## المقدمة

شكلت فيضانات الأنهار– وما تزال تشكل – هاجساً كبيراً للإنسان منذ أقدم العصور، لأنها تهدد ممتلكاته وتدمر مدنه الواقعة حول هذه الأنهار، فحاول السيطرة عليها ببناء السدود والحواجز بدون أن يتمكن من الإحاطة بجميع مقومات الفيضان الصحيحة من الدراسات الهيدرولوجية اللازمة ودراسة حركة الجريان والعوامل الأخرى المؤثرة عليها، لذلك ظلت محاولاته قاصرة وظل الفيضان يقتل كل عام الالاف من البشر في أنحاء العالم، ويسبب أضراراً في الملكيات( د. عز الدين حسن، 1998).

مع تطور العلوم استطاع الإنسان التكهن بالفيضان الأعظمي للأنهار ودراسة حركته ضمن المجاري النهرية بشكل عام، كما ساهم التقدم التكنولوجي الكبير في علوم الحاسب وتطبيقاته ولاسيما في نطاق الهندسة المدنية في إظهار أهمية استخدام النمذجة الحاسوبية في معالجة أكثر المشاكل الهندسية تعقيداً ورسم سيناريوهات التشغيل المختلفة للمنشآت المدنية المعقدة وفي التنبؤ بالمشاكل التي يمكن أن تنتج عن ظواهر الطبيعة الخارجة عن قدرة الإنسان وإعطائه سبل الحل الممكنة، وهذا التقدم انعكس بصورة كبيرة نسبياً على نمذجة المسائل المتعلقة بالهندسة المائية والتي كانت تعتبر إلى فترة قريبة من أعقد العلوم وأصعبها نظراً لتعدد المتغيرات الداخلة فيها، وتظهر أهمية الاستعانة ببرامج النمذجة الحاسوبية في توفير إمكانية الاستغناء عن إجراء تجارب ضخمة على الطبيعة واستبدالها بنماذج مخبرية، كما يمكن الحصول على نتائج محتملة للدراسات في الهندسة المائية وذلك بإدخال شروط تخص الظروف المناخية والطبوغرافية وبعض المتحولات لمنطقة ما وإجراء عمليات تحليلية ضمن البرنامج المستخدم، هذا كله يساعد على اختصار الزمن والتكلفة، ومن البرامج التي تعنى بالهندسة المائية:

| | |
|---|---|
| WMS | نظام نمذجة الأحواض الساكبة |
| GMS | نظام نمذجة المياه الجوفية |
| SMS | نظام نمذجة المياه السطحية |
| Hec-Ras | نظام نمذجة الأنهار |

وتمتاز هذه البرامج بإمكانياتها الواسعة من حيث استيراد وتخزين البيانات المرسومة والرقمية من بيئة الى أخرى، بالإضافة الى تنوع طرق الحسابات الهيدروليكية والهيدرولوجية والهيدروجيولوجية.

عند توافر هذه التكنولوجيا وتسهيلاتها وإمكانياتها نتمكن من نمذجة أنظمة الأنهار وحساب جميع البارامترات المتعلقة بجريانها بالدقة الكافية في مختلف حالاته وخاصةً في حالة الجريان الفيضاني لهذه الأنهار، وبالتالي التقليل قدر الإمكان من الأخطار المتوقعة باتخاذ وسائل الحماية المناسبة التي أثبتت نجاحها في أنهار عديدة من العالم.

لذلك يتوجب علينا في سوريا دراسة أنهارنا بدقة ووضع تصورات قريبة من الواقع عن سلوك هذه الأنهار، وخاصةً أنهار المنطقة الساحلية، والتخطيط لمنشآت الحماية في حال وقوع الفيضان، لما تسببه هذه الأنهار من الأخطار أثناء فيضانها مثل نهر الكبير الشمالي في عامي 1998 و 2002 وآخرها الفيضان في شباط 2012، وفي نهر السن في عام 2002.

تبرز أهمية البحث من كون الفيضانات من الظواهر الطبيعية التي لا يمكن تجنبها، وقد أظهرت الإحصائيات تزايد حدوثها في الآونة الأخيرة، والتي من أهم أسبابها: التقلبات الجوية واضطرابات المناخ والنشاط البشري مثل: إزالة مساحات واسعة من الغابات (التي كانت تقع عند منابع الأنهار)، وتكتيم سطح التربة عبر طرق النقل والأبنية السكنية، بالإضافة الى زيادة كمية الرواسب والحت نتيجة استثمار الأرض، ولذلك يجب إلقاء الضوء عليها بشكل أوسع لاتقاء الأخطار الناجمة.

ويهتم البحث بدراسة سلوك الجريان أثناء الفيضان ضمن المجرى الطبيعي لنهر السن، ووضع مخططات الغمر، ومعرفة المناطق المتضررة، والقيام بإجراءات الحماية... اعتماداً على طرق متطورة بمساعدة الحاسوب، لما في ذلك من أهمية في حماية الممتلكات الخاصة والعامة.

**يمكن أن نحدد أهداف البحث بالنقاط التالية:**

**1.وضع نموذج رياضي للجريان الفيضاني في نهر السن باستخدام الطرق العددية بمساعدة برنامج HEC-RAS.**

**2. إيجاد مخطط الغمر لنهر السن، ومعرفة سلوك الجريان الفيضاني في مجرى النهر خصوصاً في مناطق التقاء النهر مع مجرى نهر أبو بعرة وساقية السلطان.**

**3.اختيار الحلول الهندسية المثلى للتصحيح، والاستثمار الأفضل للمجرى والحفاظ على الممتلكات المنتشرة حوله.**

تم استعراض بعض الدراسات التي عالجت مسائل الفيضان في العديد من الأنهار، باستخدام البرامج الحاسوبية كـــ: MIKE 11 و HEC-RAS و Gis، وأوجدت مخططات الغمر لكل منها ووضعت بعض الحلول للتقليل من أخطار الفيضانات.

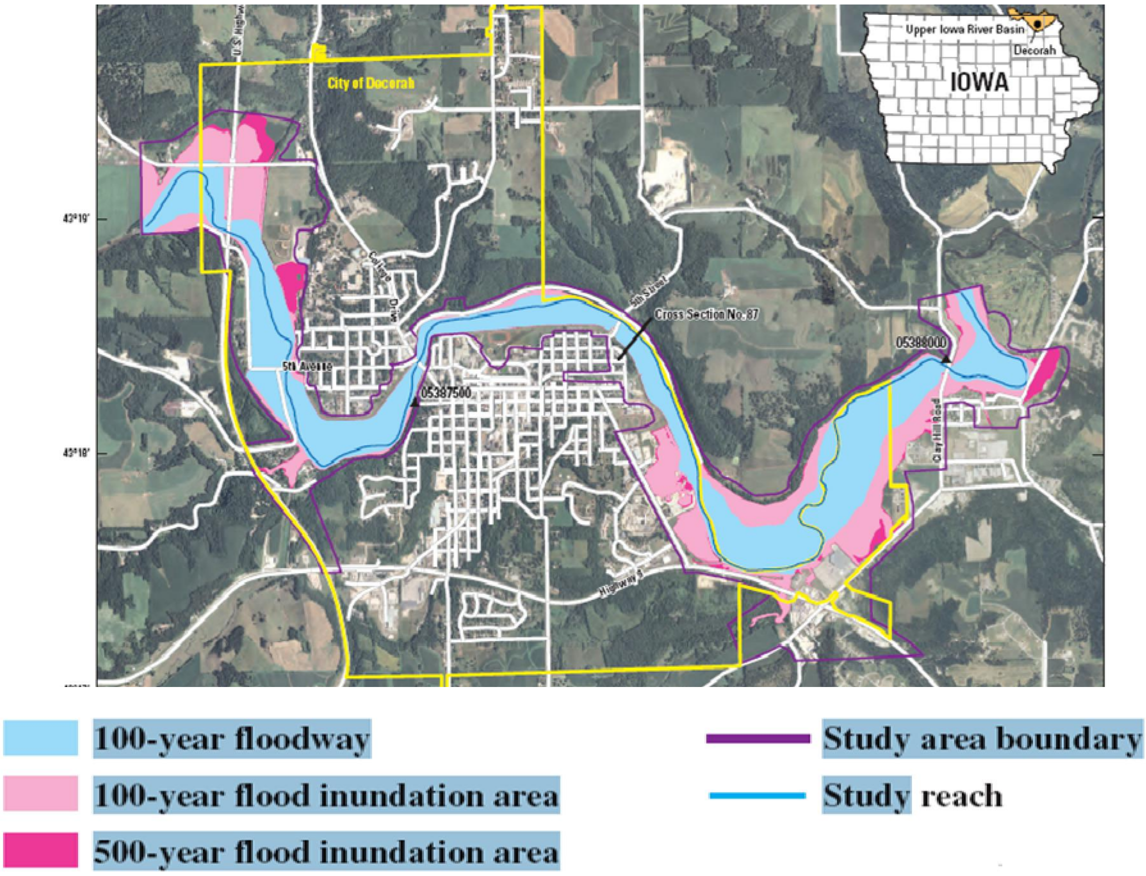
وقد قمنا في هذه الدراسة بعرض الأسس الهيدرولوجية للفيضان، والعوامل المساهمة في تشكله، وأنواع الفيضانات الممكنة بما فيها فيضانات الأنهار وكيفية إدارة المخاطر الناجمة عنها، كما أوضحنا أنواع الجريان النهري (المستقر وغير المستقر) وطرق حسابها، وكيفية اشتقاق المعادلات الأساسية لبرنامج الـــ Hec-Ras، واعتمدنا في هذا البرنامج على وضع نموذج رياضي لفيضان نهر السن بعد أن قمنا بأخذ عدة قياسات في النهر وأجرينا التحليلات والمعالجات الضرورية للبيانات الناتجة وصولاً إلى تحديد مناطق الغمر لنهر السن.

قمنا بعرض نتائج البحث ووضعها على شكل منحنيات، وتحليلها ومناقشتها، مع تحديد تأثير الأمطار وكمية المياه الداخلة الى النهر عن طريق الروافد، ورسم مخطط الغمر للنهر على خريطة طبوغرافية لتوضيح مناطق انتشار الغمر المائي، مع عرض أشكال ثلاثية الأبعاد تبين المقاطع العرضية على كامل امتداد النهر وكيفية انتشار الموجة الفيضانية في المنطقة، وأخيراً وُضعت أهم الاستنتاجات والتوصيات التي توصلنا اليها.

# الفصل الأول

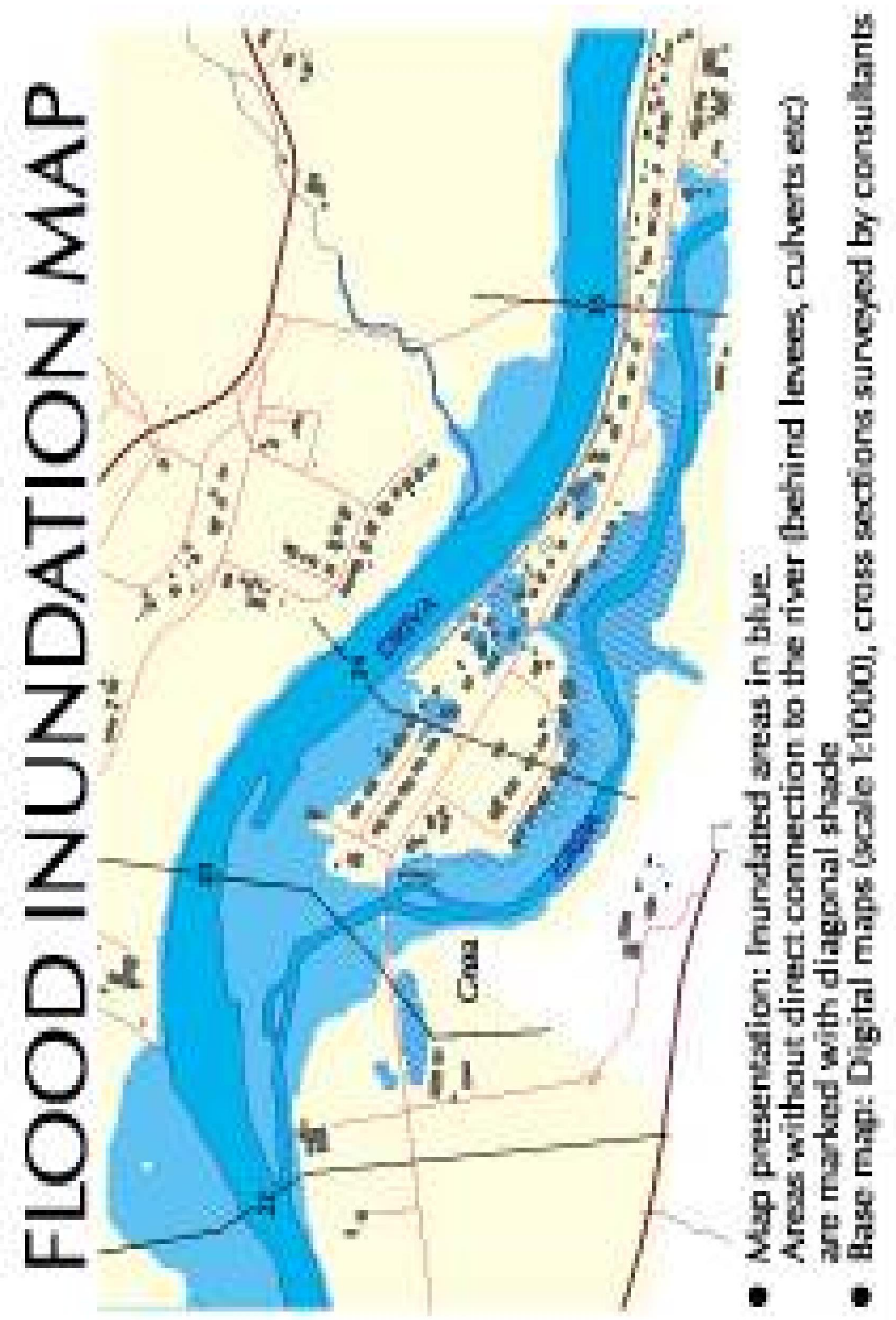
# الدراسة المرجعية

- **فيضان نهر Truckee في الولايات المتحدة:** درست فرقة مهندسين أميركية عام 1990 إمكانية التحكم بفيضان هذا النهر من المنبع إلى المصب، وباستخدام برنامج الـــ HEC-RAS تمكنوا من إيجاد نموذج لمناسيب سطح الماء لفيضان يتكرر مرة واحدة كل 100 سنة.... وبالنتيجة تم اعتماد طريقة الخزانات لدرء الفيضان ووضع اقتراحات لمواضع السدات الجانبية( الحواجز الجانبية).
- **فيضان نهر IOWA في الولايات المتحدة:** عانت المنطقة المحيطة بالنهر من أكبر ثلاثة فيضانات في الأعوام (1941 -1961-1993 )، وبناءً عليه قاموا بدراسة تنظيمه حيث تم تقدير التدفقات خلال هذه الفترات بالاعتماد على الدراسة الهيدرولوجية للنهر، وتم الاعتماد على برنامج الـــ Hec Ras و Gis ، وتم وضع بروفيلات الفيضان ومخططات الغمر باحتمال 100-500 سنة، الشكل (1-1).




الشكل (1-1): مخطط الغمر لنهر IOWA

- **فيضان نهر الـــ NORWAY في ألمانيا:** قامت شركة الـــ NVE في عام 1998بتحليل مناسيب المياه، حيث تم معالجة البيانات باستخدام برنامج الـــ GIS وبإجراء محاكاة هيدروليكية وباستخدام برنامج الـــ HEC-RAS تم التوصل إلى مخطط الغمر التالي بمقياس 1:1000 ،الشكل (1-2).




شكل (2−1): مخطط الغمر لنهر و NORWAY

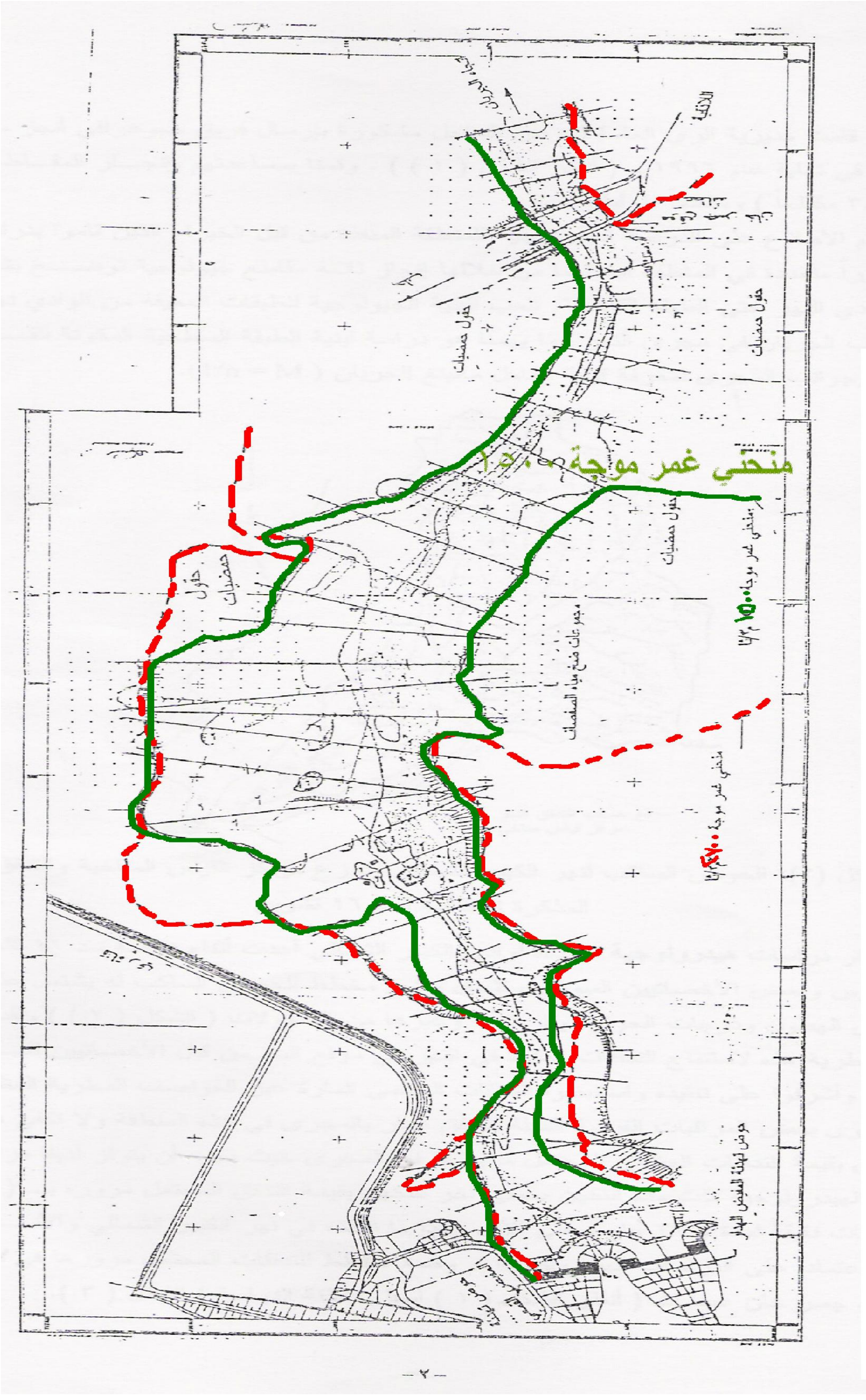
• **تنظيم مجرى النهر الكبير الشمالي بين سد 16 تشرين وجسر خان عطا الله:** في عام 1998 قام فريق من كلية الهندسة المدنية في جامعة تشرين ومديرية الري العامة لحوض الساحل في الجمهورية العربية السورية بدراسة تنظيم مجرى النهر الكبير الشمالي في هذه المنطقة(د. عز الدين حسن،1998)، حيث تم استخدام برنامج الــ MIKE 11، لتوضيح كيفية توزع المياه عند مرور موجة فيضانية من مرتبة 1500 $m^3/s$ تتكرر كل مئة عام و 2700 $m^3/s$ تتكرر كل ألف عام، الشكل (1-3).

تم في هذه الدراسة تحديد الأماكن التي يمكن أن يظهر فيها أمواج واقفة، ورسم خطوط الغمر لكلتا الموجتين بمقياس 5000/1 وأظهرت الدراسة أن مجاراة الواقع الحالي للمجرى لا تحتاج إلا لتسوية طبيعية، لكنه مصحوب بجرف كبير على الرغم من تكسيته بالحجارة نتيجة ميله الكبير، كما تم الحصول على مخطط غمر للنهر في المنطقة المدروسة.

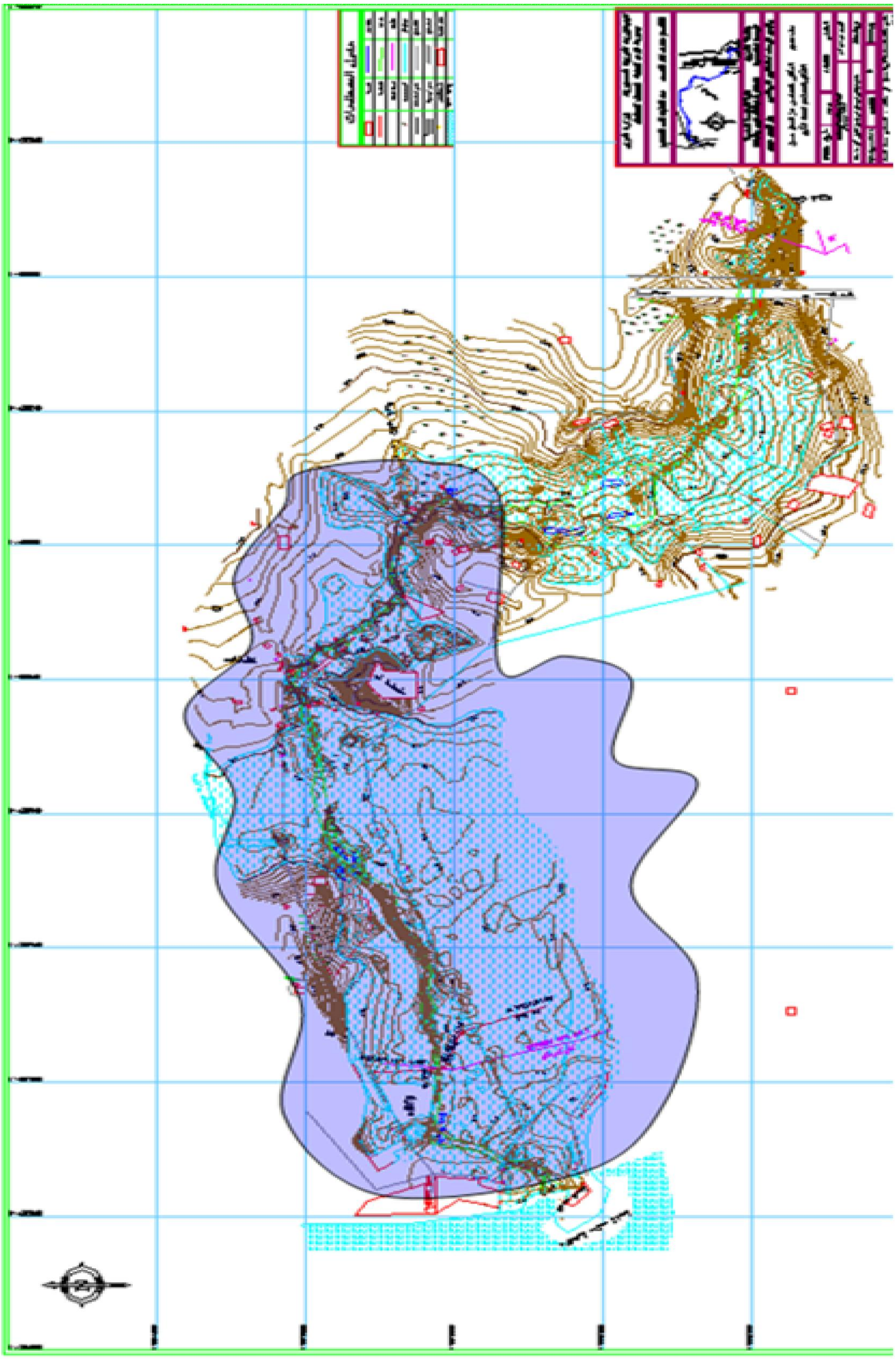
• **تنظيم مجرى نهر مرقية:** قامت الوحدة الاستشارية لمنشآت الري وأتمتتها بدراسة تنظيم مجرى النهر في عام 2004، حيث تم تحديد الغزارات الأعظمية للفيضان باحتمالات مختلفة، الدراسة الهيدرولوجية (د. غطفان عمار، 2004)، وتم اقتراح مقطع تنظيمي للقناة بشكل شبه منحرف ومكسيّ بالبيتون في الجزء الواقع أسفل السد وحتى مصبه في البحر، حيث تم تنظيمه من الفريق الدراسي (د. عز الدين حسن وآخرون، 2004)، مع الأخذ بعين الاعتبار وجود سد مرقية الذي يمرر مفيضه 1000 (متر مكعب /ثانية).

• **تنظيم مجرى نهر السن:** كما قام الفريق (د. عز الدين حسن وآخرون، 2004) بدراسة النهر من المنبع إلى المصب في عام 2004، حيث أجريت دراسة طبوغرافية وهيدرولوجية لمنطقة النهر من أجل تنظيمه، وحددت التدفقات الأعظمية المارة في مجرى النهر من المنبع إلى المصب في البحر باحتمالات مختلفة، ثم تم تحديد منحنيات الغمر على كامل طول المجرى بمساعدة برنامج الــ HEC-RAS كما هو موضح على المسطح بمقياس 5000/1 لمنطقة المشروع حسب الوضع الطبيعي الحالي للنهر، الشكل (1-4)، حيث أظهرت المنحنيات الناتجة أن منطقة الغمر كبيرة جداً لجميع التدفقات المحتملة، حيث تغمر مياه الفيضان لهذه التدفقات معظم منطقة المشروع وخصوصاً بعد الالتقاء نهر (أبو بعرة) مع مجرى نهر السن.

في البحث التالي تم توطيد استخدام برنامج الــ HEC-RAS لإيجاد مخطط غمر الفيضان والمسار الأكثر خطورة لنهر السن، وإيجاد أفضل الحلول للتقليل من أثاره السلبية باستخدام تقنيات البرنامج




شكل (1-3) يمثل مخطط الغمر لنهر الكبير الشمالي



الشكل (4-1) : مخطط الغمر لنهر السن

# الفصل الثاني

# الفيضان وسلوكه في الأنهار

**مقدمة**

الفيضان جزء من دورة المياه في الطبيعة لا يمكن تجنبه، كما يُعبَّر عنه بأنه الهطول المحول عبر خصائص التخزين للحوض الساكب، أي أن الحوض الساكب وخصائصه التخزينية (شكل الحوض، الميول، تركيب التربة وقوامها، معدل استغلال الحوض، الغطاء النباتي، شبكة المجاري المائية...) وقيمة الهطول عليه، جميعها تساهم في تشكل الفيضان وفي زيادته، ويضاف إليها التأثير السلبي للإنسان مع زيادة مناسيب المياه وزيادة أضرار الفيضان، وذلك بسبب استخدامهم المناطق المجاورة للمجاري المائية لتلبية متطلباتهم (الاستيطان- السكن-، النقل، الصناعة...)، وعدم التخطيط المناسب لتجنب أضرار هذه الفيضانات، وسنعرض في هذا الفصل أهم الأسس الهيدرولوجية لحدوث الفيضان وأنواع الفيضانات والعوامل المساهمة في تشكلها، بالإضافة الى شرح كيفية درء أخطارها، والطرق التي تساعد في التقليل من الأضرار الناتجة عنها.

## 2-1- الأسس الهيدرولوجية للفيضان

يمكن تطبيق علاقة الموازنة المائية لحادثة الفيضان على حوض ساكب:

$$N = V + A - \Delta R$$

حيث تمثل الرموز كما يلي: N قيمة الهطول على الحوض وتعتبر كقيمة إدخال، V وA قيمة التبخر والجريان على التوالي وتعتبران كقيمتي خروج، يعبر الحد $\Delta R = R - B$ عن قيمة التخزين في المنطقة، R قيمة الاحتياطي وB قيمة الاستهلاك أو الاستنزاف المحجوز أو المخزون المائي في المنطقة المدروسة للمدة الزمنية المعتبرة، يكون تأثير التبخر عند حدوث الفيضان على الموازنة المائية لفترات طويلة مهملاً أو قليل الأهمية، وفي المقابل تؤثر قدرة تخزين الحوض في المدى القصير على التصريف بشكل جوهري (د. عز الدين حسن، 2005).

عند هطول الأمطار يحتجز الغطاء النباتي جزءاً من كمية الهطول ويصل ما تبقى منه إلى سطح التربة، وبعد فترة الترطيب يتسرب الجزء الكبير منه بينما يملأ الجزء المتبقي على السطح الحفر والبرك وتجري المياه على السطح باتجاه الميل فيتشكل بذلك الجريان المباشر من الجريان السطحي surface runoff والجريان الوسيط interflow (هو الجزء الآخر من الهطول الذي يجري في طبقات التربة العلوية كجريان قريب من السطح بالتبادل مع الجريان السطحي) ويتسبب في تكوين قمة الفيضان أثناء حدوثه، أما الجريان الواصل إلى المجرى المائي عبر الانتقال الطويل

والعميق في التربة والذي يسمى الجريان القاعدي أو الجريان غير المباشر فهو يصف التخامد المتوسط والطويل للموجة الفيضانية.

## 2-2- العوامل المساهمة في تشكل الفيضانات

1. الحوض الساكب: يعتبر الحوض الساكب هو المؤثر الحاسم على الفيضان من خلال تأثير المورفولوجيا التي تحدد المساحة التي تساهم في تشكل الفيضان بواسطة خطوط تقسيم المياه مع الحوض الساكب المجاور ويمكن تحديدها من الخريطة الطبوغرافية للمنطقة عبر وصل القمم المحددة للتحدبات الفاصلة للحوض الساكب، بالإضافة الى تأثير جيولوجية الحوض التي تحدد توضع وتشقق وتشكل الوديان وميل الأرض.

2. الهطول: إن معرفة قيمة الهطول لشبكة محطات وتوزعه والفترة الزمنية التي يستغرقها يساعد في حسابات الفيضان، وغالباً ما نستخدم الطرق الشائعة مثل مضلع تيسين.

3. التخزين المحلي: وهو جزء من الهطول الذي يحجز في الحوض الساكب لمدة زمنية محددة قبل أن يصل إلى مرحلة الجريان، والعامل الحاسم في التخزين هو مواصفات التخزين الطبيعية للحوض الساكب التي تنتج من التأثير المشترك لأوساط التخزين كالغطاء النباتي والتربة وسطح الأرض وشبكة المجاري المائية والمروج النهرية،(عز الدين، 2005).

يساهم الغطاء النباتي من خلال الترطيب بـــ 2-5% مم من التخزين المحلي، ويمكن أن يكون التخزين النباتي فعالاً بعد هطولات متتابعة تتخللها فترات جفاف، كما أن التربة ذات قدرة كبيرة على التخزين في الحوض الساكب والأمر الحاسم فيها هو حجم الفراغات ومواصفاتها من حيث امتصاصها وإعطاؤها للماء، ويلعب شكل الأرض أيضاً دوراً في التخزين المحلي فالأرض شديدة الانحدار تسمح بتخزين مساحي أقل بينما يمكن التخزين حتى 10 مم ارتفاع هطول في الأرض المنبسطة، ويضاف الى هذه العوامل أيضاً دور المجاري المائية وأحواض الوديان المنخفضة الواسعة في مسار أمواج الفيضان حيث يكون تأثيرها أعظمياً في الأرض المنبسطة وفي وديان الغمر الواسعة، يؤثر الوسط التخزيني على ارتفاع قمة الفيضان وزمن مرورها وبالتالي على التقاء أمواج الفيضان من الأنهار الثانوية مع الرئيسية، ويمكن أن نعبر عن المواصفات التخزينية للحوض الساكب بمعامل الجريان المعرف بالنسبة بين حجم الماء الخارج من الحوض الساكب وحجم الهطول فوقه وخلال فترة محددة وهذا يعني:

$$\text{معامل الجريان} = \frac{\text{حجم الفيضان (م}^3\text{)}}{\text{حجم الهطول (م}^3\text{)}}$$

أو بالنسبة إلى مساحة الحوض الساكب

$$\text{معامل الجريان} = \frac{\text{ارتفاع الجريان (مم)}}{\text{ارتفاع الهطول المحلي (مم)}}$$

وتقع قيمة معاملات الجريان بين الصفر– أي أن كل الهطول في الحوض الساكب قد تم تخزينه وهي حالة منطقية عند حدوث هطول ضعيف الشدة وقصير المدة وعلى تربة طبيعية نفوذة–، والقيمة واحد– أي أن كامل الهطول قد شارك في الجريان وهي حالة نظرية لا يمكن الوصول إليها في الواقع حتى في حال سطح تربة كتيم جداً–، وتستخدم القيم بين (0.2–0.5) في الأحواض الساكبة الطبيعية،(د. عز الدين حسن، 2005).

## 2–3– أنواع الفيضانات

يمكن التمييز بين عدة أنواع من الفيضانات، (د.غطفان عمار، 1995):

- فيضانات ناتجة عن سيول مفاجئة، وتنتج هذه الفيضانات من هطول الأمطار الغزيرة فوق المناطق السهلية.
- فيضانات ناتجة عن الهطولات الغزيرة، حيث تنشأ موجة الفيضان بشكل مفاجئ جداً في الأحواض الساكبة الصغيرة ذات الميول الحادة.
- فيضانات ناتجة عن سيول الأعاصير، تنشأ سيول الأعاصير على شواطئ البحار والبحيرات الكبيرة عندما تقترب العواصف العاتية من الشواطئ، دافعةً إليها المياه التي يمكن أن يرتفع منسوبها إلى قيمة كبيرة جداً.
- فيضانات الأنهار، تحدث عندما يرتفع منسوب المياه في أي نهر عن مستوى ضفافه فيطغى عليها، وكلما زادت سرعة جريان الماء من المنبع إلى مجرى النهر زاد الفيضان.

على الرغم من تعدد أنواع الفيضانات وخطورة كل نوع منها سنعطي الاهتمام الأكبر للفيضانات الناتجة عن الأنهار.

## 2–4– إدارة المخاطر المرتبطة بالفيضانات

تعد الدراسات الخاصة بموضوع الفيضانات وخرائط تمثيل أخطارها قليلة، إضافةً إلى أن المعطيات الدقيقة والخرائط الجيولوجية والهيدرولوجية لأحواض الأنهار غير متوفرة بشكل كافٍ ومتكامل نظراً لافتقار هذه الأحواض الى أبحاث ودراسات معمقة تأخذ بعين الاعتبار مختلف العوامل ذات العلاقة بالفيضانات، ويمكن تلافي النقص العلمي في هذا المجال مستقبلاً من خلال الاهتمام بموضوع إدارة أخطار الفيضانات والتركيز عليها، من حيث التقييم والتنبؤ والإجراءات الهندسية الهادفة للتحكم بها، وعمليات التنفيذ والتصميم والصيانة، ذلك لأن عملية الإدارة عملية متكاملة من مختلف النواحي الهيدرولوجية والميتروراوجية والنمذجة الرياضية والتخطيطية والتنفيذية، (عادل عوض، 2005).

**2-4-1- تقييم مخاطر الفيضانات**

يعتمد تقييم مخاطر الفيضانات على الوضع الهيدرولوجي للنهر قيد الدراسة بتقدير الجريان الاحتمالي المتوقع مستقبلاً والمميزات المرتبطة به، وذلك بتقدير الجريان الأعظمي للفيضان ومناسيب مياه النهر وتكرارات حدوثه على مقاطع معينة من النهر المدروس، وتحديد الطريقة أو الطرق المطبقة على المعطيات والبيانات المتوفرة وعلى المميزات الإقليمية لحوض التصريف أو المنطقة المدروسة، ومن أهم هذه الطرق:

1. <u>دراسة التكرار لحوادث الفيضان</u>: إذا توافرت المعطيات الهيدرولوجية الخاصة بمستوى مناسيب مياه النهر وجرياناته عند مقطع محدد ولعدة سنوات، فإنه يمكن تطبيق الطرق القياسية المعتمدة لتحديد التكرار الاحتمالي الذي يتحقق به الجريان الأعظمي، كأن نتحدث مثلاً عن فيضان مئة السنة الذي يمثل الفيضان الذي يحدث مرة واحدة كل 100 سنة، وإن الطرق الإحصائية الاحتمالية لتقدير الاحتمال المرجح لحدوث فيضان من حجم معين منها طريقة هوسكنج 1990: $F = \dfrac{I - 0.35}{n}$

وطريقة باسم فايبول- غومبل وهي:

عند ترتيب القيم ترتيباً تصاعدياً يكون الاحتمال: $p\left(x_i \le x_0\right) = \dfrac{m}{n+1}$

ويكون احتمال التجاوز: $p_u = 1 - p = 1 - \dfrac{m}{n+1}$

عند ترتيب القيم ترتيباً تنازلياً يكون احتمال عدم التجاوز: $p_u = \dfrac{m}{n+1}$

F فترة تكرار حدوث الفيضان.

m ,I رقم ترتيب الفيضان التسلسلي المدروس.

n عدد سنوات الدراسة للقياسات المطرية المتوفرة.

