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

نموذج رياضي للجريان الفيضاني في نهر الكبير الشمالي بين سد 16 تشرين وجسر خان عطاالله

الدكتور عزالدين حسن

(قبل للنشر في 1998/5/27)

❐ ملخص ❐

لاتقاء الأخطار الناجمة عن فيضانات الأنهار الكثيرة الحدوث يجب القيام بجهود كبيرة لدراسة سلوك الجريان أثناء الفيضان ضمن المجاري الطبيعية اعتمادا على طرق متطورة بمساعدة الحاسوب بغية الوصول إلى وضع تصور دقيق عن موجات الفيضان المحتملة وظروف مرورها ضمن المجاري المائية ومعرفة حدود الغمر وكميات الجرف المتوقعة ضمن هذه المجاري وبالتالي وضع قاعدة صحيحة لتصحيح هذه المجاري واختيار الحلول الهندسية الناجعة للمحافظة على الممتلكات المنتشرة حولها.

يندرج بحثنا هذا تحت هذا الإطار حيث يقوم على نمذجة متقدمة مبرمجة خاصة بالمجاري المائية ويتوصل إلى نتائج دقيقة لوضع تصور عن حدود الغمر المتوقع حدوثها في المنطقة الواقعة بين سد 16 تشرين وجسر خان عطاالله من مجرى الكبير الشمالي شمال شرق اللاذقية لدى مرور موجة فيضان مئوية قدرها 1500 م^3/ثا وأخرى ألفية مقدارها 2700 م^3/ثا . بينت هذه الدراسة أن معظم المنشات المتوضعة هناك سيلحقها الضرر مثل مضخات مياه الصفصاف التي ستغمر بالكامل بالموجة الألفية وكذلك معظم الأراضي الزراعية وستحدث جروفات من مرتبة كبيرة لقاع وجوانب المجرى وخصوصا في منطقة جسور طريق عام حلب اللاذقية حيث ستتعرض قواعدها لنحر كبير كما أنه ستقترب المياه من قناة الري الرئيسية حيث ستلحقها الأضرار كونها واقعة بالردم.

توفر هذه الدراسة إذاً قاعدة متينة لوضع الحلول الهندسية لتصحيح المجرى في هذه المنطقة لمنع الأخطار السابقة وخصوصا بعد التغيرات الكبيرة التي حدثت ضمن المجرى الطبيعي بعد قيام السد. كما تؤكد هذه الدراسة على ضرورة تصحيح المجرى حتى مصبه في البحر المتوسط حيث ستكون الفائدة كبيرة ومتعددة الجوانب لكثرة المنشات الصناعية والزراعية والخدمية المنتشرة حول مجراه.

أستاذ مساعد بقسم الهندسة المائية – كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين–اللاذقية سوريا.

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

Mathematical Model of Flood Flow in Alkabir shimali River between 16 N0vember Dam and kahn Attalah Bridge

Dr. Eng. Izzeddin Hassan

(Accepted 27/5/1998)

❐ ABSTRACT ❐

To avoid the dangers resulting from the repeated floods, great efforts should be made to study the way the flood took place in the natural courses. Relying on advanced methods with the assistance of the computer to reach an appropriate view about the possible flood waves and the conditions of its passage in the courses and the knowledge of the limits of the overflow and the amounts of the possible erosion in the course. As a result, correct basis for the correction of these courses and choose the useful technical solutions to maintain the properties spread in that field and there about.

Our study is comprised in this field. It gives appropriate results and an important try to lay down a view about the limits of the possible overflows in the area between 16 November Dam and kahn At Alla Bridge in the course of Al kabir Al Shimali North-East Lattakia when hundred Flood wave about 1500 m^3 /s and another millennial flood wave about 2700 m^3/s take place. This study showed that the majority of the constructions lying there will be damaged as Al safsaf water pumps, which will be completely overflowed by the the millennial flood wave, and the majority of the agricultural lands. Deep erosion will take place in the bottom and the slopes of the course, especially in the area of the bridges of Allepo- Lattakia road. Their abutments will suffer from a deep erosion and the water will approach the main irrigation canal which will be also be damaged being comprised of backfiring.

This study, then, gives us a sound basis for working out technical solutions to correct the course in this area to avoid the previous dangers especially after the great changes which took place in the natural river bed after the dam construction. This study also confirms the necessity to correct the course of the river till its mouth in the Mediterranean sea. The profit will be numerous and of great agricultural constructions are lying about values as the industrial and

Associate Professor at water Department- civil Engineering Faculty- Tishreen University-, Lattakia, Syria.

مقدمة

تشكل فيضانات الأنهار هاجساً وخوفاً كبيراً للإنسان منذ أقدم العصور ذلك أن هذه الفيضانات تهدد متملكاته وتدمر مدنه الواقعة حول هذه الأنهار لقد حاول الإنسان قديماً السيطرة عليها ببناء السدود والترع والحواجز. لكن لم يكن بمقدوره الإحاطة بجميع مقومات الفيضان الصحيحة من الدراسات الهيدرولوجية اللازمة ودراسة حركة الجريان والعوامل الأخرى المؤثرة عليها، لذلك ظلت محاولاته قاصرة وظل الفيضان يهدد ما يبنيه حول الأنهار حتى استطاع في الآونة الأخيرة ومع تطور العلوم التكهن بالفيضان الأعظمي للأنهار ودراسة حركته ضمن المجاري النهرية بشكل عام وظهرت وسائل حديثة لحساب هذا الجريان بدقة كافية. كما لوحظ في العقد الأخير من هذا القرن ازدياد خطر الفيضان في أنهار عديدة في العالم كفيضان نهر الـ(Oder) الذي تقع عليه مدينة فرانكفورت شرقي ألمانيا الفاصل بين ألمانيا وبولونيا في صيف عام 1997 م الذي ألحق أضراراً فادحة ببولونيا وأقل منها في ألمانيا لكون الألمان قد اتخذوا احتياطات سابقة منذ القرن الماضي لاتقاء شر فيضان هذا النهر وأثبتت نجاعتها .

لذلك يتوجب علينا في سورية دراسة أنهارنا بدقة ووضع تصورات قريبة من الواقع عن سلوك هذه الأنهار وخاصة أنهار المنطقة الساحلية التي يمكن أن تستقبل بحسب الموجات المطرية المتوقعة تدفقات عالية تتجاوز التوقعات كما حدث في 1976/5/21م في نهر الكبير الشمالي حيث قدر تدفقه آنذاك بـ 2400م^3/ثا وهذا تدفق كبير جداً لا يستوعبه المجرى النهري في كثير من مواقعه. لذلك يجب أن يدرس مجرى هذا النهر بدقة حتى المصب حرصاً على سلامة الممتلكات العامة والخاصة الحيوية والكثيرة على جانبي المجرى. هذه الدراسة تتيح لنا معرفة منسوب الماء والتدفق في كل موقع من هذا النهر أثناء حصول فيضان لا يستطيع السد استيعابه. وتمكننا بالتالي من رسم ومعرفة حدود الغمر على جوانب المجرى. كخطوة أولى اختير الجزء الأول منه الواقع بين سد 16 تشرين وجسر خان عطا لله (أنظر الشكل (1)) لدراسته بدقة ومعرفة سلوك موجة الفيضان فيه وتقدير الأضرار التي يمكن أن تنجم للمنشآت المتواجدة هناك كجسري طريق حلب اللاذقية ومجموعات ضخ مياه الصفصاف والأراضي الزراعية وكذلك منشآت السد الخاصة كحوضي التهدئة وقناة الري. ومن ثم وضع تصور للحلول الهندسية لتنظيم المجرى في هذه المنطقة لتفادي هذه الأضرار باختيار المسار للمجرى ومقطع تنظيم خشونة توفر أماناً لجوانب المجرى وقاعه وسائراً يحمي المنشآت من الغمر مستفيدين من المواد المتوفرة في المكان.

