of the regulation course of Al kabir AL shimali river between 16. November Dam and Kahn Attalah Bridge north east Lattakia in order to take the hundred flood wave about 1500 m^3/s and another millennial flood wave about 2700 m^3/s. This study indicates the required lining methods and their form for all parts of these course in conformity with the proposed solutions. It reaches an appropriate view about the amount of the possible erosion in the course through the flood waves.

This study also confirms the necessity to correct the course of the river till its mouth in the Mediterranean sea to protect a lot of constructions lying about against the possible flood waves.

---

* water Department /civil Engineering Faculty/ Tishreen University .

مقدمة

بعد أن تم تحديد التدفق الأعظمي المار من مفائض السد في بحث سابق (11) أي الموجة المئوية 1500 m^3/s، والألفية 2700 m^3/s، والتعرف على المساحات الممكن غمرها بهاتين الموجتين والجرف الكبير الممكن حدوثه لقاع ومجرى النهر وأعمدة جسور طريق حلب اللاذقية في موقع خان عطا الله والتعرف على خشونة المجرى الطبيعي عبر تجارب التحليل الحبي لعينات مأخوذة من المجرى /11/ انظر الشكل (1) يمكننا الآن وضع تصور للحلول الهندسية لتنظيم المجرى في هذه المنطقة لتفادي هذه الأضرار باختيار مسار للمجرى ومقطع تنظيم وخشونة توفر أماناً لجوانب مجرى النهر وساتراً يحمي المنشآت من الغمر.

1- اختيار مقطع الجريان للمجرى المنظم

تعتمد الحلول الهيدروليكية على تصميم مجرى النهر باختيار ميل ما للمجرى في كل قسم من أقسام المجرى وحساب الأبعاد الهندسية عند المقاطع المختارة (الشكل 2) r حسب علاقة مانينغ – شتركلر في حالة الجريان المستقر:

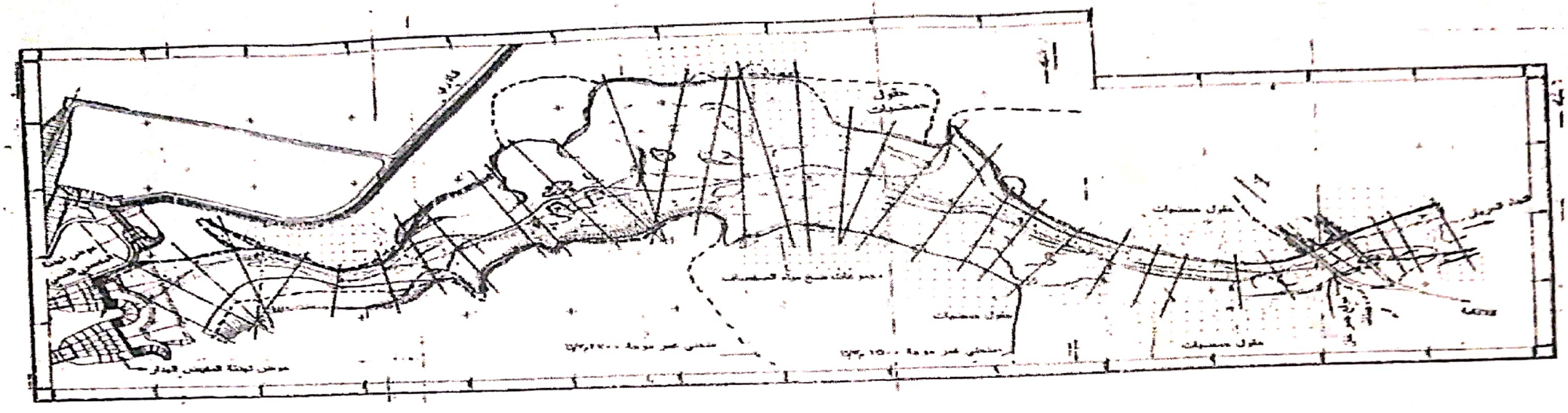
$$Q = V \cdot A = M \cdot R^{2/3} \cdot i_s^{1/2} \cdot A \qquad (m^3/s) \qquad (1)$$

حيث:

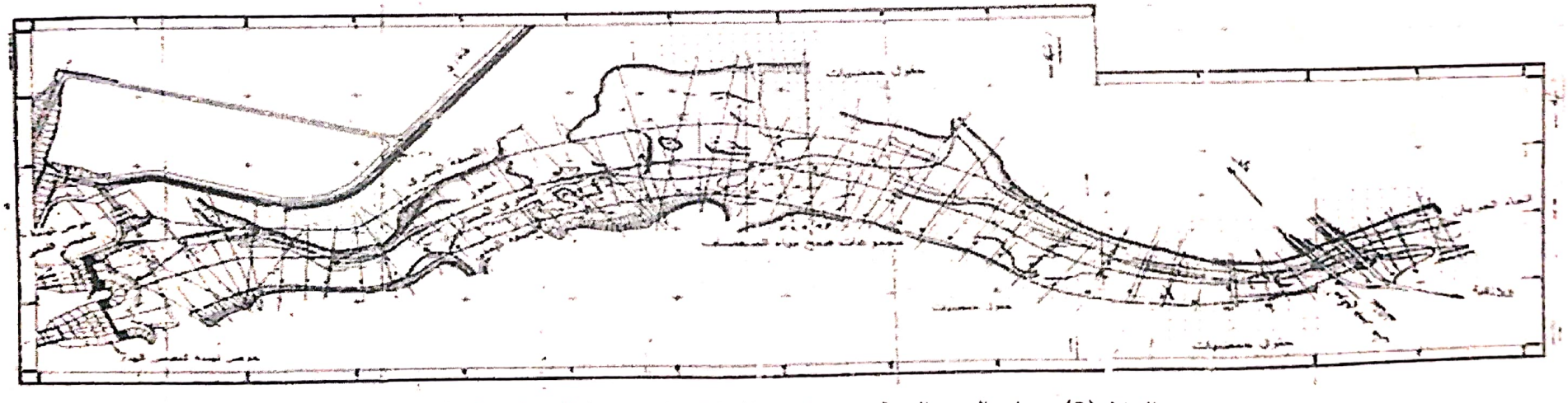
M معامل ما نينغ ($m^{1/3}/s$) وفق القيم المحسوبة من تجارب التحليل الحبي وتم اعتبار هذا المعامل لأجل الأجزاء الواقعة ضمن المجال (0-2.150 km) مساوياً 38 $m^{1/3}/s$ للاكساء الطبيعي وفي المجال (2.150-2.649) km تؤخذ قيمة هذا المعامل مساوية $M = 39^{1/3}/s$ (حسب الشكل 3)

R نصف القطر الهيدروليكي للمقطع $R = \frac{A}{U}$ حيث A مساحة مقطع الجريان (m^2) و U المحيط المبلول (m).

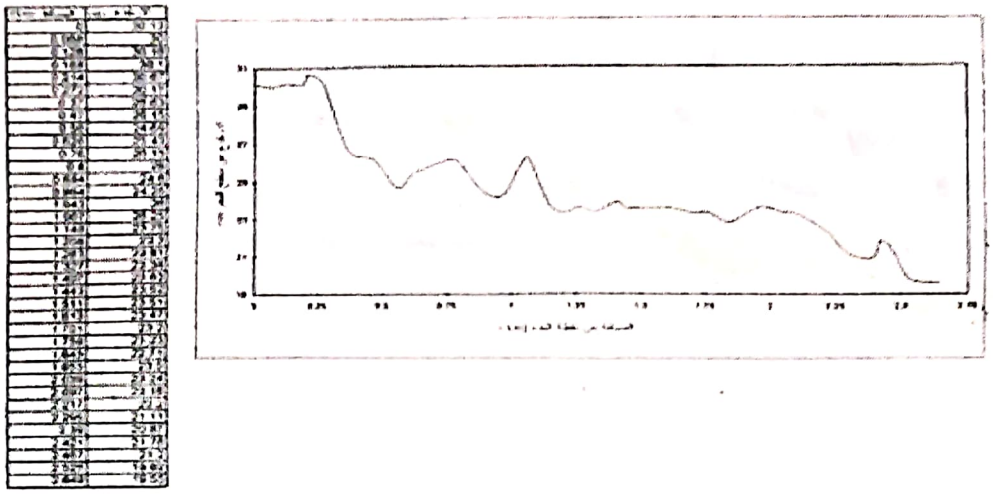
i_s ميل قاع المجرى الطولي



الشكل (1) مخطط موقع مجرى نهر الكبير الشمالي بين سد 16 تشرين وجسر خان عطا الله

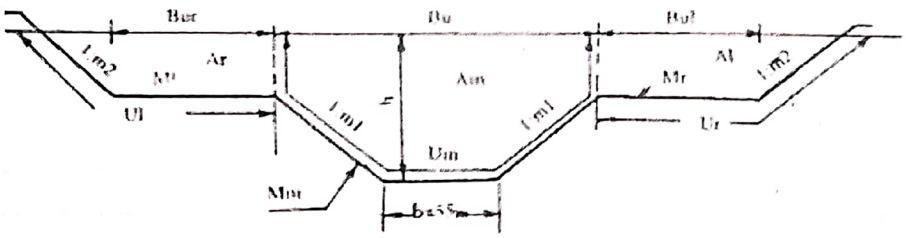


الشكل(2) مسار النهر المنظم وجوانبه والمقاطع العرضية المختارة لمنطقة الدراسة



الشكل (3): مقطع طولي في مجرى النهر حسب المسار المختار للتنظيم (قبل التنظيم)