2. المعطيات المناخية الميترولوجية: يمكن تقدير تكرار حدوث الفيضان والقيمة الأعظمية للجريان من خلال استخدام المعطيات المناخية، وهذا يتطلب معرفة سبب حصوله الذي يمكن أن يكون بسبب العواصف المطرية الهاطلة أو ذوبان الثلوج أو الاثنين معاً في بعض الأحيان، وتعتمد الطرق المتبعة في هذه الحالة على وجود علاقات بين الظواهر المناخية والفيضانات الحاصلة بسببها في الأنهار.

3. الزمن الحرج للهطول المطري: يعد الزمن الحرج للهطول المطري الذي يمثل الزمن الحرج للتركيز (الزمن الوسطي المقاس بين بداية الجريان وحصول ذروة الفيضان) هاماً، خاصةً عند دراسة الأخطار المتوقعة عن مياه السيول، ويتوقف هذا الزمن على ميل المنطقة المدروسة المعرضة للخطر، وعلى طول مسرى الجريان.

4. مورفولوجية النهر: عندما لا تتوفر معطيات مناخية- مطرية (هيدروميترولوجية)، فإن دراسة النظام الرسوبي لحوض النهر يمكن أن يفيدنا في تقدير الفيضان، وذلك بالانطلاق من أن تكرار الفيضانات وحدتها أو شدتها تؤثر على شكل وحجم مجرى النهر، وبالتالي يؤدي النظام الهيدرولوجي لحوض النهر المدروس ومساحته والمناخ السائد فيه دوراً مهماً في مراحل التقدير.

5. استطاعة التشرب للتربة (القدرة الاستيعابية للتربة على التشرب): إن معرفة مكونات التربة ونوعيتها وقدرتها على تخزين المياه يساعد في تحديد كمية المطر الهاطلة التي ستكون فاعلة في حدوث الفيضان.

6. الفيضانات والغابات: يعود التزايد السنوي الواضح في حصول كوارث الفيضانات الى المعدل المتسارع لإزالة الغابات وخاصةً في المناطق الاستوائية، وتتم مواجهة هذه المشكلات من خلال توجيه الجهود لاتخاذ الإجراءات الهندسية المناسبة كإقامة السدود وأحواض التخزين، وغيرها ولكن جميعها تعالج أعراض المشكلة وليس سببها ولذلك فإن إعادة التشجير وزرع الغابات وإجراءات الحفاظ على التربة ومنع انجرافها يمكن أن تخفض من تأثير الفيضانات.

7. تأثير ظاهرة الدفيئة والاحتباس الحراري: إن ارتفاع حرارة الجو وما يرافقها من تشكل غيوم دافئة يزيد من نسبة بخار الماء التي تسبب اختلالاً في هطول الأمطار وبالتالي حصول فيضانات أكثر وأوسع.

**2-4-2- الاجراءات الهندسية للتخفيف من كوارث الفيضانات**

يمكن أن تتم عملية السيطرة على الفيضان وضبطها من خلال المحاور التالية، (د.عادل عوض،2005):

1. إدارة أحواض التصريف (Watershed management): عن طريق تصميم الطرق والترع على شكل خطوط متعددة الزوايا والاتجاهات أي بشكل متعرج فتخفف بذلك الطاقة الحركية للمياه وتقلل سرعتها عند كل تغيير في زاوية أو اتجاه، ومن خلال توفير مساحة غمر كبيرة تخفض سرعات الجريان، يمكن أيضاً زيادة مقطع الجريان عن طريق تصغير مساحات النقل واستغلال المساحات الخضراء وتقليل البناء وإزالة العوائق المحلية للجريان التي تسبب حجز للمياه أو عن طريق تعميق المجرى النهري، وزيادة ميل قاع المجرى عن طريق التخفيف من الانعراجات في المجرى النهري للتقليل من الرسوبيات المعيقة للجريان، أي أن تنظيم هذه الأحواض واستخدامها بالشكل الأنسب يعد الإجراء الأكثر نجاحاً والأسلم بيئياً.

2. سدود تخزين صغيرة عند أعلى الجريان (Storage reservoir/ small dams ): تعد واحدة من أقدم الطرق المستخدمة وأكثرها شيوعاً للحد من أخطار الفيضانات في العالم، لكنها تتطلب الاهتمام المستمر والدقة والحرص في تصميمها وإنشائها كيلا يسبب انهيارها كوارث فيضانية كبيرة، لذلك من الضروري تحديد إجراءات الصيانة المنتظمة ووسائل مواجهة الطوارئ في حال حدوث الفيضان، ويساهم هذا الإجراء في زيادة التخزين السطحي ورفع منسوب المياه الجوفية ولكنه يزيد من فعالية التبخر فيؤثر بذلك سلباً على التوازن المائي للحوض.

3. المحافظة على التربة: يتضمن ذلك كل العمليات التي تساهم بتخفيض الذروة الفيضانية مثل زيادة قدرة التشرب لتربة الحوض الساكب، وتقليل قابليتها للتآكل أو الجرف، وزراعة الغابات وزيادة فواقد التبخر النتح الكموني، وتصلح هذه الإجراءات لتخفيض ذروة الفيضانات الصغيرة والمتوسطة الحجم، ولكنها لا تؤثر على الفيضانات الكبيرة.

4. الإجراءات التقليدية الناجحة: يعد بناء خزانات التجميع من أكثر الطرق المعتمدة والمؤثرة في التحكم بالفيضان، حيث يترك قسم من الخزان ليستوعب الموجة الفيضانية القادمة، ويتم تصريف المياه المخزنة بطرق مدروسة على المدى الطويل، غير أن العديد من هذه الخزانات لا تعطي الفعالية في التحكم بالفيضان، لذلك يكون من الضروري إنشاء عدد مناسب من الخزانات على المجرى النهري.

كما يمكن إعاقة الجريان النهري واحتجاز جزء من الموجة الفيضانية وتصريفها من مخرج آخر غير متحكم به باستخدام منشآت صغيرة تخفف من ذروة الفيضان تسمى خزانات الحجز أو السدود الترابية وهي من أقدم الطرق المعروفة وأكثرها شيوعاً واستخداماً لحماية الأراضي وما عليها من أخطار الفيضانات المطرية.

يجب حماية جوانب المجرى من خلال الزراعة النباتية أو الشجرية للتقليل من عوامل التعرية والحت، إضافة إلى بعض المنشأت الهندسية لتنظيم الجريان والمناسيب المائية، وتهذيب المجرى وتحسين الميول واتجاهات الجريان.

**2-4-3- التنبؤ بالفيضان**

يشكل التنبؤ بالفيضان جزءاً هاماً وفعالاً وغير مكلف من عملية التحكم بالفيضانات وله تأثير إيجابي كبير على النشاط البشري في منطقة الفيضان، مع أن الخطأ في ذلك يؤدي إلى نتائج سلبية عديدة، يمكن تقسيم تقنيات التنبؤ بالفيضانات إلى ثلاثة أجزاء:

1. المدى القصير للتنبؤ: ويتم بقياس ومراقبة المناسيب المائية في النهر، وربط التغيرات في المناسيب مع الظواهر الهيدرولوجية كحالات الهطولات والعواصف المطرية، وحالات غمر المناطق المحدودة، وتغيرات المنسوب المرافقة لانتقال الموجة الفيضانية من أعلى المجرى المائي، هذه الإجراءات تسمح بإعطاء تحذير مسبق من 12-24 ساعة قبل بدء الفيضان.
2. المدى المتوسط للتنبؤ: في هذه الحال فإن العلاقات بين الهطول المطري والجريان السطحي التي يمكن أن تستخدم للتنبؤ بالفيضان تسمح بالتحذير المبكر منه قبل 2-5 أيام، وهناك معايير عديدة متنوعة لذلك تستخدم في دول عديدة.
3. المدى الطويل للتنبؤ: ويكون باستخدام الرادارات والأجهزة المتطورة للأرصاد الجوية كالأقمار الصناعية، وهذه تقدم معلومات قيمة ودقيقة عن العواصف المتوقعة الحدوث.

## 2-5- الجريان الفيضاني في الأنهار

لا تظهر الفيضانات في الأنهار بشكل مفاجئ بل يتعلق ارتفاع مناسيب المياه فيها أثناء الفيضانات بحجم الحوض الساكب وخصائصه (الآنفة الذكر)، ويتعلق امتداد الغمر وحجمه بالتدفقات المارة وبشكل أودية الأنهار والجداول واتساعها، حيث تكون أعماق وسرعات الجريان كبيرة في الوديان الضيقة، بينما يكون الغمر في الأودية الواسعة بأعماق ضحلة وبسرع صغيرة للجريان.

تحدث الفيضانات في الأنهار نتيجة، (د.غطفان عمار، 1995):

- حدوث عواصف مطرية غزيرة.
- ذوبان الثلوج، بسبب ارتفاع درجة الحرارة والذي يؤدي الى تغذية الأحواض الساكبة بتدفقات إضافية.

- انسداد المجاري المائية، بسبب وجود عائق أو تضيق في مجرى النهر يحجز خلفه المياه ويشكل سداً يؤدي الى غمر المناطق المجاورة، أو انسداد المجاري المائية بكتلة جليدية مثلاً تتجمع المياه خلفها وعند ذوبانها يجرفها التيار وتتحرر مياه السد مسببة فيضان النهر، وقد تكون هذه العوائق بقايا نباتية وأتربة ومخلفات بشرية متعددة تعمل على تشكيل حاجز في مكان ما في النهر يحجز الماء خلفه، وعندما يزداد ضغط المياه على قدرة تحمل هذا الحاجز، يجرفه التيار وتتحرر المياه المحتجزة خلفه مسببةً الفيضان، كما حدث في نهر الغمقة في مدينة طرطوس في سوريا منذ بضع سنوات.

ولقد أظهرت الإحصائيات تزايد شدة الفيضانات في النصف الأخير من القرن العشرين، فنهر "اليانجتسي" في الصين مثلاً كان يفيض بشدة منذ قرون مرة كل عشرين عاماً أما الآن فقد أصبح يفيض بمعدل تسعة أعوام من كل عشرة.

أما نهر "الراين" في ألمانيا فقد ارتفع منسوب المياه فيه الى 7.6 أمتار فوق مستوى الفيضان أربع مرات فقط بين عامي (1900، 1977) ، بينما ارتفع الى هذا المستوى عشر مرات في الفترة الممتدة بين عامي (1987، 1996).

إن معرفة الجريان في الأنهار وأنواعه، والمعادلات الناظمة له، وتعدد الطرق الممكنة لفهمه وحله يساعد في إدراك حدوث فيضان الأنهار ودراسته.

## 2-6- أنواع الجريان في الأنهار

من أجل دراسة فيضانات الأنهار بدايةً، لا بد من معرفة سلوك الماء الجاري فيها (بشكل عام)، ولذلك نميز بين الجريان المثالي (الجريان بدون احتكاك) والجريان الحقيقي(الجريان مع احتكاك).

توصف الجريانات المثالية بعلاقات الحركة لأويلر، بينما في الجريانات الحقيقية يجب أن نراعي إضافةً إلى ذلك احتكاك السائل على شكل قوى اضطراب (جيشان) ولزوجة، ولا يمكن أن يتم استنتاج هذه العلاقات الكاملة الا بمساعدة طرق حل رياضية معقدة، غير أنه في كثير من الحالات العملية يكون كافياً مراقبة بسيطة لعمليات الجريان استناداً إلى العلاقات الأساسية للهيدروليك الهندسي، هذه العلاقات هي علاقة الاستمرار (حفظ الكتل)، علاقة الطاقة (علاقة بيرنوللي)، علاقة كمية الحركة (انحفاظ الدفع)، ويتم إدخال فواقد الجريان في الحسابات الهيدروليكية بمساعدة معاملات تجريبية، هذه المعاملات للفواقد تحدد إما بواسطة التجارب أو تؤخذ من الجداول للحالات القياسية،(عادل، 1995).

يمكن التمييز بين عدة أنواع من الجريانات:

1. الجريان المستقرSteady Flow: هو الجريان الذي لا تتغير خصائصه الهيدروليكية "العمق والسرعة والضغط" مع الزمن أي أنه لا يوجد تأثير للزمن، إلا أنه من النادر جداً في الطبيعة وحتى في المنشآت المائية أن تكون الجريانات مستقرة، فهي تتغير تبعاً للظروف الهيدرولوجية ومتطلبات الاستهلاك، لذلك تكون صفة الاستقرار هذه نسبية ونعني بها استقرار الجريان لفترة محددة.

2. الجريان غير المستقرUnsteady Flow: يلعب الزمن في هذا الجريان دوراً أساسياً، أي أن خصائصه الهيدروليكية "العمق والسرعة والضغط" تتغير مع الزمن في موقع محدد، وهي الحالة الأكثر انتشاراً.

3. الجريان المنتظم Uniform Flow: هو الجريان الذي تبقى فيه قيم مناسيب المياه وبالتالي قيم السرعة وحجم الجريان ثابتة على امتداد القناة، أي يكون خط تدرج الطاقة وسطح الماء وقاع القناة جميعها متوازية فيما بينها، ويمكن أن يكون دائماً أو غير دائم، يعتبر الجريان الدائم المنتظم هو النوع الأساسي للجريان الذي يدرس في الأقنية المكشوفة ويكون فيها عمق الماء ثابتاً للفترة الزمنية المعتبرة، أما الجريان غير الدائم المنتظم فيحتوي على سطح ماء يتغير وضعه من حين إلى آخر مع بقائه موازياً لأرضية القناة وهذا الشرط صعب التحقيق ، لذلك يقصد بكلمة جريان منتظم: الجريان الدائم المنتظم.

4. الجريان غير المنتظم Nonuniform Flow: هو الجريان الذي تتغير فيه مناسيب المياه، أي أنه الجريان الذي يتغير فيه المقطع العرضي للتيار "زيادةً ونقصاناً" على طول مساره، ويمكن أن يكون دائماً (يتغير مع المسافة فقط)، أو غير دائم (يتغير مع المسافة والزمن)، وقد يكون هذا التغير انسيابياً فنسمي الجريان عندها الجريان غير المنتظم ذا التغير الانسيابي "التدريجي" وفيه تتغير معظم القيم الهيدروليكية تدريجياً من مقطع إلى آخر ، كما في حالة الجريان بجوار السد أو في حالة الجريانات الفيضانية في الأنهار والأقنية المكشوفة، أو أن يكون حاداً فنسميه الجريان غير المنتظم ذا التغير الانسيابي الحاد "الفجائي" وفيه تتغير معظم القيم الهيدروليكية فجأة، كما في حال القفزة المائية أو في حال التشغيل السريع لبوابات التحكم أو في حال حدوث الأمواج الناتجة عن انهيار السدود.

يمكن اعتبار حركة أمواج الفيضان مما سبق جرياناً غير دائم غير منتظم متغيراً تدريجياً، يكون انتشار الأمواج في حالة الجريانات البطيئة مع التيار وبعكسه بسرعة محددة، وتعتمد المعادلات الأساسية لحساب هذه الأمواج على مبدأ الموجة الانتقالية، وهي عبارة عن حركة مضطربة بالاتجاه الطولاني للمجرى والتي تعطي زيادة في تغيرات

$\frac{dx}{dt}$



$c = \sqrt{gh}$

التدفق والسرعة والعمق مع الزمن فهي تتشكل مع سرعة مطلقة محددة بـــ والتي هي عبارة عن مجموع السرعات الوسطية للماء v مع سرعة انتقال الموجة بالنسبة للماء المنتظر

(الذي لا ينتقل مع الموجة) مع العلم أن الموجة تستطيع أن تتحرك في كلا الاتجاهين الصاعد (عكس اتجاه الجريان) والهابط (باتجاه الجريان)،وتعطى قيمة سرعتها المطلقة بالعبارة التالية:

$$V = |v \mp c|$$

## 2-7- المعادلات الأساسية في حساب الجريان

### 2-7-1 - حالة الجريان المستقر

عند توافر المعطيات الخاصة بالمجرى المائي يمكن أخذ قطاع جزئي من المجرى، وباستخدام العلاقات الهيدروليكية المناسبة نستطيع إيجاد المعادلة التفاضلية للجريان، (فريال إيفو، 1990):

$$\frac{dh}{dx} = I \frac{1 - \dfrac{Q^2}{C^2 A^2 RI}}{1 - \dfrac{Q^2 L}{gA^3}}$$

Q: التدفق المار($m^3/s$)، A: المقطع المائي المبلول($m^2$)، I: ميل قاع المجرى، R: نصف القطر الهيدروليكي (m)، L: طول المجرى المائي (m)، C: ثابت شبزي، g: الثقالة الأرضية ($m^2/s$)، h: عمق الماء في المجرى على مسافة x.

إن كافة المجاهيل في هذه المعادلة توابع معروفة لـــ (h , x)، وللحصول على منحني سطح الماء أي إيجاد قيم مناسيب الماء في كافة مقاطع الجريان، يمكن الاعتماد على الحلول التي قدمها العالم باكمتيف والعالم بريس أو الطريقة التخطيطية للعالم بافلوفسكي أو طريقة التقريب المتتالي، ولكن هذه المعادلة تم استخراجها بفرض أن التغيرات الحادثة في السطح الحر للماء هي تدريجية وأن القدرة الضائعة الوحيدة تنتج عن الاحتكاك، الأمر الذي يخالف واقع المجاري المائية الطبيعية التي يكون قعرها غير معين بدقة (يمكن تطبيقها تجاوزاً في المجاري الطبيعية المنتظمة نسبياً بعد تقسيم كامل المجرى الى مسافات قصيرة جداً، تفصل بينها المقاطع الحسابية)، وبالتالي يكون الاعتماد الأمثل في حساب الجريان المستقر(د. عز الدين حسن، 2005) على

تجزئة المجرى المدروس إلى مجالات وتطبيق معادلة بيرنوللي بين مقطعين متتاليين الشكل(2−1) كما هو موضح بالعلاقة التالية:

$$h_1 + z_1 + \frac{\alpha_1}{2g} * v_1^{\,2} = h_2 + z_2 + \frac{\alpha_2}{2g} * v_2^{\,2} + h_e$$

$$h_1 = h_2 + (z_2 - z_1) + \frac{\alpha_2}{2g} * v_2^{\,2} - \frac{\alpha_1}{2g} * v_1^{\,2} + h_e$$

$$h_1 = h_2 + \Delta z + \frac{1}{2g}(\alpha_2 v_2^{\,2} - \alpha_1 v_1^{\,2}) + h_e \ldots\ldots\ldots\ldots(1-2)$$

حيث:

h عمق الماء في المقطع العرضي.

Z منسوب قاع القناة.

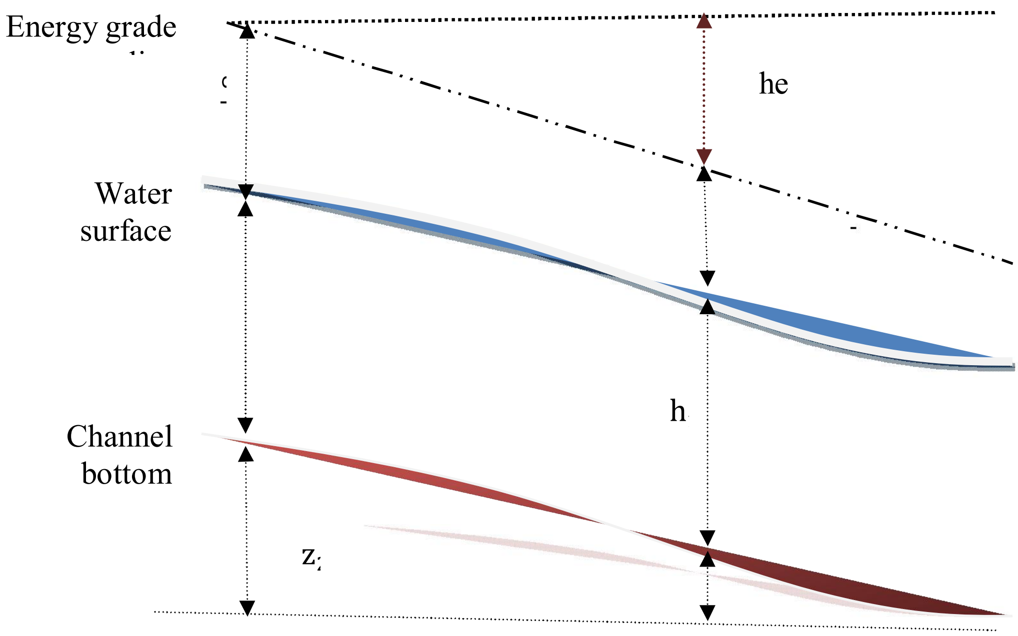
$V = \frac{Q}{A}$ السرعة الوسطية، Q قيمة الجريان المار في المقطع المدروس، A مساحة مقطع الجريان في المقطع نفسه.

$\propto$ معامل السرعة، g التسارع الأرضي.

$h_e$ فاقد الضغط (فواقد الاحتكاك + فواقد التمدد والتقلص)

$$he = L_{1-2} * S_{f1-2} + \left| \frac{\alpha_2}{2g} * v_2^{\,2} - \frac{\alpha_1}{2g} * v_1^{\,2} \right|$$

L المسافة بين المقطعين، $\bar{S}_f$ ميل خط القدرة، c معامل فاقد التقلص والتمدد.




الشكل (2−1): الجريان بين مقطعين متتاليين

(د. عز الدين حسن، 2005)

باعتبار أن قيم السرع تكون في البداية غير معروفة، يجري الحساب بالتقريب، أي أنه لأجل عمق ماء مقدر في المقطع الأول 1 تحسب مبدئياً جميع المجاهيل في العلاقة (2−1) بحيث تنتج قيمة لعمق الماء $h_1$ والذي يحسّن حتى تتحقق العلاقة، ولتحقيق الغاية المرجوة يجري هذا الحساب بواسطة برنامج حاسوبي مثلاً HEC-RAS , HEC2، وإن قيم الحساب التي ننطلق منها تحدد حسب الشروط في أسفل التيار وأعلى التيار (الطرف العلوي والسفلي للجزء المدروس)، ولا يمكن أن نستخدم هذه الطريقة عند ظهور القفزة المائية أو عند أي تحول مفاجئ في الجريان في أي مكان من الجزء الجاري حسابه.

**2−7−2− حالة الجريان غير المستقر**

ترتبط حسابات الجريان غير المستقر بشكل كبير بحسابات الفيضانات وتعتمد على عدة قوانين فيزيائية، تساعد في الحصول على المعادلات الأساسية في الجريان، (د. عز الدين حسن، 1989):

- مبدأ مصونية الكتلة (الاستمرارية).
- مبدأ مصونية كمية الحركة.

نأخذ حجماً عنصرياً ونعبر عن المبدأ الأول كالتالي: كمية المياه الداخلة اليه $Q-\frac{\partial Q}{\partial x}*\frac{\Delta x}{2}$ تساوي كمية المياه الخارجة منه $Q+\frac{\partial Q}{\partial x}*\frac{\Delta x}{2}$ مضافاً اليه كمية المياه المخزنة في هذا الحجم $\frac{\partial A}{\partial t}*\Delta x$ ، ومع الأخذ بعين الاعتبار لأي تدفق جانبي q يمكن كتابة معادلة الاستمرار Continuity Equation بالشكل التالي:

$$\frac{\partial Q}{\partial x}+\frac{\partial A}{\partial t}-q=0 \quad \text{.........} \quad ..(2-2)$$

أما المبدأ الثاني، فيجب أن تُراعى الأمور التالية من أجل اشتقاق المعادلة الديناميكية (معادلة الحركة):

**1−** ميل القاع وميل مناسيب الماء صغيران.

**2−** طول الأمواج أكبر بكثير من عمق الجريان، والجريان متخامد.

**3−** توزيع هيدروستاتيكي للضغط.

**4−** السرعات والتسارعات بالاتجاه z يمكن إهمالها أي نعتبر الجريان أحادي البعد بالاتجاه x.

**5-** علاقات الجريان لحالة الجريان المستقر تطابق حالة الجريانات غير المستقرة، لذلك تم استخدام علاقة مانينغ للجريان.

**6-** قاع الأقنية لا يتغير مع الزمن.

**7-** توزع هيدروستاتيكي للسرع في مقاطع الحساب.

انطلاقاً من قانون نيوتن الثاني والذي ينص على أن مجموع القوى المؤثرة على المائع في الحجم العنصري تساوي محصلة جداء كتلة المائع في تسارع الجريان (مشتق السرعة ) سرعة الجريان $\sum F_x = M * \frac{dV}{dt}$، ويؤثر في هذا الحجم ثلاث قوى أساسية:

1. قوى ناتجة عن الضغط: يتوزع الضغط بشكل هيدروستاتيكي حيث يتغير بشكل خطي مع العمق وتكون قوة الضغط على المقطع العرضي ويعطى بالعلاقة التالية:

$$f_p = -\rho g A \frac{\partial h}{\partial x} \Delta x$$

2. قوى ناتجة عن الثقالة: تنتج هذه القوى عن تأثير الثقالة الأرضية على المائع وتعطى بالعلاقة التالية:

$$f_g = +\rho g A \frac{\partial z}{\partial x} \Delta x$$

3. قوى ناتجة عن الاحتكاك، تنتج عن الاحتكاك بين المائع والقناة، وتعتمد بشكل أساسي على إجهاد القص وتنتج العلاقة التالية:

$$f_p = -\rho g A S_f \Delta x$$

وبالتعويض في قانون نيوتن نحصل على معادلة كمية الحركة Momentum Equation:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial QV}{\partial x} + gA\left(\frac{\partial z}{\partial x} + S_f\right) = 0 \quad ........ \quad ..(3-2)$$

$$S_f = Q \frac{|Q| n^2}{2.208 * A * R^{4/3}}$$

وتسمى المعادلتان (2–2) و (3–2) بمعادلتي SIANT-VENANT وهما المعادلتان الأساسية لحسابات الجريان غير المستقر.

إن دراسة هذا الجريان في المجاري الطبيعية غاية في الصعوبة بسبب التغير المستمر في المقطع الطولي والعرضي للمجرى الطبيعي بالإضافة إلى عدم ثبات خشونة جدرانه وقاعه وتغير التصريف المار فيه على مدار فترة استثماره، لذلك لا بد من توافر طرق حسابية تقريبية لتعطينا نتائج مقبولة ومهما كانت هذه الطريقة فهي تحتاج إلى توفر معطيات أولية للحساب مثل: المقاطع الطولية والعرضية للمجرى، قيم عوامل الخشونة لسرير النهر، قيم الغزارات المتوقعة...

وتعتمد الدراسة التقريبية في المجاري الطبيعية على تجزئة المجرى المدروس إلى مجالات حسابية منفصلة بحيث يمكن اعتبار سطح الماء في كل هذه المجالات مستوياً، ويمكن أن تبلغ هذه المجالات بضعة كيلومترات وليس من الضروري أن تكون هذه الأطوال متساوية، أي يجب أن نأخذ هذه المقاطع العرضية في مناطق محددة، وفي تباعدات مناسبة فيما بينها من أجل التعبير عن التدفقات في المجرى، كما يجب أن تؤخذ هذه المقاطع في مواقع نموذجية من المجرى مثل: مناطق تغير كل من الشكل والانحدار والتصريف والخشونة... وفي بداية الجسور ونهايتها وفي منشآت التحكم المختلفة، وبشكل عام يحدد حجم المجرى والانحدار وانتظام الشكل كيفية توزع هذه المقاطع العرضية، وإن حساب مناسيب سطح الماء في المقاطع المحددة يتطلب معرفة الغزارة ومنسوب سطح الماء في أحد المقاطع، وبما أن الجريان في المجاري الطبيعية من النوع الهادئ في أغلب الأحيان فإن إنشاء السطح الحر يتم ابتداءً من الأسفل باتجاه الأعلى أي بعكس اتجاه الجريان، أي يمكن حساب منسوب الماء في المقطع m ومن ثم في المقطع m-1 إذا كان منسوب الماء معلوماً في المقطع m+1.

**الطرق المعتمدة في حساب الجريان غير المستقر**

ساعد تطور العلم على استخدام طرق كثيرة لحساب الجريانات غير المستقرة الوحيدة البعد في الأقنية المكشوفة، يمكن تقسيمها إلى مجموعتين مختلفتين:

- الطرق الهيدرولوجية.
- الطرق الديناميكية.

**2-7-2-أ- الطرق الهيدرولوجية**

تعتمد هذه الطريقة بشكل أساسي، (عز الدين، 2005)، على معادلة الاستمرار وعلاقة التخزين مع الغزارة، ويفضل استخدامها في حساب التنبؤ عن الفيضانات نظراً للعدد القليل للمجاهيل اللازمة للحساب وحاجتها النادرة لعمل موديل رياضي، وأيضاً لقصر الوقت اللازم للحساب، والعلاقة التالية تعبر عن الحجم المخزن خلال الزمن dt :

$$\frac{dV_s}{dt} = Q_{in} - Q_{out}$$

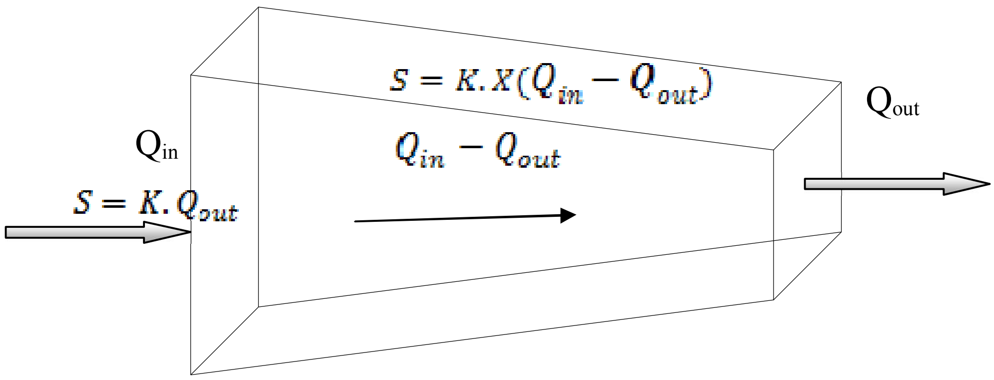
ويمكن أن تضم طريقة (مسكنغهام) أو طريقة (كالينين – ميلياكوف) وهي طرق تقريبية مبسطة لوصف انتقال أمواج الفيضان في المجاري المائية، وتبنى هذه الطرق على الحالة الخاصة لتخزين البحيرة وتستكمل بالافتراضات المختلفة للعلاقة التصريف – الحجم، والتي تشكل حالة عدم استقرار للموجة.

**طريقة ميسكنغهام Muskingum**: سميت بهذه الطريقة نسبة الى النهر الذي استخدمت فيه لأول مرة، واستكملت علاقة تخزين مع التصريف فرضت أنها خطية ولها بارامترات مناسبة

بجزء تخزيني غير مستقر الشكل (2−2)، والأمر الحاسم لزيادة الآثار التخزينية غير المستقرة هو الفرق بين التصريف القادم $Q_{in}$ والخارج $Q_{out}$ وثابت مسكنغهام X ، وباعتبار K هو ثابت التخزين فإن حجم التخزين $S(m^3)$ يعطى بالعلاقة التالية:

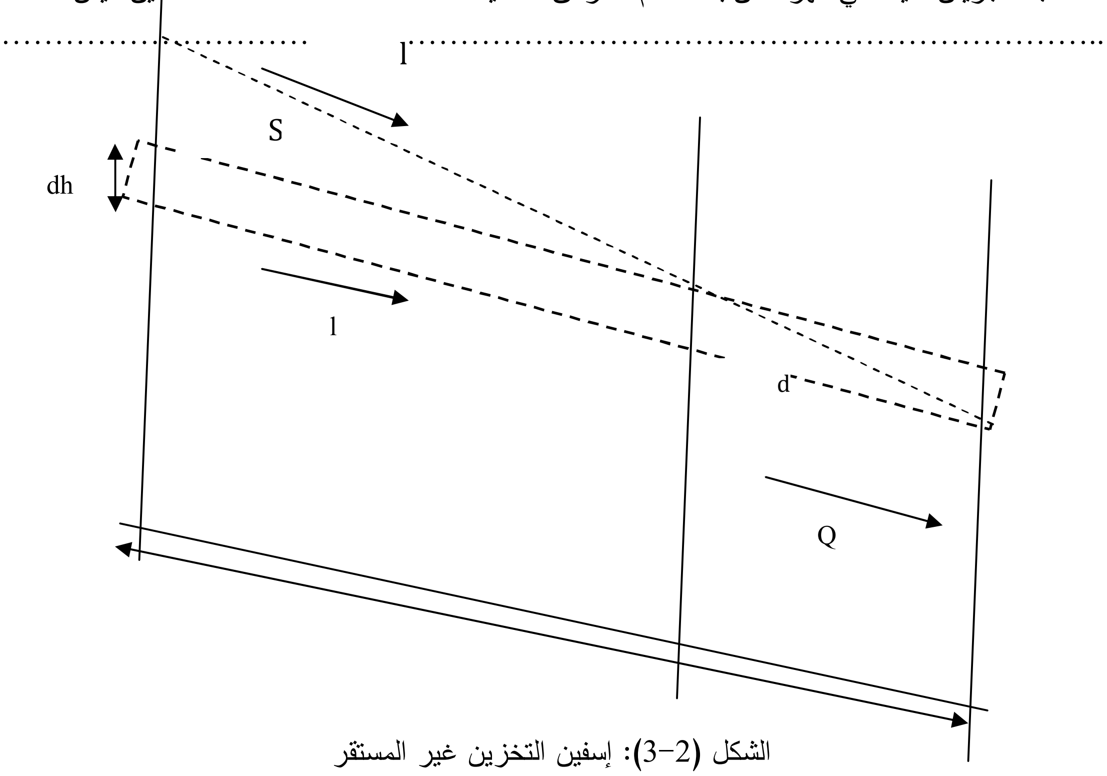
$$S = KQ_{out} + K.X(Q_{in} - Q_{out})$$

لا يمكن استنتاج المتحول X وK من بيانات المجرى المائي، وإنما من علاقات ومخططات لإيجاد بارامترات مسكنغهام.




الشكل (2−2): جزء تخزيني غير مستقر
(د. عز الدين حسن، 2005)

**A. طريقة كالينين – ميلياكوف Kalinin – Miljukov:** تنطلق هذه الطريقة من أن قيمة إسفين التخزين غير المستقر، وعدم استقرار منسوب الماء يرتبطان بطول جزء المجرى المائي المدروس، فعندما نجد الجزء المميز $L_c$ ، المبين في الشكل (2−3)، الذي يرتبط فيه حجم جزء التخزين غير المستقر والتصريف الخارج الزائد غير المستقر بنفس الأسلوب كما هو في الخزان والتصريف الخارج في الحالة المستقرة، يمكن أن نرجع العملية الكاملة ونبسطها الى طريقة حساب مستقر، بإعطاء $dS_{st} = S_{ins}$ ينشأ كشرط لإمكانية المقارنة لتزايد التخزين $dS_{st}$ من أجل صيغة الحساب المستقر، بعد إجراء الحسابات نحصل على علاقة طول الجزء المميز: $L_c = \frac{Qdh}{IdQ}$




الشكل (2-3): إسفين التخزين غير المستقر
(د. عز الدين حسن، 2005)

**2-7-2-ب- الطرق الديناميكية**

تتشوه أمواج الفيضان عند مرورها في جزء من المجرى المائي(د. عز الدين حسن، 2005)، والسبب في ذلك يعود الى أنه عند زيادة منسوب الماء يحصل تخزين في المجرى المائي والضفاف المرافقة، وعند شروط طرفية محيطة محددة ومبسطة يمكن أن توصف هذه الحركة من الجريان غير المستقر فيزيائياً وبشكل ممتاز عبر علاقات تفاضل جزئية غير خطية معروفة بمعادلاتSIANT-VENANT ويكون الحل التكاملي ممكناً فقط لظروف مثالية، ويلزم للاستخدامات العملية حل عددي (رقمي)، حيث يجرى هذا الحل حسب عملية تفصيلية.