1- دراسة واقع المجرى الحالي

بعد تشييد سد 16 تشرين (أنظر الشكل (1)) حدثت تغيرات كبيرة على المجرى الطبيعي في هذه المنطقة تمثلت في ترحيل جزء كبير من التربة الطبيعية المكونة للمجرى وجرف وترسيب ورمي أكوام كبيرة من المواد الناجمة عن إقامة السد في بعض أجزاء المجرى (المنطقة العليا اليمينية من المجرى الشكل (1)) أضف إلى ذلك اعتداءات المزارعين على حرم النهر الأصلي هذه الإجراءات أدت إلى تغيير كبير في مكونات قاع المجرى وتغيير مساره في هذه المنطقة. قبل الخوض بدراسة الجريان في المجرى خلال موجات الفيضان المتوقعة، تمت دراسة هذه المنطقة طبوغرافياً ووضع مخطط جديد يتضمن جميع هذه التغيرات التي حدثت حيث قامت مديرية الري العامة لحوض الساحل مشكورةً بإرسال فريق طبوغرافي أنجز مخططاً حديثاً لهذه المنطقة في نهاية عام 1996 م (أنظر الشكل (1)) . وقمنا بمساعدتهم بإنجاز المقاطع العرضية اللازمة (38 مقطعاً) ومقطعاً طولياً واحداً.

كما تم الاطلاع على الدراسة **الجيولوجية** للمنطقة المنفذة من قبل الخبراء الذين قاموا بدراسة السد وأنجزوا سبوراً متعددة في المنطقة استطعنا من خلالها إنجاز ثلاثة مقاطع جيولوجية توضح بشكل دقيق جيولوجية وادي النهر حتى الطبقة القاعدية. تلعب البنية الجيولوجية للطبقات العميقة من الوادي دوراً ثانوياً جداً في حساب الجريان في مجرى النهر وما يهمنا هو دراسة لبنية الطبقة السطحية المكونة للقاع لمعرفة خشونة قاع وجوانب المجرى لمعرفة قيمة معامل مانينغ للجريان ($1/n = M$)

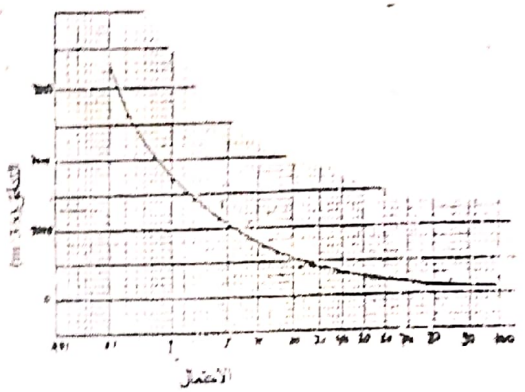
شكل(1) مخطط موقع مجرى الكبير الشمالي بين سد 16 تشرين وجسر خان عطاالله

الشكل (2): الحوض الساكب لنهر الكبير الشمالي وتوزع مراكز القياس المناخية والتدفق عليه حسب المذكرة الحسابية لسد 16 تشرين

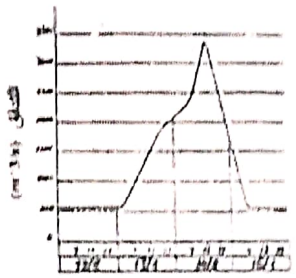
وتتوفر دراسات **هيدرولوجية** متعددة لوادي الكبير الشمالي أعدت أثناء دراسة سد 16 تشرين من قبل الخبراء الـروس وبعض الأخصائيين السوريين تشمل وضع مخطط للحوض الساكب له يشتمل على مراكز مناخية لقياس الهطـول ودرجـات الحرارة والرطوبة وغيرها من المتحولات (الشكل (2)) ولقد استخدمت القياسات المطرية هذه لاستنتاج التدفقات المارة في النهر في موقع السد من قبل الأخصائيين الروس الذين درسوا السد وأشرفوا على تنفيذه واستنبطوا التدفقات العظمى المارة عبر العواصف المطرية العظمى المتوقعة ولا توجد سوى بعض المراقبات الفردية القليلة للتدفق المار بالمجرى في هذه المنطقة ولا تكفي هذه المراقبات القليلة للتكهن بقيمة التدفقات العظمى المحتمل مرورها في المجرى حيث يجب أن يتوفر لـدينا مراقبـات دقيقة للمتحولات الهيدرولوجية لثلث مدة التكهن بمعنى آخر للتكهن بقيمة التدفق المحتمل مروره بـــ (100 عـام) يلزمنـا

مراقبات دقيقة لمدة (33 عام) على الأقل وهذا ما نفتقده في نهر الكبير الشمالي والأنهار الساحلية الأخرى. واعتماداً على الدراسات الهيدرولوجية تم وضع مخطط للتدفقات المحتمل مرورها في مجرى الكبير الشمالي عند جسر خان عطا الله (أنظر الشكل (1) أسفل منطقة الدراسة) الشكل (3).

كما تم وضع تصور لمرور أمواج فيضان ألفية ومئوية وعشرية. استناداً لهذه الأمواج تم وضع مسار لموجة فيضان ألفية مستنبطة تبعاً للفيضان المسجل خلال الفترة 12-15 /1976/3م كما يوضح الشكل (4)

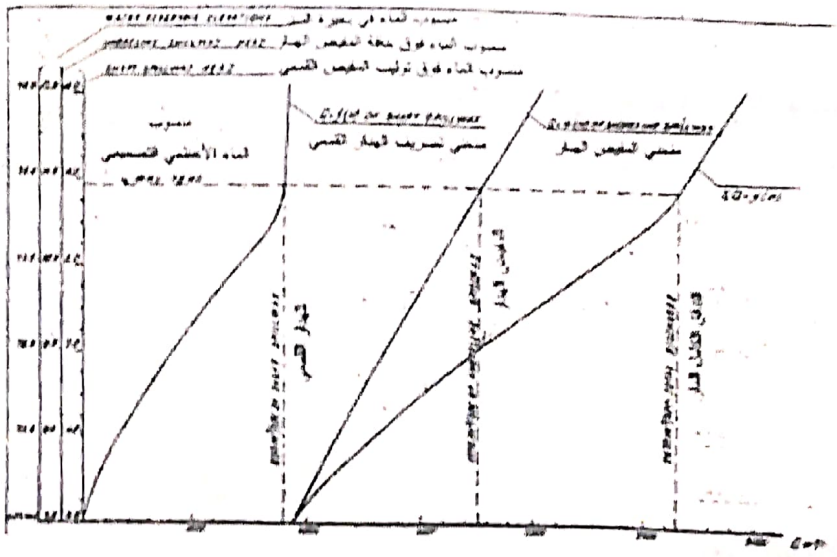


الشكل (3): التدفقات المحتملة لنهر الكبير الشمالي عند جسر خان عطا الله حسب المذكرة الحسابية لسد 16 تشرين.



الشكل (4): موجة الفيضان الألفية المستنبطة تبعاً للفيضان المسجل خلال الفترة بين 12-15.3.1976 عند جسر خان عطاالله حسب المذكرة الحسابية لسد 16 تشرين.