تم اختيار المقطع شبه المنحرف المركب (الشكل 4) لمقطع التنظيم لكامل المجرى في هذه المنطقة حيث أن الجزء الوسطي من هذا المقطع اختير ليمرر 300 m^3/s وهو التدفق المحتمل مروره كل 6 سنوات عندما يكون السد مليئاً تماماً والتدفق الذي يزيد عن هذه القيمة يمر في المقطع الكامل وتم أخذ عرض المجرى الأساس (شبه المنحرف البسيط) 55m والذي هو عرض المجرى تحت الجسور تقريباً وعمم هذا العرض على كامل المجرى. وتجدر الملاحظة أنه في المقطع يتم حساب الجريان لاعتباره يتوزع على ثلاثة أجزاء، الجزء الوسطي وجزء على الجانب اليساري وآخر على الجزء اليميني حسب الشكل (4) ويحسب التدفق المار حسب العلاقة (2).



الشكل (4): المقطع شبه المنحرف لمركب المختار لمقطع النهر المنظم

$$Q = V_L \cdot A_L + V_r \cdot A_r + V_m \cdot A_m =$$
$$M_L \cdot R_L^{2/3} \cdot i_s^{1/2} \cdot A_L + M_r \cdot R_r^{2/3} \cdot i_s^{1/2} \cdot A_r + M_m \cdot R_m^{2/3} \cdot i_s^{1/2} \cdot A_m \qquad (2)$$

حيث:

M_m , M_r , M_l معامل مانينغ للجزء اليساري والأيمن والوسطي على التوالي

R_m , R_r , R_L نصف القطر الهيدروليكي للجزء اليساري والأيمن والوسطي على التوالي

A_m , A_r , A_L مساحة مقطع الجريان للجزء اليساري والأيمن والوسطي على التوالي

ثم يتم الحساب في جميع المقاطع المختارة (46 مقطع) باستخدام البرنامج EXCEL وتنظيم الأبعاد بجداول خاصة.

2- اختيار مسار المجرى الجديد للنهر

كما أشرنا في /11/ أنجز المخطط الطبوغرافي للمنطقة في نهاية عام 1996 بمقياس $\frac{1}{2000}$ الشكل (1) من قبل فريق طبوغرافي من مديرية الري العامة لحوض الساحل وهو كافٍ لإنجاز مهمة تنظيم المجرى وهذا المخطط يحتوي على كافة المتغيرات التي وقعت في المجرى بعد قيام السد ولغاية نهاية 1996.

وبناءً على هذا المخطط تم اختيار مسار النهر الجديد حيث اختير المحور وكذلك العرض الموافق في كل نقطة اعتماداً على تعليمات المراجع العلمية المختصة وبحسب خصوصية هذه المواقع وبعد زيارات متعددة للموقع (الشكل 2). اختير عرض المجرى الجديد الكامل حسب الواقع وحسب ميل القاع والمجرى الطبيعي وحسب منحنيات الغمر المستخلصة سابقاً (الشكل 1) وتم مسايرة النهر الطبيعي قدر الإمكان. علاوة على ذلك تم المحافظة على بعد كافٍ عن قناة الري للمحافظة على أمانها من الانزلاقات لذلك عمدنا إلى إبقاء تضايق بسيط للمجرى بالقرب منها.

لقد قمنا برسم مقطع طولي في المجرى بحسب محور المجرى المختار واعتماداً على المقاطع العرضية المنجزة سابقاً الـ (38) (الشكل 1). يبين الشكل (3) هذا المقطع الطولي حيث يمكن تقسيم هذا المقطع إلى سبعة أجزاء متباينة كما يوضح الجدول التالي (1)

الجدول (1): أجزاء المقطع الطولي لمجرى النهر حسب المسار المختار للتنظيم

رقم الجزء	1	2	3	4	5	6	7
طول الجزء (km)	0-0.272	0.272-0.370	0.370-0.47	0.47-1.443	1.443-2.115	2.115-2.510	2.510-2.649

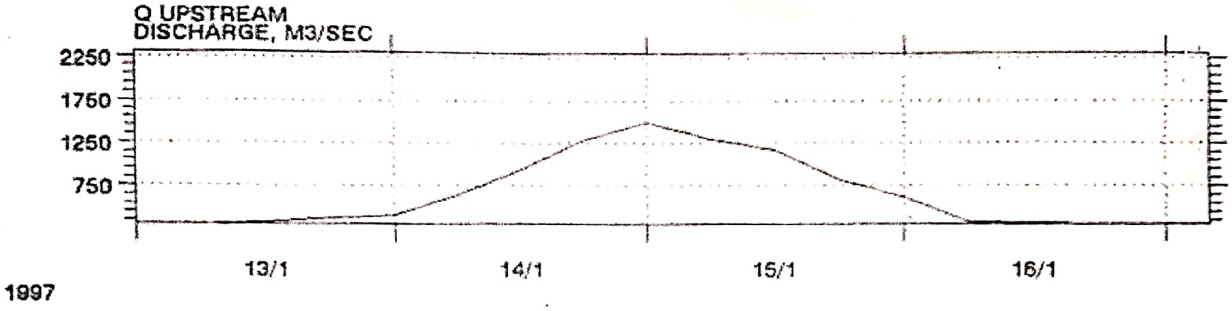
يسيطر الميل الخفيف على الأجزاء 1 و 4 و 5 و 7 بينما يتميز ميل القاع بشدته في الأجزاء الأخرى حيث يبلغ الميل الطبيعي في الجزء الثاني 0.0358 واعتماداً على مقولة العلماء والباحثين في مجال تنظيم مجاري الأنهار بأنه يجب أن لا يقف المرء ضد الطبيعة وإنما يجب مجاراتها. تم تجريب حالات متعددة جداً تعتمد على مجاراة المجرى الطبيعي. وقبل الخوض في الاقتراحات لا بد من إعطاء الجدول (2) التالي الذي يحتوي على أرقام المقاطع المختارة مع بعدها عن نقطة البدء وعرض المقطع عند كل منها حيث أن هذه الأبعاد واحدة لجميع الحلول المقترحة.

وتمت المحافظة على مسافة واحدة تقريباً بين المقاطع لسهولة الحساب وللمحافظة على الدقة عدا بعض الأجزاء كالجزء الثاني والثالث لخصوصيتها.

3- النموذج الرياضي

بعد إتمام الحساب لكامل المقاطع في جميع الأجزاء يتم التحقق من كفاية الحل باستخدام نموذج رياضي يستند على مخطط Abott لحساب الجريان غير المستقر في المجرى المائي الذي يعتمد بدوره على الطريقة التفاضلية المحدودة المتضمنة /11/ وتم الحساب بالبرنامج MIKEll المطوّر من معهد الهيدروليك الدانمركي المعتمد مع مخطط Abott /11/ وتم الحساب لموجتي فيضان بتدفق أعظمي مقداره 1500 m^3/s الموافق للتدفق المئوي و 2700 m^3/s

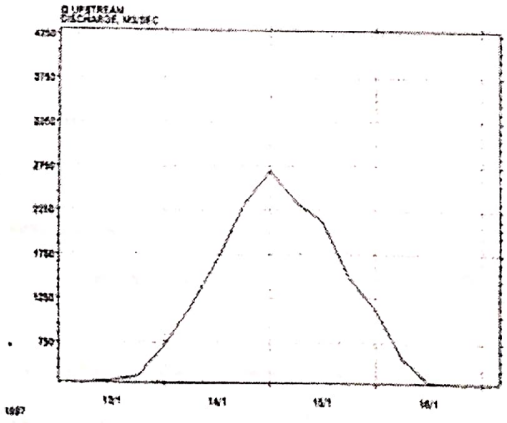
للتدفق الألفي وتم دراسة مدى تطابق الحل مع الحل المحسوب بحسب قواعد الجريان المستقر بعلاقة مانيتغ وتصحيح الأبعاد الهندسية ووضعها في الوضع النهائي حسب المعطيات المحسوبة بالنموذج الرياضي للجريان غير المستقر كما أشرنا في /11/ لا بد من إدخال الشروط الطرفية في بداية المجرى عند نهاية الفيض (الطرف اليساري km 0.0) وفي نهاية منطقة الدراسة عند الطرف اليميني km 2.630 بحسب المحور المختار للمجرى. تم اعتبار موجة الفيضان $1500\ m^3/s$ و $2700\ m^3/s$ كشرط طرفي يساري وهو من النوع Q = f (t) "التدفق مع الزمن" كما يبين الشكل (5 أ،ب)



الزمن (باليوم)

الشكل (5–أ) موجة الفيضان المئوية $1500\ m^3/s$ المطبقة كشرط طرفي يساري (علوي)

الجدول (2): عرض المجرى النهري عند المقاطع التصميمية المختارة وميل الجوانب فيها **الجدول (2)**: عرض المجرى النهري عند المقاطع التصميمية المختارة وميل الجوانب فيها وعرض الضفة اليسرى واليمنى والمسافات الجزئية والكلية.