تستخدم الطرق الديناميكية هذه المعادلات وتحل تبعاً للوظائف المطلوبة المحددة بمساعدة الشروط البدئية والطرفية لمعرفة التغيرات الزمنية لمنسوب الماء وللغزارة المارة في مقاطع القناة، ويمكن ذكر عدد من الطرق التفصيلية الأساسية لحل هذه المعادلات:

- **طريقة الحجوم المنتهية:** بمساعدة محددات التقريب لكل نوع، حيث تستخدم العلاقات النهائية في صيغة التكامل، فبُعد التكامل عبر حجم محدد (حجم المراقبة) باستخدام صيغة التكامل لغوص Gauss يبقى فقط حساب التكامل السطحي، ويتكون ما يسمى الجريانات والتيارات الحرارية الانتشارية من خلال حدود الحجم المحدد، ولحساب هذا التكامل السطحي تدخل المحددات (1d , 2d) لدرجات ترتيب مختلفة بتقسيم المساحة المدروسة إلى أجزاء.

❖ **طريقة العناصر المنتهية لحساب التغير**: يتم الحل التقريبي في هذه الطريقة للمشكلة المطروحة أيضاً بمحددات مختلفة الدرجة وتعرّف هذه المحددات محلياً للعناصر المستقلة، وتعرف عناصر هذه المحددات بشكل عام من عنصر إلى آخر وتحسب بحيث ينتج حل تقريبي جيد قدر الإمكان، كما تحسب القيم المجهولة للعوامل حسب حدود مختلفة والتي تقود إلى أشكال متعددة من العناصر المنتهية، تستخدم هذه الطريقة كطريقة عامة جداً، ولكي يمكن الوصول إلى الفروقات المنتهية أو طريقة الحجوم المنتهية كحالة خاصة لها باستخدام توابع تثقيل وإدخال متعددة.

❖ **طريقة الفروقات المنتهية:** تقرب المشتقات غالباً من خلال التطوير في سلاسل تايلور ويمكن أن يتم إما بشكل صريح explicit أو بالشكل المتضمن **implicit** وتعطي الطريقة الصريحة عادةً أفضلية في حساب العمليات غير المستقرة الشديدة (شديدة التغير في الزمن والمكان).

يتم استخدام الطرق السابقة من خلال تقسيم علاقات الجريان، حيث يتم التميز غالباً بين تقسيم المكان وتقسيم الزمان، كما يضاف إلى هذه الطرق الطريقة التحليلية المنتهية وطرق المميزات (طرق طيفية في مجال الأمواج).

في البحث الحالي نقوم بدراسة الفيضان باستخدام برنامج **Hec-Ras** الاختصاصي في نمذجة الأنهار وإجراء الحسابات الهيدروليكية. والذي يعتمد في الأساس الرياضي له على معادلتي SIANT-VENANT المشهورتين، واللتان تعتمدان في حلهما على الطرق التفاضلية Finite Difference والتي تتضمن:

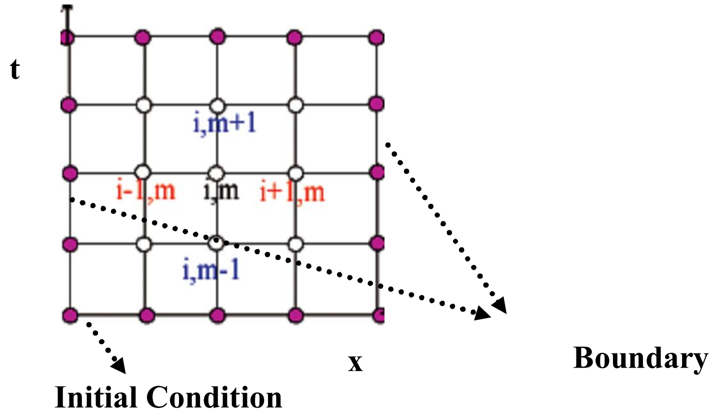
1. الطريقة التفاضلية الصريحة explicit Finite Difference Method.
2. الطريقة التفاضلية المتضمنة implicit Finite Difference Method.

تحتوي المعادلتان على عدة متغيرات، وتعتبر من المعادلات التفاضلية الجزئية PDE "Partial Differential Equations" من الدرجة الأولى، ولحل هاتين المعادلتين نعتمد على تغطية كامل المنطقة بشبكة Grid من الخطوط المتقاطعة ناتجة عن تقسيم المسافة والزمن (الجريان أحادي البعد) الى خطوات كل منها dt وdx ، وينتج عن هذه الشبكة نقاط متقاطعة Points عددها n عقدة والتي يحدها (n-1) خلية منتهية، ولها 2(n-1) معادلة فروق منتهية، ويتم حساب المتغيرات المجهولة في هذه المعادلات بأسلوب يختلف باختلاف الطريقة المستخدمة، وسنحاول توضيحها فيما بعد.

إن تثبيت قيمة منسوب الماء z أو الغزارة Q وفي بعض الحالات الخاصة وجود علاقة بين Q وz له تأثير كبير على نتائج الحساب، لذلك يتم وضع شروط طرفية بالنسبة للمسافة

**Boundary Condition** في الجريان غير المستقر unsteady flow حيث توجد شروط طرفية يمينية وأخرى يسارية وتختلف باختلاف الاتجاه المعتمد (إما باتجاه الجريان أو بعكسه).

كما يتم وضع شروط أولية **Initial Condition** بالنسبة للزمن وهذا يتم فقط في حالة الجريان غير المستقر، الشكل (2–4) يوضح توضع الشروط .




الشكل (2–4): توضع الشروط في خلايا الجريان

وكما ذكرنا سابقاً تتضمن هذه الطريقة نوعين أساسيين، سنحاول توضيح كل منهما فيما يلي:

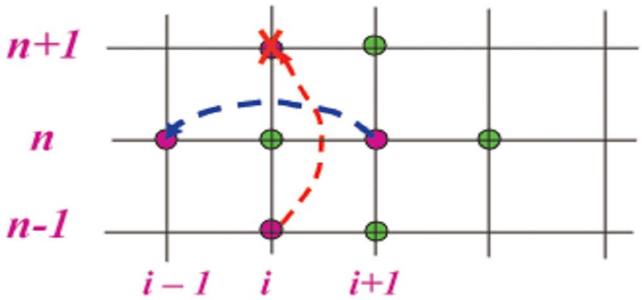
<u>**طريقة الفروق الصريحة (ذات المبدأ الصريح) explicit Finite Difference Method**</u>

تعتمد هذه الطريقة على إيجاد قيم المتغيرات في العقد بشكل صريح وواضح استناداً إلى القيم المعلومة عند الشروط الطرفية، حيث نبدأ بحساب العقدة الأولى المجاورة للشرط الطرفي وننتقل إلى حساب النقطة التالية المجاورة اعتماداً على العقدة الأولى المحسوبة سابقاً، وهكذا ننتقل إلى العقدة الثالثة لحسابها اعتماداً على العقدة التي تسبقها وهكذا...... حتى نصل إلى الشرط الطرفي النهائي وذلك على الخط الزمني نفسه، أي أن هذه الطريقة تعتبر أن منسوب الماء يزداد تدريجياً (تصاعدياً) من الشرط الطرفي البدائي إلى الشرط الطرفي النهائي، وهذا غير دقيق عملياً لأن وجود منشآت مائية على طول النهر كالمآخذ والبوابات يغير اتجاه تدرج المياه حيث تتناقص من النقطة المدروسة مثلاً باتجاه البوابة، كما أن هذه الطريقة تعتبر أن منسوب الماء يعتمد على عقدة واحدة فقط، وهذا يختلف عن مبدأ عمل الطريقة الضمنية.

<u>**طريقة الفروق المنتهية (ذات المبدأ المتضمن) Implicit Finite Difference Method**</u>

لا تعتمد هذه الطريقة على إيجاد قيم المتغيرات في العقد بشكل صريح، وإنما تعتمد على أسلوب يختاره المستخدم ويسمى Scheme فقد يعتمد على علاقة تربط العقدة المجهولة

بالعقدتين السابقة واللاحقة على نفس الخط الزمني، أو بعقد أخرى على خطوط زمنية أخرى وهكذا...كما هو موضح في الشكل (2-5) (مثال عن Scheme معين يسمى Leap frog Scheme وفيه يعتمد على قيم البيانات في العقدتين المحمولتين على خط زمني واحد وخط مكاني واحد حول العقدة المجهولة بشكل يشبه قفزة الضفدع).




الشكل (2-5): Leap frog Scheme

تعتمد إيجاد القيم على التكرار Iteration ، كما في الخطوات التالية:

1) فرض قيمة أولية عند العقدة المجهولة.
2) اعتماداً على القيمة المفروضة يتم حساب البارامترات في العقد المجاورة حتى يصل الحساب إلى الشرط الطرفي النهائي.
3) تتم مقارنة القيمة الناتجة مع القيمة المفروضة عند هذا الطرف ونكون عند حالتين:

A. |القيمة الناتجة – القيمة المفروضة| $\cong 0 \Leftarrow$ تنتهي عملية الحسابات وتكون قيم المتغيرات عند العقد هي القيم المطلوبة.

B. |القيمة الناتجة – القيمة المفروضة| $\ncong 0 \Leftarrow$ نكرر الحسابات ولكن باستخدام القيمة الناتجة كما في المراحل السابقة حتى نصل إلى الحالة A.

تعتبر هذه الطريقة أدق من الطريقة الصريحة، لأن الحساب في الطريقة الصريحة يعتمد على تأثير العقدة السابقة واللاحقة، أما هذه الطريقة فتعتمد على المعلومات في العقد المحيطة بالعقدة المدروسة أي أن بيانات العقد تتفاعل بعضها مع بعض، كما أن تكرار الحسابات والتأكد من الخطأ الحسابي يسمح بالوصول إلى النتائج الدقيقة، وتزداد الدقة كلما ازداد عدد التكرارات التي يتم تحديدها قبل البدء بالحساب، وهي الطريقة المتبعة في برنامج الـــ Hec-Ras.

# الفصل الثالث

# مدخل إلى برنامج الـ

# Hec- Ras

## مقدمة

برنامج الـــHec – Ras ،(Mr.Gray،2002) ،هو برنامج يستخدم لنمذجة الأنهار، عبارة عن نظام متكامل من البيانات مصممة للتفاعل في عدة أعمال ومن قبل عدة مستخدمين، حيث يقوم بتخزين البيانات وتحليلها وإدارتها وإعطاء تقارير بشكل مخططات أو جداول.

يعمل هذا النظام على تحليل أحادي البعد لشبكة مليئة بالمجاري المائية الطبيعية والمنشآت المقامة عليها، ويقوم بحسابات الجريان المستقر، ومحاكاة الجريان غير المستقر، ويتطلب إدخال المعطيات الهندسية Geometric Data وإدخال المقاطع العرضية Cross section، ومعاملات الخشونة، والمسافة بين المقاطع، بالإضافة الى كافة المنشآت الهيدروليكية الموجودة على النهر.

تطرقنا في هذا الفصل الى استنتاج الأساس الرياضي للبرنامج، وأهم المعطيات الأساسية لعمل البرنامج وآلية عملها.

## 3-1- الأساس الرياضي للبرنامج

يقوم البرنامج بإيجاد السطوح الحرة للماء في حالتي الجريان المستقر وغير المستقر اعتماداً على ما ذُكِر سابقاً عن المعادلات الأساسية في حساب الجريان، كما يلي.

**3-1-1- حالة الجريان المستقر:**(Mr.Gray،2002) يعتمد في حساباته على تطبيق معادلة بيرنوللي بين كل مقطعين متتاليين كما هو موضح بالعلاقة التالية:

$$h_1 + z_1 + \frac{\alpha_1}{2g} * v_1^{\,2} = h_2 + z_2 + \frac{\alpha_2}{2g} * v_2^{\,2} + h_e$$

من أجل إيجاد سطوح الماء الحر، نتبع النهج التكراري معتمدين على خطوة معيارية كما يلي:

1. نفرض منسوب سطح الماء للمقطع الأولي في الحساب $h$ عكس اتجاه التيار(في حالة الجريان دون الحرج)، وباتجاه التيار (في حالة الجريان فوق الحرج).
2. نحدد السرعة والحمولة اعتماداً على المنسوب المفروض.
3. نحدد ميل الاحتكاك بالاعتماد على النتائج السابقة.
4. نوجد $h$ من معادلة القدرة.
5. نقارنها مع القيمة المفروضة، إذا كان الفرق بينهما أكبر من الخطأ المسموح فإننا نعيد الخطوات السابقة ولكن باستخدام المنسوب الجديد.

يعتمد البرنامج على عدد من التكرارات في إجراء الحسابات تستمر حتى نصل الى الخطأ الأصغري ونختار سطح الماء المقابل له.

يتم تحديد نظام الجريان إن كان فوق الحرج أو دون الحرج أو نظاماً مختلطاً معتمداً على العمق الحرج الذي يقوم البرنامج بحسابه، أما الشروط الطرفية فهي ضرورية لتحديد سطح الماء الابتدائي الذي تبدأ عنده الحسابات.

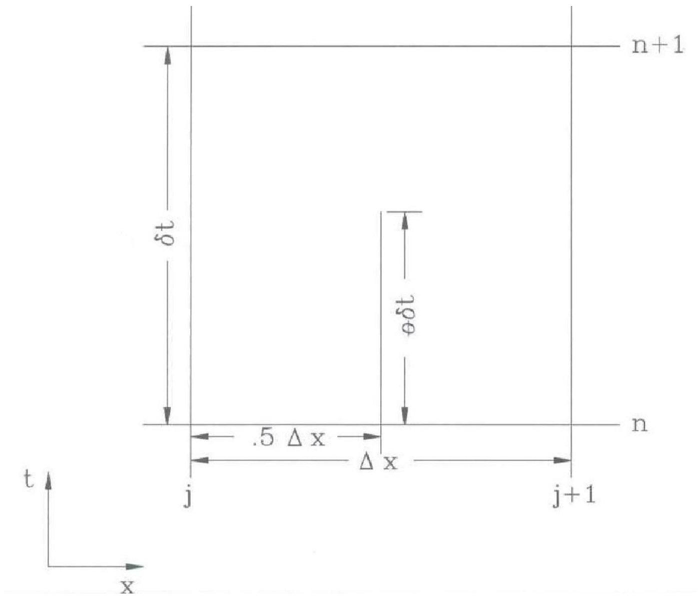
عند استخدام برنامج ال Hec-Ras في دراسة هذا الجريان، يعتمد في حسابه على إدخال قيم للتدفق في عدة مقاطع، يقوم البرنامج باختيار المواقع المتميزة بشكل يحقق مبدأ الاستمرار مثل: بداية كل نهر ونهايته، مناطق الوصلات، مواقع المنشآت الهيدروليكية، مساحات التخزين... ويمكن للمستخدم اختيار مواقع إضافية، كما يجب إدخال الشروط الطرفية المناسبة وفيها يمكن أن يختار البرنامج شروط داخلية كما في حالة الوصلات مثلا والتي تستخدم كشرط طرفي علوي للنهر السفلي وشرط طرفي سفلي للنهر العلوي.

**3-1-2- حالة الجريان غير المستقر**

يعتمد البرنامج على حل معادلتي SIANT-VENANT على الــ Scheme التالي،(Mr.Gray،2002)، الشكل (3−1):

مع مراعاة ما يلي: $f_j = f_{j+1}^n$

$$f_j = f_j^n$$
$$\Delta f_j = f_j^{n+1} - f_j^n$$
$$f_j^{n+1} = f_j^{\,n} + \Delta f_j$$




الشكل (1−3): Hec-Ras Scheme

1. الاشتقاق بالنسبة للزمن:

$$\frac{\partial f}{\partial t} \approx \frac{\Delta f}{\Delta t} = \frac{0.5(\Delta f_{j+1} + \Delta f_j)}{\Delta t} \text{..........} \quad .(1-3)$$

2. الاشتقاق بالنسبة للمسافة:

$$\frac{\partial f}{\partial x} \approx \frac{\Delta f}{\Delta x} = \frac{0.5(\Delta f_{j+1} - \Delta f_j) + \theta(f_{j+1} - \Delta f_j)}{\Delta x} \text{..........} \quad .(2-3)$$

3. قيمة التابع:

$$f \approx f = 0.5(f_{j+1} + f_j) + 0.5\theta(\Delta f_{j+1} + \Delta f_j) \text{.........} \quad ..(3-3)$$

بيّن العالم فان− نيومان أن هذا النظام الضمني المتبع مستقر تماماً نظرياً من أجل $0.5 < \theta < 1.0$ بشرط الاستقرار من أجل $\theta = 0.5$ ولا استقرار من أجل $\theta < 0.5$، كما أشار الى وجود زيادة صغيرة بالعلاقة مع المعدل $\frac{\lambda}{\Delta x}$ حيث إن λ هي طول الموجة.

أي أن البرنامج يعتمد في حساباته على حساب البارامترات في منتصف كل خلية منتقلاً الى الخلية التالية، وتعرف هذه الطريقة بالطريقة الصندوقية وتعتمد في حسابها على الحساب في نقطة داخلية بالشكل الذي يسمح فيه للمعلومات في كل الأجزاء أن تتفاعل بعضها مع بعض لكن يمكن أن تتأثر النتائج بعدة عوامل مثل: تغيرات في خصائص المقطع، تغيرات

حادة في ميل القناة، خصائص موجة الفيضان، المنشآت الهيدروليكية المعقدة التي يمكن أن تتواجد على امتداد المجرى....

نطبق الصيغ التفاضلية المعتمدة (4−1) و (4−2) و (4−3) على معادلات SIANT - VENANT، (3−2) و (2−2)، بفرض j=1, j+1=2:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} - q = 0 \quad \text{أ−}$$

$$0.5\,\frac{(A_2 + \Delta A_1)}{\Delta t} + \frac{(Q_2 - Q_1) + \theta(\Delta Q_2 - \Delta Q_1)}{\Delta x} - q = 0$$

$$(0.5A_2 + \Delta A_1)(X_2 - X_1) + (Q_2 - Q_1)(t_2 - t_1) + \theta(\Delta Q_2 - \Delta Q_1)(t_2 - t_1) - q(t_2 - t_1)(X_2 - X_1) = 0$$

$$(t_2 - t_1)\left[(Q_2 - Q_1) + \theta(\Delta Q_2 - \Delta Q_1) - q(X_2 - X_1) = (0.5A_2 + \Delta A_1)(X_2 - X_1)\right]$$

$$t_2 - t_1 = \frac{(0.5A_2 + \Delta A_1)}{(Q_2 - Q_1) + \theta(\Delta Q_2 - \Delta Q_1) - q(X_2 - X_1)}(X_2 - X_1)$$

$$t_2 = \frac{(0.5A_2 + \Delta A_1)}{(Q_2 - Q_1) + \theta(\Delta Q_2 - \Delta Q_1) - q(X_2 - X_1)}(X_2 - X_1) + t_1 \text{..........}(4-3)$$

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

$$0.5\,\frac{(Q_2 + \Delta Q_1)}{\Delta t} + \frac{(V_2 Q_2 - V_1 Q_1) + \theta(V_2 \Delta Q_2 - V_1 \Delta Q_1)}{\Delta x}$$
$$gA\left(\frac{Z_2 - Z_1}{\Delta X} + \theta\,\frac{(\Delta Z_2 - \Delta Z_1)}{\Delta X} + S_f\right) = 0$$

$$0.5\,\frac{(Q_2 + \Delta Q_1)}{(t_2 - t_1)} + \frac{(V_2 Q_2 - V_1 Q_1) + \theta(V_2 \Delta Q_2 - V_1 \Delta Q_1)}{(X_2 - X_1)}$$
$$gA\left(\frac{Z_2 - Z_1}{(X_2 - X_1)} + \theta\,\frac{(\Delta Z_2 - \Delta Z_1)}{(X_2 - X_1)} + S_f\right) = 0$$

$$(0.5Q_2 + 0.5\Delta Q_1)(X_1 - X_2) =$$
$$\left[(V_2Q_2 - V_1Q_1) + \theta(V_2\Delta Q_2 - V_1\Delta Q_1)\right](t_2 - t_1)$$
$$+ gA\ (Z_2 - Z_1)(t_2 - t_1) + gA\ \theta(\Delta Z_2 - \Delta Z_2)(t_2 - t_1)$$
$$+ gA\ (t_2 - t_1)(X_2 - X_1)$$

$$(X_2 - X_1) =$$
$$\frac{(V_2Q_2 - V_1Q_1) + \theta(V_2\Delta Q_2 - V_1\Delta Q_1)}{(0.5Q_2 + 0.5\Delta Q_1) + gA\ (t_2 - t_1)}\Delta t +$$

$$\frac{gA\ (Z_2 - Z_1)(\Delta Z_2 - \Delta Z_2)}{(0.5Q_2 + 0.5\Delta Q_1) + gA\ (t_2 - t_1)}\Delta t ........(5-3)$$

Q التدفق المار في المقطع المدروس، $\Delta Q_j = Q_j^{n+1} - Q_j^n$، A مساحة المقطع المائي ويحسب حسب العلاقة $A = 0.5(A_2 + A_1) + 0.5\theta(\Delta A_2 + \Delta A_1)$، و $\Delta A_j = A_j^{n+1} - A_j^n$، والمعادلتان(3-4) و (3-5) تساعدان في إيجاد السطح الحر للمياه في المجرى المائي، ولذلك يجب أن تتوفر بعض المعطيات الضرورية للبرنامج.

## 3-2- المعطيات الأساسية لعمل البرنامج

إن النتائج المرجوة من البرنامج تتوقف على المعطيات المدخلة إليه وعلى دقتها، وتتلخص بشكل أساسي بالتالي:

1. أبعاد الأقنية وعوامل الاحتكاك.
2. الشروط الأولية لدى البدء بالحساب.
3. الشروط الطرفية في بدء مقطع الحساب.

### 3-2-1- أبعاد الأقنية وعوامل الاحتكاك

يفيد المسح الطبوغرافي والتجارب الحقلية للمنطقة المدروسة في تحديد البيانات الطبوغرافية والهيدروليكية الخاصة بالمجرى المدروس وتحديد خصائص التربة، حيث يتطلب العمل في البرنامج إدخال المعطيات الهندسية Geometric Data وإدخال المقاطع العرضية Cross sections، ومعاملات الخشونة والفواقد المختلفة، المسافة بين المقاطع، بالإضافة الى معلومات عن كافة الروافد والمنشآت الهندسية الموجودة على النهر.

يتم رفع مقاطع عرضية على طول المجرى بشكل يغطي كامل المساحة وبالشكل الأمثل، أي يجب أن تتوزع هذه المقاطع في المناطق الحرجة مثل مناطق تغير الميول ومناطق تغير معامل الخشونة ومناطق التوسع والتضيق وعند نقاط التفرع للنهر وعند توضع المنشآت الهيدروليكية وكل ما يعيق الجريان، ويفضل أن تكون على مسافات قريبة للحصول على معلومات أكثر دقة، كما يسمح البرنامج بالتعبير عن خصائص المقاطع العرضية بكافة أشكالها،(Mr.Gray، 2002):

- المساحات غير الفعالة Ineffective Flow Area : تعبر عن وجود برك أو تجمعات مائية ذات سرعة قريبة من الصفر ولا تؤثر على الجريان، وهي تدخل في حسابات التخزين وغيرها من البارامترات للمقاطع العرضية المبللة الأخرى ولكن لا تدخل في مساحات الجريان الفعالة.
- الحواجز الجانبية أو السدود الصغيرة Levees : تعبر عن عدم السماح للمياه بالحركة يميناً إن كانت السدة يمينية، ويساراً إن كانت السدة يسارية.
- العراقيل والانسدادات Obstructions : تقلل من مساحات الجريان.

أما بالنسبة لمعاملات فواقد الطاقة فهي تشمل فاقد الاحتكاك الناتجة عن الخشونة (معامل مانينغ للاحتكاك) equivalent roughness "k" or Manning`s value n، $(Q = k * S_f^{1/2} \Rightarrow k = \frac{1.486}{n} A * R^{2/3})$، يمكن لقيمة مانينغ أن تكون ثابتة في كافة المقاطع العرضية أو يمكن أن تتغير من مقطع عرضي إلى مقطع آخر، وهو يتعلق بعدة معاملات (خشونة التربة- نوع النباتات- حجم وشكل القناة والغاية منها-المعوقات- ارتفاع القناة- التغيرات الموسمية لمنسوب الماء- كمية الجريان- درجة الحرارة...) والبرنامج يحوي على جداول تتضمن كافة قيم "n" لمختلف الحالات أو يمكن حسابه اعتماداً على النتائج الحقلية والعلاقات الرياضية، كما يتيح لنا البرنامج اختيار قيم مانينغ كقيم متغيرة أفقياً، أو قيم متغيرة شاقولياً.

وفواقد ناتجة عن الانتقال من مقطع عرضي إلى آخر أي فواقد التوسع والتضايق Contraction and expansion coefficient، ونحصل على هذه الفواقد من ضرب معاملات بفرق السرعة المطلقة بين المقطع العرضي الحالي والمقطع الآخر، وتأخذ هذه المعاملات القيم التالية: في حال الجريان دون الحرج إذا كان التغير صغيراً $\{cont = 0.1, \exp = 0.3\}$، وإذا كان التغير كبيراً مثلاً عند وجود الجسور أو أي محطات هيدروليكية $\{cont = 0.3, \exp = 0.5\}$ وعند التغيرات الحادة يرتفع إلى $\{cont = 0.6, \exp = 0.8\}$، وفي حال الجريان فوق الحرج فإن هذه القيم يجب أن

تكون أخفض لأن قيم السرع أخفض وبالتالي تغيرات أقل في العمق، وتصل قيم هذه المعاملات إلى الصفر في المقاطع المستطيلة حيث لا يوجد تغير في شكل المقاطع العرضية ونأخذ قيمتها عادةً عند هذه الجريانات $\{cont = 0.05 , \exp = 0.1\}$ .

و فواقد ناتجة عن المنشآت والتي تتعلق بشكلها وشروط الدخول والخروج ومعاملات الركائز...

### 3-2-2- الشروط الأولية

نقصد بالشروط الأولية الشروط التي نبدأ عندها الحساب،(د.عز الدين حسن، 1989)، أي قيم المناسيب والتدفقات في اللحظة t=0، يمكن أن تعطى كقيم عددية ل (Q , z) أو (v , h)ويقوم عندها البرنامج بحساب مناسيب الماء في كافة مقاطع الجريان كما في حالة الجريان المستقر على كامل مقطع الحساب، أو يمكن إنشاء جدول لقيم المناسيب والتدفقات التي تقابلها وتخزينها ثم استخدامها كشروط أولية للحسابات، ولكن أسهل الحالات(الحالة الأولى) حيث يمكن اختيار حالة الجريان المستقر كشروط أولية وذلك لسهولة حساب منسوب الماء لكافة مقاطع الحساب في حالة غزارة ثابتة.

### 3-2-3- 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،(د.عز الدين حسن، 1989)، وعند تقدير الجريانات في المجاري الطبيعية نستخدم ثلاثة أنواع للشروط الطرفية:

- شروط طرفية من الدرجة الأولى: $Z = cte$
- شروط طرفية من الدرجة الثانية : $Q = cte$
- شروط طرفية من الدرجة الثالثة : $Q = f(z)$

إن إدخال هذه الشروط في معادلة القدرة وفي معادلتي SIANT-VENANT يساعد في إيجاد مناسيب الماء، بالاعتماد على التكرار، يتعامل البرنامج مع عدد من الشروط الطرفية التي تُرجَع إلى الأنواع الثلاثة الرئيسية السابقة،(Mr.Gray،2002) وهي:

**1**- منحني تغير المنسوب مع الزمن Stage Hydrograph .
**2**- منحني تغير التدفق مع الزمن Flow Hydrograph .
**3**- منحني تغير التدفق مع المنسوب مع الزمن Stage/ Flow Hydrograph .
**4**- منحني تغير التدفق مع المنسوب Rating Curve .
**5**- العمق الطبيعي Normal Depth.

**6**- جريان جانبي متغير Lateral Inflow Hydrograph .

**7**- جريان جانبي منتظم Uniform Lateral Inflow.

**8**- جريان جوفي داخل للحوضGroundwater Interflow .

**9**- منحني تغير فتحة البوابة مع الزمن T.S Gate Openings.

**10**- بوابات تحكم بالمناسيب Elevation Controlled Gates.

**11**- سدود ملاحة Navigation Dams .

**12**- منحني منسوب/تدفق عند وجود منشأة (جسر-بوابة) IB Stage/ Flow.

عند توفر هذه المعطيات نبدأ بالحسابات، ويختلف اتجاه الحساب وذلك تبعاً لنمط الجريان، ففي حالة الجريان فوق الحرج Super-Flow يجري الحساب باتجاه الجريان، ويطلب البرنامج الشرط الطرفي اليميني (Upstream) تستخدم الأنماط الثلاثة الأولى بشكل أساسي في هذه الحالة، ويكون مسار الحساب من أعلى المجري إلى أدناه، أما في حالة الجريان دون الحرج Subcritical-Flow فيجري الحساب بعكس اتجاه الجريان، ولذلك من أجل البدء بالحسابات يطلب البرنامج الشرط الطرفي اليساري (Downstream) وتستخدم الأنماط الخمسة الأولى بشكل أساسي في هذه الحالة أيضاً، ويكون مسار الحساب من أسفل المجرى المائي إلى أعلاه، أما في حالة الجريان المختلط Mixed-Flow فيجري الحساب بشكل تراجعي و تقدمي معاً ويجب تحديد الشروط الطرفية للجريان في كلا الطرفين، ويمكن استخدام الأنماط الأخرى من الشروط الطرفية في المقاطع الداخلية خاصةً عند وجود المنشآت الهيدروليكية (بوابة – هدار – سد...).

## 3-3- تطبيق الشروط الطرفية الأكثر استخداماً:

عندما نطبق الشرط الطرفي من النوع **<u>Flow Hydrograph</u>** $Q = f(t)$ عند Upstream لكل جزء نهري غير متصل مع أنهار أخرى أو مع أي مساحات تخزين storage areas، واعتماداً على الشكل (3-1) وهو يعبر عن تغير التدفق مع الزمن فإننا نستخدم في المعادلتين (3-4) و (3-5) مع الأخذ بعين الاعتبار العلاقة التالية للشرط الطرفي ومن أجل الخطوة الزمنية $\Delta t$ (n+1) :

$$\Delta Q_k^{n+1} = Q_k^n - Q_k$$

k العقدة عند الشرط الطرفي، كما يمكن تطبيق هذا الشرط في Downstream لكل جزء نهري غير متصل مع أنهار أخرى أو مع أية مساحات تخزين، بشرط أن تكون البيانات المسجلة معيارية والنموذج معايراً من أجل حدث فيضاني محدد.

عند استخدام **Stage Hydrograph** $Z = f(t)$ أي أن منسوب الماء يتغير مع الزمن، إذا تحرك المجرى في بيئة ماء تراجعية كما في وضعية مصب نهري أو مصب خليجي حيث يكون منسوب سطح الماء مغطى بتقلبات جذرية، أو عندما تجري المياه إلى بحيرة أو إلى أي خزان ذي منسوب معلوم أو في العناصر ذات التنظيم الذاتي (الهيدروأوتومات) وأينما وجد تغير في الغزارة يصحبه تغير قليل في منسوب الماء، باعتبار N العقدة عند الشرط الطرفي ومن أجل الخطوة الزمنية $\Delta t$ (n+1) يعطى الشرط الطرفي بالعلاقة:

$$\Delta Z_N = Z_N^{n+1} - Z_N^n$$

عند استخدام **Stage/ Flow Hydrograph** أي التدفق ومنسوب الماء يتغيران مع الزمن، ويبين التوافق بينهما أي عندما يزداد التدفق في المجرى يزداد بالمقابل منسوب الماء، ومن أجل الخطوة الزمنية $\Delta t$ (n+1) يعطى الشرط الطرفي بالعلاقات:

$$\Delta Q_k^{n+1} = Q_k^n - Q_k \quad \text{و} \quad \Delta Z_N = Z_N^{n+1} - Z_N^n$$

عند استخدام **Rating Curve** Q=f(z) كشرط طرفي، وهو منحنٍ يظهر في حال وجود علاقة بين الغزارة ومنسوب الماء كما في الهدارات أو عند وجود البوابات، ومن أجل الخطوة الزمنية $\Delta t$ (n+1) يعطى الشرط الطرفي بالعلاقة:

$$Q_N + \theta \Delta Q_N = D_{k-1} + \frac{D_k - D_{k-1}}{S_k - S_{k-1}}(Z_N + \Delta Z_N - S_{k-1})$$

$Z_{k-1}$ هو المنسوب عند الموقع (الإحداثية) K، $D_k$ التصريف عند هذه الإحداثية.

عند استخدام الشرط الطرفي **Normal Depth**، في حالة Downstream فقط، يعتمد البرنامج على علاقة مانينغ بالاعتماد على ميل يدخله المستخدم ومنها ينتج منسوب ماء يمكن اعتباره، إذا كان الجريان منتظماً في المجاري الطبيعية، عمق ماء طبيعي، ولأن شروط هذا الجريان لا توجد بشكل طبيعي في المجاري الطبيعية لذلك يجب أن نستخدم هذا الشرط شرطاً سفلياً للمساحة المدروسة والتي لا تؤثر على النتائج في هذه المساحة، وتعطى معادلة مانينغ كما يلي:

$$Q = K(S_f)^{0.5}$$

إن استخدام برنامج ال Hec-Ras في حسابات الجريان غير المستقر تعتمد بشكل أساسي على الإدخال الصحيح للشروط الطرفية والشروط الأولية، ويمكن الحصول على النتائج كما يلي: جداول تبين تفاصيل كل مقطع عرضي (مناسيب الماء الناتجة، مساحة المقطع المبلول، السرعة والفواقد...)، وجداول للأخطاء والتحذيرات الناتجة عن الدراسة، ومنحنيات توضح العلاقة بين التدفق ومنسوب الماء والتي تظهر تأثير المنشآت الهيدروليكية على امتداد

المجرى، ومنحنيات تبين تغير التدفق والمنسوب مع الزمن، مخططات للمقاطع العرضية موضح عليها البارامترات الناتجة عن الحسابات الهيدروليكية والسدات والعراقيل والمساحات الفعالة وأي منشآت داخلية وذلك لكافة الحالات المدروسة، ومخططات ثلاثية الأبعاد تظهر المجرى والمياه الجارية فيه، وغيرها...

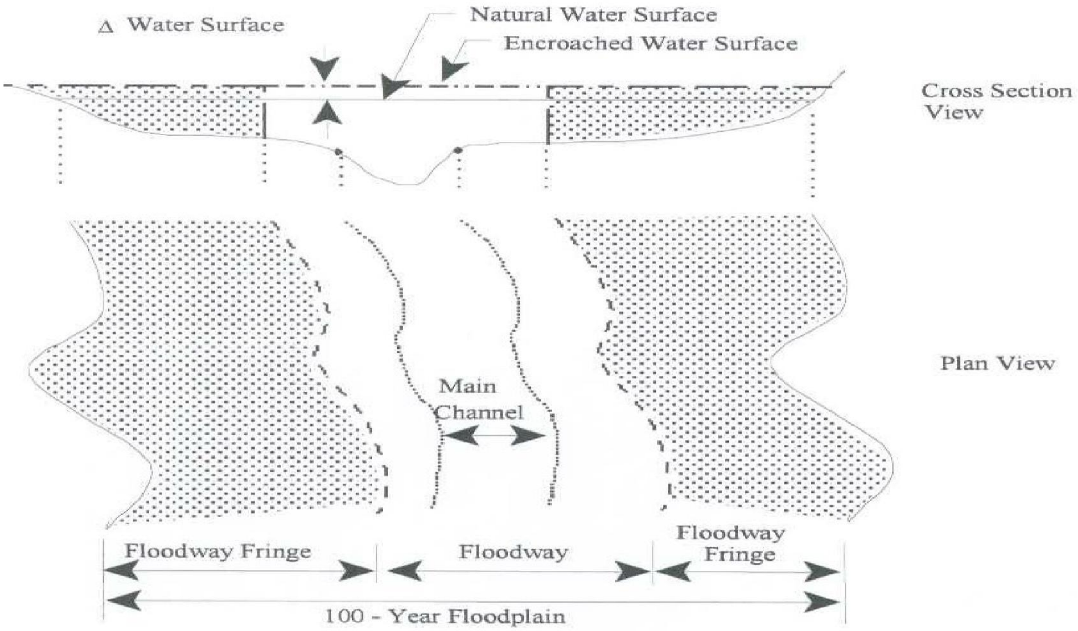
## 3-4- إيجاد مخطط الغمر باستخدام برنامج الـ Hec - Ras

يعتمد البرنامج في حساب مخطط الغمر على تحليل الجريان المستقر لموجة الفيضان الأكثر حدوثاً،(2002,Mr.Gray)، واعتماده مقطعاً أولياً من أجل حسابات الغمر المختلفة، يجب أن يستوعب حجم التخزين في مخطط الفيضان الأساسي أي تغير في منسوب الماء أو أي زيادة تراكمية لمنسوب سطح الماء.