وقد استخدمت هذه المعطيات لتصميم سد 16 تشرين وصممت مفيضاته اعتماداً على التدفق الألفي على اعتباره 2700 م^3/ثا بعد امتصاص قمة هذه الموجة بفعل البحيرة وقدرتها التخزينية ولذلك صمم المفيض القمعي الذي تقع حافته على المنسوب 74.5 متر فوق سطح البحر ليمرر تدفقاً مقداره 900 م^3/ثا عند المنسوب 78.40 متر فوق سطح البحر حسب المنحني المبين بالشكل (5).



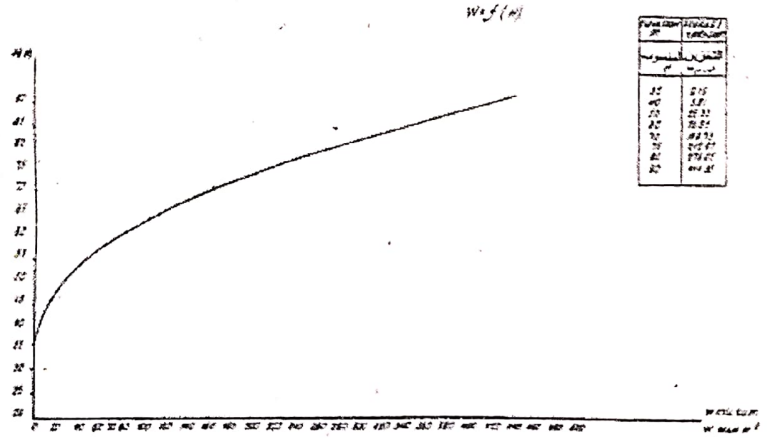
الشكل (5): منحني تصريف المفيض القمعي والمفيض الهدار لسد 16 تشرين حسب المذكرة الحسابية لسد 16 تشرين.

بينما صمم المفيض الهدار بثلاث بوابات تقع قاعدتها على المنسوب 67 متر فوق سطح البحر وتستطيع كلاً منها إمرار 600 م^3/ثا تقريباً عند المنسوب 78,40 حسب منحني التصريف المبين بالشكل (5) وهذه التدفقات المحتملة يجب أن تمر في المجرى أسفل السد دون إلحاق الضرر بالسد ومجرى النهر ودون غمر المنشآت المتوضعة على المجرى.

بعد الاطلاع على واقع المجرى من كل النواحي يمكننا الانطلاق إلى وضع تصور لظروف الجريان في مجرى النهر عند موجات الفيضان الأعظمية ومعرفة حدود الغمر لجوانب المجرى واحتمالات الجرف الممكن حدوثها للجوانب والقاع ومدى تأثيرها على المنشآت المتواجدة في المنطقة متبعين التسلسل التالي.

2- تحديد التدفق الأعظمي المحتمل مروره في المجرى

باعتبار أن سد 16 تشرين قائم يمكن أن تلعب بحيرته دورا هاما في التحكم بمقدار التدفق الذي يمكن السماح بمروره من مفيضات السد. وبالرجوع إلى المراجع العلمية المختصة لدراسة الجريان في المجاري المائية وتصحيح مساراتها تبعاً لهذه الدراسة يكفي أخذ التدفق المئوي المحتمل مروره بالأنهار المقام عليها سدود تخزينية كبيرة لتصحيح الجزء الواقع أسفل السد وهذا التدفق يعادل في نهر الكبير الشمالي (1800 م^3/ ثا) تبعاً للشكل (3) ولكن بالرجوع إلى الشكل (5) وإلى منحني تخزين بحيرة السد (الشكل 6).



الشكل (6): حجم تخزين بحيرة سد 16 تشرين بالعلاقة مع منسوب الماء فيها حسب المذكرة الحسابية لسد 16 تشرين.

يمكننا تخفيض هذا التدفق إلى (1500 م^3/ ثا) وحساب الجريان في المجرى اعتماداً على هذا التدفق وبالرجوع إلى المنحنيين السابقين **تمكنا** من إعداد الجدول رقم (1) الذي يبين إمكانية التحكم بالتدفق المار بالنهر أسفل السد بالاستفادة من حجم تخزين بحيرة السد بحيث نستطيع تخزين جزء من مياه موجة الفيضان القادمة حسب منسوب الماء في البحيرة ومقدار موجة الفيضان القادمة يمكننا فتح البوابات بتسلسل معين وبالتالي التحكم بالتدفق المار بالنهر بحيث يكون مناسباً للمجرى. فبالإمكان وضع برنامج للتحكم بمياه الفيضان الجدول (1) .

يعادل تدفق مقداره m^3/sec خلال مدة معينة ومقدار التدفق القادم إلى السد						مقدار استيعاب السد (مليون متر مكعب)	حجم الماء المخزن بفعل موجة الفيضان	حجم التخزين في بحيرة السد (مليون متر مكعب)	التدفق المار في النهر أسفل السد (m^3/sec)	التدفق المار خلال البوابات (m^3/sec)	عدد البوابات المفتوحة	ارتفاع الماء فوق قاع البوابات (m)	التدفق المار فوق القمع (m^3/sec)	ارتفاع الماء فوق توليب القمع (m)	منسوب الماء في البحيرة فوق سطح البحر (m)
تدفق إجمالي قادم إلى السد m^3/sec	يعادل تدفق لمدة (16ساعة) m^3/sec	تدفق إجمالي قادم إلى السد m^3/sec	يعادل تدفق لمدة (10ساعة) m^3/sec	تدفق إجمالي قادم إلى السد m^3/sec	يعادل تدفق لمدة (6ساعة) m^3/sec										
873.26	873.26	1397.22	1397.22	2328.70	2328.70	50.30	0	207.61	0	0	0	7.5	0.0	0.0	74.5
826.25	551.25	1175	882	1745	1470	31.752	18.55	226.16	275	0	0	9	275	1.5	76
1816.56	321.6	2009.5	514.5	2352.5	857.5	18.522	31.78	239.39	1495	970	2	10	525	2.5	77
1939.72	206.718	2063.75	330.75	2284.25	551.25	11.907	38.39	246.00	1733	1033	2	10.5	700	3	77.5
2591.87	91.87	2647	147	2745	245	5.292	45.01	252.62	2500	1650	3	11	850	3.5	78
الاستفادة من ارتفاع أمان السد						0	50.30	257.91	2670	1770	3	11.40	900	3.9	78.40
الاستفادة من ارتفاع أمان السد						0	71.47	279.08	2670	1770	3	12	900	41.5	80

الجدول رقم (1) : جدول تنظيم التدفق في نهر الكبير الشمالي أسفل سد 16 تشرين بالعلاقة مع موجات الفيضان القادمة.

وبافتراض أسوأ الحالات وهي إمرار (2670 م^3 / ثا) يمكن حساب الجريان في المجرى ومعرفة ظروف الجريان عنده لكن هذا الاحتمال يبقى ضعيفاً جداً ومع ذلك قمنا بحسابه إلى جانب التدفق (1500 م^3 / ثا) ومن الواضح أنه يمكن الاستفادة من تخزين البحيرة بشكل كبير لتخفيض التدفق المار في المجرى أسفل السد فعلى سبيل المثال عند المنسوب (77) يمرر السد تدفقاً مقداره (1495 م^3 / ثا) ويمكن أن تستوعب البحيرة تدفقاً قادماً للسد مقداره (857.5 م^3 / ثا) فوق ذلك التدفق لمدة (6) ساعات أي تدفقاً إجمالياً مقداره (2352.5 م^3 / ثا) لمدة (6) ساعات دون زيادة التدفق المار في المجرى أسفل السد أو تدفقاً قادماً مقداره (514.5 م^3 / ثا) فوق التدفق (1495 م^3 / ثا) أي بتدفق إجمالي قادم مقداره 2009.5 م^3/ ثا لمدة عشر ساعات وهكذا لذا يمكننا أخذ التدفق (1500 م^3 / ثا) ونحسب عليه المجرى بكل أمان وعند مرور موجة أكبر يمكننا تخزينها في السد لفترة زمنية معينة حسب قيمتها.