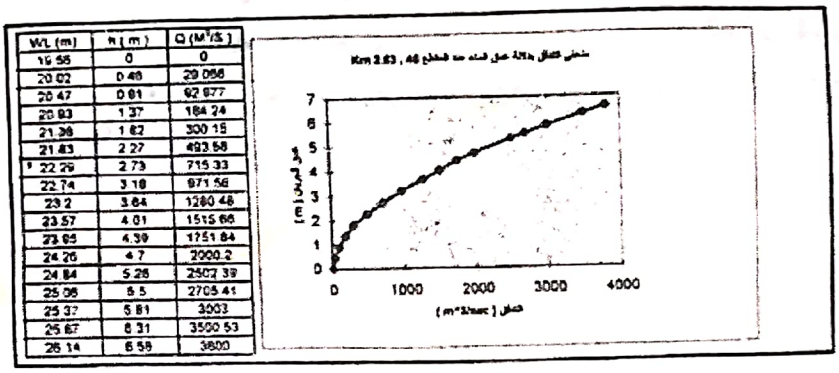


الزمن (باليوم)

الشكل (5–ب) موجة الفيضان الألفية $2700\ m^3/s$ المطبقة كشرط طرفي يساري (علوي)

أما الشرط الطرفي اليميني عند الـ km 2.630 أي عند المقطع رقم "46" فهو عبارة عن علاقة التدفق المار مع عمق الجريان h في المقطع Q = f (h) حيث المقطع معلوم ويتم حساب التدفق بموجب هذا المقطع أي بموجب العمق "h " ومن ثم تدخل هذه القيم كشرط طرفي. يوضح الشكل (6) الشرط الطرفي اليميني.

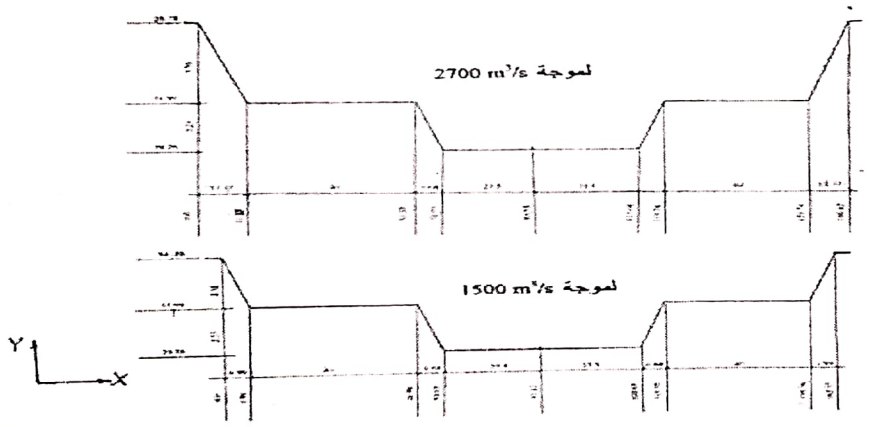
كنّا قد أشرنا في /11/ أنه لإيجاد المتحولات الهندسية (Q ، h ، ...) بواسطة البرنامج MIKEll عند المقاطع المختارة يجب إدخال المعلومات والأبعاد الهندسية لكل مقطع (الإحداثيات X و Y



WL (m)	h (m)	Q (M^3/S)
19.55	0	0
20.02	0.48	29.056
20.47	0.91	92.977
20.93	1.37	184.24
21.38	1.82	300.15
21.83	2.27	493.56
22.29	2.73	715.33
22.74	3.18	971.56
23.2	3.64	1280.48
23.57	4.01	1515.66
23.65	4.39	1751.84
24.26	4.7	2000.2
24.64	5.28	2507.39
25.06	5.5	2705.41
25.37	5.81	3003
25.67	6.31	3500.53
26.14	6.58	3800

الشكل (6): الشرط الطرفي اليميني عند المقطع (46، km 2.630) Q = f (h)

حيث X بعد نقطة المقطع عن مبدأ الإحداثيات للمقطع و Y ارتفاع النقطة عن المنسوب المختار (انظر الشكل 7).



الشكل (7): مقطع عرضي في المجرى المصمم عند المقطع السادس km 0.276 لموجتي الفيضان 1500 m^3/s و 2700 m^3/sحسب الاقتراح الأول

كما ويجب أيضاً إعطاء معامل مانينغ كل مقطع. عبر عملية ربط هذه المقاطع مع بعضـــها بعضـــاً وإعطـــاء الخطوة dx بين المقاطع الحسابية وبعد إعطاء الشروط الطرفية يقوم البرنامج بحساب الجريان في المجرى ويســـجلها تحت اسم يختاره المستثمر بعد ذلك يستطيع هذا المستثمر الحصول على منسوب الماء في كامل المجرى عند أية لحظة يريدها كما ويمكن أن يحصل المستثمر على منسوب الماء والتدفق عند كل نقطة يريدها من المجرى بالعلاقة مع الزمن وكذلك يمكن الحصول في كل مقطع على أقصى تدفق ومنسوب سجلا أثناء الحساب.

الجدول (2): عرض المجرى النهري عند المقاطع التصميمية المختارة وميل الجوانب فيها وعرض الضفة اليسرى واليمنى والمسافات الجزئية والكلية.

رقم المقطع	المسافة الجزئية(m)	المسافة الكلية(m)	العرض الكلي(m)	عرض القاع (m)	m1	Bur(m)	Bul(m)	m2
1	0	0	240	55	3	80	80	3
2	55.2	55.2	220	55	3	70	70	3
3	55.2	110.4	204	55	3	60	60	3
4	55.2	165.6	200	55	3	60	60	3
5	55.2	220.8	180	55	3	50	50	3
6	55.2	276	168	55	3	40	40	3
7	47	323	168	55	3	40	40	3
8	47	370	168	55	3	40	40	3
9	50	420	168	55	3	40	40	3
10	50	470	168	55	3	40	40	3
11	60	530	168	55	3	40	40	3
12	60	590	180	55	3	50	50	3
13	60	650	192	55	3	55	55	3
14	60	710	192	55	3	55	55	3
15	60	770	196	55	3	60	60	3
16	60	830	200	55	3	60	60	3
17	60	890	200	55	3	60	60	3
18	60	950	200	55	3	60	60	3
19	60	1010	200	55	3	60	60	3
20	60	1070	200	55	3	60	60	3
21	60	1130	200	55	3	60	60	3
22	60	1190	200	55	3	60	60	3
23	60	1250	200	55	3	60	60	3
24	60	1310	200	55	3	60	60	3
25	60	1370	200	55	3	60	60	3
26	60	1430	200	55	3	60	60	3
27	60	1490	200	55	3	60	60	3
28	60	1550	200	55	3	60	60	3
29	60	1610	200	55	3	60	60	3
30	60	1670	200	55	3	60	60	3
31	60	1730	184	55	3	50	50	3
32	60	1790	180	55	3	50	50	3
33	60	1850	176	55	3	48	48	3
34	60	1910	172	55	3	45	45	3
35	60	1970	172	55	3	45	45	3
36	60	2030	164	55	3	42	42	3
37	60	2090	150	55	3	32	32	3
38	60	2150	128	55	3	24	24	3
39	60	2210	104	55	3	14	14	3
40	60	2270	94	55	3	10	10	3
41	60	2330	90	55	3	8	8	3
42	60	2390	86	55	3	8	8	3
43	60	2450	86	55	3	8	8	3
44	60	2510	90	55	3	8	8	3
45	60	2570	110	55	3	15	15	3
46	60	2630	120	55	3	20	20	3