عند الحساب الهيدروليكي لــ Floodway يتم باستخدام فواقد متساوية من k من جانبي النهر، حيث يمكن اعتبار الجانبين البعيدين من المجرى مثل بلوكات مصمتة كاملة يتوقف عندها انتشار الغمر المائي، أما من أجل تحديد Floodplain فإننا نعتمد بشكل أساسي على حسابات مقطع الجريان الطبيعي كمقطع أولي لعدة جريانات أخرى، ومن أجل تحقيق هدفه المتمثل بتحديد حدود الغمر وإيجاد إحداثيات الغمر encroachment stations والتعدي المائي على الأرض المجاورة للمجرى المائي والذي يسبب بدوره تغيراً في منسوب الماء يجب اتباع الخطوات التالية:

1. نحدد منسوب الماء كسطح مائي طبيعي وبدون غمر باستخدام جريان أعظمي في النهر.
2. بالاعتماد على هذا السطح نوجد Floodplain .
3. نستخدم إحدى الطرق الخمسة لإيجاد Floodway.

والشكل (3-2) يوضح Floodway وFloodplain المطلوب حسابه:




الشكل (3-2): Floodplain و Floodway

## 3-5- طرق إيجاد مخطط الغمر في الـ Hec - Ras

يعتمد البرنامج في إيجاد مخطط الغمر على طريقة واحدة أو أكثر من طريقة ضمن خمس طرق أساسية،(Mr.Gray،2002)، وتهدف الى إيجاد stations encroachment وهي كما يلي:

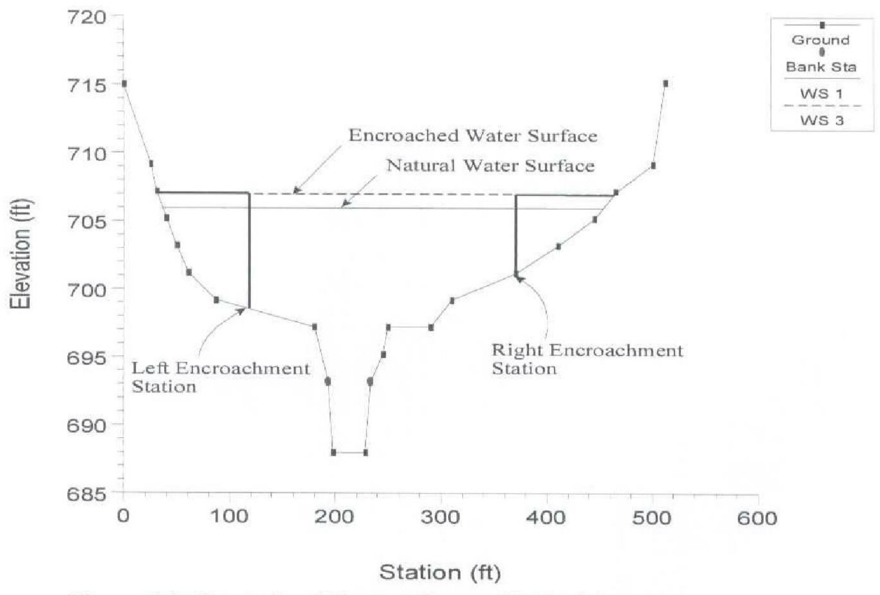
**1. الطريقة الأولى: إدخال المستخدم في قيم محطات الغمر.**

**Method 1 –user enters right and left encroachment stations**

يتم في هذه الطريقة تحديد محطتي الغمر اليمنى واليسرى بشكل مباشر لكل مقطع عرضي، ويمكن أن تتغير هذه المحطات من جريان إلى آخر، ويمكن الحصول على هذه المحطات من دراسات سابقة أو بالارتكاز على نتائج إحدى الطرق الأخرى.

بعد تحديد المقطع الأولي للجريان(الفيضان الذي يحدث مرة كل 100عام)، يتم إدخال محطات الغمر لكل مقطع عرضي وبالتالي نهمل الجانبين البعيدين من المجرى باعتبارهما بلوكات مصمتة ابتداءً من هذه المحطات، ويقوم البرنامج بإعادة حساب مناسيب الماء للجزء المتبقي من المقطع وبالتالي فإننا نحصل على سطح الماء المغمور كما هو موضح بالشكل (3-3).

Example of Encroachment Method 1




الشكل (3-3) :Method 1

**2. الطريقة الثانية: إدخال المستخدم عرض ثابت للقمة في كافة المقاطع على كامل امتداد النهر.**

**Method 2 –user enters fixed topwidth**

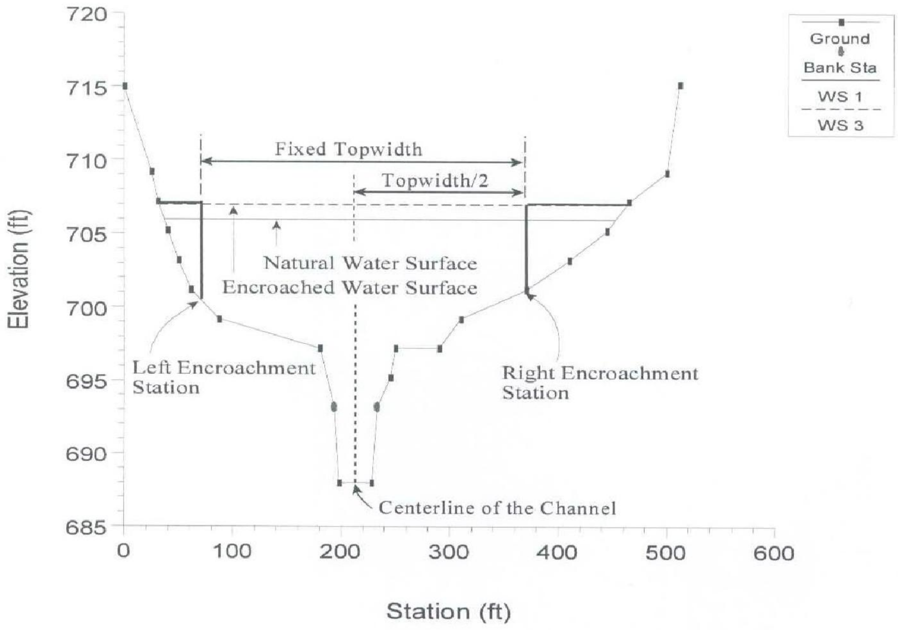
يتم في هذه الطريقة تحديد عرض قمة محدد بشكل منفصل لكل مقطع عرضي، ويكون بعد محطتي الغمر متساوياً مع الخط المركزي للقناة، وبالتالي نعود في منهجية الحساب إلى الطريقة الأولى، كما هو موضح في الشكل (3-4).

**3. الطريقة الثالثة: تحديد المستخدم نسبة تخفيض من قيمة الخشونة k.**

**Method 3 –user specifies the percent reduction in conveyance**

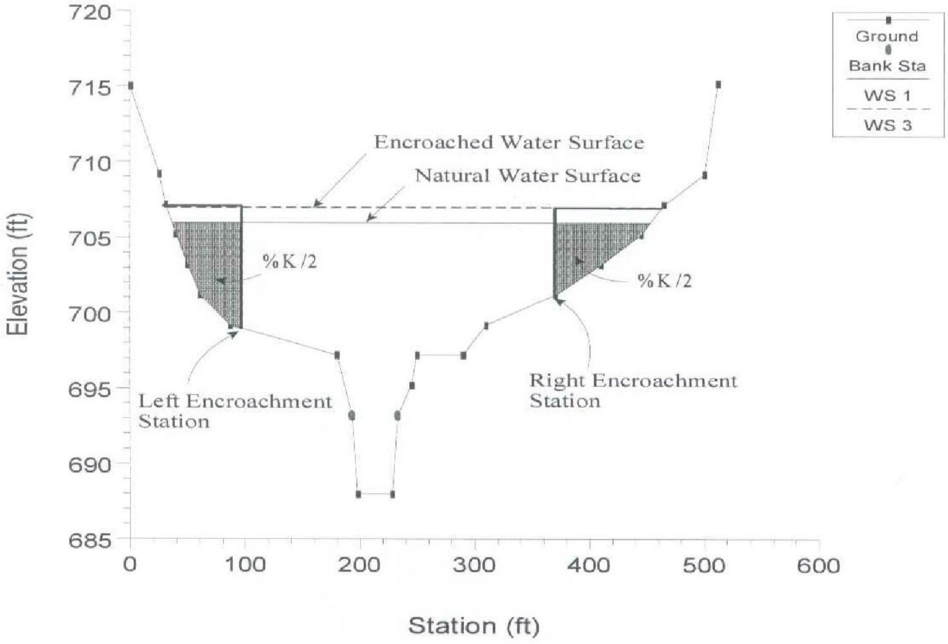
يتم في هذه الطريقة تحديد نسبة تخفيض k/2% من السطح الطبيعي لكل مقطع عرضي، وبالتالي تحديد الجزء المهمل منه، و يكون هذا إذا كانت k تتوزع بشكلٍ متساوٍ على كلا الجانبين، وعدا ذلك فإن البرنامج يقوم بتخفيض k بما يتناسب مع التوزع الطبيعي، مثلاً: إذا كانت قيمة k في الضفة اليمنى هي مرتين عن قيمتها في الضفة اليسرى فإن التخفيض يكون بـــ6.7 و 3.3 لكل منهما على الترتيب، كما هو موضح في الشكل (3-5).

Example of Encroachment Method 2




الشكل (3-4) : Method2

Example of Encroachment Method 3



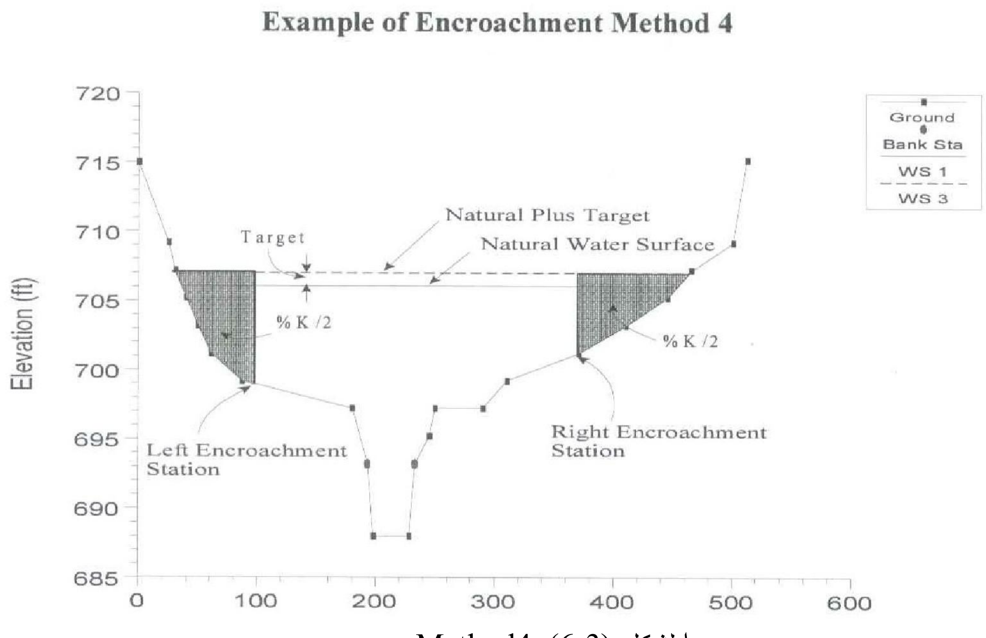

الشكل (3-5): Method3

**4. الطريقة الرابعة: فرض المستخدم زيادة في سطح الماء.**

**Method 4 –user specifies a target water surface increase**

تم الذكر سابقاً، أن المخطط المطلوب يجب أن يؤمن حجم تخزين يستوعب أي زيادة في منسوب الماء المحسوب للموجة الفيضانية الأكثر حدوثاً، لذلك يتم فرض قيمة مضافة في منسوب الماء أعلى من المنسوب الطبيعي في نقطة معلومة المنسوب من النهر، نفرض الزيادة في منسوب الماء 0.3 من المتر الواحد، ثم يتم حساب k في الجزء المغمور من المقطع العرضي( من أجل المناسيب المرتفعة)، عندئذٍ نحدد فاقد k من كلا الجانبين ابتداءً من المنسوب الأعلى، بعد حساب المناسيب الجديدة من أجل هذه الزيادة يقوم البرنامج بحساب الفروق بين هذه المناسيب والمناسيب الطبيعية، والتي لا يجب أن تتجاوز الزيادة المفروضة، وفي حالة عدم تحقق ذلك في بعض المقاطع، نقوم بزيادة هذه القيمة فيها ونعيد الحسابات من جديد (من الممكن زيادة هذه القيمة عدداً من المرات حتى نصل إلى الغاية المرجوة).

أما الفرق بين الطريقتين الثالثة والرابعة فهو أن التخفيض في الطريقة الرابعة يعتمد على منسوب الماء الطبيعي الأعلى (سطح الماء بعد الزيادة) أما في الطريقة الثالثة فالتخفيض يعتمد على سطح الماء الأخفض (سطح الماء الطبيعي)، كما هو موضح في الشكل (3-6).

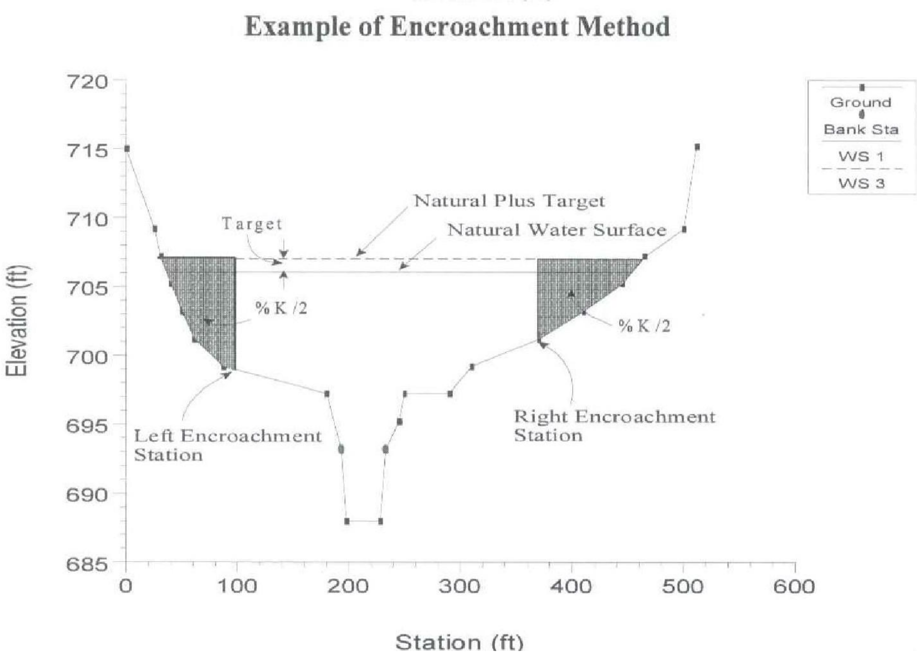



الشكل (3-6): Method4

**5. فرض المستخدم زيادة في سطح الماء وتغيراً أعظمياً في الطاقة.**

**Method 5 –user specifies a target water surface increase and maximum change in energy**

تشبه هذه الطريقة الطريقة الرابعة والتي تعتمد على فرض تغير في المنسوب $W_s$، بالإضافة الى فرض تغير في القدرة $E_g$، وبالتالي تتم مقارنة الفروق في المنسوب والقدرة مع الفرض الأولي ونقوم بمعالجة النتائج كما ذُكر سابقاً، كما هو موضح في الشكل (7-6).



الشكل (7-3): Method5

# الفصل الرابع

# القياسات في منطقة الدراسة

# (نهر السن)

**مقدمة**

يتميز القطر العربي السوري بتنوع موارده المائية وخاصةً الموارد النهرية، لذلك يتوجب دراسة أنهارنا بدقة ووضع تصورات قريبة من الواقع عن سلوك الجريان في هذه الأنهار، وخاصةً أنهار المنطقة الساحلية، والاستفادة منها والتخطيط لمنشآت حماية من الفيضان، ومن هنا كانت أهمية دراسة نهر السن وجريان المياه فيه ودراسة فيضانه.

## 4-1- لمحة عامة عن حوض نهر السن

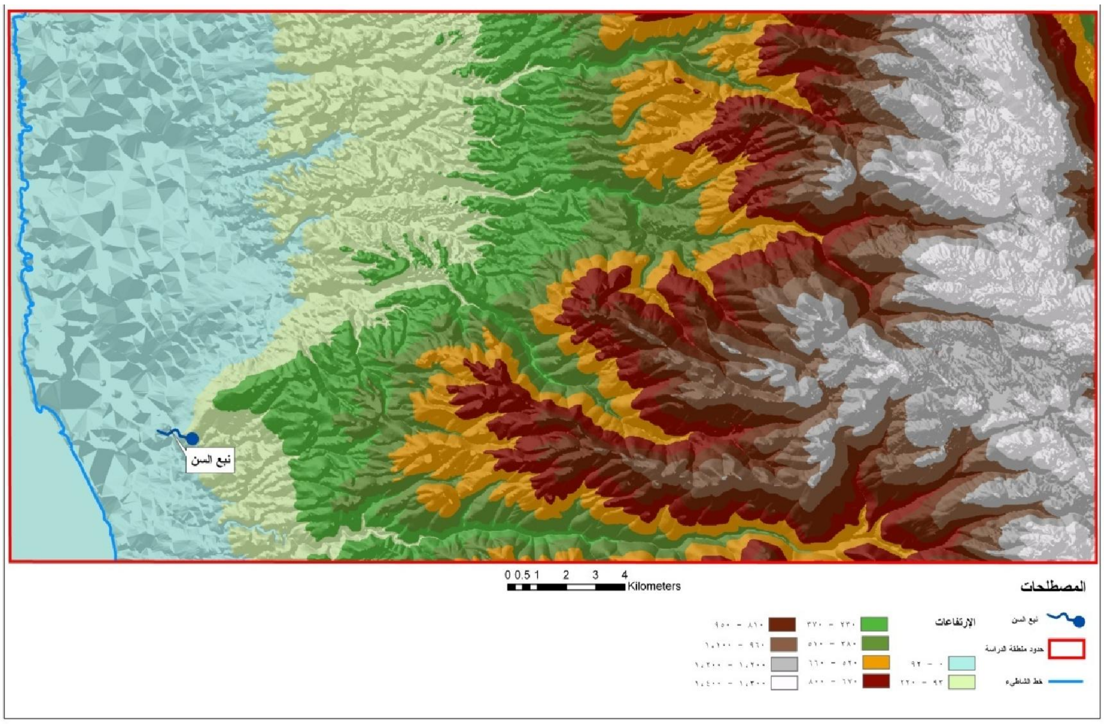
يشكل حوض نهر السن جزءاً من المنطقة الوسطى من الجبال الساحلية،( عمار 2008)، والتي تمتد من الشمال الى الجنوب على شكل سلسلة واحدة بين وادي نهر الكبير الشمالي ووادي نهر الكبير الجنوبي وبعرض يتراوح بين 25– 30 كم بين البحر المتوسط وغور الانهدام لسهل الغاب، وتتميز بكونها غير متناظرة السفوح حيث إن الجزء الشرقي شديد الانحدار بينما يتدرج نحو الغرب بهضاب أقل انحداراً أو أوسع مساحة.

يتشكل نهر السن بشكل أساسي من نبع السن (منسوب 5.5) م، حيث تتدفق مياهه عند أسفل السفح الغربي للسلسلة الجبلية الساحلية إلى الشمال من مدينة بانياس، مخترقاً سهل جبلة

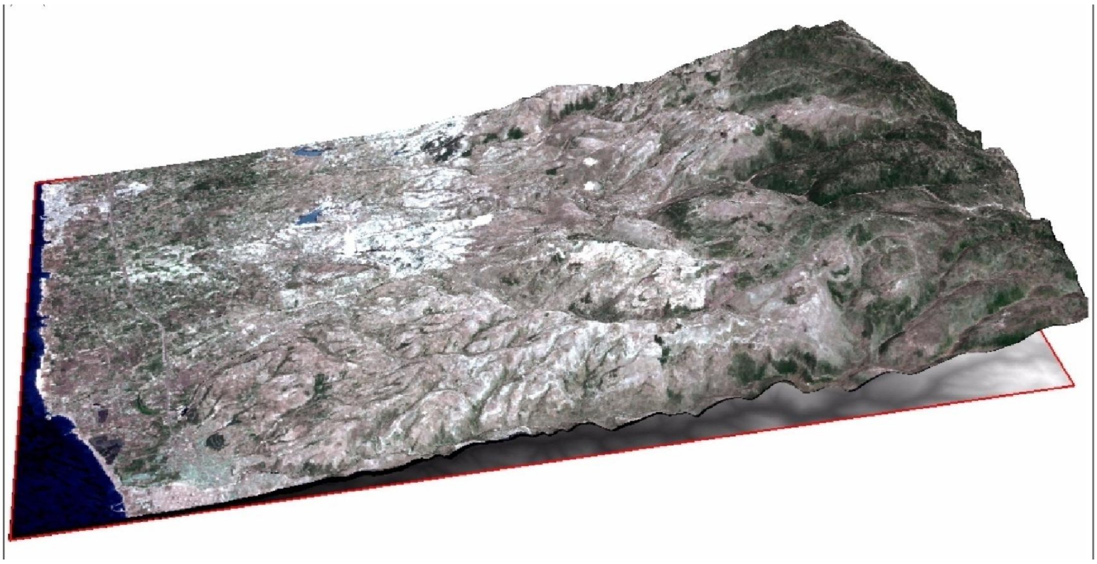
في قسمه الجنوبي، ويتقاطع في قسمه العلوي مع خط القطار– أوتوستراد (طرطوس– اللاذقية)، يمكن تقسيم حوض السن من الناحية المورفولوجية الشكل (4–1) الى ثلاثة أقسام:

القسم الأول في الشرق ويتالف من التضاريس العالية التي يزيد ارتفاعها عن 700 م وتميل بلطف نحو الغرب بينما يكون انحدارها باتجاه غور الغاب في الشرق شديداً، أما القسم الثاني فهو تلال سطحية تتالف من منحدرات مائلة نسبياً يتراوح ارتفاعها بين 250 – 700 م وتقطعها وديان عرضانية إضافة إلى المسيلات الرئيسية المنحدرة من أعلى السلسلة "نهر أبو بعرة – نهر البرغل – نهر كفر دبيل"، والقسم الثالث يتالف من السهل الساحلي ومصاطب شبه مستوية تميل قليلاً نحو الغرب وهي ذات انحناء جزئي مغطى بالحصى تصبح رملية في الغرب من شاطئ البحر، ويمكن أن نضيف إليها سهول الوديان الفيضية والمسيلات المائية المقطعة جزئياً بأخاديد صغيرة والشكل (4–2) صورة فضائية ثلاثية الأبعاد لحوض السن.

يبين الشكل (4–3) صورة فضائية للمنطقة الساحلية يظهر عليها حدود حوض السن.




الشكل (4–1): مخطط ثلاثي الأبعاد لحوض السن



الشكل (4–2): صورة فضائية لحوض السن ثلاثية الأبعاد

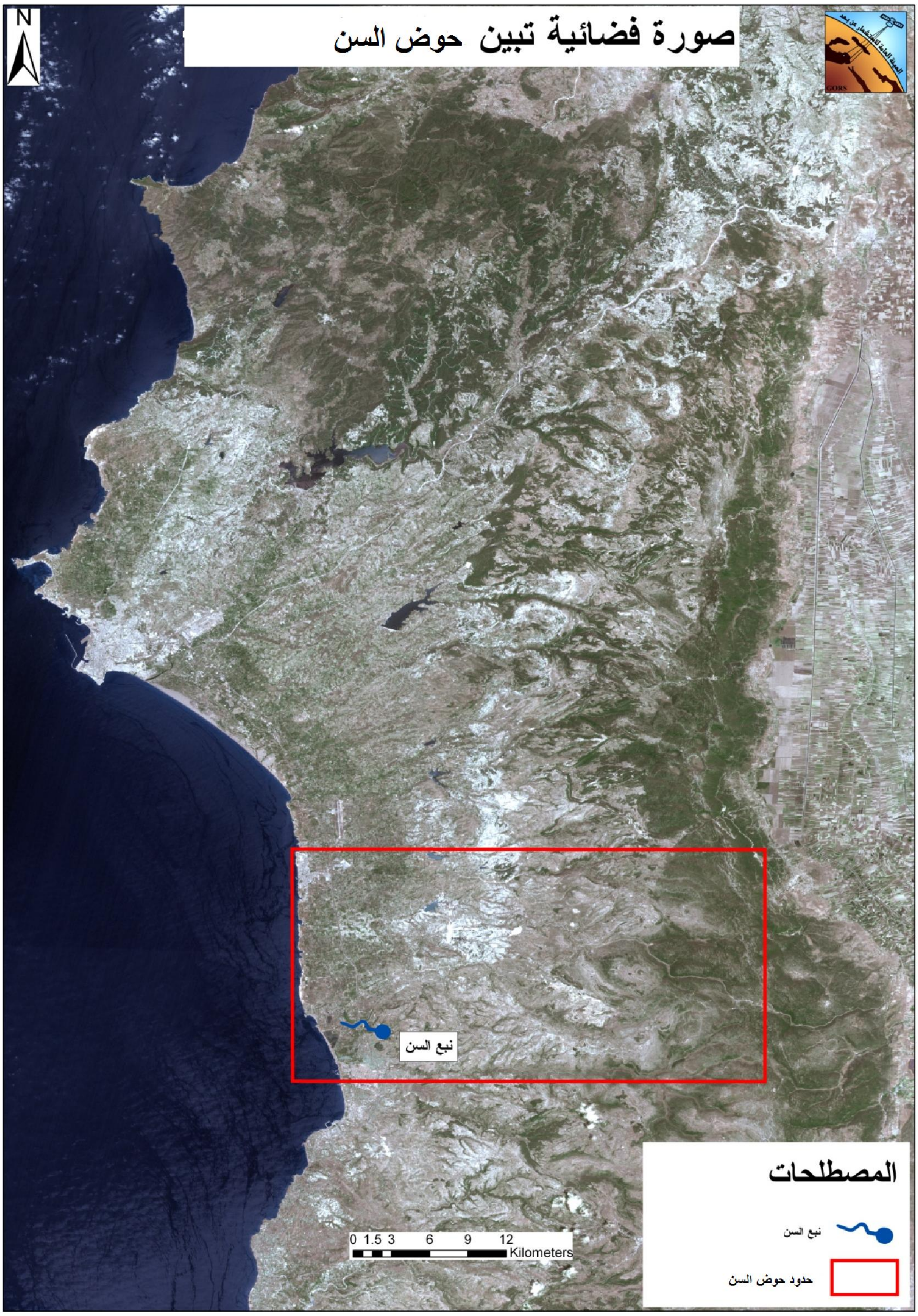
يشكل حوض السن، المبيّن في الشكل(4–4)، الجزء المركـزي مـن حـوض السـاحل السوري، وتبلغ مساحته الهيدرولوجية 844 كم$^2$، 14% منها سهلية و 43% هضبية و 43% جبلية، ويضم هذا الحوض ينابيع كثيرة معلقة في الجبال وكذلك تجري ضمنه أنهـار متعـددة منها: نهر الزرود، نهر الحويز، نهر حريصون، نهر الجيلاني (جوبر – بانياس)، وينعدم فـي هذه الأنهار الجريان السنوي المستمر ماعدا نهر بانياس سوريت ونهر السـن، أمـا مسـاحة الحوض الهيدرولوجي المدروس فهي 92.875 كم$^2$، يحد الحوض من الشرق خـط التقسـيم المائي المار بذرى الجبال الساحلية، ومن الغرب البحر الأبـيض المتوسـط، ومـن الناحيـة الهيدرولوجية لهذا الحوض هناك تركيبان رئيسيان الأول عبـارة عـن صـخور كربوناتيـة كريتاسية والثاني صخور كربوناتية جوراسية، الشكل (4–5) يظهر الشكل العام لبحيرة السن.

تعكس الأحواض الصبابة في منطقة الدراسة ديمومة نظام الجريان الجوفي والسطحي الذي يتبع لمساحتها ولكمية الهطل المطري فيها.

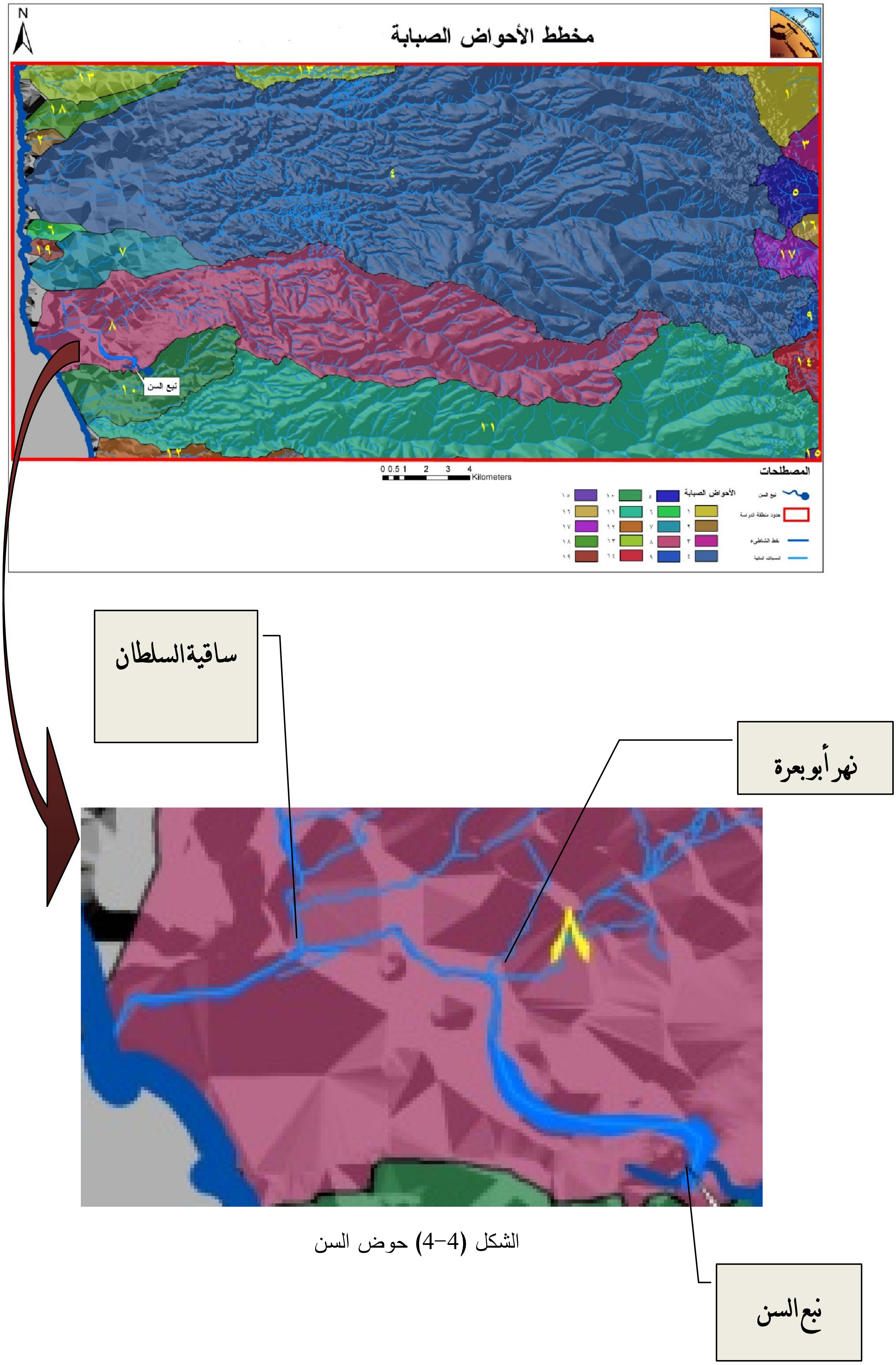
إن المسيلات المائية المنتشرة ضمن الأحواض الصبابة تنتهي بوديان تصل مياهها في النهاية الى البحر. ولكن يمكن لمياه هذه المسيلات المائية أن تنتقل من حوض صباب إلى آخر وفقاً للفوالق والتقسيمات الخطية التي تخترق هذه الأحواض وتجعل بينها علاقة تبادلية على المستوى الهيدرولوجي والهيدروجيولوجي في حوض السن.

من أجل التأمين الأمثل للاستفادة من مياه نهر السن تم إنشاء سد على النهر يصل منسوب الماء في بحيرته الى 11 م، وعلى بعد 5.416 كم من البحر، ويتراوح عرض مجرى نهر السن بين(25–200) م بعد مفيض السد حيث يسير نحو الغرب ليلتقي على بعد 2.258 كم

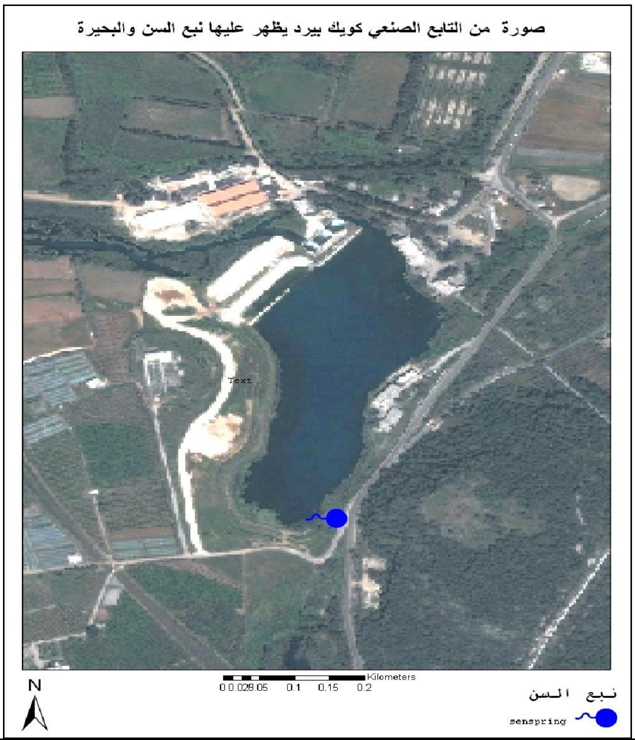
من المنبع بوادي نهر أبو بعرة (المحول عام 1988)، ويتابع بعدها ليصب في البحر قرب قرية عرب الملك، حيث ترفده مياه نبع ساقية السلطان على بعد 3.689 كم من المنبع، يتشكل مجرى أبو بعرة على ارتفاعات 1240 م، وقد جهز بمسجل مناسيب آلي قرب بلدة كنكارو، وتبلغ مساحة الحوض الصباب حتى المركز 39 كم2، وطول المجرى الرئيسي 16.25 كم، والميل الطولي 6.5%، وكثافة الشبكة الهيدروغرافية 1.64 كم / كم2، وأقيم على الوادي أيضاً عند تقاطعه مع القناة منسوب 50 م مركز قياسات مائية مجهزاً بمسطرة، وتبلغ مساحة الحوض 69.6 كم2 حتى هذا المركز، وطول المجرى الرئيسي 22.5 كم، والميل الطولي % 5.28، وكثافة الشبكة الهيدروغرافية 1.44 كم / كم2.




الشكل (4-3): صورة فضائية تبين حوض السن




الشكل (4-4) حوض السن




الشكل (4–5): الشكل العام لبحيرة السن

يتميز النهر بتعرجاته فهو تارةً ضيق وعميق، وتارةً أخرى واسع وضحل، وهذا ما يؤدي الى طغيان المياه في حالة الفيضان شتاءً على الأراضي والمنشآت المحيطة به وهذا يسبب جرف وتخريب قسم منها وغمراً لقسم الآخر لفترة طويلة وهذا يعيق استغلالها زراعياً رغم خصوبة أراضيها.

تمتاز المنطقة بمناخ المنطقة الساحلية التي يسيطر عليها مناخ البحر المتوسط المعتدل المتميز بشتاء ماطر و دافئ و صيف رطب يندر حدوث الأمطار فيه، والصفة المميزة لهطول الأمطار هي عدم الانتظام في توزعها خلال أشهر السنة، إذ تكون غزيرة شتاءً، وأكبر قيمة لها تكون في شهري كانون الأول وكانون الثاني، بينما تقل الأمطار في أشهر الصيف وتنعدم

تقريباً في شهري تموز وآب. وتبلغ كميات الهطول السنوية في محطة السن 869.2 مم، أما المتوسط السنوي لدرجة الحرارة فيبلغ 19.5 درجة مئوية، والرطوبة النسبية 69.3%.

### 2-4- المشاريع المائية المقامة على النهر

نظراً لاستمرار الجريان وديمومته فقد تم اللجوء إلى استغلال مياهه منذ زمن بعيد، حيث كان الأهالي يقومون بجر المياه منه بواسطة الضخ المباشر، ثم أقيم عليه سد في عام 1950 م وبدأ الاستثمار المنظم لمياهه في عام 1952 م من خلال ري مساحة قدرها 450 هكتار بالقرب منه بواسطة القناة ذات المنسوب 11م عن سطح البحر والتي تأخذ مياهها بالراحة، ثم توسع مشروع الري في عام 1955م حيث أقيمت قناة ثانية وهي ذات المنسوب 26 عن سطح البحر ولكنها تأخذ مياهها بواسطة الضخ لتروي مساحة قدرها 2750 هكتاراً أخرى، ثم أقيمت القناة الثالثة وهي ذات المنسوب 50 م، ووضعت بالاستثمار عام 1965 لتروي مساحات قدرها 3700هكتاراً إضافية، وفي عام 1968 أقيمت القناة الرابعة و هي ذات المنسوب80 م عن سطح البحر، لتصبح المساحة الإجمالية المروية من نبع السن هي 8960 هكتاراً وبتصريف إجمالي قدره 4.5 م$^3$/ثا، ولفترة تبدأ من 4/1 من كل عام و تنتهي في 10/30 منه.