3- تحديد خشونة المجرى ومعامل مانينغ

تم تحديد خشونة المجرى اعتماداً على التحليل الحبي للعينات التي أخذت من مواقع مختلفة من المجرى تمثل خشونة النهر الحقيقية بشكل جيد. أخذت هذه العينات من النقطة (PKT2, Km 0.128) الواقعة بالقرب من نهاية حوض التهدئة ومن النقطة (PKT9, Km 1.327) القريبة من محطة ضخ مياه الصفصاف ومن النقطة (PKT88, Km 2.097) المجاورة للطرف العلوي للجسر العلوي ومن كل موقع تم أخذ عينة من يسار المجرى وأخرى من يمينه وأخذت هذه العينات بعناية فائقة من قبل المؤلف من عمق مقبول وبوزن يحقق الشروط وتم تحليل هذه العينات الست في مخبر مديرية الري العامة لحوض الساحل. ومثلت نتائج التحليل في منحنيات (الشكل 7). واعتماداً على هذه المنحنيات تم تحديد معامل الخشونة لمانيننغ حسب علاقة Mueller .

$$M = \frac{1}{n} = \frac{26}{(d90)^{\frac{1}{6}}} \qquad (m^{\frac{1}{3}}/sec) \qquad (1)$$

حيث :

d90 هو القطر الذي يمرر 90% من حبات العينة.

أعطت العلاقة (1) القيم التالية لمعامل مانيننغ :

في الموقع الأول	**PKT2**	$M=38\ m^{1/3}/sec$	$\rightarrow$ d90 = 100 mm
في الموقع الثاني	PKT9	$M=38\ m^{1/3}/sec$	$\rightarrow$ d90 = 100 mm
في الموقع الثالث	PKT88	$M=39\ m^{1/3}/sec$	$\rightarrow$ d90 = 85 mm

وتعتبر هذه القيم مقبولة كونها في مجال خشونة الأنهار الطبيعية وتجدر الملاحظة أنه تم الحصول على قيم قريبة جداً من علاقة شتركلر التالية :

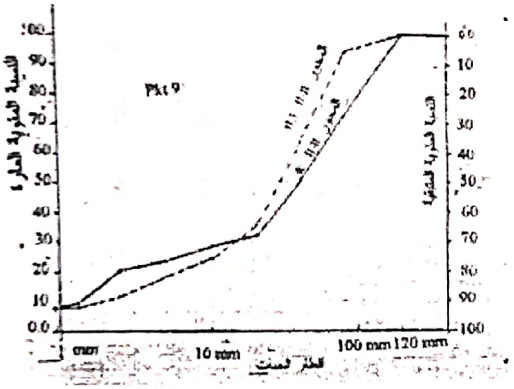
$$M = \frac{21.1}{(dm)^{\frac{1}{6}}} \qquad (m^{\frac{1}{3}}/sec) \qquad (2)$$

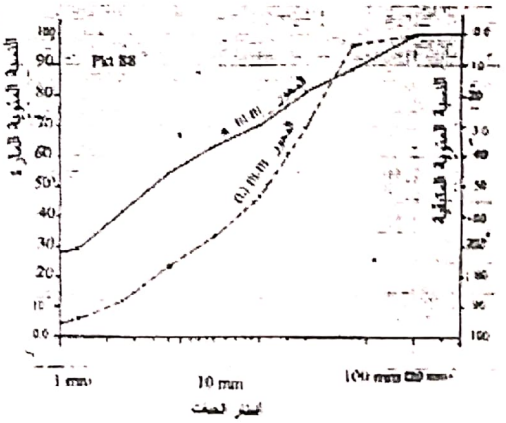
حيث :

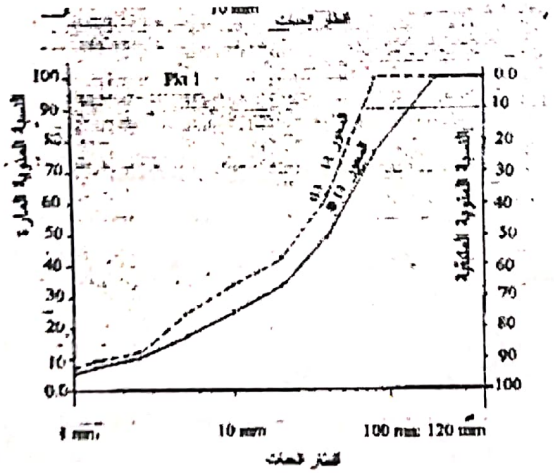
dm هو القطر الوسطي الفعال للعينة وأخذنا(dm = d50) بشكل تقريبي عندها حصلنا على القيم التالية:

في الموقع الأول	**PKT2**	M=37.447=38 $m^{1/3}$/sec	dm = 32 mm →
في الموقع الثاني	PKT9	M=37.25=38 $m^{1/3}$/sec	dm = 33 mm →
في الموقع الثالث	PKT88	M=42.97=43 $m^{1/3}$/sec	dm = 14 mm →

تمثل قيمة معامل مانينغ في الموقع الثالث انحرافاً كبيراً لكوننا أخذنا القيمة dm = d50 ولو أخـذنا قيمة dm = d60 لحصلنا على قيمة أقل M= 40 $m^{1/3}$/sec → d60= 20 mm حيـث أن اختيـار dm يجب أن يتم بعناية بحيث يمثل نسب أقطار الحبات بدقة ولذلك نكتفي بأخذ القيمة حسـب Mueller لكونهـا الأدق.







الشكل (7): منحنيات التحليل الحبي للعينات المأخوذة من مجرى الكبير الشمالي بمنطقة الدراسة في أيار 1997

4- النموذج الرياضي :

بعد إحضار جميع المعلومات الطبوغرافية والمقاطع الهندسية العرضية ومعرفة معامل مانينغ للجريان يمكن البدء بحساب الجريان في المجرى الطبيعي باستخدام الطرق المعروفة لحساب الجريان غير المستقر في

المجاري المائية كالطرق المميزة أو الطرق التفاضلية التي تعتمد على معادلتي SIANT-VENANT المشهورة معادلة الاستمرار:

$$\frac{\partial Q}{\partial x}+\frac{\partial A}{\partial t}=0 \qquad (3)$$

ومعادلة الحركة :

$$\frac{\partial V}{\partial t}+V\cdot\frac{\partial V}{\partial x}+g\cdot\frac{\partial h}{\partial x}=-g\cdot\frac{V\cdot|V|}{M^2R^{4/3}} \qquad (4)$$

A : مساحة الجريان (m^2)

Q : التدفق المار (m^3/s)

M : معامل مانينغ للجريان ($m^{1/3}/s$)

R : نصف القطر الهيدروليكي R = A/u (m)

u : المحيط المبلول (m)

h : عمق الجريان (m)