4- الحلول الهندسية المقترحة

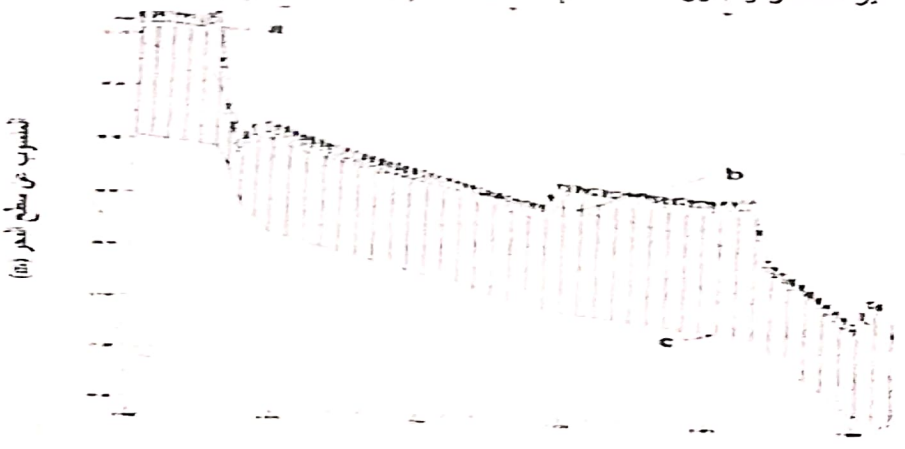
4 . 1 - الاقتراح الأول

تم في الاقتراح الأول مجاراة المجرى الطبيعي بحسب المقطع الطولي سيراً على المحور المقترح (الشكل 2) ويمكن صياغة هذا الحل بالجـــدول (3)

الجدول (3): جدول توضيحي للمتحولات المأخوذة في المقترح الأول ومناسيب المياه المحسوبة

رقم الجزء	مقطع البداية	مقطع النهاية	ميل القاع	معامل مانينغ $m^{1/3}/s$	المسافة الجزئية L (m)	متحولات المقطع الأضيق في الجزء					عرض جوانب (m) Bn=Bur	نوع التكسية	بعد المقطع عن نقطة البدء (km)
						منسوب قاع المجرى (m)	منسوب الماء المحسوب بعلاقة مانينغ (m) 1500 m^3/s	منسوب الماء الأعظمي لدى مرور موجة الفيضان (m) 1500 m^3/s	منسوب الماء المحسوب بعلاقة مانينغ (m) 2700 m^3/s	منسوب الماء الأعظمي لدى مرور موجة الفيضان (m) 2700 m^3/s			
1	1	6	0.00132	38	276	29.76	34.32	32.10	35.78	33.20	40	طبيعية	0.276
2	6	8	0.0358	38	94	29.0	30.74	31.01	31.291	31.90	40	طبيعية	0.323
3	8	10	0.00558	38	100	27.0	30.0	30.14	30.96	31.23	40	طبيعية	0. 420
4	10	26	0.00292	38	960	26.32	29.93	29.73	31.09	30.88	40	طبيعية	0.530
5	26	38	0.00132	38	720	22.74	27.6	25.76	29.27	28.08	24	طبيعية	2.150
6	38	44	0.008	39	360	20.823	23.93	24.21	25.13	26.57	8	طبيعية	2.390
7	44	46	0.0025	39	120	19.713	23.88	23.49	25.40	25.19	15	طبيعية	2.570

يبين الشكل (8) المقطع الطولي للمجرى حسب الاقتراح الأول ومنسوب الماء بعد 20 دقيقة من مرور قمة الفيضان ومسار أكتاف المجرى التي ارتفاعها مسار منسوب الماء الأعظمي المحسوب على الجريان المستقر بمعادلة مانينغ ويظهر جلياً تجاوز الفيضان لأكتاف المجرى المحسوب وعدم كفايتها لاستيعاب التدفق الأعظمي وعدم تطابق الحساب بالجريان المستقر مع الحساب لحالة الجريان غير المستقر وتجاوز للأكتاف في الأجزاء الثاني والثالث والرابع والخامس وبلغت قيمة هذا التجاوز أشدها

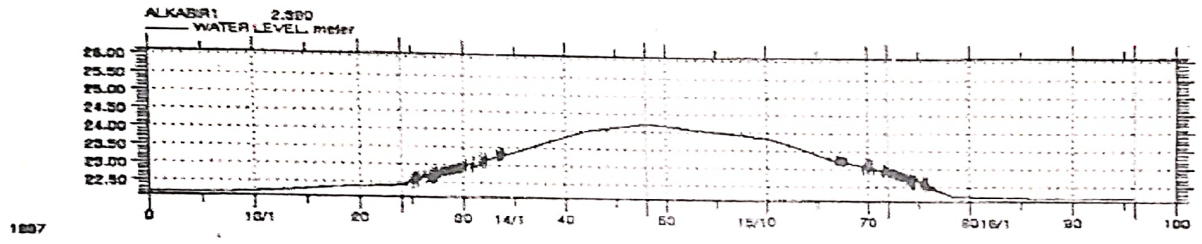


a- منسوب أكتاف المجرى للتدفق $1500\ m^3/s$ b - مسار منسوب الماء لموجة $1500\ m^3/s$ c - قاع المجرى

الشكل (8): المقطع الطولي للمجرى المصمم حسب الاقتراح الأول ومسار منسوب الماء بعد 20 دقيقة من مرور قمة الفيضان $1500\ m^3/s$.

في المقطع 26 حيث وصلت إلى 0.6 m كما يوضح الشكل (8) ويعود هذا الفرق بين القيمة المحسوبة حسب قوانين الجريان المستقر بعلاقة ماننغ وتلك المحسوبة بالجريان غير المستقر إلى إحاطة الأخير بفواقد الطاقة وعدم الاستقرار بالجريان الناجم عن تغير ميول القاع وتغير أبعاد المجرى.

لذلك يجب عدم الإكتفاء بالحساب بحسب قوانين الجريان المستقر لمثل هذه الحالات وإنما تدقيق الحساب حسب الجريانات غير المستقرة فهنا يجب رفع منسوب الأكتاف في المناطق المشار إليها إلى منسوب مسار الماء المحسوب بالبرنامج MIKE11 ومن ثم أخذ ارتفاع احتياطي حسب عمق الجريان. لم يظهر في هذا الاقتراح سوى تأرجحات بسيطة في منطقة الجسور تمثلت في تأرجحات منسوب الماء وكذلك التدفق كما يتضح من الشكل (9).

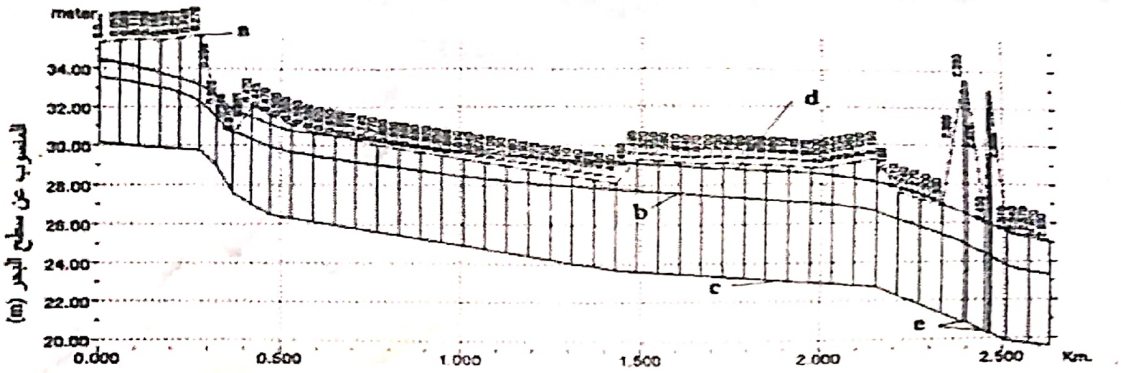


الزمن (باليوم)

الشكل (9): منسوب الماء عند المقطع 42 ، 2.390 km حسب الاقتراح الأول.

4 . 2 – الاقتراح الثاني

حاولنا في الاقتراح الثاني وضع حد لتجاوز قيمة السرعة في الأجزاء 2 و 3 و 6 حسب الاقتراح الأول وذلك عبر إكساء المجرى في تلك الأجزاء بحجارة متوسط قطرها بين 0.3 و 0.4 م أي يعادل قيمة لمعامل ماننغ مساوية 25 $m^{1/3}/s$ يظهر الشكل (10) المقطع الطولي للمجرى بحسب الاقتراح الثاني وكذلك منسوب الأكتاف المحسوب بعلاقة ماننغ لتدفق $2700\ m^3/s$ ومساري منسوب الماء بعد 37 دقيقة من مرور قمة الموجة ويمثلان أعلى قيمة لمنسوب الماء خلال الموجتين ويظهر بشكل واضح تجاوز منسوب الماء للتدفق $2700\ m^3/s$ للأكتاف المصممة في الجزء الثاني والثالث والرابع للأسباب المذكورة في (4 . 1) بينما كان المسار حدياً في الجزء السادس أي يجب أخذ ارتفاع احتياطي للأكتاف في هذا الجزء فوق القيمة المحسوبة بالبرنامج MIKEll الجدول (4) يوضح المتحولات المأخوذة في المقترح الثاني لم يظهر في هذا الاقتراح أي تأرجح لمنسوب الماء والتدفق في أي مقطع من مقاطع المجرى لكلا الموجتين.