ونظراً لما تتمتع به مياه نبع السن من الجودة و النقاوة و الديمومة و ازدياد الطلب على استهلاكها مياهاً للشرب كنتيجة طبيعية لتزايد السكان و تزايد الاستهلاك، فقد نفذ منذ عام 1971 و حتى تاريخه العديد من مشاريع مياه الشرب التي تستمد مياهها من النبع المذكور، وكان أولها مشروع مياه شرب مدينة اللاذقية بخط جر قطره 700 ملم وبتصريف وسطي قدره 0.4 م$^3$/ثا، وفي عام 1981 دعم هذا الخط بخط جر آخر قطره 1000مم وبتصريف وسطي قدره 0.67 م$^3$/ثا، هذا وقد بوشر بتنفيذ خط جر ثالث في الماضي القريب وبقطر قدره 1400مم وبتصريف وسطي قدره 1.245 م$^3$/ثا، مع الإشارة إلى انه لم يبدأ استثمار هذا الخط، وفي عام 1989 بدأ استثمار المياه من اجل إمداد محافظة طرطوس بمياه الشرب بخط جر قطره 1000مم و بتصريف وسطي قدره 1.1 م$^3$/ثا، كما بدأ استجرار المياه لأغراض أخرى كالمسامك التي تأخذ حوالي 1م$^3$/ثا، يعود منها إلى شبكة الري 0.8 م$^3$/ثا في موسم الري وذلك منذ عام 1979، وفي نفس العام أقيمت محطة ضخ من أجل إمداد مصفاة بانياس بمياه تطور استهلاكها من 0.1 م$^3$/ثا في بدء إقامتها و استثمارها إلى أن وصل إلى 0.5 م$^3$/ثا.

**بشكل عام** تستجر مياه هذا النبع الهام لمختلف الأغراض المعيشية، قسم منها من أجل الري في سهل (السن – جبلة)، وقسم آخر للشرب لمحافظتي طرطوس واللاذقية وبعض القرى التابعة لهما، كما يتم تزويد مصفاة بانياس بحاجتها منه، ويخصص قسم أخير لبعض

الصناعات في المحافظتين السابقتين ولتربية الأسماك، ويذهب الباقي هدراً إلى البحر بقيمة وسطية 65% من مياه النبع.

## 4-3- لمحة عامة عن نظام الجريان

يعد نبع السن دائم الجريان وذا تغذية جوفية ويتميز بالاستجابة السريعة لمياه الأمطار، إذ نلاحظ وجود موجات فيضانية عالية بعد هطول الأمطار، ومن جهة أخرى تتصف التغذية في النهر باختلاط أنواع التغذية المائية، وتعتبر المياه الرئيسية المشكلة للنظام المائي للوادي هي مياه نبع السن وبشكل موسمي مياه نهر أبو بعرة الناتجة عن هطول الأمطار على الحوض الساكب، وكذلك مياه ساقية السلطان لدى ارتفاع المياه الجوفية في الأراضي المجاورة وفائض مياه الري وكذلك تصريف المياه الجوفية المباشر، وبشكل عام نميز فترتين من الجريان: فترة المياه الغزيرة وتمتد تقريباً من كانون الثاني حتى آذار أو نيسان حيث يبلغ أعلى تصريف له في هذه الفترة (25 م3/ثا)، وفترة المياه المنخفضة (الضحلة) خلال الصيف والخريف ويبلغ أدنى تصريف له في إيلول أو تشرين الأول (7م3/ثا )، ويبلغ المتوسط السنوي لتصريفه 12.69 م3/ثا.

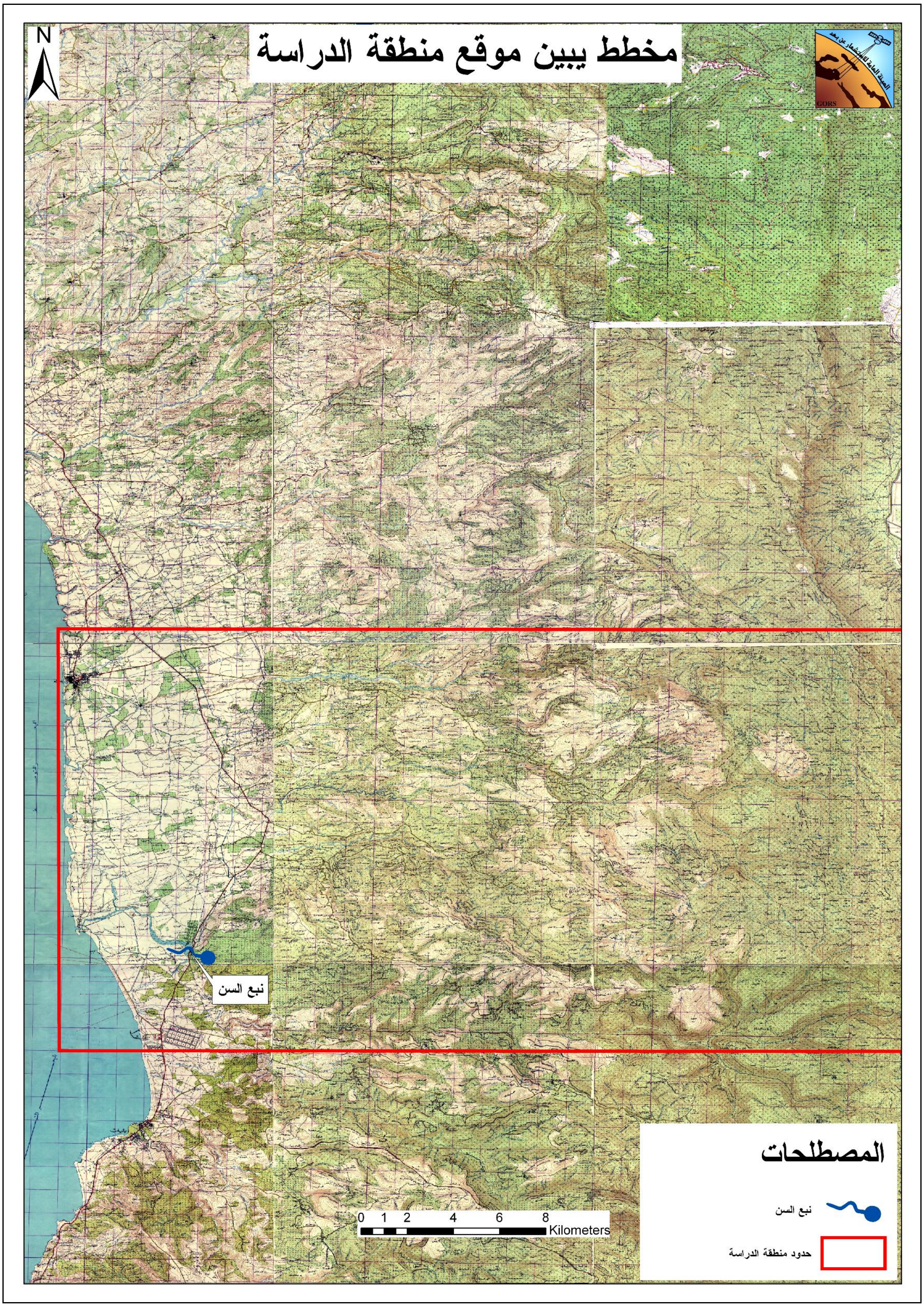
## 4-4- المعطيات الطبوغرافية لمنطقة الدراسة

تم الرفع الطبوغرافي لمنطقة الدراسة من قبل فريق طبوغرافي من جامعة تشرين (د.أديب القاموع وآخرون 2004)، ضمن دراسة تنظيم مجرى نهر السن مع الوحدة الاستشارية لمنشآت الري وأتمتها ومديرية الري العامة لحوض الساحل(د. عز الدين حسن، 2004) حيث شمل الرفع الطبوغرافي كامل مجرى نهر السن وإنشاء 79 مقطعاً عرضياً انطلاقاً من المنبع وانتهاءً بمصبه عند البحر، الشكل (4–6) يبين الخريطة الطبوغرافية للمنطقة المدروسة.

يكون اختيار مواقع هذه المقاطع على تباعدات مناسبة فيما بينها من أجل التعبير عن واقع المجرى والتدفقات فيه، وتتوضع في مواقع نموذجية من المجرى مثل: مناطق تغير كل من الشكل والانحدار والتصريف والخشونة... وفي بداية الجسور ونهايتها وفي منشآت التحكم المختلفة، وبشكل عام يحدد حجم المجرى والانحدار وانتظام الشكل كيفية توزع هذه المقاطع العرضية، وبما أن نهر السن يتميز بتعرجاته فهو تارةً ضيق وتارةً أخرى واسع، لذلك كان الاختيار الأمثل للمقاطع عند نقاط التوسع ونقاط التضيق في المجرى، وكذلك عند تغيير الاتجاه، كما تم إضافة مقاطع أخرى في النهر، وهي كما يلي ابتداءً من المصب:

أ- مقطع على بعد 5.292 كم.

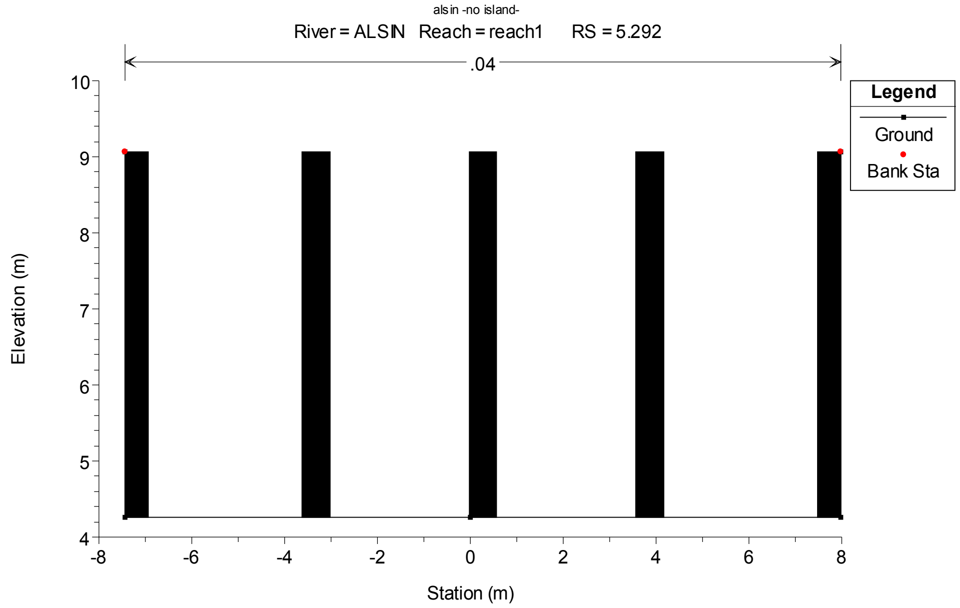
**ب**- عند جسر القطار وذلك على مسافة 4.877كم.



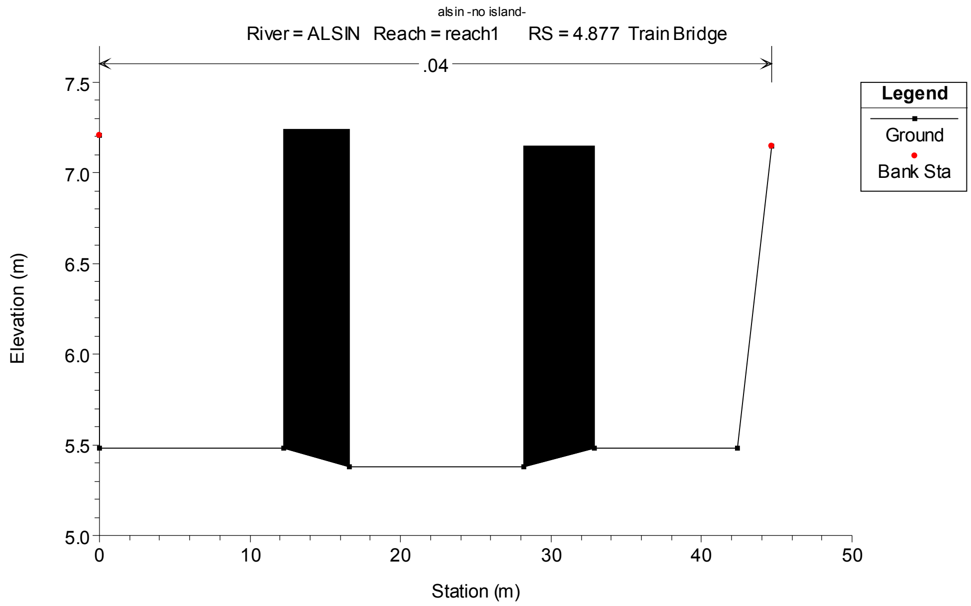

الشكل(4-6): الخريطة الطبوغرافية للمنطقة المدروسة

تم توصيف هذين المقطعين بأخذ المعوقات والسدات Obstructions بعين الاعتبار، التي تؤثر على الحسابات الهيدروليكية بإعاقتها للجريان، تنقص مساحة الجريان من جهة وتزيد المحيط المبلول من جهةٍ أخرى، كما هو موضح الشكل (4–7– أ - ب).

يتم إضافة هذه المقاطع الأخيرة إما باستخدام الخرائط الطبوغرافية، أو باستخدام تقنية في البرنامج تسمى interpolation، وهي تساعد على إضافة مقاطع على كامل المجرى النهري، أو بين مقطعين محددين، وخاصةً عندما يكون من الضروري إضافتها لتحديد الفواقد والبارامترات المختلفة لكافة المقاطع بشكل دقيق، وهذا موضح في الشكل (4-8).



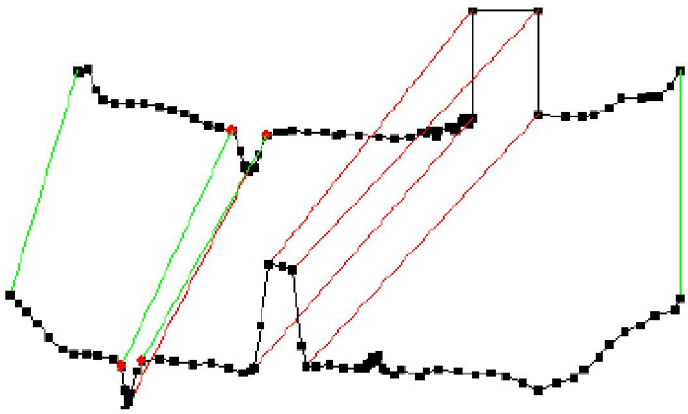

–أ–




–ب–

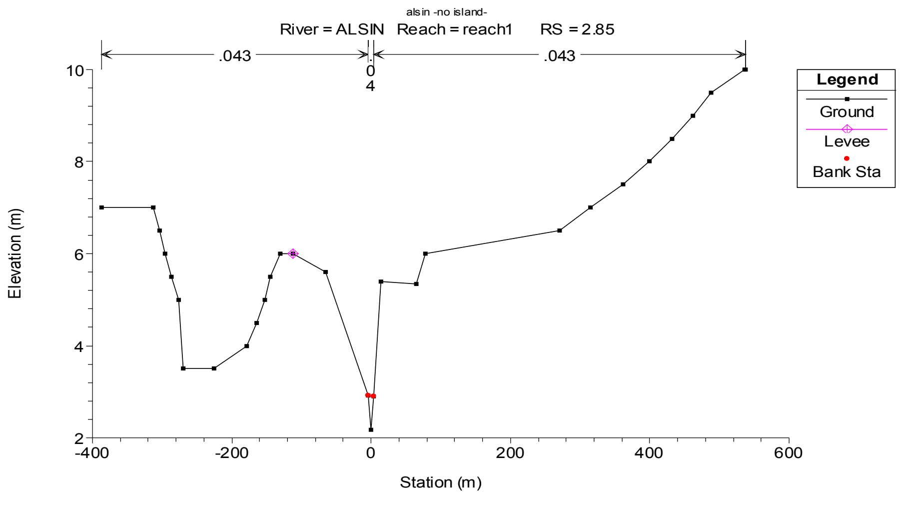
الشكل (4–7–أ–ب): بعض المقاطع ذات العراقيل والانسدادات

يعتمد المقطع الجديد على نقاط المقطعين الأصليين (السابق واللاحق)،(Mr.Gray،2002)، وتصنف هذه النقاط إلى **نقاط رئيسية master cords** وهي: نقطتا البداية والنهاية للمقطع العرضي وحدا المجرى المائي (left bank, right bank) اللتان يمكن أن تتساويا مع بداية ونهاية المقطع، والنقطة الأقل انخفاضاً من المقطع العرضي (يمكن تخطي هذه النقطة)، و**نقاط ثانوية minor cords** ويأخذ البرنامج هذه النقاط بشكل أوتوماتيكي حيث يختار نقطة من المقطع العلويupstream cross section أو المقطع السفلي downstream cross section ويُوجِد النقطة في المقطع المقابل وذلك بالتناسب مع النقاط الرئيسية ويمكن أن تكون هذه النقاط هي كافة نقاط المقطع بدون النقاط الرئيسية، كما يتم حساب المسافة مع المقطع الجديد والمساحات الفعالة والسدات والعوائق... بالطريقة نفسها، ويمكن اختيار عدد المقاطع المراد إضافتها أو التباعدات فيما بينها.



الشكل (4−8): عملية interpolation

كما يمكن أن نعبر عن المقاطع بالخصائص التي تميزها من جهة، وتؤثر على الحسابات من جهة أخرى (كالعوائق المذكورة سابقاً)، كإدخال السدات Levees ،التي يمكن أن تؤثر على توزع الجريان كما هو موضح في الشكل (4−9).




الشكل (4−9): مقاطع ذات سدة Levee

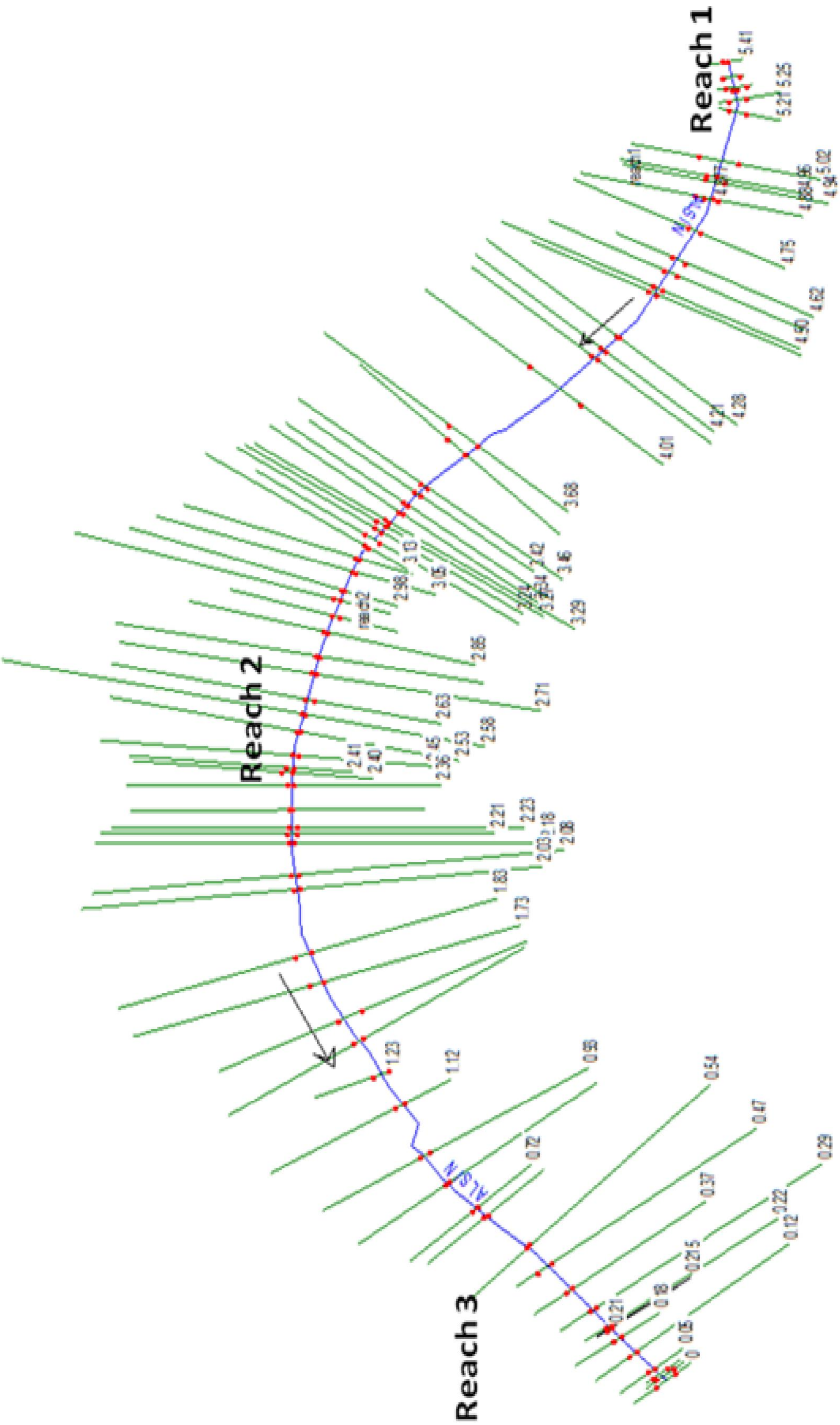
قمنا باختيار نموذج اعتباري محدد للنهر يتألف من ثلاثة أجزاء:

- ❖ Reach 1: من المنبع الى نقطة الالتقاء بنهر (أبو بعرة) بطول 2.23كم، وقد تم رفع (33) مقطعاً طبوغرافياً توزعت في مناطق التوسع والتضيق وعند نقاط تغير الاتجاه والعرض.

- ❖ Reach 2: من نهاية الجزء الأول وعلى امتداد 1.73كم، وصولاً إلى نقطة الالتقاء بساقية السلطان، ويحتوي على (28) مقطعاً متقارباً في منطقة التعرجات الكثيرة والتغير في عرض مجرى النهر.

- ❖ Reach 3: من نهاية الجزء الثاني باتجاه مصبه في البحر، يتوزع على طوله البالغ 1.73كم، (20) مقطعاً عرضياً.

ندخل المقاطع العرضية (81) مقطعاً، بالإضافة إلى تحديد المسافة بين المقاطع (الجوانب اليسرى واليمنى وقاع المجرى) ونظراً لتعرج النهر تكون المسافات مختلفة، وفواقد الطاقة التي تشمل فاقد الاحتكاك الناتجة عن الخشونة (مانينغ) وفواقد التوسع والتضيق، وبفرض نمط الجريان دون الحرج لهذا البحث نختار المعاملات بالقيم التالية $\{cont = 0.1, \exp = 0.3\}$.




الشكل (10-4)النموذج الأولي للنهر

## 4-5- القياسات المائية

يهتم علم القياسات المائية بدراسة طرائق القياس ومعالجة البيانات المتعلقة بالنظام المائي،(د.غطفان عمار، 1995)، ويتطلب تحديد عناصر النظام المائي ودراسة الظواهر والعمليات المميزة للنظام الهيدرولوجي من تغيرات المناسيب المائية وتدفقات المجاري المائية ودرجات حرارتها...إجراء سلسلة من القياسات المائية تتضمن: قياس مناسيب المياه ودرجة حرارتها، قياس أعماق المجاري والتجمعات المائية، وتحديد ميول سطوح المياه في المجاري المائية وتدفق الرسوبيات فيها، وتعيين الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه ومقدار تلوثها، ودراسة النظام الشتوي للتجمعات والمجاري المائية، ومراقبة حركة الرياح والأمواج في البحيرات الطبيعية والاصطناعية... ويستفاد من نتائج هذه القياسات في وضع الحلول والمقترحات المناسبة لاستثمار مشاريع اقتصادية كثيرة، ولتنفيذ المنشآت الهندسية واستثمارها وفي تنفيذ (السدود، الطرق، المواصلات المائية، السكك الحديدية، محطات توليد الطاقة الكهرمائية...)، وفي اتخاذ التدابير المناسبة لحمايتها وتأمين استثمارها بالشكل الأمثل، وفي دراسة الأخطار الناتجة عن فيضانها وإيجاد الحلول المناسبة للتقليل منها.

### 4-5-1- قياس أعماق المجاري المائية

عمق المجرى هو المسافة الشاقولية من سطح الماء حتى القاع، وتقاس أعماق المجرى المائي بهدف تحديد مساحة المقطع الحي للجريان من أجل حساب تدفق المياه عبره، وتقاس الأعماق في نقاط منفصلة بوساطة عصا سبر مدرجة، أو سلك فولاذي ينتهي بثقل، كما تقاس الأعماق بالتسجيل المستمر للمقطع العرضي بوساطة جهاز مسجل الأعماق الذي يحدد المقطع العرضي للمجرى آلياً وبدقة كبيرة، وتسمح طريقة القياس في نقاط منفصلة برسم مقطع عرضي تقريبي وتزداد دقته بازدياد عدد نقاط القياس،(د.غطفان عمار، 1995)،.

عند قياس الأعماق في مجرى السن نستخدم عصا فولاذية مدرجة، وهي مبينة في الصورة التالية، ونأخذ القياس مرتين في النقطة المنفصلة ثم نأخذ الوسطي بينهما.

يمكن زيادة طول العصا ابتداءً من متر واحد وبشكل تدريجي إلى أكثر من ثمانية أمتار، وذلك بوصل القطع الإضافية بعضها إلى بعضوفقاً للطول المطلوب.

الشكل (4-11)
عصا فولاذية مدرجة

**4-5-2- قياس مناسيب المياه**

منسوب المياه هو مقدار ارتفاع سطح الماء فوق سطح مقارن اعتباري أفقي وثابت، وتتغير مناسيب المياه في الأنهار والبحيرات والمستنقعات باستمرار، لذلك تتمتع مراقبة هذا التغير بأهمية كبيرة وخاصةً عند إعداد الدراسات اللازمة لاستثمار هذه الموارد المائية بواسطة المشاريع الهندسية المختلفة وتأمين الحماية لها وللمناطق المجاورة لها...، وتجري مراقبة مناسيب المياه بوساطة مراكز قياس خاصة،
تتألف من أجهزة قياس مناسبة (شاخص مدرج، وتد، مسجل آلي)، وعلامات منسوب دائمة يتم بمساعدتها قياس مناسيب المياه،(غطفان، 1995).

الشكل (4−12) مسطرة قياس

في نهر السن نعتمد على مسطرة قياس (ميرا) مثبتة على دعامات الجسور، وهي جهاز قياس بسيط عبارة عن مسطرة قياس مدرجة توضع في الأنهار حيث تتغير فيها مناسيب المياه بحدود مترين على مدار السنة ويجري تثبيتها على دعامات الجسور والمنشآت المائية أو بشكل مناسب لموقع القياس، وهناك مقاييس ديجيتال تأخذ القياسات بشكل أوتوماتيكي.

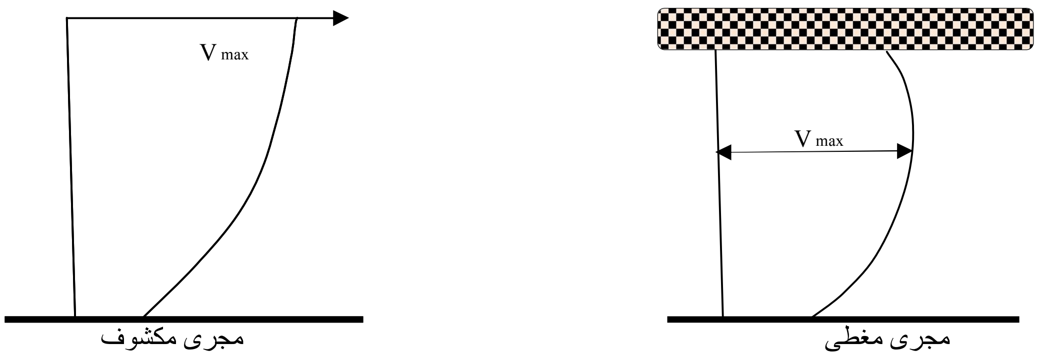
**4-5-3- قياس سرعة الجريان في المجاري المائية**

سرعة الجريان هي المسافة التي تقطعها جزيئات الماء خلال وحدة الزمن وتقدر بـــ(m\s)، وتقاس سرعة الجريان بهدف تحديد تدفق المجرى،(د.غطفان عمار، 1995)، وترتبط سرعة التيار واتجاهه بعوامل عديدة أهمها: تغير الأعماق على طول المجرى وعرضه، تغير خشونة قاع المجرى وضفتيه، وجود غطاء نباتي أو جليدي فوق سطح الماء... كما أن درجة تأثير هذه العوامل على سرعة الجريان واتجاهه متغيرة، لذلك يتغير اتجاه التيار وسرعته في كل نقطة باستمرار، وتسمى هذه الظاهرة اضطراب السرعة، وتوجد قيمتان للسرعة في كل نقطة بسبب هذه الظاهرة هما السرعة الآنية والسرعة الوسطية والأخيرة هي الأكثر استخداماً في الحسابات المائية لأنها الأكثر ثباتاً.

يخضع توزع السرعات شاقولياً وأفقياً في التيارات النهرية لقوانين التوزع العامة للسرعة، مع أن العوامل التي تتحكم بهذا التوزع كثيرة نسبياً، ويرسم مخطط السرعة (مخطط توزع السرعة مع العمق) على جملة إحداثيات ديكارتية وتختلف حالة المجرى المكشوف عن حالة

المجرى المغطى، حيث تمثل الأعماق على المحور الشاقولي وتمثل قيم السرعة على المحور الأفقي وتمثل مساحة المخطط قيمة التدفق عند الشاقول المدروس.

تلاحظ السرعات الأعظمية عند سطح الماء في المجاري المائية المكشوفة، أما السرعات الأصغرية فعند القاع، وتتناقص سرعة التيار المائي ببطء اعتباراً من سطح الماء باتجاه القاع ثم تتناقص بسرعة، الشكل (4–13)، وهكذا نجد أن السرعة الشاقولية تابعة للعمق دوماً، كما تلعب خشونة المجرى والميل الطولي لسطح الماء فيه وتضاريس قاع المجرى والظواهر الجليدية والثلجية دوراً هاماً في تحديد شكل مخطط السرعة وينتقل بدورها موقع السرعة الأعظمية، وكلما ازداد الاحتكاك انخفض موقع السرعة الأعظمية.




الشكل (4-13) يمثل شكل مخطط السرعة
(غطفان عمار، 1995)

تقاس السرعة الوسطية على مسافات مختلفة من حافة المجرى وعلى أعماق مختلفة، باستخدام أجهزة قياس متنوعة تتشابه أو تختلف بمبادئ عملها مثل: الفواشة المائية، والبرامة المائية وهي الأكثر استخداماً لسهولة استخدامها ودقة نتائجها.

تم استخدام البرامة المائية في حساب السرعة في مجرى نهر السن اعتماداً على عدد دورات عنفة البرامة خلال ثانية واحدة أثناء وضعها على عمق محدد داخل التيار المائي بشكل معاكس لاتجاه التيار، وتتألف البرامة من محور مثبت عليه زعانف ويرتبط المحور بمسننات وعدّاد دورات ميكانيكي أو كهربائي، يجري تثبيت البرامة على محور تعليق معدني أو سلك فولاذي متين ويعلق في أسفلها ثقل مناسب للمحافظة على استقرارها أثناء القياس بشكل أفقي ومواجه لاتجاه التيار مباشرةً، يتناسب عدد دورات البرامة مع سرعة التيار المائي بعلاقة رياضية، حيث يتم حساب عدد الدورات في 30 ثانية و يعطي الجهاز السرعة المقابلة لها، يجري حساب ثوابت البرامة بعد معايرة البرامة في حوض خاص للمعايرة ثم تستخدم البرامة لقياس سرعات التيارات المائية في المجاري الطبيعية والاصطناعية.


الشكل (4-14): أجزاء البرامة المائية

**4-5-4- تحديد سرعة التيار على الشاقول**

تستخدم الطريقتان التخطيطية والتحليلية لحساب السرعة،(د.غطفان عمار، 1995)، وتعتمد الطريقة التخطيطية على رسم مخطط السرعة على الشاقول ثم تحديد مساحة المخطط التي تمثل التدفق الجزئي للمياه عبر هذا المقطع ($m^2\backslash s$) q، وبتقسيم q على عمق الشاقول H تنتج قيمة السرعة الوسطية عند هذا الشاقول.

أما الطريقة التحليلية فتختلف حساباتها في حالة المجاري المكشوفة عن الحسابات في حالة المجاري المغطاة، وفي البحث الحالي نعتمد على حالة المجاري المكشوفة التي تعتمد على العلاقات الآتية:

- ❖ عند قياس السرعة في خمس نقاط، ابتداءً من السطح إلى القاع.

$$V_m = 0.1(V_s + 3V_{0.2} + 3V_{0.6} + 2V_{0.8} + V_B)$$

- ❖ عند قياس السرعة في ثلاث نقاط.

$$V_m = 0.25\,(V_{0.2} + 2V_{0.6} + V_{0.8})$$

- ❖ عند قياس السرعة في نقطتين.

$$V_m = 0.5(V_{0.2} + V_{0.8})$$

- ❖ عند قياس السرعة في نقطة واحدة.

$$V_m = V_{0.6}$$

$V_s$ السرعة المقاسة قرب سطح الماء.

$V_B$ السرعة المقاسة قرب القاع.

$V_x$ السرعة المقاسة على عمق يساوي (x*h) حيث h العمق الكلي عند شاقول القياس.

تجري القياسات في نقاط منفصلة من المقطع العرضي، وتزداد دقة هذه القياسات بازدياد عدد نقاط القياس، ويتم تقسيم المقطع العرضي وفقاً للعرض الكلي للمجرى كما يلي:

- ❖ إذا كان العرض أقل من 10 أمتار، نقسم المقطع العرضي إلى شرائح بحيث يكون عرض كل منها حوالي 15% من العرض الكلي أو 0.5م.
- ❖ إذا كان العرض بين (10 –20) أمتار يكون عرض كل شريحة حوالي 1م.
- ❖ إذا كان العرض أكبر من20 متر يكون عرض كل شريحة حوالي (1–1.5) م.

نأخذ العمق في كل نقطة قياس، ويتم قياس السرعة اعتماداً على العمق الناتج بشكل متوافق مع علاقات السرعة السابقة كما يلي:

- ❖ إذا كان العمق أقل من متر واحد يتم قياس السرعة في نقطة واحدة فقط من الشاقول أي نضع الجهاز على ارتفاع 40% عن قاع المجرى، وبالتالي يتم قياس السرعة عند 60% من عمق الماء.
- ❖ إذا كان العمق أكثر من متر واحد يتم قياس السرعة في نقطتين.

هاتان الحالتان هما الأكثر انتشاراً، في البحث الحالي، وتُعتمدان في قياس أعماق المجرى المائي "مجرى نهر السن"، وقياس مناسيب المياه، وقياس سرعة الجريان فيه وبالتالي حساب التدفق المائي فيه.

## 4-6- نهج الحسابات

يتم تحديد عرض المقطع العرضي المدروس، ثم نقسم المقطع إلى شرائح وفقاً لهذا العرض ونأخذ عند طرفي المقطع بعداً احتياطياً قدره 0.5 متر لمراعاة الاحتكاك مع الجدار، ثم نقوم بحساب العمق عند كل نقطة باستخدام العصا الفولاذية، ويتم تحديد السرع باستخدام البرامة المائية، تكون السرعة عند النقطة الطرفية (عند الجدار) معدومة، ثم نقوم بحساب التدفقات في كل شريحة اعتماداً على العلاقة التالية:

$$q = h * l * v \Rightarrow Q = \sum_n q$$

Q التدفق الكلي في n شريحة، q: التدفق في الشريحة الواحدة، h, v العمق الوسطي والسرعة الوسطية بين نقطتين متتاليتين على التتالي، l المسافة بين هاتين النقطتين.

عند حساب التدفق عند الشرائح الطرفية نضرب q الناتجة عندها بمعامل $\alpha$ يتعلق بطبيعة الجدار، إما $\alpha$ = 0.7 عند الجانب البيتوني، أو $\alpha$ = 0.5 عند الجانب الترابي.