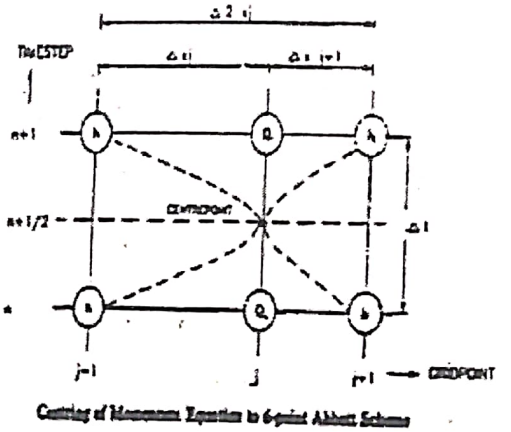
x : المسافة مع جهة الجريان (m)

t : الزمن (sec)

g : تسارع الجاذبية الأرضية (m/s^2)

V =Q/A : سرعة الجريان (m/s)

ولحل هاتين المعادلتين تم الاستعانة بالبرنامج MIKE11 المطور من معهد الهيدروليك الدانمكري والذي وضع تحت تصرف المؤلف في معهد الهيدروليك والمنشآت المائية بجامعة دريسدن التقنية بألمانيا أثناء وجوده بمهمة علمية في الربع الأخير من عام 1997. يعتمد هذا البرنامج الطريقة التفاضلية المحدودة المتضمنة (implicit) والتي ترتكز على مخطط Abott الموضح بالشكل (8).



الشكل (8): توضيح لمخطط Abott حسب دليل استخدام البرنامج MIKE11.

وهذه الطريقة مثل بقية الطرق تفترض الشروط التالية لتطبيق المعادلات (3) و (4)

– ميل القاع وميل منسوب الماء صغيرين ومتساويين.

– طول الأمواج المتولدة أكبر بكثير من عمق الجريان والجريان متخامد وهذا يعني أن منحنيات المجرى المائي بسيطة.

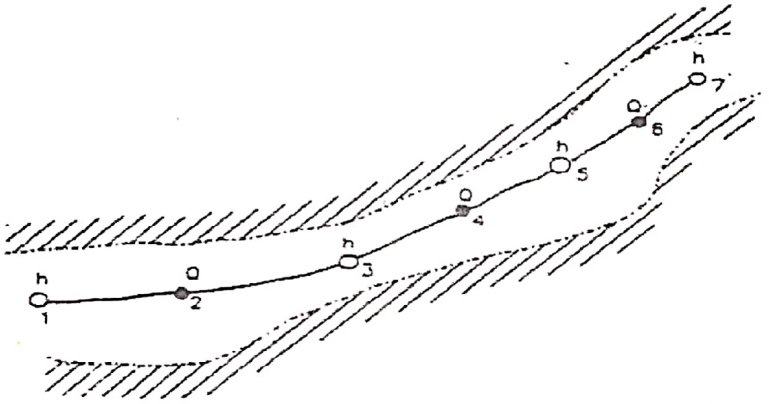
– توزيع هيدروستاتيكي للضغط.

– السر عات والتسارعات في الجهة الشاقولية يمكن تجاهلها (جريان وحيد الاتجاه باتجاه x).

– يؤخذ معامل الاحتكاك كما في معادلة الجريان المستقر لمانينغ.

– قاع المجرى ثابت مع الزمن وكثافة الماء ثابتة.

نلاحظ من الشكل (8) أن شبكة الحساب تتكون من نقاط (Q) و(h) تبادلية هذا يعني أننا نستطيع حساب هذه المتحولات أيضاً لزمن ($t + \Delta t$) أي لخطوة ($n + 1$) من تلك المتحولات(Q و h) للزمن t ويمكن تمثيلها في المجرى المائي بالشكل(9).



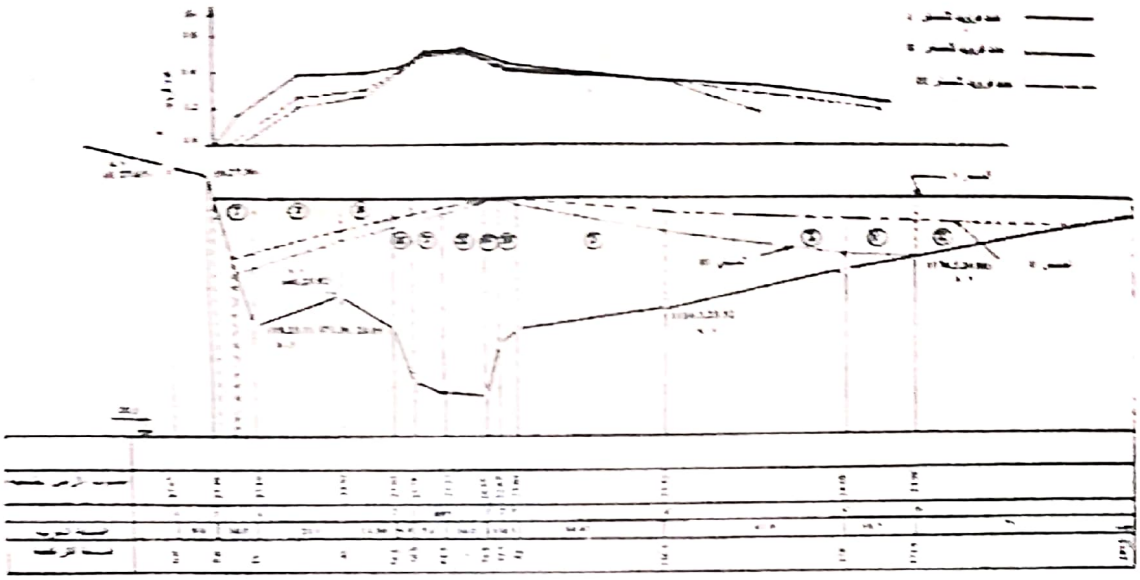
الشكل (9): شبكة الحساب مع النقاط التبادلية لـ (Q) و(h) في مجرى مائي حسب دليل استخدام البرنامج MIKE11.

ويتطلب البرنامج MIKE11 المعلومات التالية للبدء بالحساب:

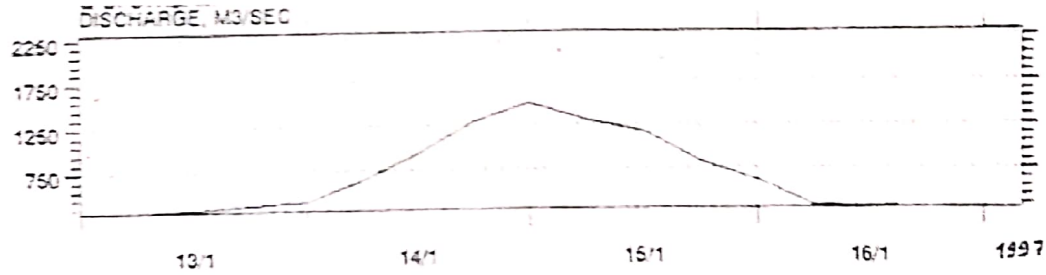
- المعلومات الكافية عن المقاطع العرضية للمجرى المائي بإحداثيات (X ,Y) حيث (X) بعد نقطة المقطع عن مبدأ الإحداثيات للمقطع (انظر الشكل 10) وy ارتفاع النقطة عن المنسوب المختار وهكذا لكل نقاط المقطع العرضي وكذلك لجميع المقاطع العرضية وفي مثالنا هنا (38) مقطعاً، وتخزن في ملف تحت اسم معين.
- المعلومات الكافية عن معامل الخشونة للمقاطع (M) وتخزن تحت اسم معين.
- المعلومات الكافية عن الموقع الطبوغرافي للمقاطع ومن ثم ربط هذه المقاطع مع بعضها البعض وإعطاء خطوة المسافة dx وتخزن أيضاً بملف معين.