a – منسوب أكتاف المجرى للتدفق 2700 m^3/s b – مسار منسوب الماء لموجة 1500 m^3/s

c – قاع المجرى d– مسار منسوب الماء لموجة 2700 m^3/s e – قواعد جسري طريق حلب اللاذقية

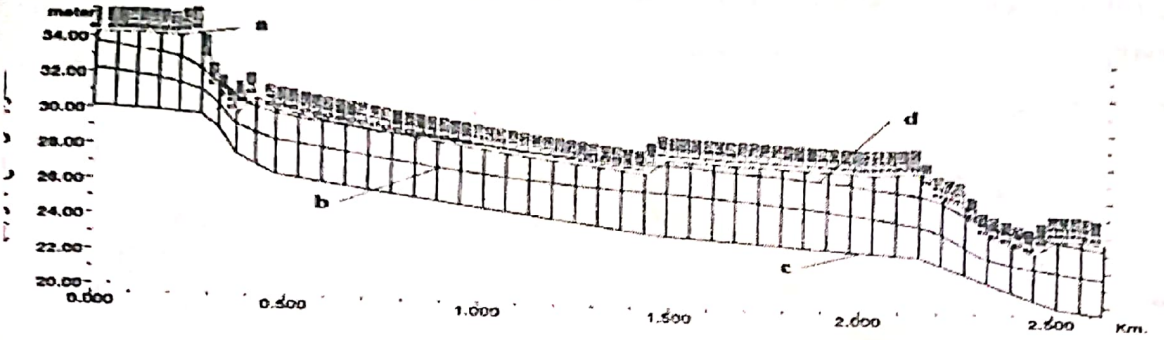
الشكل (10): المقطع الطولي للمجرى ومساري منسوب الماء لموجة 1500 m^3/s و أخرى 2700 m^3/s.

4 . 3 – الاقتراح الثالث

نظراً لاحتمال الجرف في الجزء السادس وبالأخص في منطقة الجسور تم إكساء المقاطع في الاقتراح الثاني (41 ، 42 ، 43) بالبيتون المغموس أي ما يعادل قيمة لمعامل مانينغ $M = 50\ m^{1/3}/s$ بينما بقيت القيم السابقة كما هي في الاقتراح الثاني. يظهر الشكل (11) المقطع الطولي للمجرى بحسب الاقتراح الثالث ومسار ومنسوب الماء بعد مرور 20 دقيقة من قمة الموجة 1500 m^3/s ومسار منسوب الماء لتدفق 300 m^3/s ويظهر بجلاء تجاوز منسوب الماء للقيم المخطط لها في الجريان المستقر للتدفق الأعظمي في الأجزاء الثاني والرابع والسادس وخاصة في الأجزاء المكسوة بالبيتون بينما لوحظ انخفاض منسوب الماء في المقطعين 39 و 40 وذلك نتيجة مرور المياه بسرعة أكبر في المقاطع 41 و 42 و 43 لزيادة معامل مانينغ فيها لم يظهر أي تأرجح لمنسوب الماء والتدفق أي مقطع من مقاطع المجرى.

الجدول (4): جدول توضيحي للمتحولات المأخوذة في المقترح الثاني ومناسيب المياه المحسوبة

رقم الجزء	مقطع البداية	مقطع النهاية	ميل القاع	معامل مانينغ $m^{1/3}/s$	المسافة الجزئية L (m)	متحولات المقطع الأضيق في الجزء					عرض جوانب (m) Bnl= Bnr	نوع التكسية	بعد المقطع عن نقطة البدء (km)
						منسوب قاع المجرى (m)	منسوب الماء المحسوب بعلاقة مانينغ (m) 1500 m^3/s	منسوب الماء الأعظمي لدى مرور موجة الفيضان (m) 1500 m^3/s	منسوب الماء المحسوب بعلاقة مانينغ (m) 2700m^3/s	منسوب الماء الأعظمي لدى مرور موجة الفيضان (m) 2700 m^3/s			
1	1	6	0.00132	38	276	29.76	34.32	33.27	35.78	33.20	40	طبيعية	0.276
2	6	8	0.0358	25	94	29.0	31.22	31.50	31.94	32.50	40	حجارة	0.323
3	8	10	0.00558	25	100	27.0	30.83	30.35	32.06	31.52	40	حجارة	0.420
4	10	26	0.00292	38	960	26.32	29.93	29.69	31.09	30.88	40	طبيعية	0.530
5	26	38	0.00132	38	720	22.74	27.6	26.61	29.27	28.08	24	طبيعية	2.150
6	38	44	0.008	25	360	20.823	24.84	24.98	26.37	26.57	8	حجارة	2.390
7	44	46	0.0025	39	120	19.713	23.88	23.50	25.41	25.44	15	طبيعية	2.570



a – منسوب أكتاف المجرى للتدفق 1500 m^3/s b – مسار منسوب الماء لموجة 1500 m^3/s

c – قاع المجرى d– مسار منسوب الماء لموجة 300 m^3/s

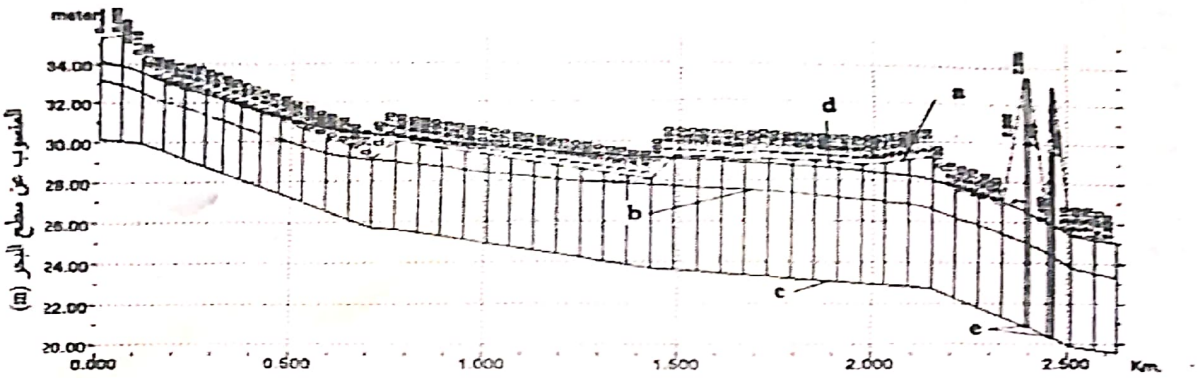
الشكل (11): المقطع الطولي للمجرى حسب الاقتراح الثالث ومسار منسوب الماء الموجة 300 m^3/s ولأخرى 1500 m^3/s

4 . 4 – الاقتراح الرابع

تم اعتماد المتحولات الواردة في الجدول (5) في الاقتراح الرابع وذلك لتجنب الميل الشديد في الجزئيين الثاني والثالث من المقترحات السابقة وباعتبار أن الإكساء الحجري مكلف وخاصة على هذا الاتساع.

الجدول (5): جدول توضيحي للمتحولات المأخوذة في المقترح الرابع ومناسيب المياه المحسوبة

رقم الجزء	مقطع البداية	مقطع النهاية	ميل القاع	معامل مانينغ $m^{1/3}/s$	المسافة الجزئية L (m)	متحولات المقطع الأضيق في الجزء					عرض جوانب (m) Bnl= Bur	نوع التكسية	بعد المقطع عن نقطة البدء (km)
						منسوب قاع المجرى (m)	منسوب الماء المحسوب بعلاقة مانينغ (m) 1500 m^3/s	منسوب الماء الأعظمي لدى مرور موجة الفيضان (m) 1500 m^3/s	منسوب الماء المحسوب بعلاقة مانينغ (m) 2700 m^3/s	منسوب الماء الأعظمي لدى مرور موجة الفيضان (m) 2700 m^3/s			
1	1	3	0.00132	38	110	29.984	34.28	32.70	35.54	33.55	60	طبيعية	0.110
2	3	14	0.00716	38	600	28.46	31.23	31.16	32.14	32.15	40	طبيعية	0.323
3	14	26	0.00292	38	720	23.87	27.265	27.88	28.265	29.26	60	طبيعية	1.370
4	26	38	0.00132	38	720	22.74	27.6	26.61	29.27	28.08	24	طبيعية	2.150
5	38	41	0.008	25	180	22.26	26.13	26.21	27.56	27.73	14	حجارة	2.210
6	41	43	0.008	50	120	20.823	23.51	24.98	24.55	26.57	8	بيتون مغموس	2.390
7	43	44	0.008	25	60	19.863	23.88	23.79	25.41	25.44	8	حجارة	2.510
8	44	46	0.0025	39	120	19.713	23.88	23.50	25.40	25.19	15	طبيعية	2.570



a – منسوب أكتاف المجرى للتدفق 2700 m^3/s b – مسار منسوب الماء لموجة 1500 m^3/s

c – قاع المجرى d– مسار منسوب الماء لموجة 2700 m^3/s e – قواعد جسري طريق حلب اللاذقية

الشكل (12): المقطع الطولي للمجرى المنظم حسب الاقتراح الرابع ومسار منسوب الماء لموجة 1500 m^3/s وأخرى 2700 m^3/s.