## 4-7- القياسات في نهر السن

خلال الجولة الميدانية على النهر ومحيطه، لاحظنا التفاوت في عرض مجرى النهر من منطقة إلى أخرى، كما أن جوانب النهر تختلف فهي إما أن تكون ترابية أو بحصية، أو بيتونية، أو مليئة بالأعشاب والنباتات، أو قد يكون هناك تدخل من السكان بإضافة الحجارة أو ركام من مواد مختلفة... وهي تؤثر جميعها على الجريان الطبيعي في النهر وفعاليته.

كما التقينا بعدد من المواطنين من السكان المحليين ومن استطلاع آرائهم عن حالة النهر في كافة المواسم وخاصةً في موسم الأمطار، أكدوا على أن هطول الأمطار وما يرافقه من جريان سطحي يؤدي الى ارتفاع المياه الى الأراضي المجاورة للنهر، وبالتالي يلحق أضراراً بهذه الأراضي وبالممتلكات الخاصة والعامة (منازل – مطاعم...)، كما أشار السكان إلى ضرورة تعزيل المجرى للتخفيف قدر الإمكان من غمر المياه وآثاره، بالإضافة إلى مراقبة نوعية المياه بشكل مستمر لحماية البيئة المائية والبيئة المحيطة بالنهر.

كان اختيار مناطق القياس تبعاً للتغيرات الأساسية في غزارة نهر السن، وكما ذكرنا سابقاً أن الحوض الساكب لهذا النهر يتميز بانتشار المسيلات المائية ضمنه التي تنتهي بوديان تصل مياهها في النهاية الى البحر، ومن جهة أخرى تتصف التغذية في النهر باختلاط أنواع التغذية المائية، وتعتبر المياه الرئيسية المشكلة للنظام المائي للوادي هي مياه نبع السن وبشكل موسمي مياه نهر (أبو بعرة) الناتجة عن هطول الأمطار على الحوض الساكب، وكذلك مياه ساقية السلطان لدى ارتفاع المياه الجوفية في الأراضي المجاورة وفائض مياه الري وكذلك تصريف المياه الجوفية المباشر، والذي يبدو بشكل واضح في الشكل (4–15).

اعتماداً على ذلك تم اختيار ثلاثة مواقع:

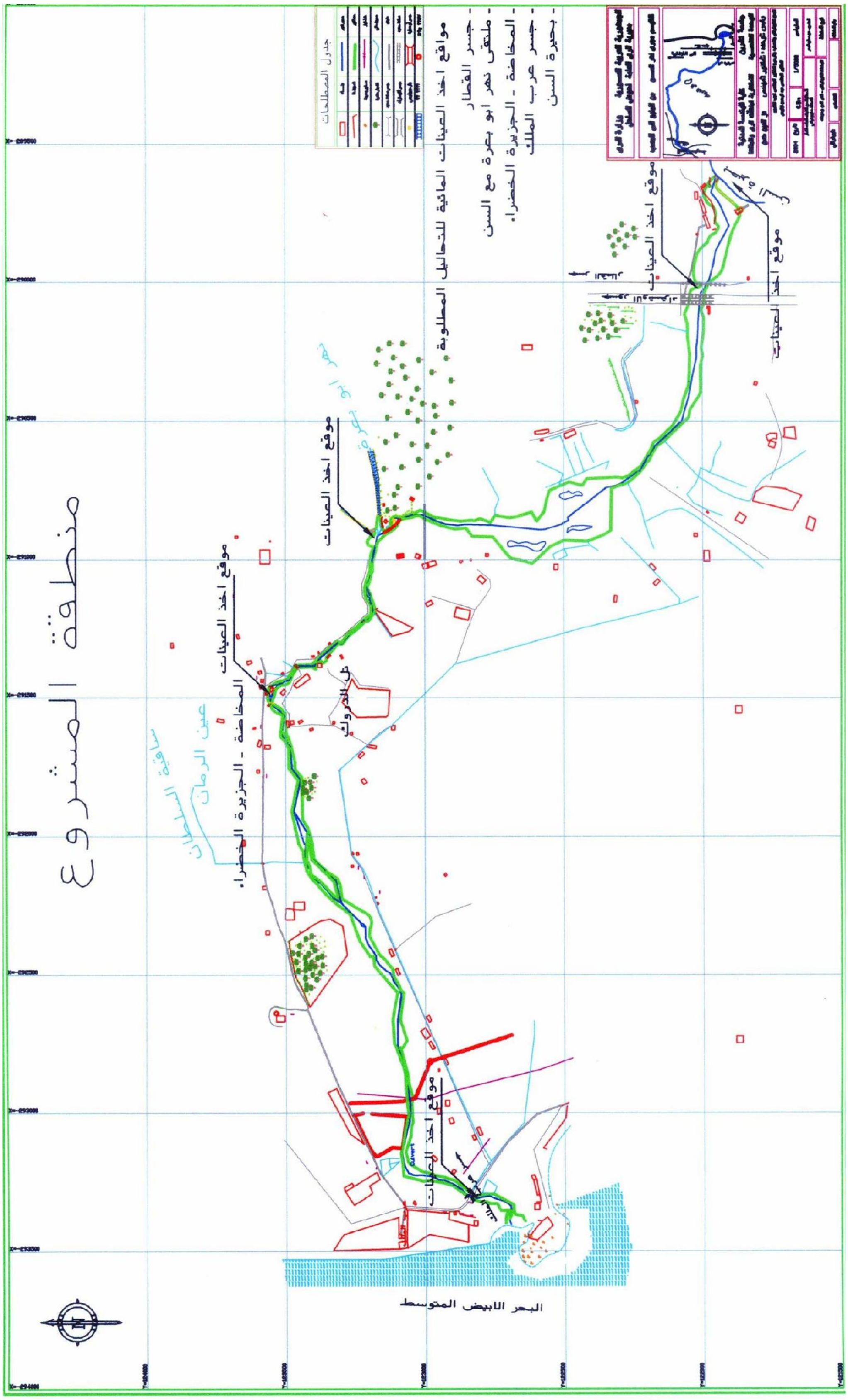
**أ**– الموقع الأول تحت جسر القطار على بعد 4.877 كم عن مصب النهر، أي على بعد 500 متر عن المنبع.

**ب**– الموقع الثاني عند منطقة المخاضة على بعد 2.45 عن المصب، أي بعد الالتقاء بنهر (أبو بعرة).

**ت**– الموقع الثالث عند جسر عرب الملك على بعد 0.21 كم عن المصب، الذي يمثل تقريباً الغزارة الكلية للنهر بعد التقاء كافة الروافد فيه.

تم استخدام البرامة المائية في حساب السرعة، بعد أن تمت معايرتها، حيث تقوم بحساب السرعة اعتماداً على عدد الدورات خلال زمن محدد "30 ثانية"، كما استخدمنا عصا فولاذية

مختلفتين من السنة.

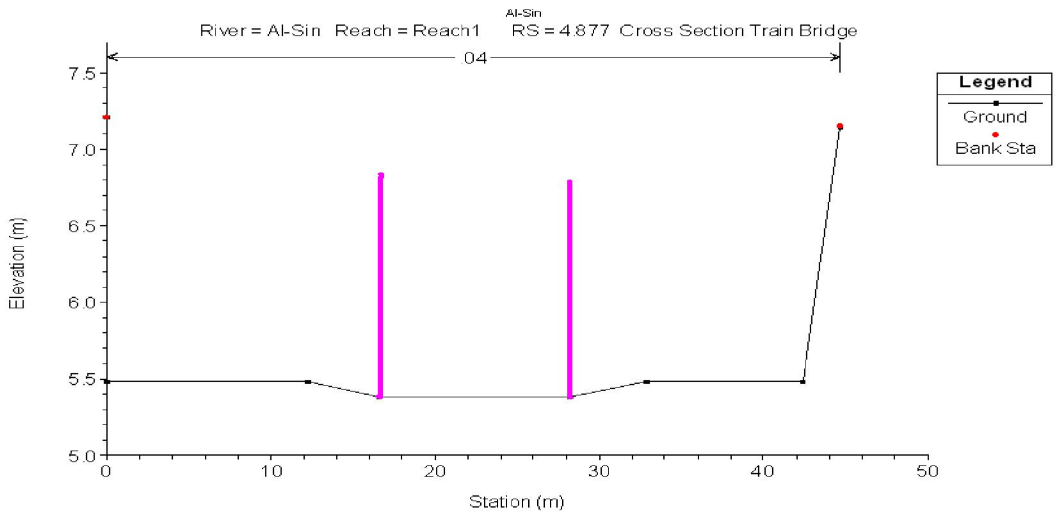



الشكل (4-15) نهر السن مع روافده

مدرجة في قياس أعماق المياه، وتم القياس مرتين في مواقع القياس المختارة في فترتين مختلفتين من السنة.

### 4-7-1- القياسات في المقطع الأول:

تحت جسر القطار على بعد 4.877 كم عن مصب النهر، أي على بعد 500 متر عن المنبع وبالتالي يمكن اعتبار قيمة التدفق الناتج هي قيمة التدفق الأولي للنهر، يقدر عرض المقطع المدروس بـــ 12 متر ( المحدد على المقطع )، الشكل (4-16)، وبما أن العرض بين (10 -20) متراً يتم تقسيم المقطع إلى شرائح عرض كل منها مترٌ واحدٌ، نأخذ عند طرفي المقطع بعداً احتياطياً قدره 0.5 متر، حيث إن الأطراف عبارة عن جدران بيتونية، يبين الجدول (4-1-أ-ب) نقاط المقطع والقياسات عند كل منها.




الشكل (4-16): مقطع جسر القطار

الجدول (4-1- أ) القياسات عند المقطع الأول

| القياسات عند المقطع الأول 17-05-2011 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| النقطة | المسافة(m) | المسافة بين المقاطع(m) | العمق (m) | العمق الوسطي (m) | السرعة (m/s) | السرعة الوسطية(m/s) | التدفق ($m^3/s$) |
| 1 | 0 | 0.5 | 0.25 | 0.275 | 0 | 0.875 | 0.084 |
| 2 | 0.5 | 1 | 0.3 | 0.3 | 1.75 | 1.833 | 0.550 |
| 3 | 1.5 | 1 | 0.3 | 0.3 | 1.916 | 1.9415 | 0.582 |
| 4 | 2.5 | 1 | 0.3 | 0.3 | 1.967 | 1.97 | 0.591 |
| 5 | 3.5 | 1 | 0.3 | 0.31 | 1.973 | 1.99 | 0.617 |
| 6 | 4.5 | 1 | 0.32 | 0.32 | 2.007 | 1.991 | 0.637 |
| 7 | 5.5 | 1 | 0.32 | 0.32 | 1.975 | 1.964 | 0.628 |
| 8 | 6.5 | 1 | 0.32 | 0.31 | 1.953 | 2.028 | 0.629 |
| 9 | 7.5 | 1 | 0.3 | 0.3 | 2.103 | 2.114 | 0.634 |
| 10 | 8.5 | 1 | 0.3 | 0.3 | 2.125 | 2.0485 | 0.615 |
| 11 | 9.5 | 1 | 0.3 | 0.3 | 1.972 | 1.9045 | 0.571 |
| 12 | 10.5 | 1 | 0.3 | 0.3 | 1.837 | 1.601 | 0.480 |
| 13 | 11.5 | 0.5 | 0.3 | 0.275 | 1.365 | 0.6825 | 0.066 |

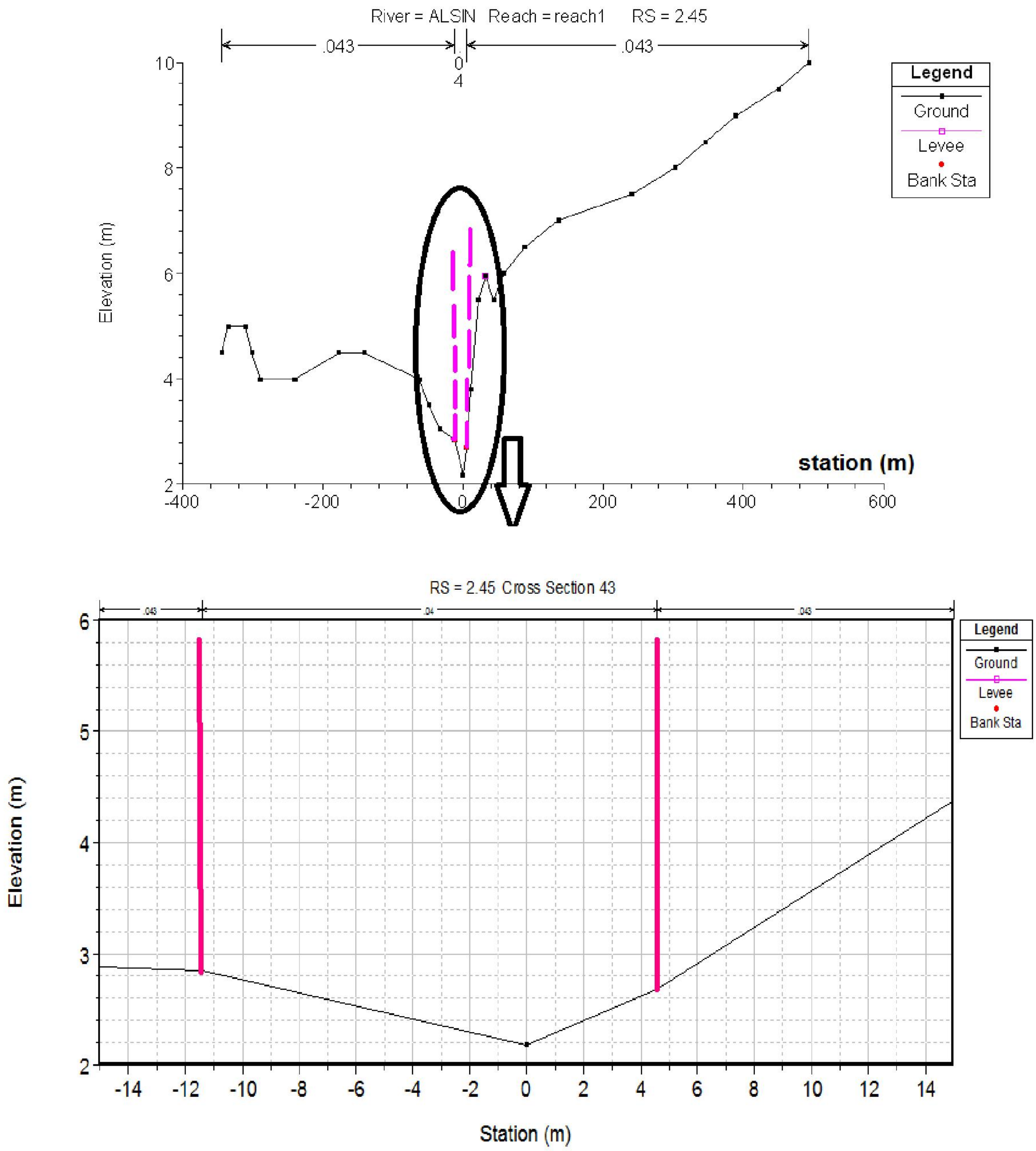
| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | 12 | | 0.25 | | 0 | | |
| | | **العمق الوسطي** | 0.2971 | | | **التدفق الكلي** | 6.685 |

الجدول (4-1- ب) القياسات عند المقطع الأول

| القياسات عند المقطع الأول 28-7-2011 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **النقطة** | **المسافة(m)** | **المسافة بين المقاطع(m)** | **العمق (m)** | **العمق الوسطي (m)** | **السرعة (m/s)** | **السرعة الوسطية(m/s)** | **التدفق ($m^3/s$)** |
| 1 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 |
| 2 | 0.5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 |
| 3 | 1.5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 |
| 4 | 2.5 | 1 | 0 | 0.035 | 0 | 0.375 | 0.013 |
| 5 | 3.5 | 1 | 0.07 | 0.08 | 0.75 | 0.791 | 0.063 |
| 6 | 4.5 | 1 | 0.09 | 0.095 | 0.832 | 0.8245 | 0.078 |
| 7 | 5.5 | 1 | 0.1 | 0.125 | 0.817 | 0.8335 | 0.104 |
| 8 | 6.5 | 1 | 0.15 | 0.15 | 0.85 | 0.875 | 0.131 |
| 9 | 7.5 | 1 | 0.15 | 0.15 | 0.9 | 0.9575 | 0.144 |
| 10 | 8.5 | 1 | 0.15 | 0.135 | 1.015 | 1.0675 | 0.144 |
| 11 | 9.5 | 1 | 0.12 | 0.12 | 1.12 | 1.06 | 0.127 |
| 12 | 10.5 | 1 | 0.12 | 0.11 | 1 | 0.9 | 0.099 |
| 13 | 11.5 | 0.5 | 0.1 | 0.095 | 0.8 | 0.4 | 0.013 |
| 14 | 12 | | 0.09 | | 0 | | |
| | | **العمق الوسطي** | 0.08143 | | | **التدفق الكلي** | 0.917 |

### 4-7-2- القياسات في المقطع الثاني:

عند منطقة المخاضة على بعد 2.45 كم عن مصب النهر، بعد الالتقاء بنهر (أبو بعرة)، يقدر عرض المقطع المدروس بـــ 10 أمتار( المحدد على المقطع) الشكل (4-17)، يتم تقسيم المقطع إلى شرائح عرض كل منها مترٌ واحدٌ، نأخذ عند طرفي المقطع بعداً احتياطياً قدره 0.5 متر، الأطراف عبارة عن جدران ترابية، ويوجد الكثير من الحجارة الكبيرة، وإلى الأمام من المنطقة توجد الأعشاب والأغصان المتراكمة بشكل كبير على جوانب النهر، يبين الجدول (4-2- أ-ب) نقاط المقطع والقياسات عند كل منها.




الشكل (4-17): مقطع عرضي عند منطقة المخاضة

الجدول (4-2- أ) القياسات عند المقطع الثاني

| القياسات عند المقطع الثاني 17-05-2011 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| النقطة | المسافة(m) | المسافة بين المقاطع(m) | العمق (m) | العمق الوسطي (m) | السرعة (m/s) | السرعة الوسطية(m/s) | التدفق ($m^3$/s) |
| 1 | 0 | 0.5 | 1 | 1.1 | 0 | 0.128 | 0.035 |
| 2 | 0.5 | 1 | 1.2 | 1.35 | 0.256 | 0.3085 | 0.416 |
| 3 | 1.5 | 1 | 1.5 | 1.5 | 0.361 | 0.4055 | 0.608 |
| 4 | 2.5 | 1 | 1.5 | 1.5 | 0.45 | 0.4635 | 0.695 |
| 5 | 3.5 | 1 | 1.5 | 1.65 | 0.477 | 0.486 | 0.802 |

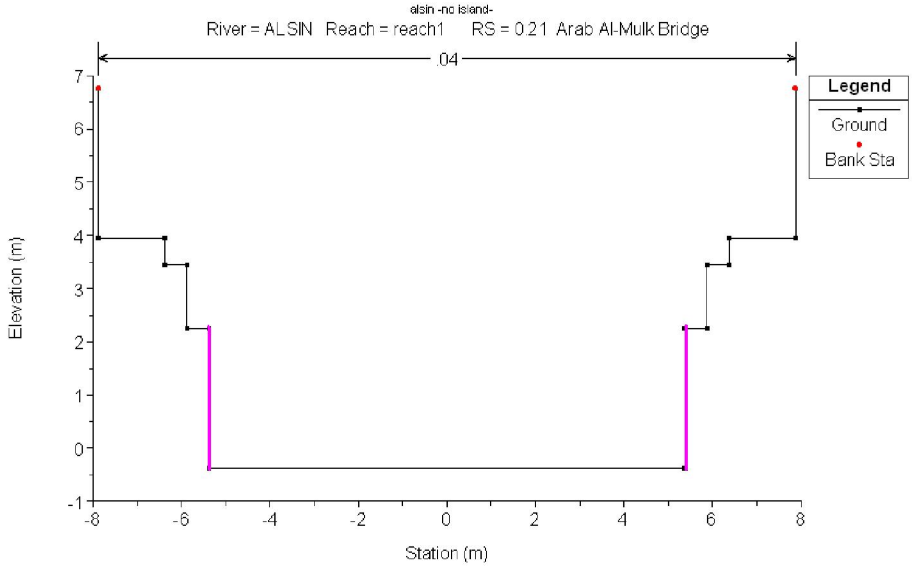
| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 4.5 | 1 | 1.8 | 1.8 | 0.495 | 0.5015 | 0.903 |
| 7 | 5.5 | 1 | 1.8 | 1.8 | 0.508 | 0.504 | 0.907 |
| 8 | 6.5 | 1 | 1.8 | 1.8 | 0.5 | 0.592 | 1.066 |
| 9 | 7.5 | 1 | 1.8 | 1.7 | 0.684 | 0.703 | 1.195 |
| 10 | 8.5 | 1 | 1.6 | 1.6 | 0.722 | 0.786 | 1.258 |
| 11 | 9.5 | 0.5 | 1.6 | 1.45 | 0.85 | 0.425 | 0.154 |
| 12 | 10 | | 1.3 | | 0 | | |
| | | **العمق الوسطي** | 1.5333 | | | **التدفق الكلي** | 8.039 |

الجدول (4-2- ب) القياسات عند المقطع الثاني

| القياسات عند المقطع الثاني ٢٨ـ ٠٧ـ ٢٠١١ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **النقطة** | **المسافة (m)** | **المسافة بين المقاطع (m)** | **العمق (m)** | **العمق الوسطي (m)** | **السرعة (m/s)** | **السرعة الوسطية (m/s)** | **التدفق ($m^3/s$)** |
| 1 | 0 | 0.5 | 0.9 | 0.9 | 0 | 0.0785 | 0.018 |
| 2 | 0.5 | 1 | 0.9 | 0.9 | 0.157 | 0.159 | 0.143 |
| 3 | 1.5 | 1 | 0.9 | 0.875 | 0.161 | 0.163 | 0.143 |
| 4 | 2.5 | 1 | 0.85 | 0.85 | 0.165 | 0.1805 | 0.153 |
| 5 | 3.5 | 1 | 0.85 | 0.85 | 0.196 | 0.2115 | 0.180 |
| 6 | 4.5 | 1 | 0.85 | 0.85 | 0.227 | 0.2 | 0.170 |
| 7 | 5.5 | 1 | 0.85 | 0.85 | 0.173 | 0.169 | 0.144 |
| 8 | 6.5 | 1 | 0.85 | 0.85 | 0.165 | 0.145 | 0.123 |
| 9 | 7.5 | 1 | 0.85 | 0.875 | 0.125 | 0.1345 | 0.118 |
| 10 | 8.5 | 1 | 0.9 | 0.9 | 0.144 | 0.139 | 0.125 |
| 11 | 9.5 | 0.5 | 0.9 | 0.85 | 0.134 | 0.067 | 0.014 |
| 12 | 10 | | 0.8 | | 0 | | |
| | | **العمق الوسطي** | 0.8667 | | | **التدفق الكلي** | 1.331 |

### 4-7-3- القياسات في المقطع الثالث:

عند جسر عرب الملك بعد 0.21 كم عن المصب، والذي يمثل تقريباً الغزارة الكلية للنهر بعد التقاء كافة الروافد فيه، يقدر عرض المقطع المدروس بـــ 12 متراً( المحدد على المقطع)، الشكل (4-18)، يتم تقسيم المقطع إلى شرائح عرض كل منها مترٌ واحدٌ، نأخذ عند طرفي المقطع بعداً احتياطياً قدره 0.5 متر، الأطراف عبارة عن جدران بيتونية، يبين الجدول (4-3- أ- ب) نقاط المقطع والقياسات عند كل منها.




الشكل (4-18): مقطع عرضي عند جسر عرب الملك

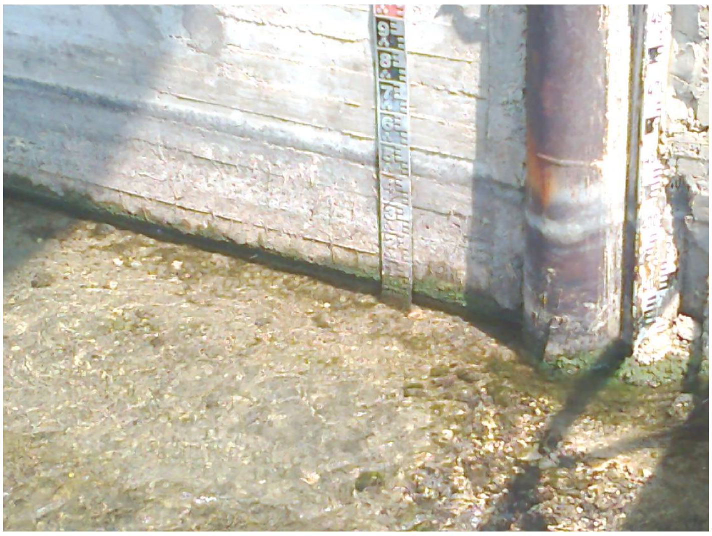
الجدول (4-3- أ) القياسات عند المقطع الثالث

| القياسات عند المقطع الثالث 2011-05-17 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| النقطة | المسافة(m) | المسافة بين المقاطع(m) | العمق (m) | العمق الوسطي (m) | السرعة (m/s) | السرعة الوسطية(m/s) | التدفق ($m^3/s$) |
| 1 | 0 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0 | 0.1465 | 0.041 |
| 2 | 0.5 | 1 | 0.9 | 0.9 | 0.293 | 0.4755 | 0.428 |
| 3 | 1.5 | 1 | 0.9 | 0.95 | 0.658 | 0.6605 | 0.627 |
| 4 | 2.5 | 1 | 1 | 1 | 0.663 | 0.707 | 0.707 |
| 5 | 3.5 | 1 | 1 | 1.1 | 0.751 | 0.7595 | 0.835 |
| 6 | 4.5 | 1 | 1.2 | 1.2 | 0.768 | 0.776 | 0.931 |
| 7 | 5.5 | 1 | 1.2 | 1.2 | 0.784 | 0.8095 | 0.971 |
| 8 | 6.5 | 1 | 1.2 | 1.2 | 0.835 | 0.949 | 1.139 |
| 9 | 7.5 | 1 | 1.2 | 1.15 | 1.063 | 0.9995 | 1.149 |
| 10 | 8.5 | 1 | 1.1 | 1.1 | 0.936 | 0.895 | 0.985 |
| 11 | 9.5 | 1 | 1.1 | 1.1 | 0.854 | 0.79 | 0.869 |
| 12 | 10.5 | 1 | 1.1 | 1.05 | 0.726 | 0.631 | 0.663 |
| 13 | 11.5 | 1 | 1 | 0.9 | 0.536 | 0.268 | 0.169 |
| 14 | 12 | 0.5 | 0.8 | | 0 | | |
| | | العمق الوسطي | 1.0286 | | | التدفق الكلي | 9.515 |

الجدول (4-3- ب) القياسات عند المقطع الثالث

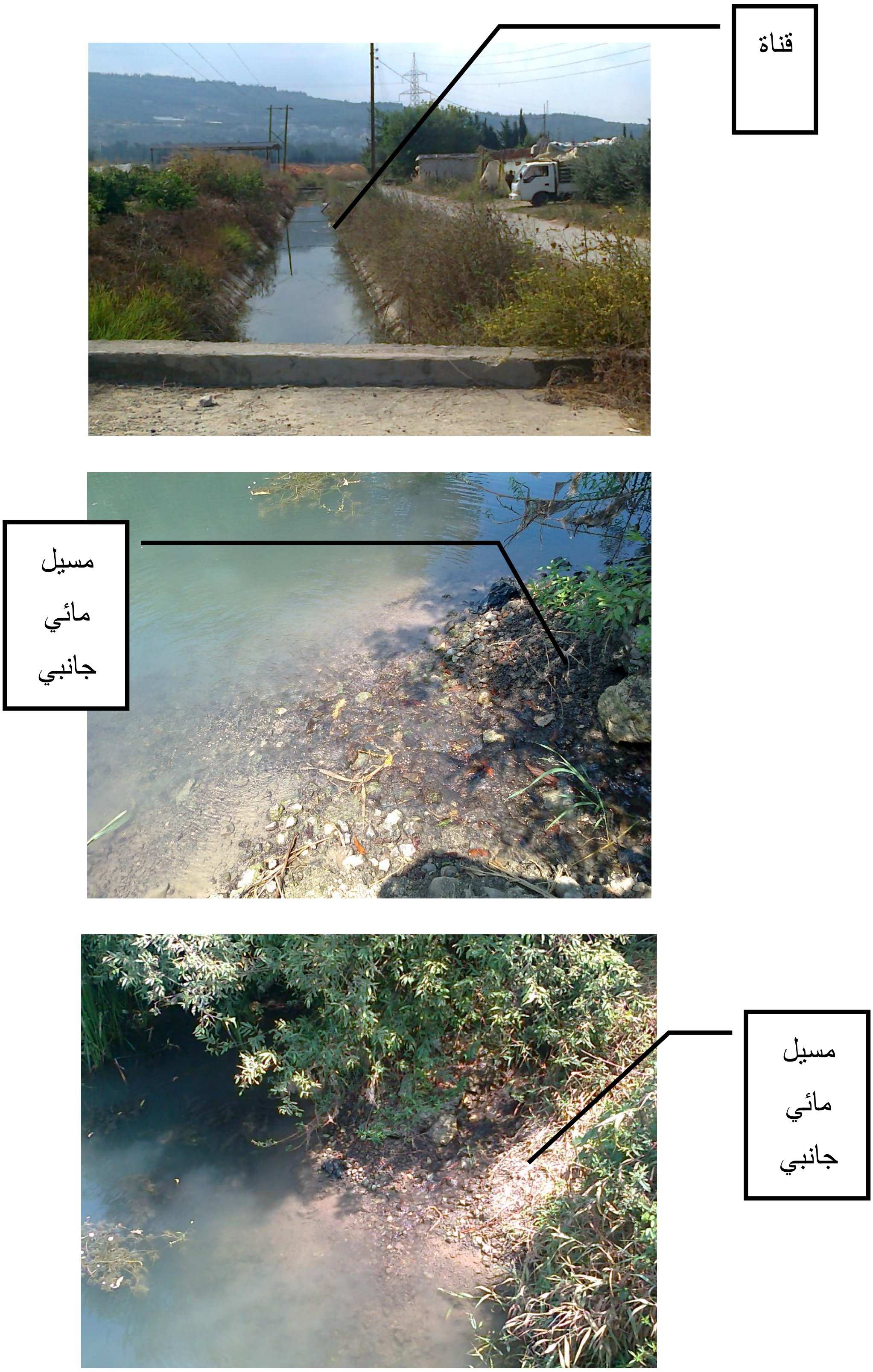
| القياسات عند المقطع الثالث ٢٨-٠٧-٢٠١١ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| النقطة | المسافة (m) | المسافة بين المقاطع(m) | العمق (m) | العمق الوسطي(m) | السرعة (m/s) | السرعة الوسطية(m/s) | التدفق $(m^3/s)$ |
| 1 | 0 | 0.5 | 0.55 | 0.575 | 0 | 0.1125 | 0.023 |
| 2 | 0.5 | 1 | 0.6 | 0.6 | 0.225 | 0.2315 | 0.139 |
| 3 | 1.5 | 1 | 0.6 | 0.6 | 0.238 | 0.2455 | 0.147 |
| 4 | 2.5 | 1 | 0.6 | 0.575 | 0.253 | 0.2545 | 0.146 |
| 5 | 3.5 | 1 | 0.55 | 0.55 | 0.256 | 0.2545 | 0.140 |
| 6 | 4.5 | 1 | 0.55 | 0.575 | 0.253 | 0.248 | 0.143 |
| 7 | 5.5 | 1 | 0.6 | 0.55 | 0.243 | 0.2455 | 0.135 |
| 8 | 6.5 | 1 | 0.5 | 0.5 | 0.248 | 0.2545 | 0.127 |
| 9 | 7.5 | 1 | 0.5 | 0.5 | 0.261 | 0.265 | 0.133 |
| 10 | 8.5 | 1 | 0.5 | 0.5 | 0.269 | 0.2715 | 0.136 |
| 11 | 9.5 | 1 | 0.5 | 0.525 | 0.274 | 0.2695 | 0.141 |
| 12 | 10.5 | 1 | 0.55 | 0.575 | 0.265 | 0.2645 | 0.152 |
| 13 | 11.5 | 1 | 0.6 | 0.55 | 0.264 | 0.132 | 0.051 |
| 14 | 12 | 0.5 | 0.5 | | 0 | | |
| | | العمق الوسطي | 0.55 | | | التدفق الكلي | 1.613 |

إن اختلاف قيم التدفق بين مقطع وآخر يعود إلى وجود ينابيع تظهر على امتداد المجرى النهري، ومنها نبع الدلب، الشكل (4-19)، الذي يبعد 500 متر عن المقطع الأول وتم تقدير كمية المياه المتدفقة منه بـــ(400-1000) لتر في الثانية خلال فترات القياس، تصل الى النهر كمية من تدفقه بعد ضياع جزء منه في التسرب والتبخر.



الشكل (4-19): نبع الدلب

كما ترد مياه إلى النهر ناتجة عن التسرب من قنوات الري المنتشرة في هذه المنطقة خلال موسم الري، وقد تظهر بعض المياه الواردة بشكل واضح على جانبي المجرى كما هو مبين في الشكل التالي (4-20).




الشكل (4-20): صور تمثل قناة الري+ مسيل مائي جانبي

بالإضافة إلى الجريان في نهر (أبو بعرة) والذي تم تقدير كمية الجريان فيه بشكل تقريبي بــ(400–1200) لتر في الثانية في فترة القياس، وتظهر في مجراه الأعشاب والشجيرات الصغيرة، التي تعيق الجريان وتزيد من خشونة المجرى، وتزيد من ضياع المياه الواصلة إلى المجرى كما هو موضحاً بالشكل (4–21).

وتصب في المجرى نواتج صرف صحي من البيوت والمطاعم المنتشرة على امتداد النهر، بالإضافة إلى نواتج معمل أوغاريت المقام على النهر.

الشكل (4–21): صور توضح انتشار الأعشاب والحجارة في مجرى نهر (أبو بعرة)

تم الاعتماد على نتائج القياسات السابقة من أجل معايرة النموذج الاعتباري المحدد للنهر ومعايرة البيانات الداخلة فيه.

نلاحظ أن قيم التدفق تتغير في المقاطع الثلاثة ويعود ذلك إلى تعدد عناصر التغذية في هذا المجرى واعتماداً عليها تم تقسيمه، إن الجريان القادم من المسيلات السطحية أو من نهر (أبو بعرة) أو من ساقية السلطان، بالإضافة للتغذية الجوفية للنبع والنهر تساهم، جميعها في وجود هذه الفروقات.

أما بالنسبة لقياسات معامل مانينغ، فقد أُخذ من دراسة،(عز الدين حسن وآخرون، 2004)، تحديد خشونة المجرى اعتماداً على التحليل الحبي للعينات التي أخذت من المواقع الآتية من المجرى: **جسر الأوتوستراد ، نقطة التقاء نهر (أبو بعرة) مع نهر السن، المخاضة ، مصب ساقية السلطان ، جسر عرب الملك**، ومن كل موقع أخذت عينة من المجرى وعينة من إحدى الضفاف، حيث بلغ عدد العينات عشرا ولدى التحليل الحبي لها تم الحصول على نتائج التحليل لجميع العينات (منحني التحليل الحبي والنسبة المتبقية والمارة من المناخل) واعتمادا على هذه المنحنيات تم تحديد معامل الخشونة "معامل مانيننغ") بطريقتين:

1- من علاقة Mueller الآتية:

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

حيث d90 القطر الذي يمرر 90% من حبات العينة.

2- من علاقة Strickler الآتية:

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

حيث: dm هو القطر الوسطي الفعّال للعينة.

يبين الجدول (4-4) قياسات معامل الخشونة في عدة مواقع من المجرى.

الجدول (4-4) قياسات معامل مانينغ

| M $(m^{1/3}/sec)$ حسب strickler | $d_{50}$ (mm) | M $(m^{1/3}/sec)$ حسب muller | $d_{90}$ (mm) | الموقع | |
|---|---|---|---|---|---|
| 46.62 | 8.6 | 44.84 | 38.1 | الضفة اليمنى | جسر الأتوستراد |
| 102.98 | 0.074 | 44.84 | 38.1 | المجرى | |
| 102.98 | 0.074 | 126.89 | 0.074 | الضفة اليمنى | الالتقاء مع نهر أبو بعرة |
| 48.24 | 7 | 50.288 | 19.1 | المجرى | |
| 102.98 | 0.074 | 126.89 | 0.074 | الضفة اليمنى | المخاضة |
| 70 | 0.75 | 47.95 | 25.4 | المجرى | |
| 102.98 | 0.074 | 126.89 | 0.074 | الضفة اليمنى | الالتقاء بساقية السلطان |
| 102.98 | 0.074 | 89.525 | 0.6 | المجرى | |
| 51.93 | 4.5 | 52.35 | 15 | الضفة اليمنى | جسر عرب الملك |
| 63.87 | 1.3 | 58.137 | 8 | المجرى | |

## 4-8- معالجة النتائج ومعايرة الموديل الرياضي

**خطوات المعايرة**

• وضع النموذج الرياضي الأولي: إدخال المقاطع العرضية وخصائصها، وإدخال المسافة بين المقاطع ومعاملات فواقد الطاقة، تم اختيار النموذج الأولي "كما أشرنا سابقاً" مؤلفاً من 3 أجزاء.