وكما هو الحال في جميع طرق حساب الجريان غير المستقر. يجب أن تعطى **الشروط الطرفية** في بداية المجرى المختار وكذلك في نهايته. ففي بداية المنطقة عند الـ Km0,0 تم اعتبار موجة فيضان مشابهة للموجودة في الشكل (4) ولكن باختصار التدفق إلى القيمة الأعظمية $1500m^3/S$ والشكل (11) يوضح

هذا الشرط الطرفي وهذا الشرط هو من النوع التدفق المار بدلالة زمن مرور الموجة Q=f(t). كما يوضح الشكل (12) الشرط الطرفي اليساري لموجة فيضان 2700 m^3/S وهو من نفس النوع.



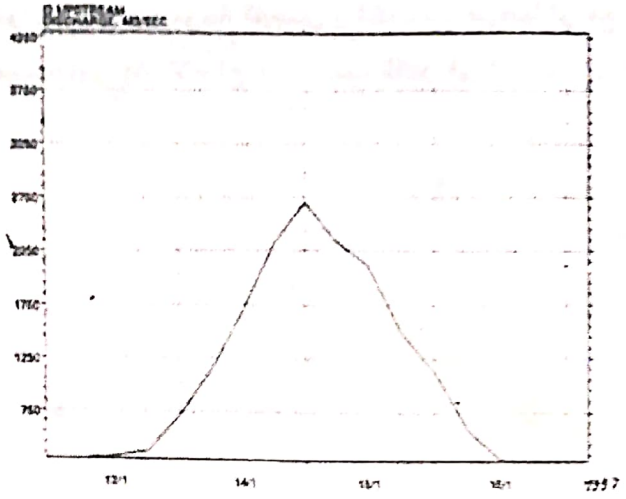
الشكل(10): المقطع العرضي عند الموقع km2.039 وحساب عند فروند حسب مسارات مختلفة لمنسوب الماء.



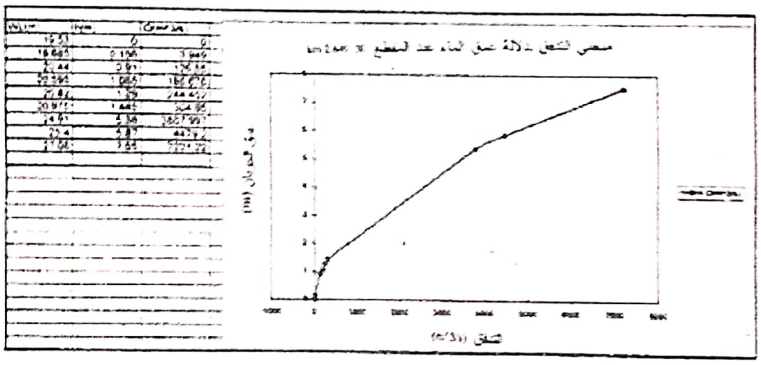
الشكل(11): موجة الفيضان المستقاة والمطبقة كشرط طرفي علوي (يساري) لموجة 1500 m^3/S

أما الشرط الطرفي اليميني عند الـ Km 2.649 أي عند المقطع رقم (38) . فهو عبارة عن علاقة التدفق المار مع عمق الجريان h في المقطع Q=f(h) حيث المقطع معلوم ويتم حساب التدفق بموجب هذا العمق h ومن ثم تدخل هذه القيم كشرط طرفي (الشكل 13).

بعد إدخال هذه المعلومات كافة يقوم البرنامج بحساب الجريان في المجرى ويسجلها تحت اسم يختاره المستثمر بعد ذلك يستطيع المرء الحصول على منسوب الماء في كامل المجرى عند أية لحظة يريدها وكذلك التدفق المار ومنسوب الماء في أي مقطع بدلالة الزمن. كما ويمكن الحصول على أصغر وأكبر منسوب للماء وللتدفق المار في أي مقطع.



الشكل (12): موجة الفيضان المستقاة والمطبقة كشرط طرفي يساري لموجة فيضان $2700m^3/S$



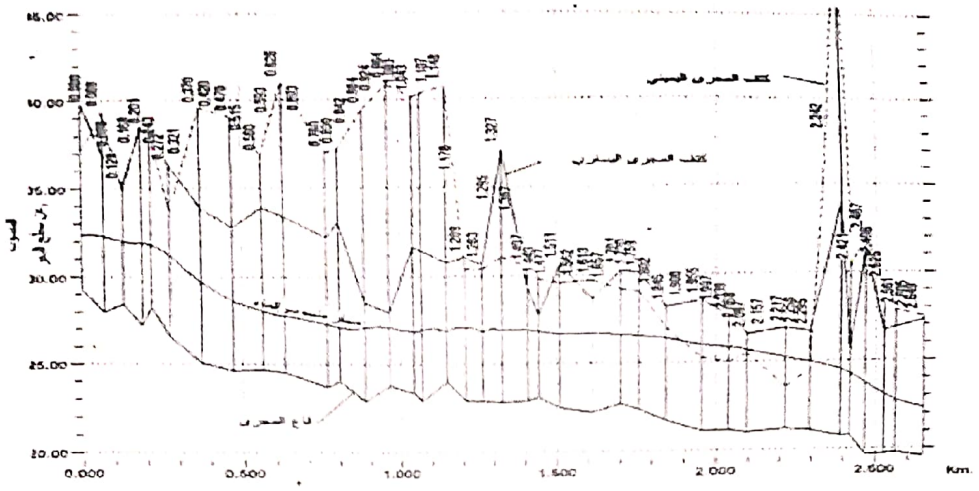
(الشكل 13) : الشرط الطرفي اليميني عند المقطع (38) Q=f(h).

5- حساب الجريان لموجة فيضان من مرتبة ($1500\ m^3/sec$)

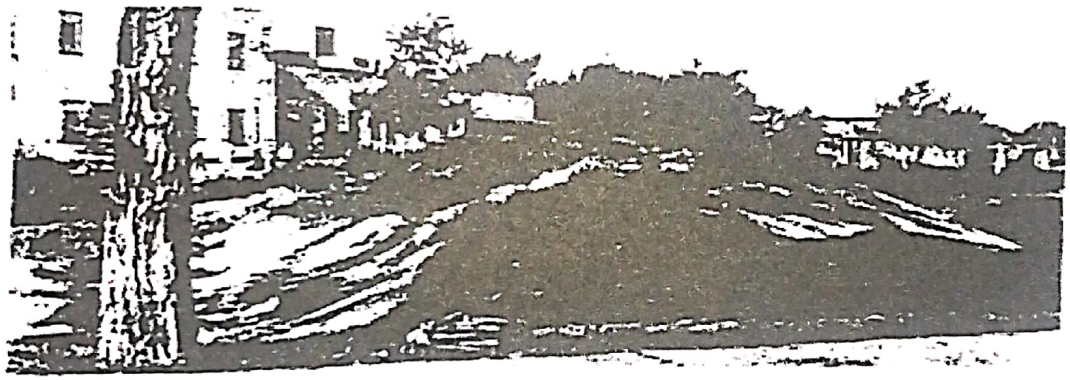
يعطي (الشكل 14) مقطعاً طولياً في المجرى الطبيعي حسب أعمق نقاط مقاطعه الـ (38) ومسار كتفي النهر الأيمن والأيسر الطبيعيين ومسار منسوب الماء المحسوب بعد (45 دقيقة) من مرور قمة الفيضان من بداية المجرى وهو أعلى مستوى تصله المياه في المجرى ويلاحظ من هذا الشكل ظهور أمواج واقفة (Undular jump) مبتدئة من النقطة (Km 1.043) تصل في تأثيرها المباشر حتى النقطة (km 1.447) وأبعد من ذلك بتأثيرها غير المباشر.