يظهر الشكل (12) المقطع الطولي للمجرى المنظم بحسب الميول المعطاة للقاع حسب الاقتراح الرابع ومسار منسوب الماء في حالة التدفق الأعظمي 1500 m^3/s و 2700 m^3/s بعد مرور 37 دقيقة من مرور قمة الفيضان وكذلك مسار الأكتاف المحسوبة حسب علاقة مانينغ للجريان المستقر في كافة المقاطع لتدفق 2700 m^3/s ويظهر بشكل واضح تجاوز منسوب الماء لموجة 2700 m^3/s للأكتاف في نهاية الجزء الثاني وكامل الجزء الثالث وكذلك في الجزئيين السادس والسابع ويجب لذلك تعديل ارتفاع الأكتاف حسب المنسوب المشار إليه مع إضافة ارتفاع احتياطي آخر. لم يظهر أي تأرجح لمنسوب الماء للتدفق في أي مقطع من مقاطع لمجرى.

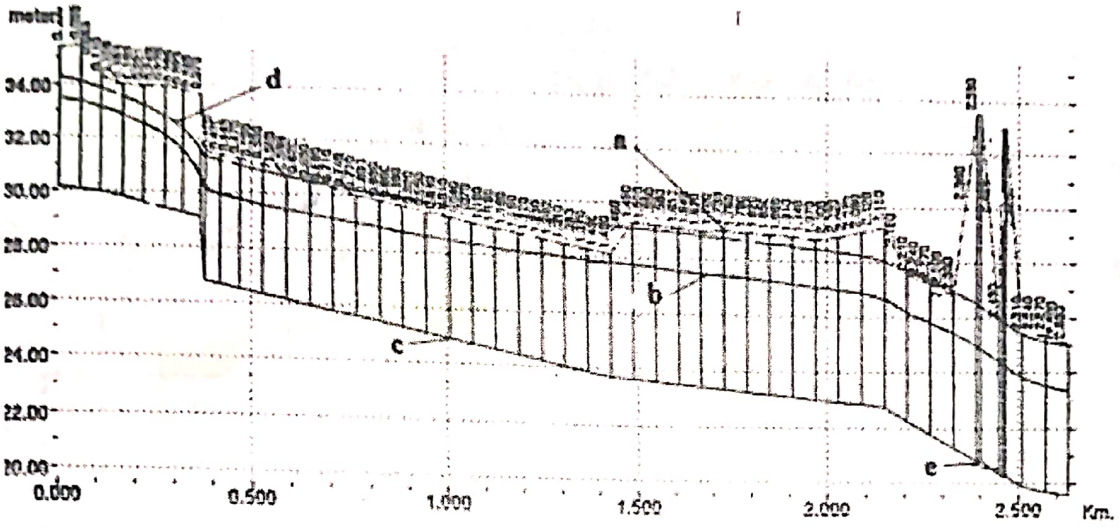
4 . 5- الاقتراح الخامس

تم في هذا الاقتراح اختبار إمكانية وضع هدار مغمور بين المقطعين 0.370 km و 0.380 km أي بعرض 10 متر وأبقينا على معامل مانينغ 50 $m^{1/3}/s$ للمقاطع 43 ، 42 ، 41 أي باكسائها بالبيتون المغموس وأظهر هذا الحل تجاوز منسوب الماء للأكتاف في الجزئيين الرابع والسادس لذلك قمنا باستبدال الأكساء البيتوني في المقاطع 43 ، 42 ، 41 باكساء حجري من مرتبة (0.3-0.4) عند ذلك ظهر لنا كما هو واضح من الشكل (13) أن هذا الإكساء يعطينا أبعاداً هندسية مناسبة للمقطع ويقلل من سرعة الجريان ولكن بقي هناك تجاوز بسيط للأكتاف في الجزء السادس والرابع من المجرى ويبين الجدول (6) أهم التحولات المأخوذة بهذا الاقتراح.

الجدول (6): جدول توضيحي للمتحولات المأخوذة في المقترح الخامس (هدار مغمور 10 m) ومناسيب المياه المحسوبة

رقم الجزء	مقطع البداية	مقطع النهاية	ميل القاع	معامل ماننغ $m^{1/3}/s$	المسافة الجزئية L (m)	متحولات المقطع الأضيق في الجزء					عرض جوانب (m) Bnl= Bur	نوع التكسية	بعد المقطع عن نقطة البدء (km)
						منسوب قاع المجرى (m)	منسوب الماء المحسوب بعلاقة ماننغ (m) 1500 m^3/s	منسوب الماء الأعظمي لدى مرور موجة الفيضان (m) 1500 m^3/s	منسوب الماء المحسوب بعلاقة ماننغ (m) 2700m $^3/s$	منسوب الماء الأعظمي لدى مرور موجة الفيضان (m) 2700 m^3/s			
1	1	3	0.00132	38	110	29.984	34.28	33.0	35.54	33.86	60	طبيعية	0.110
2	3	8	0.00346	38	260	29.250	32.7	31.63	33.8	32.37	40	طبيعية	0.323
3	8	8	0.00346	38	10	26.69	30.33	30.17	31.46	31.35	40	طبيعية	0.380
4	8	26	0.00292	38	1050	26.32	29.93	29.69	31.09	30.88	40	طبيعية	0.530
5	26	38	0.00132	38	720	22.74	27.6	26.61	29.27	28.08	24	طبيعية	2.150
6	38	44	0.008	25	360	20.823	24.84	24.98	26.37	26.57	8	حجارة	2.390
7	44	46	0.0025	39	120	19.713	23.88	23.50	25.44	25.19	15	طبيعية	2.570

وعند تصغير عرض الهدار إلى 2 m فقط أي بين المقطعين 0.370 km و 0.372 km تمكن البرنامج MIKEll من حساب الجريان في المجرى ولكن بعد زيادة كبيرة في زمن الحساب وبخطوة صغيرة للزمن بلغت 10 ثواني ويبين الشكل (14) المقطع الطولي ومسار منسوب الماء أثناء مرور قمة موجة الفيضان للتدفق أعظمي 2700 m^3/s و 1500 m^3/s ولكن عند اكساء المقاطع 43 ، 42 ، 41 بالبيتون المغموس ويوضح هذا الشكل أن هذا الحل جيد وملائم ويلزم فقط زيادة ارتفاع الأكتاف في الجزئيين الرابع والسادس وعناية واكساء ملائمين بعد الهدار المقترح. يبين الجدول رقم (7) أهم المتحولات المأخوذة بهذا الاقتراح وكذلك مناسيب المياه عند بعض المقاطع المميزة للمقطع الطولي لموجتي الفيضان المعالجتين.



a – منسوب أكتاف المجرى للتدفق 2700 m3/s b – مسار منسوب الماء لموجة 1500 m3/s

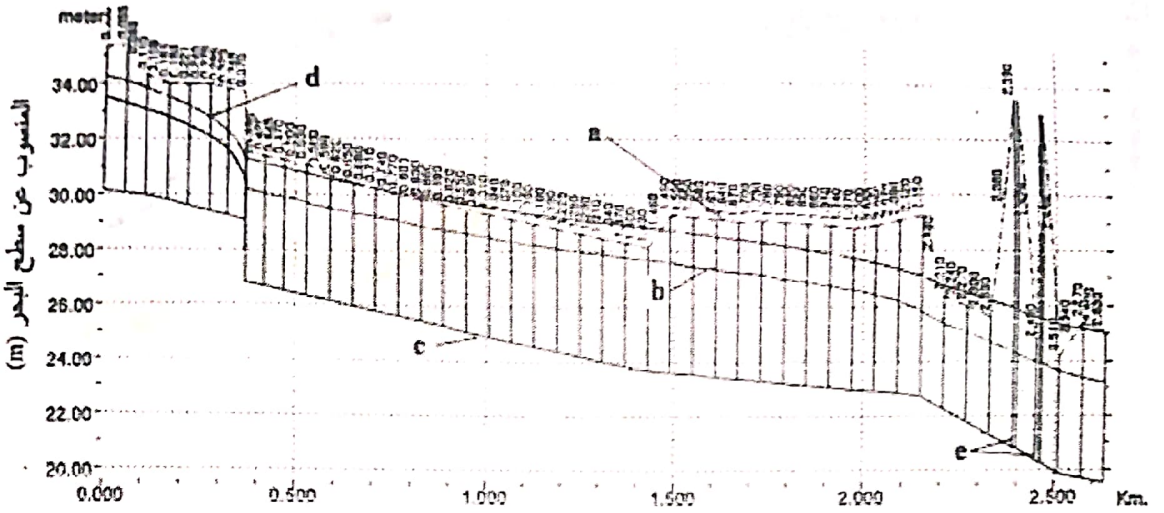
c – قاع المجرى d– مسار منسوب الماء لموجة 2700 m3/s e – قواعد جسري طريق حلب اللاذقية

الشكل (13): المقطع الطولي للمجرى حسب الاقتراح الخامس (هدار مغمور 10 m) ومسار منسوب الماء للموجتين 1500 m^3/s و 2700 m^3/s.