• وضع قيمة معامل مانينغ لكل مقطع عرضي، باعتبار أن مجرى النهر كثير التعرجات والانعطافات وكثير التخريب ويحتوي على كتل حجرية وبعض الشجيرات والكثير من الأعشاب والأحجار في القاع، وكذلك الأمر بالنسبة للمنطقة المحيطة به والتي سيشملها الغمر المائي الناتج عن فيضان النهر والتي تمتد إلى مسافة أقصاها 800 م من كل ضفة، لذلك اخترنا إمكانية اعتبار قيمة مانينغ تتغير أفقياً في كل مقطع عرضي، وبالاعتماد على قيم معامل الخشونة المحددة في الجدول في مواقع محددة والتي تتراوح بين (0.01−0.02)، ووفقاً لطبيعة النهر تتراوح قيم مانينغ بين(0.02−0.043)، خترنا القيم الموافقة لكل مقطع، أما باقي المقاطع فإننا اخترنا القيمة متغيرة بين (0.04 و 0.043) لقاع المجرى وضفتي النهر وحدود المقطع والتي تمثل منطقة الغمر.

• وضع قيمة معامل التوسع والتضيق {Cont = 0.1 , exp = 0.3} بفرض أن الجريان دون الحرج.

• إدخال معطيات التدفق: باعتبار الجريان جرياناً مستقراً، يطلب البرنامج إدخال قيم التدفقات عند بداية كل مجرى نهري، كما يمكن للمستخدم إضافة مواقع جديدة يعتبرها ضرورية كنقاط تغير التدفق.

| pf2= flow | pf1= flow | RS | Reach | River |
|---|---|---|---|---|
| 0.917 | 6.685 | 5.41 | **reach1** | **ALSIN** |
| 1.331 | 8.039 | 2.45 | **reach2** | **ALSIN** |
| 1.613 | 9.515 | 0.21 | **reach3** | **ALSIN** |

(pf = Q) $(m^3/\text{sec})$ (RS = River Station)

تم إدخال التدفق $(Q=0.917 m^3/s,\ Q=6.685 m^3/s)$ في الجزء الأول للنهر reach1، والتدفق بعد الالتقاء بنهر (أبو بعرة) $(Q=1.331 m^3/s,\ Q=8.039 m^3/s)$ في الجزء الثاني للنهرreach2، والتدفق $(Q=1.613 m^3/s,\ Q=9.515 m^3/s)$ في الجزء الثالث للنهر reach3 قبل الوصول إلى مصبه في البحر.

• كما يطلب البرنامج إدخال الشروط الطرفية، وبما أن الجريان هو جريان دون الحرج فإن الشروط الطرفية المطلوبة هي Downstream Condition.

الجدول (4−5) الشروط الطرفية المبدئية

| Reach3 | reach2 | reach 1 | |
|---|---|---|---|
| Known WS | Normal Depth | Normal Depth | Downstream |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Condition | I=0.002 | I=0.0072 | (Q=1.613, Q=9.515$m^3$/s,WS=0) |

- يجب على المستخدم قبل البدء بتحليل الجريان ومحاكاته أن يحدد نوع الجريان إما جرياناً (دون أو فوق) الحرج أو جرياناً مختلطاً، والذي على أساسه تم فرض بعض الفرضيات السابقة، نفرض الجريان دون الحرج، والنتائج تبين إن كان هذا الفرض صحيحاً، وتعاد الحسابات بعد تصحيح الفرضيات عند اللزوم وفقاً لهذه النتائج.
- يجب على المستخدم تحديد القيم الحدية المسموحة التي يعتمدها البرنامج عند إجراء الحسابات الهيدروليكية:

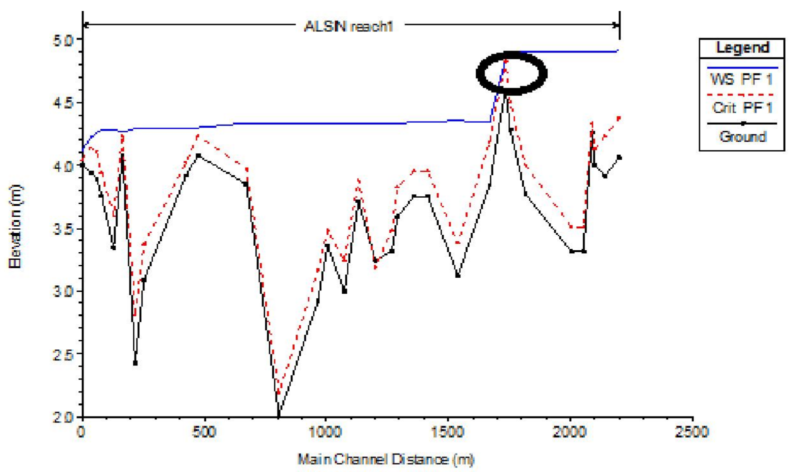
1. دقة حساب منسوب سطح الماء بما فيها حساب العمق الحرج (0.0001 م –1 م): نفرضها ( 0.003 م).
2. العدد المسموح من التكرارات (3–40) مرة : نفرضه 20 مرة.
3. دقة للتدفق (0.0001–0.05): نفرضها0.001.

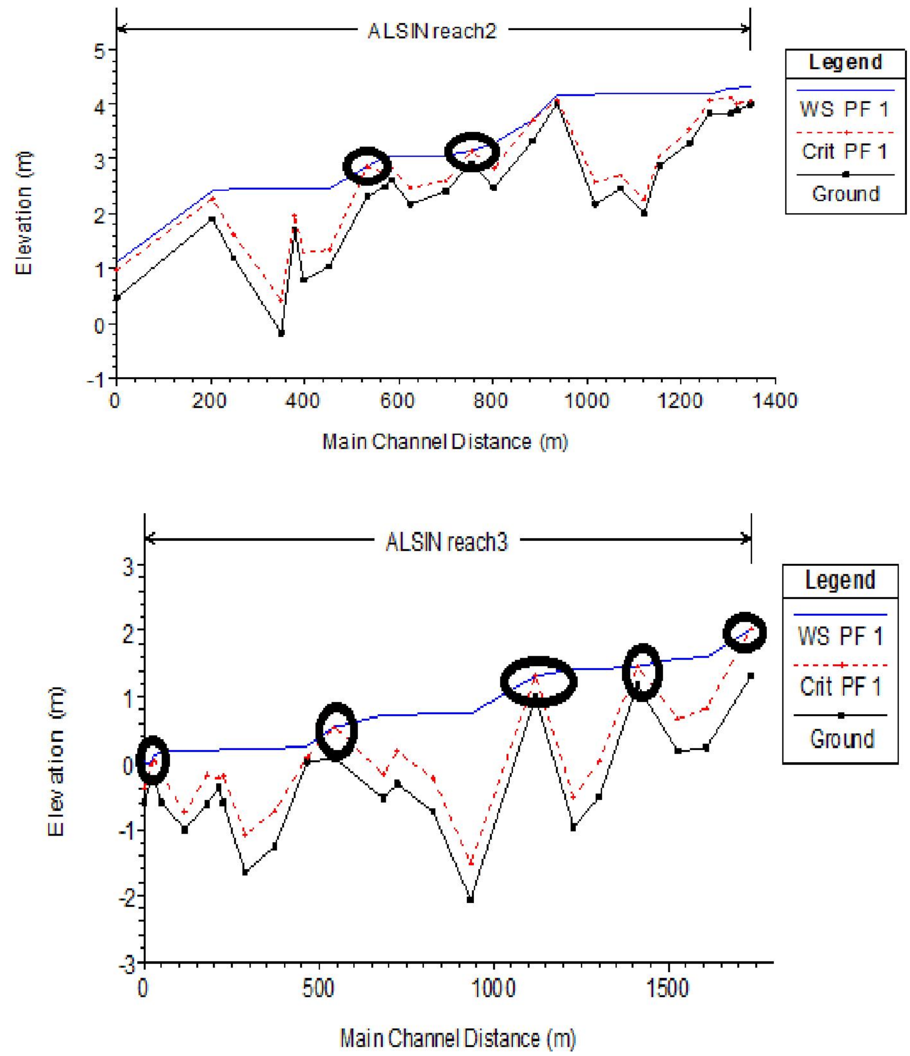
- إجراء الحسابات والتأكد من نمط الجريان المفترض، ومقارنة نتائج التحليل الهيدروليكي الناتجة عن النموذج الرياضي الاعتباري مع القيم الناتجة عن الحسابات.

نقوم بحساب قيم فرويد عند كل مقطع من المجرى النهري، وانطلاقاً من شرط الجريان دون الحرج يكون الافتراض غير صحيح، كما أن الحساب الهيدروليكي في هذا البرنامج يعتبر القيمة الحدية بين الجريانين هي 0.94، ونظراً لعدم تحقق هذا الشرط في بعض المقاطع:

$$F_r = \frac{u}{\sqrt{gh}} < 1$$

ويبدو هذا واضحاً في الشكل (4–22)، الذي يبين سطح الماء في مجرى النهر والعمق الحرج المقابل له في كل مقطع عرضي.






الشكل(4–22): العمق الحرج في مجرى النهر

لذلك يتم تعديل فرضية الجريان دون الحرج باعتبار الجريان مختلطاً، لأن قيم عدد فرود تتراوح بين نوعي الجريان المختلفة، والذي يتطلب إدخال الشرط الطرفي العلوي **Upstream Condition** بالإضافة إلى شرط الجريان السفلي**downstream Condition**.

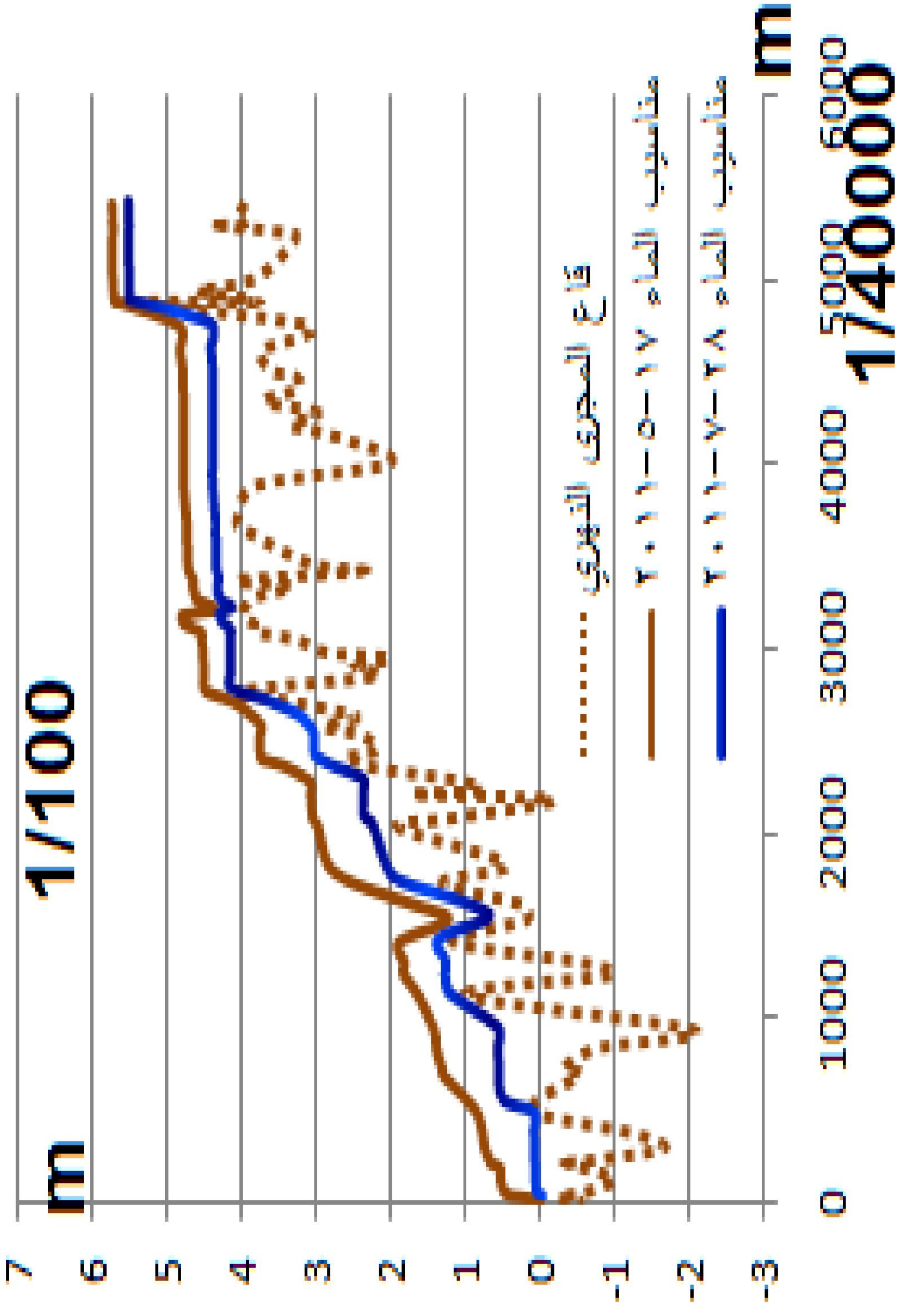
الجدول (4-6) الشروط الطرفية للنموذج الرياضي

| AL SIN | reach 1 | reach2 | reach3 |
|---|---|---|---|
| Upstream Condition | Normal Depth I=0.0018 | Normal Depth I=0.003 | Normal Depth I=0.0085 |
| Downstream Condition | Normal Depth I=0.002 | Normal Depth I=0.0072 | Known WS Q=1.613, Q=9.515,WS=0 |

- معالجة النتائج، وإجراء التصحيح اللازم في النموذج الرياضي الاعتباري لكافة البيانات المرتبطة به.

نرسم مخططاً يبين تغير مناسيب المياه على كامل طول النهر، ونلاحظ أن مناسيب قاع المجرى تتراوح بين (5.38) م فوق سطح البحر الى (2.07) م تحت سطح البحر، تبدأ من منسوب (4.06) م ترتفع تارةً وتنخفض تارةً أخرى بشكل واضح كما في الشكل (4−23)، وهذا ناتج عن جريان الماء وعمليات الحت والترسيب الناتجة عنها، وتنتهي عند المنسوب (0.59) م تحت سطح البحر.

كما نلاحظ تناقص مناسيب الماء على كامل امتداد المجرى النهري إلى منسوب الصفر عند مصبه في البحر، ويقابل تغير مناسيب القاع ومناسيب الماء المقابلة لها تغير في أعماق الماء في مجرى النهر.




الشكل (23-4): مخطط تغير مناسيب المياه

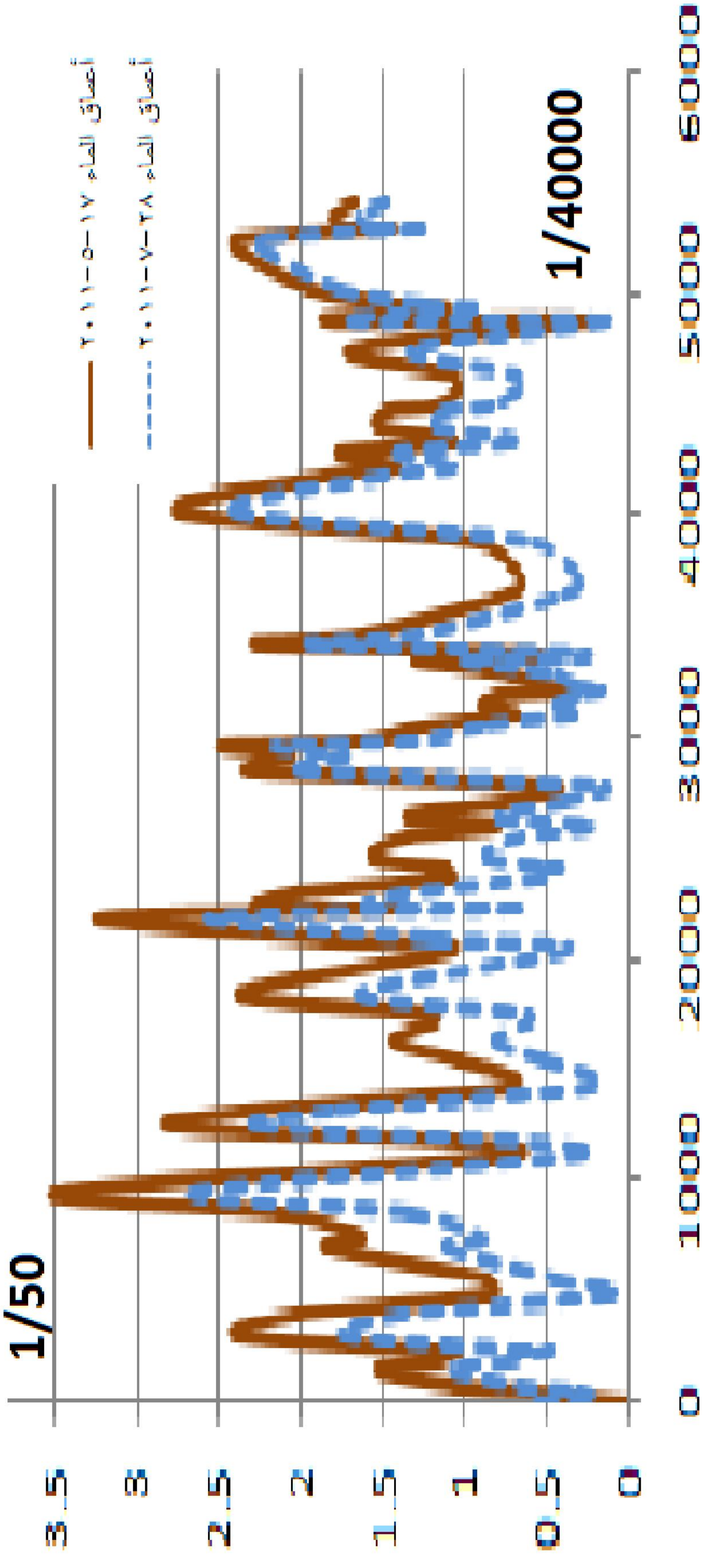
يبين مخطط تغير أعماق المياه في المجرى النهري أن أعماق المياه تتراوح في المجرى بين (3.49 و 0.23) م لفترة القياس في (2011/5/17)، و(2.66 و 0.11) م لفترة القياس في

(2011/7/28)، حيث تنخفض وترتفع المياه في مجرى النهر بسبب تضاريس القاع المختلفة، أو بسبب الميول الطبيعية للنهر، أو بسبب اختلاف عرض النهر على امتداد طوله، أو بسبب نوعية التربة ووجود النباتات والمواد العالقة التي تؤثر على جريان المياه، وهذا ما يبينه الشكل (4−24).

الجدول التالي يبين المقارنة بين أعماق المياه في المقاطع المقاسة، وأعماق المياه الناتجة عن تحليل النموذج الاعتباري في المقاطع نفسها.

الجدول (4−7) المقارنة بين أعماق المياه

| عمق المياه | المقطع الأول | المقطع الثاني | المقطع الثالث |
|---|---|---|---|
| النموذج الاعتباري | 0.089 | 0.89 | 0.56 |
| القيم المقاسة ٢٨/٧/٢٠١١ | 0.0864 | 0.867 | 0.55 |
| النموذج الاعتباري | 0.27 | 1.57 | 1.04 |
| القيم المقاسة ١٧/٥/٢٠١١ | 0.297 | 1.533 | 1.028 |



أعماق الماء ١٧-٥-٢٠١١
أعماق الماء ٢٨-٧-٢٠١١
1/50
1/40000
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5

## أنواع الأخطاء

من المعلوم أنه لا يمكن الحصول على قياس خال من الأخطاء فالقياسات مترافقة دوماً مع الأخطاء أي هناك انحراف للقيم الناتجة عن القيم الحقيقية للقيم المقاسة، وذلك لأنه خلال عملية القياس عدا عن القيمة المقاسة يشارك في القياس الراصد و الأدوات و أجهزة القياس، الوسط الخارجي... تتغير كل من هذه العوامل باستمرار ولا يمكن معرفة التغيرات بدون خطأ وبسبب ذلك تنحرف نتائج القياسات عن القيم الحقيقية في كل مرة نعيد فيها القياس، بسبب مجموعة العوامل المؤثرة على نتائج القياس واستناداً إلى ذلك يمكن القول إن تأرجح نتائج القياسات يعكس التغير المستمر لشروط القياس.

يعود السبب في الظهور الحتمي لأخطاء القياسات إلى: تأثير الظروف الخارجية، وعدم الدقة عند تحضير وتصليح الأجهزة وأدوات القياس، وعدم دقة العمليات التي يجربها الراصد، وأخيراً يضاف الى العوامل السابقة أنها في حالة تغير دائم ومستمر، من ناحية أخرى كل عامل من العوامل السابقة هو في الحقيقة نتيجة تأثير مجموعة كبيرة من العوامل وكل واحد من هذه العوامل يؤثر بشكل صغير على نتيجة القياس بالنسبة الى تأثير مجموع كل العوامل الأنفة الذكر مثل: خطأ في القراءة، والأخطاء الشخصية للراصد، وخطأ توضع الجهاز...

كل من الأخطاء السابقة تؤثر بشكل غير كبير على النتيجة النهائية وذلك بالنسبة إلى تأثير مجموع كل المصادر والتي يتغير تأثيرها من قراءة الى أخرى، وكل من مصادر الأخطاء الأخرى يمكن تقسيمه إلى مصادر أكثر جزئية مثلاً: خطأ تصليح الجهاز، خطأ معايرة الجهاز... والتي تتكرر بشكل مشابه في القياسات الأخرى.

وبالتالي تجد أن انحراف القيمة المقاسة عن القيمة الحقيقية ناتج عن عدد كبير من الأسباب، كل منها يؤثر بشكل قليل جداً على نتيجة القياس المستقل بالنسبة إلى تأثير مجموع كل المصادر، وهذا ما ينتج عن القياسات التي قمنا بها.

بشكل عام يمكن تصنيف أخطاء القياسات بحسب مصادر ظهورها إلى:

أخطاء الأجهزة – أخطاء الوسط الخارجي – الأخطاء الشخصية.

عند إجراء القياسات في مجرى النهر يتم معايرة البرامة المائية المستخدمة لمحاولة تجنب أي خطأ ناتج عنها، أما بالنسبة للعصا الفولاذية المستخدمة أو الميرا المثبتة على الجسر فإن تدريجاتهما لا يمكن التأثير عليهما وهي ثابتة خلال كامل فترة القياس، وبالتالي لا يمكن الكشف عن الخطأ الناتج عنهما إن وجد . هنا يوجد خطأ القارئ كنصف أصغر تدريجة وهي 0.5mm.

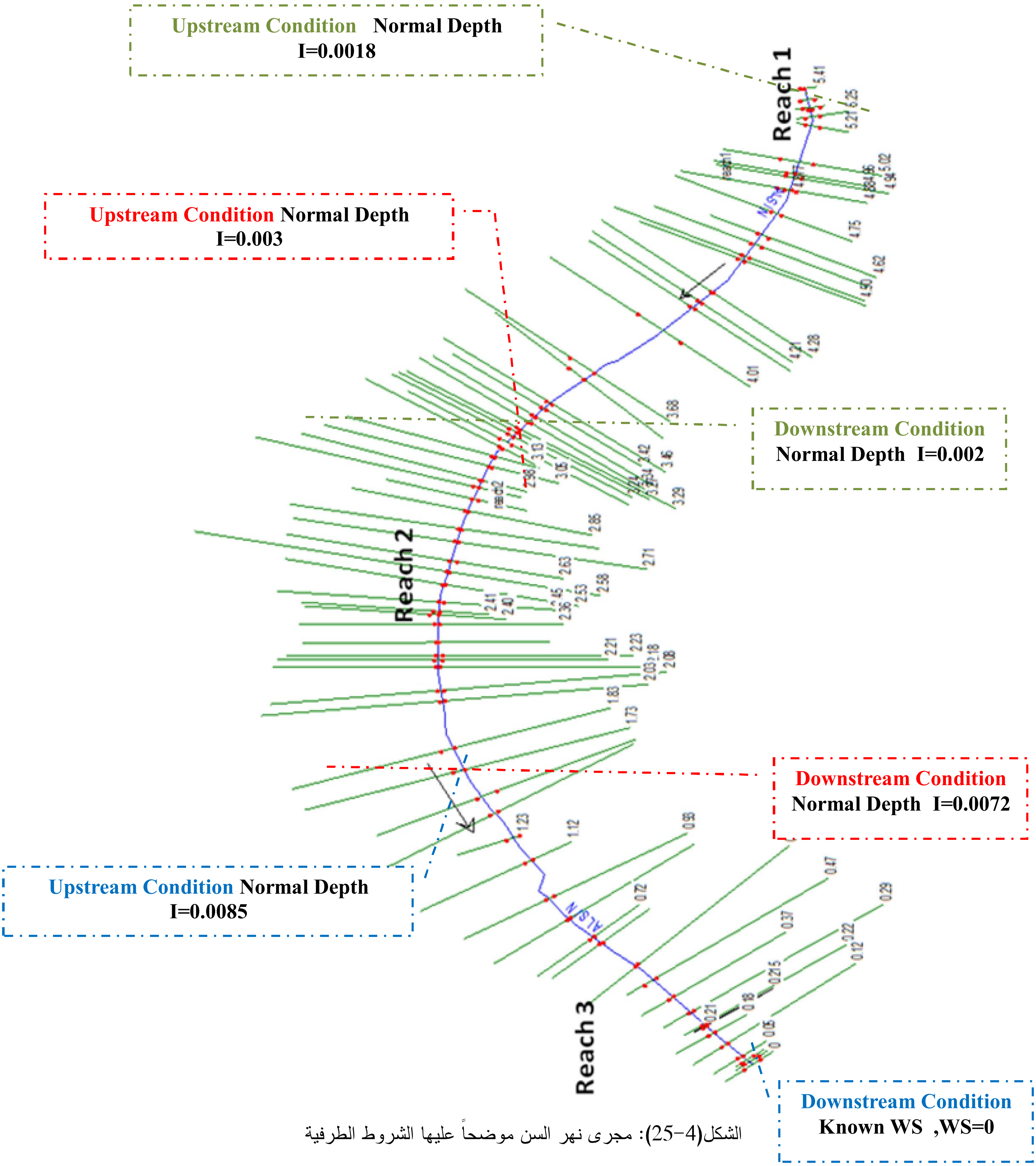
أما حسب قانون ظهور الأخطاء فإن أخطاء القياسات تقسم إلى:

- أغلاط القياسات: تنتج عن عدم انتباه الراصد أو بسبب عطل في الأجهزة والأدوات وغيرها ولهذا السبب ينبغي اكتشاف الأغلاط وإزالتها.
- الأخطاء العرضية (العشوائية): هي الأخطاء التي تغير قيمتها عند إعادة القياس، مثلاً: خطأ القراءة عن الميرا، خطأ تدوير الأرقام عند إجراء الحسابات.
- الأخطاء النظامية: هي الأخطاء الأولية الناتجة عن قياس قيمة ما والتي تتصف بقيمة ثباتها، أي عند إجراء القياسات تحافظ هذه الأخطاء على قيمتها وإشارتها، وضمن بعض الشروط يمكن أن تتحول مصادر هذه الأخطاء إلى أخطاء عرضية والعكس صحيح، مثلاً: أثناء قيامنا بقياس عرض المجرى المائي قد تنتج أخطاء ناتجة عن قياس استقامة الأرض وهي ناتجة عن ميلان شريط بكرة القياس عند استخدامها في القياس، أو الخطأ الناتج عن تحديد طول بكرة القياس وهو القياس الناتج بعد تعيير البكرة في مختبر أجهزة القياس وهذا الخطأ ثابت، أو الخطأ الناتج عن معايرة جهاز البرامة المائية قبل البدء بالقياس.

إن مصادر الأخطاء العرضية أكثر بكثير من مصادر الأخطاء النظامية لكن تأثيرها ليس كبيراً، لذلك يجب من البداية محاولة تقليل تأثيرها إلى الحد الأدنى باتخاذ التدابير المناسبة.

عند مقارنة نتائج القياس مع القيم الناتجة في النموذج الاعتباري نلاحظ أن الفروق (من 1 سم الى 5 سم) يمكن أن تتماهى.

يمكن اعتماد النموذج الاعتباري كنموذج رياضي يمثل منطقة الدراسة (مجرى نهر السن)، الشكل(4-25)، محدداً بالبارامترات التابعة له (فواقد الاحتكاك – فواقد التوسع والتضيق)، وبالتالي يمكن إيجاد مخطط الغمر لنهر السن لتحديد المناطق المتضررة واتخاذ الإجراءات الضرورية لحمايتها والتقليل من أخطارها.




الشكل(4-25): مجرى نهر السن موضحاً عليها الشروط الطرفية

# الفصل الخامس

# إنشاء مناطق انتشار الغمر ومعالجة النتائج

## مقدمة

إن تقدير وحساب أثر طغيان وانتشار الغمر المائي الناتج عن الفيضان Floodplain يأخذان حيزاً واسعاً من اهتمام المهندسين والمتخصصين في علوم البيئة، ويعرّفان Floodplain بأنهما قيعان أودية (تكونها الأنهار) مسطحة تقريباً بالقرب من الأنهار المعرضة للفيضان، وإن تحديدها وتحديد مسار الفيضان ضروري من أجل إدارة الفيضان وإيجاد الحلول المناسبة للتقليل من الأضرار الناتجة عنه، وتمثل مخططات الغمر للفيضان بنماذج معقدة بالرغم من أن المعادلات التي تمثلها بسيطة جداً، أما ال floodway فهو أشبه بقناة من النهر أو أي مجرى مائي مع مساحات الأرض المجاورة المعرضة للغمر، ويكون دور هذه المناطق المغمورة تأمين حجم تخزين كافٍ لأي تغير في منسوب الماء.

## 5-1- مخطط الغمر لنهر السن

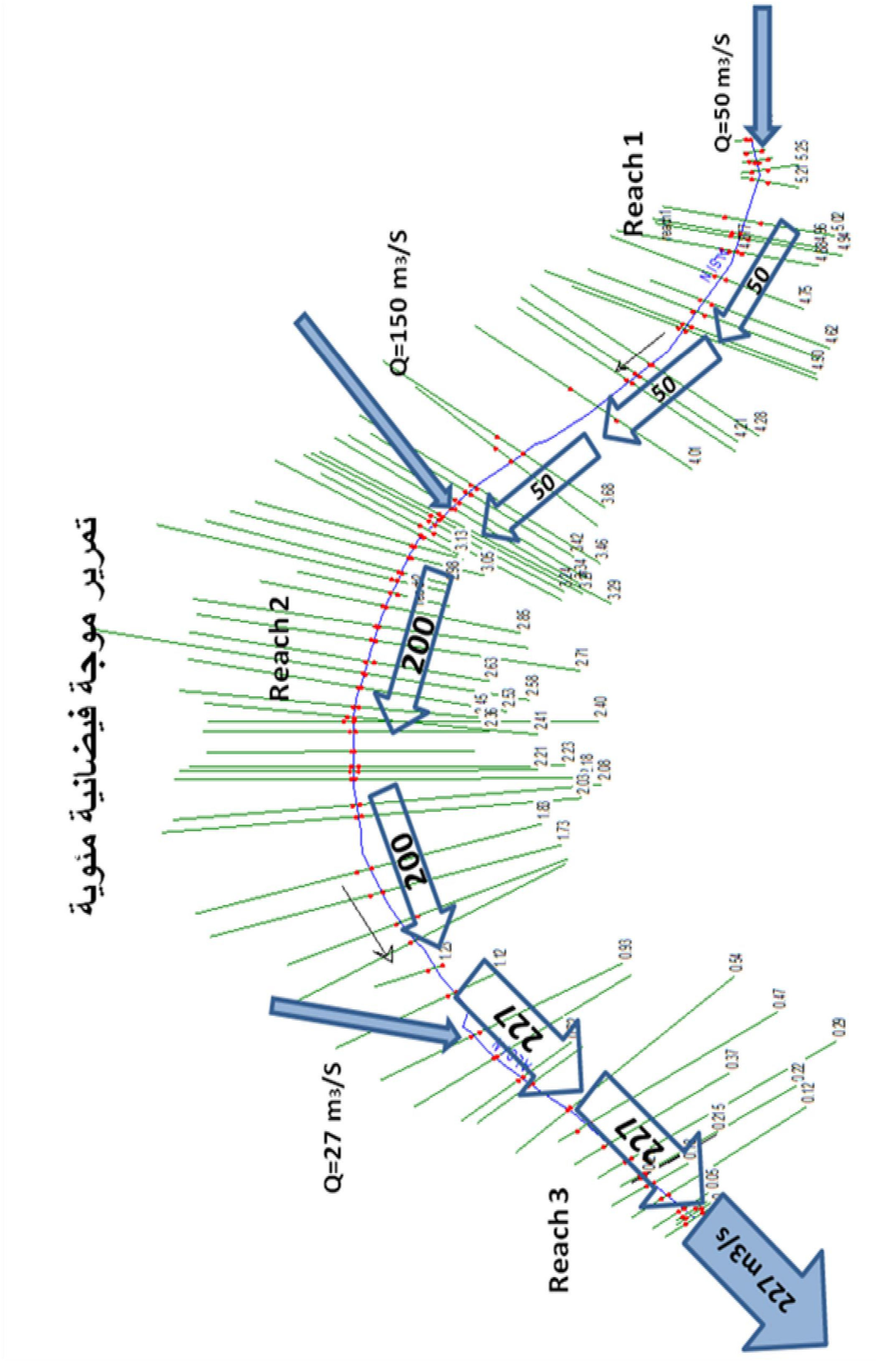
الطريقة المتبعة في إيجاد مخطط الغمر في منطقة الدراسة يعتمد على نوعية البيانات المتواجدة، اعتمدنا في حساباتنا على الطريقة الثالثة ومن النتائج النهائية لها استخدمنا الطريقة الأولى كنتائج نهائية، يبين الجدول (5–1) قيم الجريان من أجل عدة موجات فيضانية، من الدراسة الهيدرولوجية(غطفان عمار وعلي الأسعد،2004) ضمن دراسة نهر السن (عز الدين حسن وآخرون، 2004)، ونستخدم قيم الجريانات الناتجة عن الموجة الفيضانية في نهر السن والتي تحدث مرة كل 100عام، الشكل (5–1).

الجدول (5–1) قيم الجريان من أجل عدة موجات فيضانية $(m^3/s)$

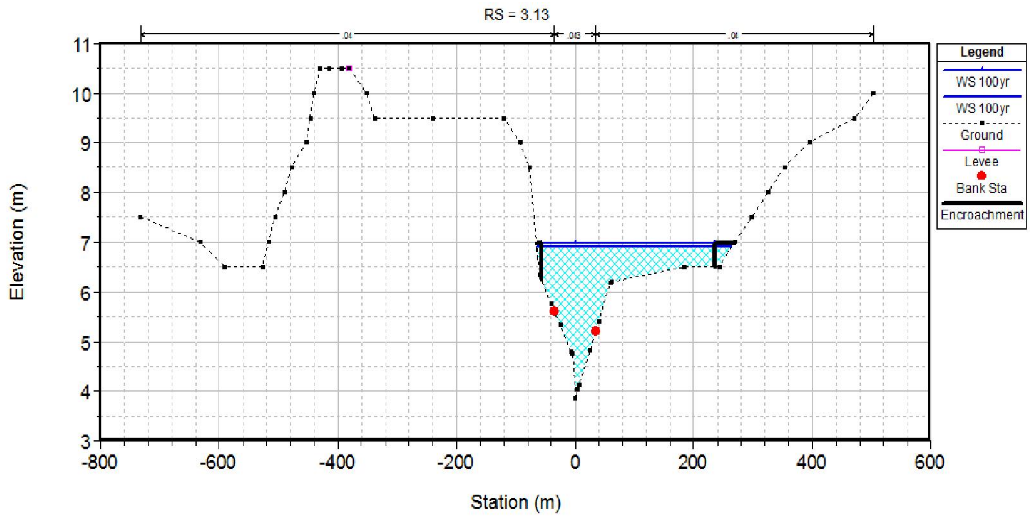
| | 10 yr | 20yr | 50yr | 100yr | 200yr | 500yr | 1000yr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بعد المنبع | 42 | 45 | 48 | 50 | 52 | 54 | 56 |
| بعد الالتقاء بنهر أبو بعرة | 142 | 158 | 185 | 200 | 207 | 227 | 260 |
| بعد الالتقاء بساقية السلطان | 169 | 185 | 212 | 227 | 234 | 254 | 287 |

اعتماداً على الطريقة الثالثة، نعتبر سطح الماء الناتج مقطعاً أولياً لحساب الغمر، ثم نقوم بفرض قيمة مضافة مقدارها 0.3 متراً، وهي كما ذكرت سابقاً قيمة قابلة للزيادة، بعد إجراء الحسابات.