يبين (الشكل 15) صورة لإحدى هذه الأمواج مأخوذة عند (Cherry Creek , Denver , Colorado) ، الولايات المتحدة وهي توضح نشوء الأمواج الشديدة والارتفاع الملحوظ في وسط النهر.

وتشكلت هذه الأمواج مع صعود موجة الفيضان واشتدت مع هبوطها أي مع هبوط قيمة التدفق المار في المجرى ويرجع سبب ظهور هذه الأمواج إلى التحدب الكبير في قاع المجرى قبل هذا الموقع وعنده



الشكل (14): مسار منسوب الماء في المجرى الطبيعي بعد مرور 45 دقيقة من قمة موجة الفيضان 1500 m^3/sec

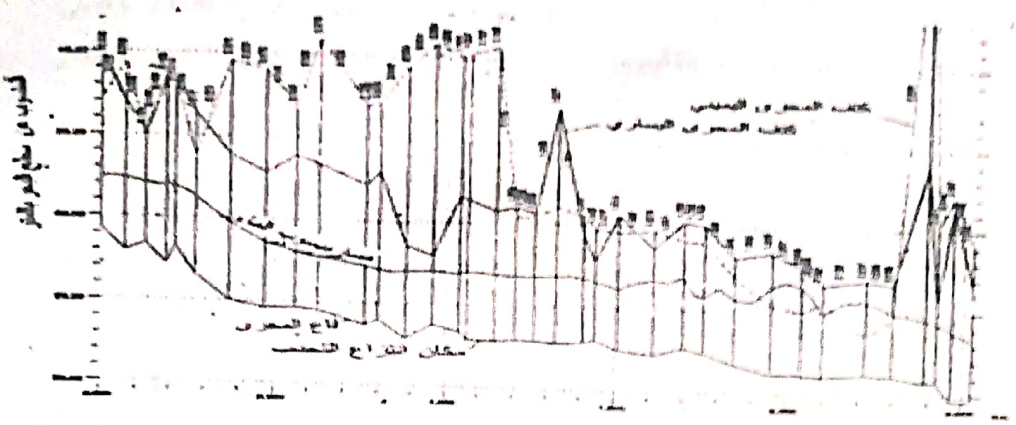


الشكل (15): الموجة الواقفة عند Cherry Creek,Denver,Colorado (الولايات المتحدة) عند تدفق 453 m^3/sec مأخوذة من الجهة العليا للجريان حسب / Reinauer 1996 /.

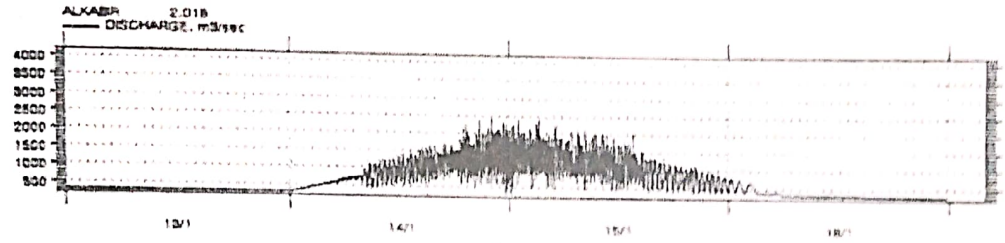
والمجرى المعقد للنهر قبل هذا الموقع الناجم عن التغيرات التي وقعت عليه (انظر الشكل 1) ولاتساع المجرى المفاجئ ، كل هذه الأسباب أدت إلى وقوع عدد فروود $F_r = \frac{V}{\sqrt{gh}}$.

حيث :

g: التسارع الأرضي (m/sec^2) ، h : عمق الجريان (m) ، V : سرعة الجريان في المقطع (m/sec)



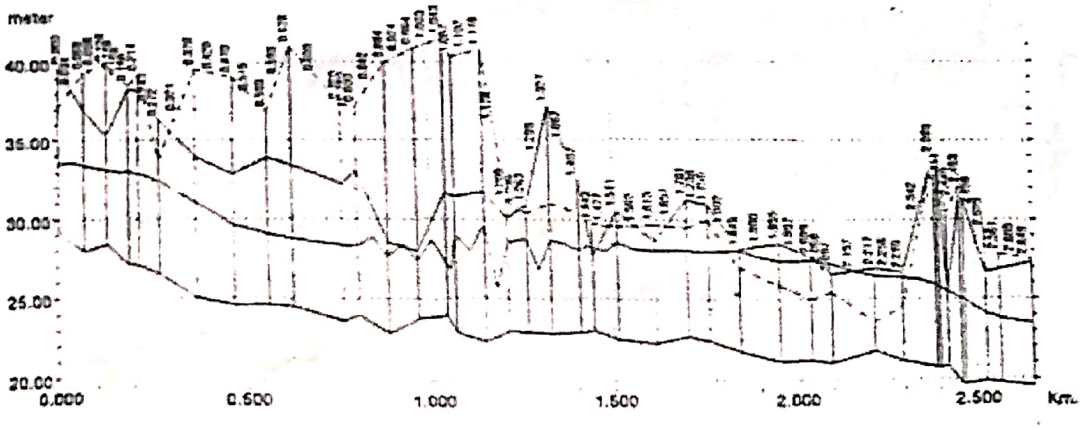
الشكل (16): مسار منسوب الماء في المجرى الطبيعي بعد مرور 20 دقيقة من قمة الفيضان (1500 m^3/sec) بعد انتزاع التحدب عند الموقع Km 1.148



الشكل (17): التدفق المار في النهر والتأرجح الكبير له عند موجة الفيضان 1500 m3/sec وفي الموقع Km 2.018

بين القيمة (1.6 – 1.2) مجال ظهور هذه الأمواج (Reinauer 1996) ولكي نتأكد من هذه الحقيقة قمنا بانتزاع التحدب في الموقع Km 1.148 (الشكل 16) وأعدنا الحساب ويبين الشكل (16) أن الأمواج الواقفة اختفت تقريباً من الموقع السابق وانتقلت للظهور بعد التحدب الكبير نوعاً ما في الموقع (km 1.73) وبلغت اشدها عند الموقع (km 2.039) وتظهر هذه نظراً للتضايق الكبير في المجرى وزيادة ميل القاع (الشكل 1). ولدى البحث والتدقيق في تعليل ظهورها قمنا باختيار الموقع (km 2.039) حيث يتوفر لدينا التدفق الأعظمي المار وعمق الماء في المقطع وتم اختيار عدة توضعات لمنسوب الماء في المقطع المذكور (الشكل 10). ولدى حساب عدد فرويد في أجزاء المقطع حسب التقسيم الطبوغرافي له من علاقة مانينغ وباستخدام ميل خط الطاقة المساوي لميل منسوب الماء بدلاً من ميل القاع في هذا الموقع حصلنا على القيم الواقعة ضمن حدود ظهور الأمواج الواقفة وتم حساب ميل خط الطاقة من (الشكل 16) من المقطعين (km 2.039) و (km 1.997) بالشكل التالي :

Ie = فرق المنسوب / الطول = (26.8-26.30) / (2039-1997) = 0.009047



الشكل (18): مسار منسوب الماء في المجرى الطبيعي بعد 20 دقيقة من مرور قمة الفيضان لموجة 2700 m^3/sec

وبعد حساب عدد فروید لثلاث مسارات مبينة في (الشكل 10) حصلنا على قيمة عدد فروید في كل قسم على الشكل التالي :