كما يلاحظ من الأشكال المفروضة سابقاً أنه لا يوجد أي نوع من الأمواج الموافقة وأي تأرجح لمنسوب الماء والتدفق.

الجدول (7): جدول توضيحي للمتحولات المأخوذة في المقترح الخامس (هدار مغمور 2m) ومناسيب المياه المحسوبة

رقم الجزء	مقطع البداية	مقطع النهاية	ميل القاع	معامل مانينغ $m^{1/3}/s$	المسافة الجزئية L (m)	متحولات المقطع الأضيق في الجزء					عرض جوانب (m) Bnl= Bur	نوع التكسية	بعد المقطع عن نقطة البدء (km)
1	1	3	0.00132	38	110	29.984	34.28	32.99	35.54	33.84	60	طبيعية	0.110
2	3	8	0.00346	38	260	29.25	32.7	31.56	33.8	32.30	40	طبيعية	0.323
3	8	8	0.00346	38	2	26.71	30.35	30.18	31.48	31.32	40	طبيعية	0.372
4	8	26	0.00292	38	1058	26.32	29.93	29.67	31.09	30.81	40	طبيعية	0.530
5	26	38	0.00132	38	720	22.74	27.6	25.81	29.27	27.10	24	طبيعية	2.150
6	38	41	0.008	25	180	22.26	26.18	25.41	27.56	26.78	14	حجارة	2.210
7	41	43	0.008	50	120	20.823	23.51	24.38	24.55	25.95	8	بيتون مغموس	2.390
8	43	44	0.008	25	60	19.86	23.88	23.69	25.41	25.35	8	حجارة	2.510
9	44	46	0.0025	39	120	19.713	23.88	23.50	25.40	25.19	15	طبيعية	2.570



a – منسوب أكتاف المجرى للتدفق 2700 m^3/s b – مسار منسوب الماء لموجة 1500 m^3/s

c – قاع المجرى d– مسار منسوب الماء لموجة 2700 m^3/s e – قواعد جسري طريق حلب اللاذقية

الشكل (14): المقطع الطولي للمجرى حسب الاقتراح الخامس (هدار مغمور 2 m) ومسار منسوب الماء للموجتين 1500 m^3/s و 2700 m^3/s.

5- اختبار المقترحات على الجرف

تم حساب كمية المواد المجروفة من قاع المجرى بمساعدة علاقة Meyer-peter التالية

$$\rho_w = \frac{rhy \cdot IR, so}{(\rho_G - \rho_w)\cdot dch} = \rho_w \cdot \frac{Q_s}{Q}\cdot\left(\frac{Kst}{Kr}\right)^{3/2}\cdot\frac{h\cdot I}{(\rho_G-\rho_w)\cdot dch}$$

$$= A' + B'\left(\frac{\rho_w}{g}\right)^{1/3}\cdot\frac{g'_s}{(\rho_G-\rho_w)\cdot dch} \qquad (3)$$

حيث:

g'_s (kg/m .s) مقدار الجرف الواحدي الوسطي في المقطع.

ρ (kg/m^3) الكتلة النوعية (G للمجروفات ، w للماء)

ρ'_G (kg/m^3) الكتلة النوعية الظاهرية للمجروفات $\rho'_G = \rho_G - \rho_w$

h (m) عمق الجريان

dch (m) القطر الوسطي الفعال للمجروفات

rhy,s(m) نصف القطر الهيدروليكي للجزء الفعال للمجرى المشارك بعملية الجرفQ

$$rhy, s = h.\frac{Q_s}{Q}$$

$Q\ (m^3/s)$ التدفق المار بالمقطع

$Q_s\ (m^3/s)$ قيمة التدفق المشارك بالجرف $Q_s = q_s \cdot b$

$q_s\ (m^3/s.m)$ قيمة التدفق النوعية $q_s = \frac{Q}{2h+b}$

IR,So (m/m) ميل خط الطاقة ميل الخشونة مأخوذ مقارنة بميل قاع المجرى

$$IR, So = I_E.(\frac{K_{st}}{K_{st,so}})^{3/2}$$

A` معامل يؤخذ في حالة بدء حركة الجرف مساوياً لـ 0.03

ويؤخذ في حالة الجرف التام 0.04

وفي حالة الجرف فوق الحدي 0.06

B` معامل يؤخذ مساوياً لـ 0.25 وفي حالة كون غالبية العناصر ناعمة 0.22

$Kst\ (m^{1/3}/s)$ معامل مانينغ – شتركلر

KR معامل خشونة الحبات عند القاع

Kst /KR 0.5 < لوجود العتبات في المجرى والمقطع

1 > للقاع الأملس

وتأخذ قيمة

$$g'_s = \frac{\rho_w \cdot rhy,s \cdot IR,so}{B'(\frac{\rho_w}{g})^{1/3}} - \frac{A' \cdot \rho'_G \cdot dch}{B'(\frac{\rho_w}{g})^{1/3}}$$

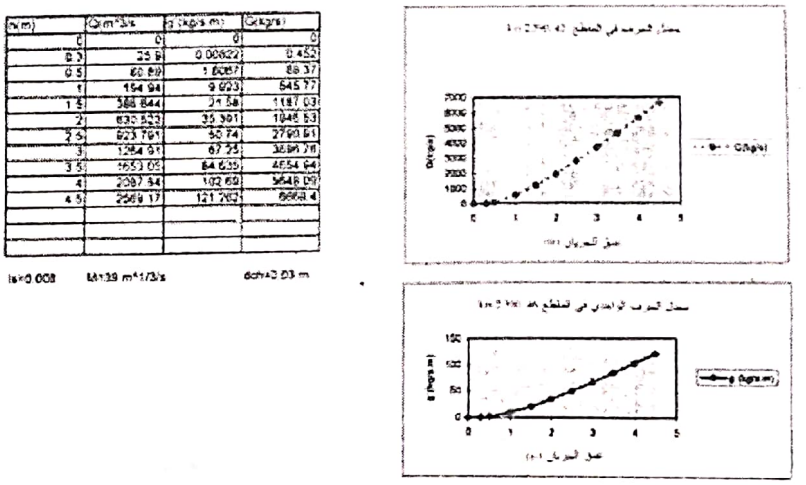
وتم حساب الجرف عند المقاطع المختارة الممثلة للمجرى بمساعدة البرنامج EXCEL مع اعتبار أن الجرف يتركز على قاع المجرى في المقطع شبه المنحرف البسيط وحسبت كميات الجرف في المقاطع المختارة خلال موجة الفيضان المئوية 1500 m^3/s أو الألفية 2700 m^3/s لمدة 96 ساعة انظر الشروط الطرفية اليسارية الشكل (5 – أ،ب) عن طريق مكاملة معدل الجرف (G) خلال هذه المدة باستخدام طريقة شبه المنحرف للتكامل ويمكن تلخيص حساب كمية المجروفات في المقاطع المختارة بالجدول (8).

يلاحظ من هذا الجدول أن الجرف يبدأ على سبيل المثال مبكراً في حالة التكسية الطبيعية في المقطع 42 ، 2.390 km عند تدفق مقداره 25.9 $m^{1/3}/s$ بينما يبدأ في حالة الأكساء الحجري بمتوسط قطر 0.3 m بتدفق فعال قدره 935 m^3/s أي يتدفق إجمالي لمقطع مقداره 1024 m^3/s عند هذا التدفق يبلغ معدل الجرف في كامل المقطع G = 22.4 kg/s بينما يبلغ في التكسية الطبيعية قرابة 3000kg/s

الجدول رقم (8) حساب كميات الجرف في المقاطع المختارة من سرير النهر

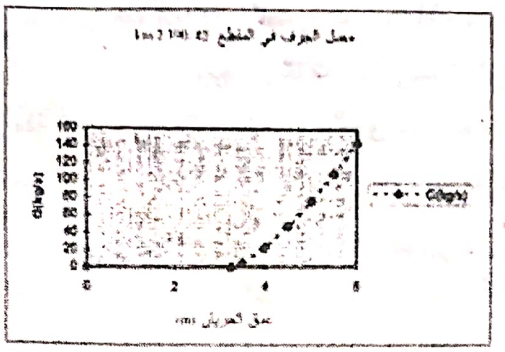
المقطع	موقع المقطع	ميل القاع	التكسية dch	معامل ماننغ	التدفق الفعال عند بدء الجرف	مقدار الجرف خلال موجة فيضان 1500 m^3/s	مقدار الجرف خلال موجة فيضان 2700 m^3/s
الواحدات	Km		m	$m^{1/3}/s$	m^3/s	Ton	Ton
7	0.323	0.0358	0.035	38	5.88	344248.206	
=	=	=	0.30	25	134.85	2120818.7	
=	=	=	0.4	25	221	1427031.324	
9	0.420	0.00558	0.035	38	45.86	1052758.024	
=	=	=	0.3	25	2300	-	
4	0.1656	0.00346	0.0350	38	87.633	158057.784	
6	0.276	0.00716	0.035	38	35.457	472139.928	
11	0.530	0.00292	0.035	38	109	121020.264	
38	2.150	0.00132	0.035	38	300	20380.266	
42	2.390	0.008	0.03	39	25.9	644254.63	
=	=	=	=	=	=	-	982685.04
=	=	=	0.3	25	1024	0.998	
=	=	=	=	=	=	-	8.993
45	2.570	0.0025	0.03	39	103	111842.9	

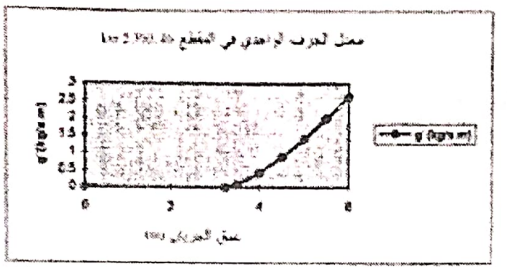
وهذا يؤكد مدى جدية الاكساء في تلك المنطقة وأظهر الحساب أنه بتكسية بحجارة متوسطة الحجم بقطر متوسط dch = 0.4 m لا يظهر أي حت في ظل التدفق 1500 m^3/s يبين الشكل (15) معدل الجرف ومعدل الجرف الواحدي في المقطع 42 عند التكسية الطبيعية والشكل (16) عند التكسية بحجارة متوسطة قطرها 0.3 m.



الشكل (15): تمثيل معدل الجرف الواحدي بالعلاقة مع عمق الماء في المقطع 42 ، 2.39 km في حالة الاكساء الطبيعي

h(m)	Q(m^3/s	g (kg/s m)	G(kg/s)
0	0	0	0
3.29	936.479	0.00048	0.0224
3.5	1059.649	0.0797	4.385
4	1338.36	0.4078	22.43
4.5	1646.9	0.858	47.21
5	1985.4	1.39	76.46
5.5	2353.94	1.98	108.987
6	2752.9	2.61	144.01





الشكل (16): تمثيل معدل الجرف الواحدي بالعلاقة مع عمق الماء في المقطع 42 ، 2.39 km في حالة الاكساء لحجري بمتوسط قطر dch = 0.3 m

6- استنتاجات وتوصيات

يلاحظ من دراسة هذه المقترحات أن الاقتراح الأول أي مجاراة الواقع الحالي للمجرى وخصوصاً ميوله غير مكلف ولا يحتاج إلا لتسوية في الموقع لكن هذا الحل معرض لجرف كبير جداً وبالأخص في الجزء الثاني والثالث والسادس (الجدول (8)) وعندما نقوم بتكسية الجزئيين الثاني والثالث بحجارة متوسطة القطر (0.3 – 0.4 m) تظهر كميات جرف كبيرة نتيجة الميل الكبير لقاع المجرى فيهما وطول مدة الموجة (الجدول 8).

ومن الجدولين (8،5) والشكل (12) وحسابات الجرف يظهر الحل حسب المقترح الرابع جدير بالإهتمام وتقل فيه كميات الجرف بشكل كبير ولا تحتاج إلى حجم أعمال إنشائية ضخمة سوى تحت الجسور حيث سنضطر إلى إكساء هذه المنطقة بحجارة متوسطة الحجم (0.3-0.4 m) بينما أظهرت الحلول في المقترح الخامس نجاعة وضع هدار مغمور عند الـــ 0.370 km بهدار ذا عرض 10 m أو بعرض 2 m وإكساء منطقة الجسور بحجارة أو بيتون مغموس ومن الأفضل استخدام الإكساء الحجري كونه أرخص ثمناً ويتحمل الجرف حيث قيمة الجرف عند استخدامه ليست كبيرة (انظر الفقرة 5) كما ويمكن استخدام حجارة متوسطة الحجم ضمن شباك معدنية على شكل صناديق لإنشاء الهدار في الموقع 0.370 km كما يتضح من المقطع الطولي. ومن ثم تكسية المنطقة أسفل الهدار لعرض 25-50 m بحجارة أكبر من 100 سم لاستخدامها كمخمدات للطاقة على قاع المجرى وجوانبه وهذا الحل هو أرخص الحلول. ويمكن أخذ مسار منسوب الماء الناتج من الحساب بالبرنامج Mik_{EII} لكل موجة ولكل اقتراح وتصميم المقاطع على أساسه بالمقطع المركب المختار وأخذ ارتفاع احتياطي ملائم.

ويمكن أن نستنتج من هذا البحث أن استخدام الطرق الرقمية لمحاكاة الجريان غير المستقر المسيطر في هذا المجرى كالطرق المميزة والفروقات مبرمجة كالبرنامج MIKEll ضروري جداً لوضع الحلول الصحيحة والدقيقة والمتعددة لمثل هذه الحالات. حيث تمكنّا بجهد معتدل وضع حلول كثيرة لتنظيم وتصحيح المجرى في هذا الجزء من

نهر الكبير الشمالي. وكان جلياً وواضحاً أنه لا يمكن الاعتماد فقط على علاقة ماننغ والعلاقات الأخرى للجريان المستقر لتصميم مقاطع المجرى في مثل هذه الحالات حيث أن هذه العلاقات قاصرة عن الإحاطة لوحدها بفواقد الطاقة الكبيرة الناجمة عن تغير الميول والمقاطع ووجود قواعد الجسور من المجرى حيث أنها وضعت في أغلبها في حالة الجريان المستقر غير المسيطرة على الجريان في مرحلة الفيضان ويمكن ملاحظة الفروق بين الحسابات حسب علاقة ماننغ وحسب MIKEll من جميع الأشكال المعروضة في هذا البحث المبينة لمسار منسوب الماء عند مرور قمة الفيضان ومن الجداول الموضحة لمتحولات الاقتراحات كما ونوصي باستخدام مثل هذه البرامج والطرق في حسابات المجاري المائية وخصوصاً تنظيم مجرى نهر الكبير الشمالي حتى المصب في البحر لدقتها وسهولة استخدامها لتفادي الأخطاء والخسائر والكوارث الممكن حدوثها في حالة الفيضان المئوي والألفي كما بينا في /11/.

References المراجع

1- Bogardi,J.: Bestimmung der Grenzzustaende bei der Geschiebebewegung , Wasserwirtschaft 58(1968),S.205-212.

2- Bogardi,J.: Zeitgemaesse Konzentrationen fuer die Untersuchung der Feststofffuerung der Gewaesser, Oestereiche Wasserwirtschaft, Jahrgang 18, Heft 7/8, S. 160-172.

3- Bollrich,G.;Preissler,G.: Technische Hydromechanik,Bd.1,Verlag fuer Bauwesen Berlin MMuenchen, 3 Auflage 1992,S.456.

4- Bollrich,G.und Autorenkollektiv: Technische Hydromechanik, Bd.2,VEB Verlag fuer Bauwesen Berlin, 1989 , S. 680.

5- Dittrich,A.; Hammann de Salazar,k.; Hartmann,G;Soyeaux,R.: Widerstandsverhalten geral liniger gegliederter Gerinne, Wasserwirtschaft 86(1996)10, S. 502-506.

6- Mertens,W.: Zur Frage hydraulischer Berechnungen naturnaher Fliessgewaesser W Wasserwirtschaft 79(1989)4, S.170-179

7- Mertens,W.: Sedimentlogische Aspekte beim naturnahen Gewaesserausbau. Wasserwirts schaft 80(1990)4.

8- Reinauer,R.Ondulierende Wasserspruenge-Abflusstypen und Bemessung, Wasserwirtschaft 86(1996)10, S. 522-526.

9- Stiehler,R.:Erosionsbeginn von Steinschuettungen als Schutzschicht in Wasserlaeufen. WWT
86(1969)3, S. 98-100

10- Zanke, U.: Grundlagen der Sedimentbewegung, Springerverlag, 1982, S. 402.

11- حسن،عزالدين : نموذج رياضي للجريان الفيضاني في نهر الكبير الشمالي بين سد 16تشرين وجسر خان عطاالله بحث مقبول للنشر في مجلة جامعة تشرين – سلسلة العلوم الهندسية، 1998 .

12- المذكرة الحسابية لسد 16 تشرين (أرشيف مديرية الري العامة لحوض الساحل)