جدول رقم (2) عدد فروید في المقطع 2.039 km وفق المسارات I,II,III

رقم الجزء	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
عدد فروید للمسار I	1.16	1.39	1.40	1.44	1.47	1.53	1.32	1.43	1.40	1.33	1.25	1.12
عدد فروید للمسار II	0.34	1.27	1.30	1.41	1.51	1.52	1.32	1.43	1.40	1.29	1.20	0.21
عدد فروید للمسار III	0.16	1.22	1.27	1.40	1.51	1.51	1.32	1.43	1.37	1.19	0.84	0

يتبين من هذا الجدول أن قيم عدد فروید تقع ضمن المجال (1.6 –1.2) في جميع الأجزاء تقريباً ولكن تبين لنا أن قيم التدفق المار في المقطع تتناقص إلى حد كبير مع قيم التدفق المسجلة بالحساب والقريبة من 2500 m^3/sec فقد بلغت تبعاً للمسار I 4291.43 m^3/sec وللمسار II 3353.26 m^3/sec وللمسار III 2642.17 m^3/sec وهذه القيمة قريبة من القيمة الحسابية لذلك يقترب هذا المسار بتقديرنا من واقع الموجة الواقفة. حيث أن المسار III يحاكي صورة الموجة الموضحة بـ (الشكل 15) ولمعرفة المسار الفعلي للموجة الواقفة يحتاج المرء لدراسة دقيقة باهظة التكاليف حيث يحتاج إلى نموذج مخبري. ولقد اكتفينا بهذه الدراسة البسيطة لتعليل سبب ظهور هذه الأمواج والتأكد من كون الأمواج التي ظهرت هي من هذا النوع وليست اضطرابات ضمن البرنامج وللدلالة على أن ظهورها يؤدي إلى حدوث عمليات جرف كبيرة للقاع والجوانب نظراً لسرعة الماء الكبيرة في موقعها مما يستدعي تجنب ظهورها في أي موقع من المجاري المائية. كما ويظهر تأرجح كبير لمنسوب الماء وبالتالي التدفق المار يزداد حتى تصل قيمته العظمى مع وصول التدفق إلى قيمته العظمى (الشكل 17) ويؤدي هذا التأرجح وعدم الاستقرار إلى جرف كبير للقاع والجوانب وغمر جوانب المجرى.

ولقد أعدنا الحساب بإدخال تأثير أعمدة الجسور ولموجة فيضان من مرتبة 2700 m^3/sec وهي التدفق الأعظمي الذي تمرره مفيضات السد. يبين (الشكل 18) مسار منسوب الماء في النهر الطبيعي بعد20 دقيقة من مرور قمة الفيضان ويمثل هذا المسار أعلى منسوب للماء في مجرى النهر. ويلاحظ وجود جيشان كبير للماء المتمثل بأمواج واقفة من مرتبة كبيرة تصل في تأرجحها حتى أربعة أمتار هبوطاً وصعوداً كما يظهر هذا الشكل ضرورة القيام بتصحيح المجرى في منطقة ظهورها لتجنب عمليات الجرف الكبيرة المتوقعة ولتجنب الغمر الذي سيصيب الأراضي الزراعية والمنشآت المجاورة للمجرى وغمر لطريق حلب اللاذقية كما هو ظاهر من مسار منسوب الماء.

واعتماداً على الأشكال (14-16-18) قمنا برسم منحنيات تساوي منسوب الماء على الشكل (1) لموجة (1500 m^3/sec) انظر (الشكل 1) ولموجة عظمى (2700 m^3/sec) وكما يظهر هذا الشكل توجد مناطق غمر كبيرة في موجة (1500 m^3/sec) في الجزء السفلي وعلى الجانب الأيمن ومنطقة أكبر بكثير في موجة (2700 m^3/sec) لأغلب منطقة الدراسة وسوف تغمر مجموعات ضخ مياه الصفصاف وتقترب المياه من قناة الري وتغمر الأراضي الزراعية حتى طريق السد المعبدة على الكتف الأيمن للنهر وحتى طريق حلب اللاذقية وسوف تشكل المياه تهديداً كبيراً للجسور عن طريق نحر قواعدها وسوف تحدث كميات جرف كبيرة في مقاطع المجرى كافة.

ولدى حساب كمية المواد المجروفة قرب المقطع (2) بعد المفيض قدرت قيمة المواد المجروفة بـ (12968.18 ton) للموجة 1500 m^3/sec و(28724.25 ton) خلال الموجة (2700 m^3/sec) في حين بلغت كمية المواد المجروفة عند الطرف العلوي للجسر العلوي (690257.916 ton) خلال الموجة (1500 m^3/sec) و(1023371.066 ton) للموجة العظمى (2700 m^3/sec).

تعتبر هذه الكميات كبيرة جداً وخصوصاً أنها أخذت لموجة فيضان طويلة الأجل (96 hour) . لذلك يجب تفادي غمر المنشآت المنتشرة في المنقطة وكميات الجرف الكبيرة هذه عبر تنظيم المجرى وتصحيح مساره عبر تصغير ميول القاع أو إكساء المناطق كبيرة الجرف بصخور وحجارة تمنع الجروف أو توسيع المجرى في المناطق الضيقة أو عبر انشاء حواجز في المناطق ذات الميول الكبيرة وهذا ما يتم تبيانه وشرحه في مقال لاحق .

6- استنتاجات و لتوصيات

تبين لنا الدراسة السابقة ضرورة القيام بحساب الجريان في المجرى الطبيعي لمعرفة ظروف هذا الجريان في مختلف مقاطع المجرى لكي يتثنى لنا معرفة أماكن الغمر وأمكنة حدوث الجروف الكبيرة وبالتالي الأمكنة التي يلزمها توسيع في المجرى وتلك التي تحتاج لحواجز فيضان فيها لمنع الغمر وتلك الواجب تكسينها وهذا واضح وجلي من نمذجة الجريان في المنطقة السابقة بحيث عرفنا بدقة متناهية أماكن الغمر الممكنة على طول المجرى وهذه المنطقة تم غمر الجزء الأكبر منها في فيضان عام 1976 م. وبينا التغيرات الكبيرة التي حدثت على المجرى بفعل أعمال إنشاء السد واعتداءات المزارعين وانتزاع المواد من قاعه لأغراض مواد البناء التي كان لها الأثر الكبير على خلخلة استقرار المجرى. كما بينت الخطر الكبير المحدق بقواعد الجسور نتيجة الجرف الكبير المتوقع ويمكن ملاحظة الجرف الكبير على قواعده حاليا على الرغم من أن التدفق لم يتجاوز ال(50 m^3/sec)طيلة الخمس عشرة سنة الماضية(مدة استثمار السد) إلا لفترات قصيرة جدا وبينت

أيضا اقتراب الماء من قناة الري(الشكل 1) حيث سيعمل على تهديد أمانها كونها واقعة بالردم وكذلك غمر مجموعات ضخ الصفصاف وبالتالي يمكننا القول أن تنظيم المجرى ضروري جدا في هذه المنطقة ويكون أجدى في المناطق الأخرى حتى المصب حيث سيكون الغمر والخسائر كبيرة جدا للمنشآت الخاصة والعامة على طول مجراه.

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 Muenchen, 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 geraliniger gegliederter Gerinne, Wasserwirtschaft 86(1996)10, S. 502-506.

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

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

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

9- Stiehler,R.:Erosionsbeginn von Steinschuettungen als Schutzschicht in Wasserlaeufen.WWT86(1969)3, S. 98-100

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

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