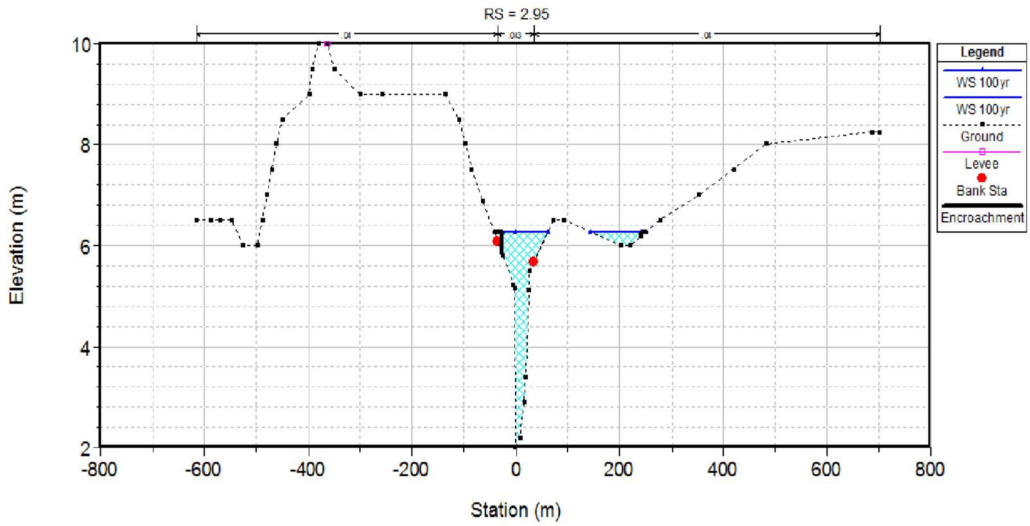
يبين الشكل (5–2) بعض المقاطع العرضية موضحاً عليها حدود الغمر، والشكل(5–5,4,3) يبين مخططات ثلاثية الأبعاد لأجزاء المجرى النهري الأول والثاني والثالث على التتالي موضحاً عليه مخطط الغمر، كما يبين الشكل (5–6) مخطط الغمر لنهر السن الناتج عن موجة فيضانية مئوية( المخطط الطبوغرافي من الدراسة(عز الدين حسن وآخرون، 2004).



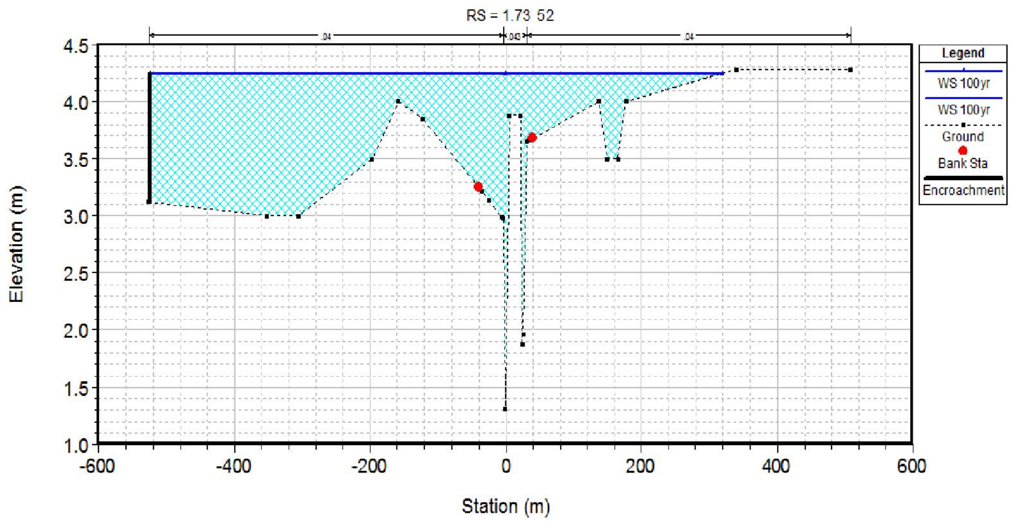

الشكل (5-1) الموجة الفيضانية في نهر السن والتي تحدث مرة كل 100 عام




-أ-

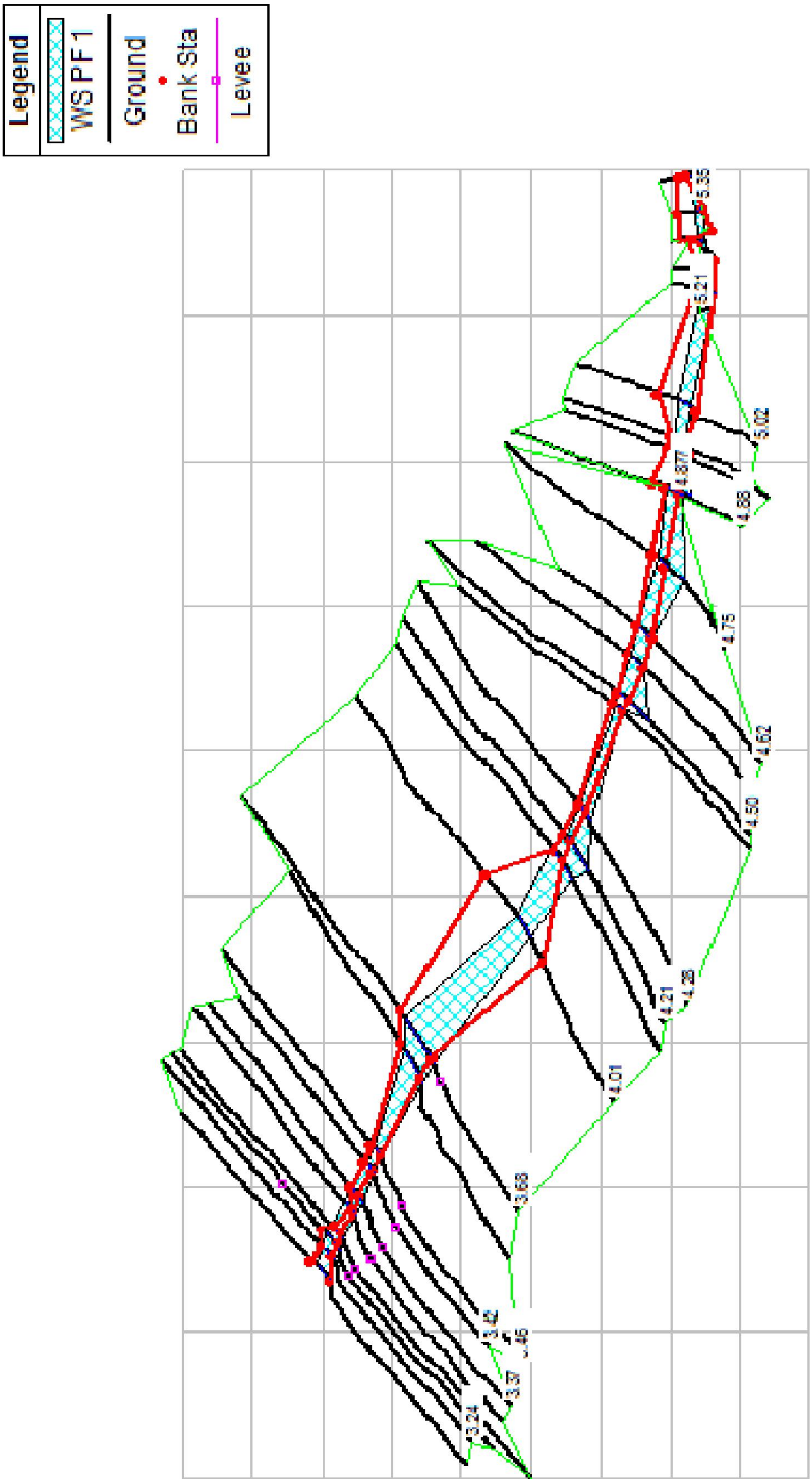



-ب-

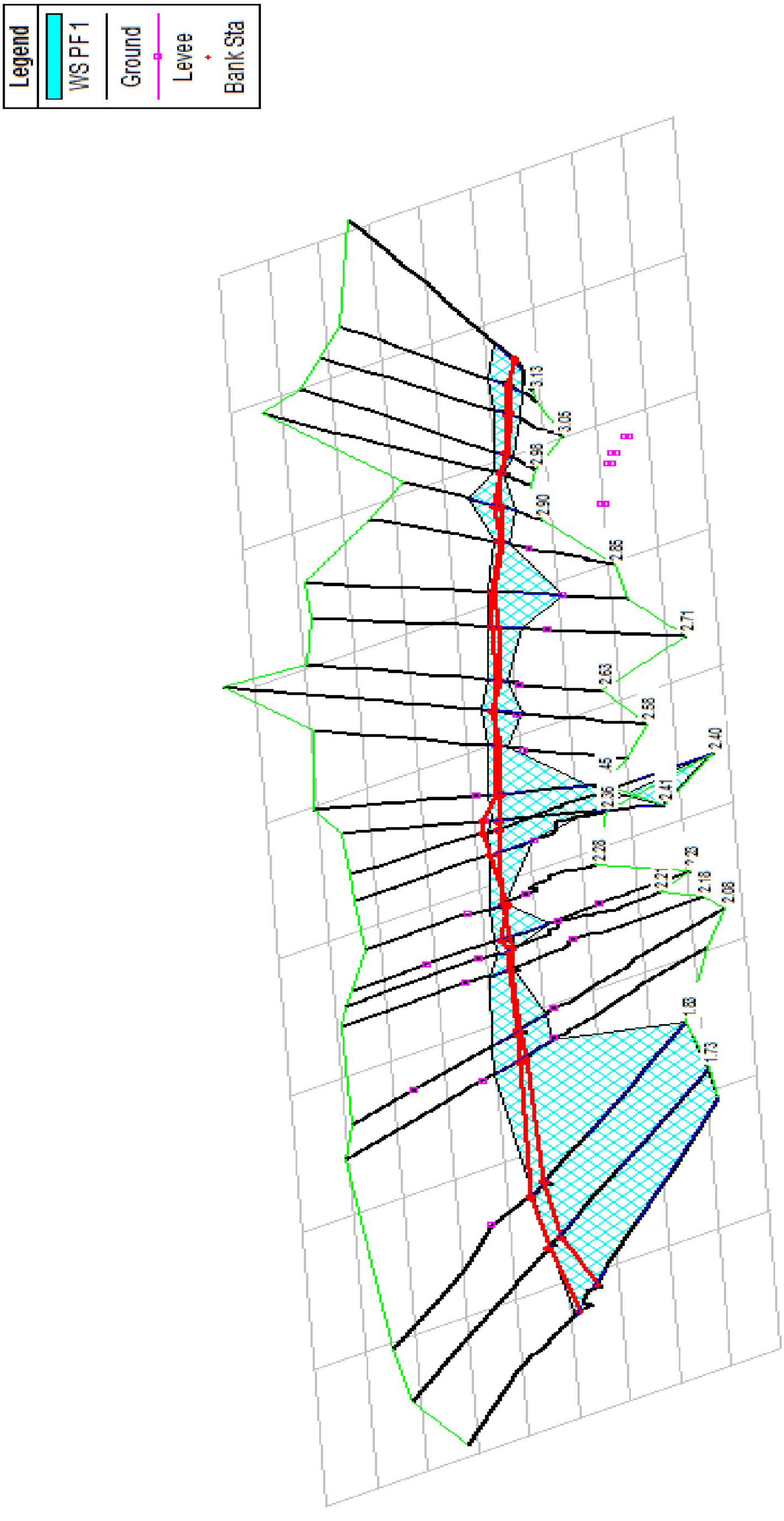



-ج-

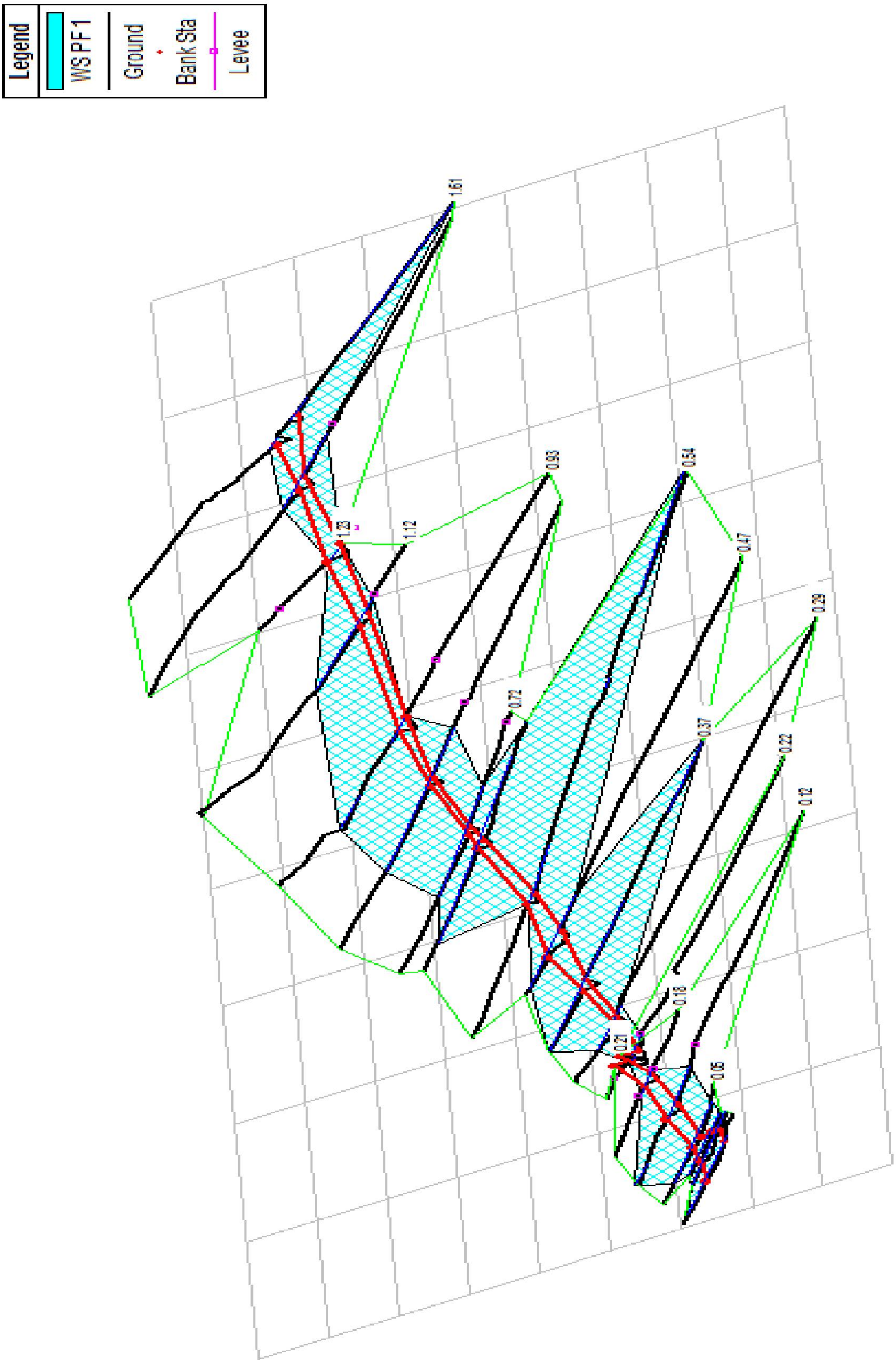
الشكل (5-2، أ، ب،ج): بعض المقاطع العرضية موضحاً عليها حدود الغمر



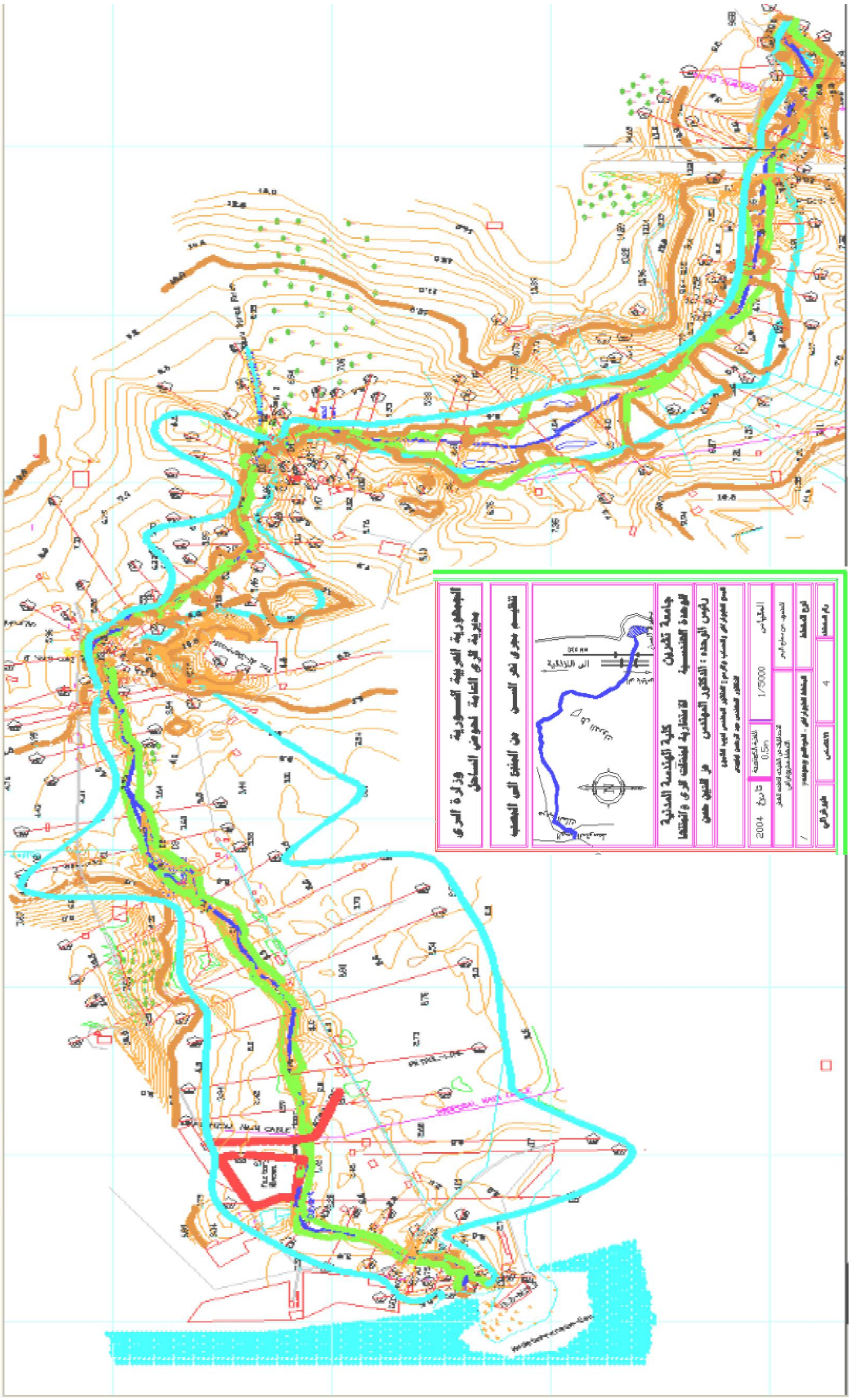

شكل (3-5) : النهر في مخطط ثلاثي البعد reach1




الشكل (4-5) : النهر في مخطط ثلاثي البعد reach2



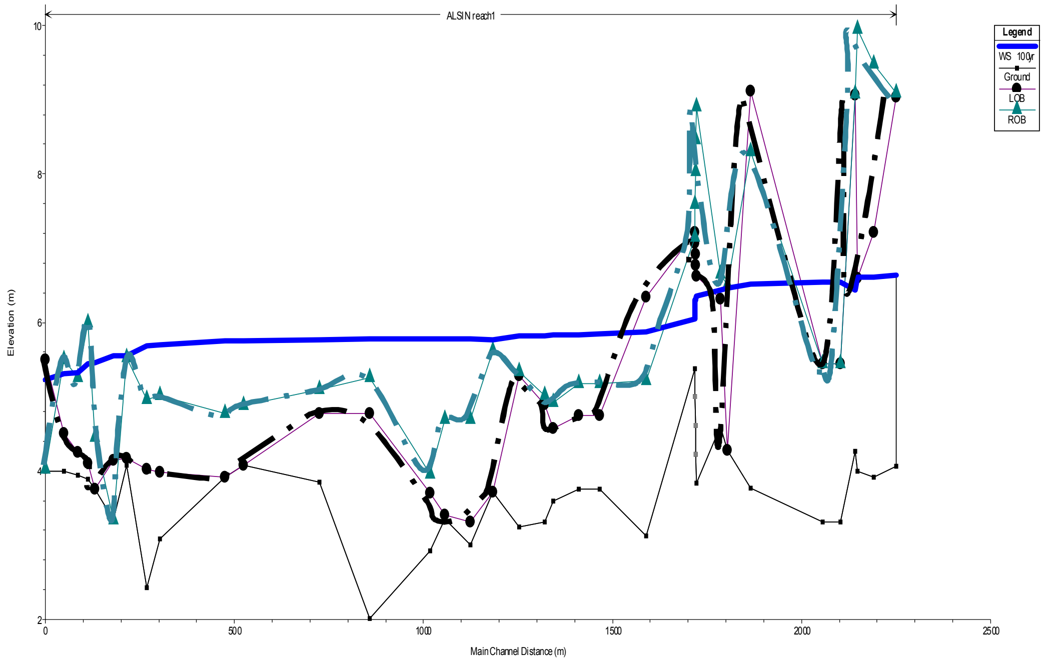

الشكل (5-5): الغمر في مخطط ثلاثي البعد reach 3



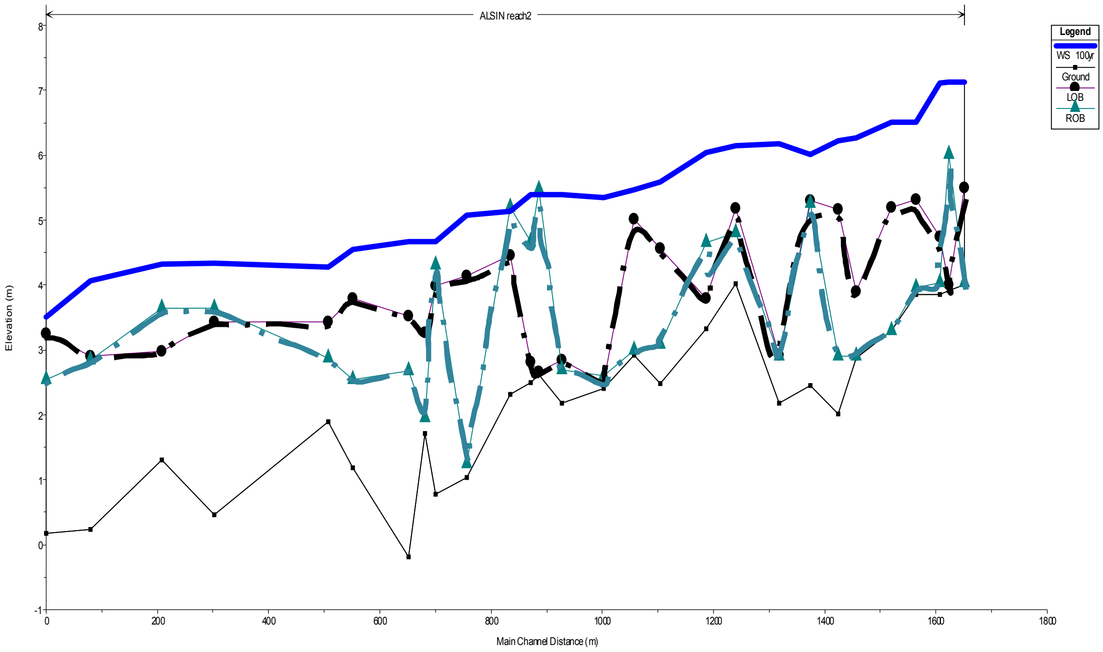
الشكل (5-6): مخطط الغمر لنهر السن الناتج عن موجة فيضانية مئوية ( المخطط الطبوغرافي من الرابطة (عز الدين حسن وآخرون، 2004)

## 5-2- تحليل مخطط غمر نهر السن

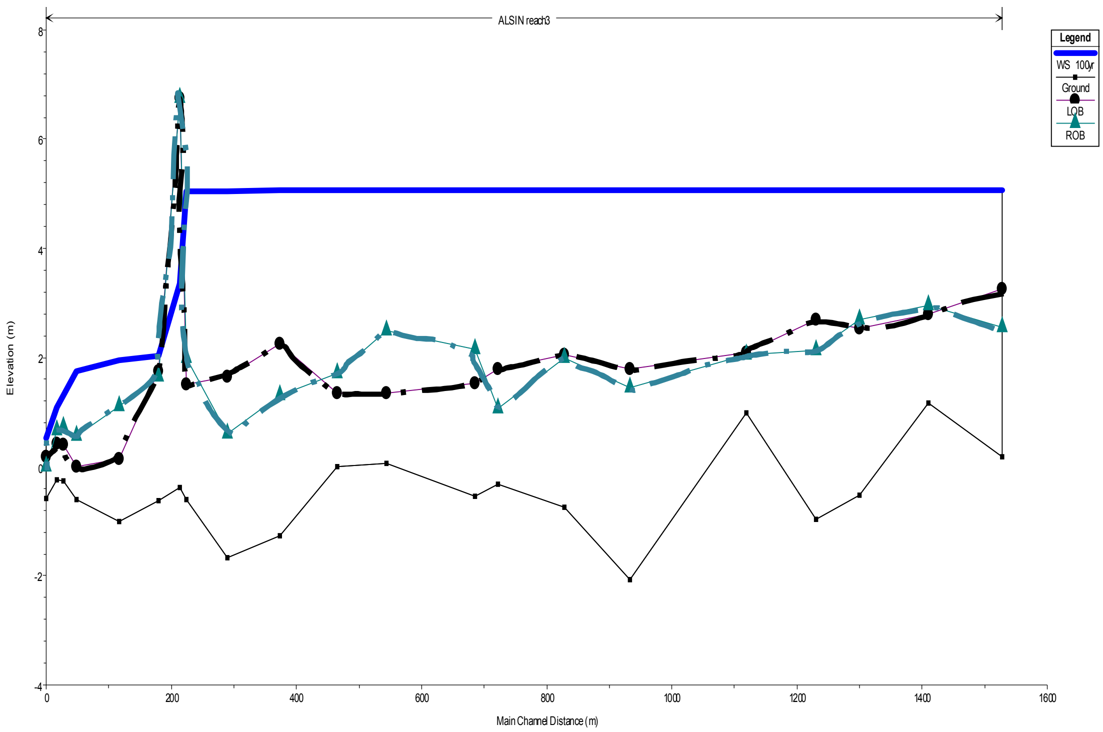
يبين مخطط الغمر اتجاه الجريان وسلوكه عند تمرير الموجة الفيضانية في المجرى المائي، كما يوضح مدى انتشار غمر المياه في الأراضي المجاورة له، وعلاقة هذا الغمر مع عرض المجرى وعمقه، حيث إن المياه تطغى بشكل كبير في المناطق الضحلة والضيقة وتبدو واضحةً في كافة أجزاء المجرى، بينما تقل في المناطق الواسعة والعميقة وخاصةً في الجزء الأول من المجرى reach 1، الأشكال (5–7، 8، 9) تبين ضفتي النهر وسطح الماء في كل جزء من المجرى.




الشكل (5–7): ضفتا النهر وسطح الماء reach 1




الشكل (5–8): ضفتا النهر وسطح الماء reach 2

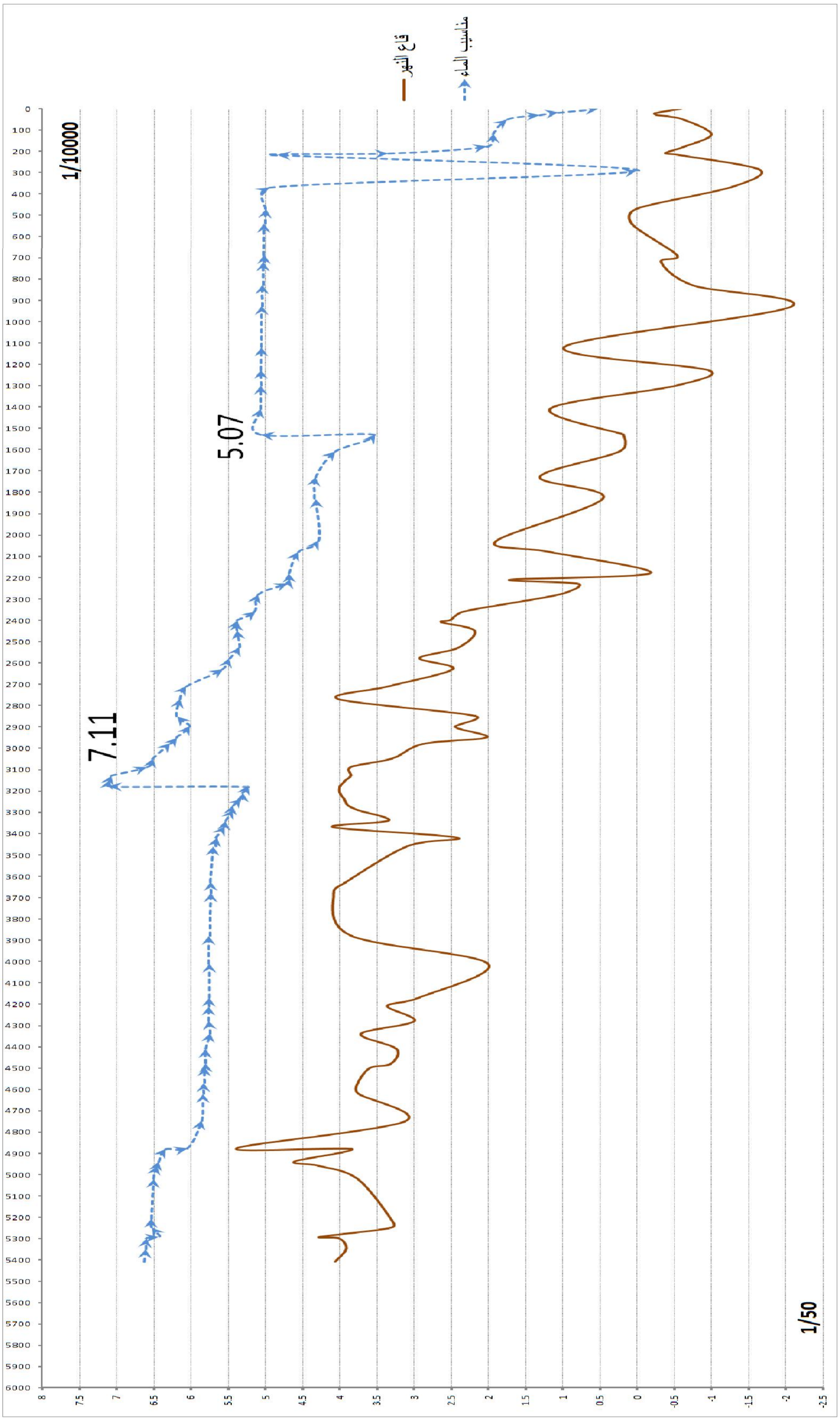



الشكل (5-9) : ضفتا النهر وسطح الماء reach 3

ومن جهةٍ أخرى يبين المخطط علاقة الغمر المائي والانتشار المتزايد للمياه على ضفتي النهر مع التدفق القادم من الروافد ( نهر أبو بعرة – ساقية السلطان)، حيث تلعب مياه هذه الروافد دوراً في تغذية النهر ولكنها في الوقت نفسه تزيد من رفع المياه على ضفتيه، نجد من مخطط مناسيب المياه في نهر السن الموضح بالشكل (5-10)، أن المياه تبدأ بالتدفق من منسوب 6.63 m وتتحرك باتجاه البحر منخفضة ومرتفعة مع تعرجات قاع النهر، وعند ورود مياه نهر (أبو بعرة) إلى المجرى الرئيسي ترتفع المياه بشكل حاد إلى المنسوب m 7.11 فوق سطح البحر، وتظهر المياه جيشاناً كبيراً متمثلاً بهذا الارتفاع المفاجئ للمياه، وبالتالي تطغى المياه بشدة على الضفة اليمنى بدايةً لتستمر بعدها على كلا الضفتين، إلى أن تلتقي مياه النهر مع المياه القادمة من ساقية السلطان، ويزداد بعدها الغمر بشكل كبير على الضفتين وبالمقابل يحدث جيشان للماء من جديد، ويكون منسوب الماء قفز بشكل حاد إلى المنسوب 5.07 m فوق سطح البحر ويتابع مساره مستقراً بشكل تقريبي، إلى أن ينحسر الغمر عند النهاية في منطقة سهلية واسعة حيث تنخفض المياه قبل الوصول إلى المصب في البحر.

ونلاحظ أن مناسيب قاع المجرى تتراوح بين 5.38 م فوق سطح البحر إلى 2.07 م تحت سطح البحر، تبدأ من منسوب 4.06 م ترتفع تارةً وتنخفض تارةً أخرى بشكل واضح، وهذا ناتج عن جريان الماء وعمليات الحت والترسيب الناتجة عنها وظواهر الجيشان المتكررة، وتنتهي عند المنسوب 0.59 م تحت سطح البحر.

الشكل (3-10): مخطط مناسيب المياه في نهر السن



أما بالنسبة لسرع الجريان فيجب أن تحقق السرعات المحسوبة V الشرط التالي،( إيهاب عبد الله والياس ليوس،1995):

$$V_{min} \leq V \leq V_{max}$$

$V_{max}$ : السرعة الأعظمية المسموح بها، بحيث لا تحدث عملية جرف أو حت لجدران وقاع القناة الترابية، ولا تسبب تخريباً وتآكلاً في تكسية القناة ( في حال كونها مكساة)، إذا اعتبرنا أن تربتها غير متماسكة فإننا نستطيع حساب قيمتها من علاقة ستود ينتشيكوف :

$$V_{max} = 3.6\ (\ h\ d_c\ )^{0.25}$$

h: عمق الماء في القناة (m) ، $d_c$ : قطر وسطي للحبيبات(m)

$V_{min}$ : السرعة الأصغرية للتيار المائي المسموح بها، بحيث لا تحصل عملية ترسيب للمواد النوعية المحمولة بالمياه أو نمو الأعشاب، وتتعلق هذه السرعة بنوع وكمية المواد المحمولة مع التيار المائي، وبعمق الماء والتصريف في القناة لذلك يجب ألا تقل السرعة الوسطية للجريان عن السرعة الأصغرية، وتحدد السرعة الحدية الأصغرية بعدة علاقات منها:

$$V_{min} = 0.3\ R^{\,0.25}$$

تم تحديد القطر الوسطي للحبيبات من دراسة (عز الدين حسن وآخرون، 2004) في دراسة معامل مانينغ وخشونة مقاطع الجريان واعتماداً على التحاليل الحبية المجراة بالإضافة إلى الجولات الميدانية، ويقدر في الجزء الأول من النهر بـــ 7 mm، والجزء الثاني من النهر بـــ4 mm، و الجزء الثالث من النهر بـــ 3.5 mm ويبين الجدول (5−2) التالي قيم السرعة المحسوبة في كافة مقاطع النهر:

الجدول (5-2) قيم السرعة في جميع مقاطع الحساب

| Vel min | Vel max | Vel Chnl | Q Total | River Sta | Reach |
|---|---|---|---|---|---|
| (m/s) | (m/s) | (m/s) | (m3/s) | | |
| 0.339 | 1.32 | 1.7 | 50 | 5.41 | reach1 |
| 0.323 | 1.33 | 1.02 | 50 | 5.35 | reach1 |
| 0.329 | 1.32 | 0.6 | 50 | 5.3 | reach1 |
| 0.293 | 1.27 | 1.82 | 50 | 5.292 | reach1 |
| 0.364 | 1.40 | 0.37 | 50 | 5.25 | reach1 |
| 0.363 | 1.40 | 0.37 | 50 | 5.21 | reach1 |
| 0.333 | 1.34 | 0.44 | 50 | 5.02 | reach1 |
| 0.326 | 1.27 | 0.96 | 50 | 4.96 | reach1 |
| 0.296 | 1.21 | 0.89 | 50 | 4.94 | reach1 |
| 0.297 | 1.31 | 1.03 | 50 | 4.88 | reach1 |
| 0.258 | 0.94 | 2.44 | 50 | 4.877 | reach1 |
| 0.318 | 1.34 | 0.34 | 50 | 4.75 | reach1 |
| 0.303 | 1.25 | 0.48 | 50 | 4.62 | reach1 |
| 0.302 | 1.25 | 0.49 | 50 | 4.57 | reach1 |
| 0.311 | 1.27 | 0.38 | 50 | 4.5 | reach1 |
| 0.298 | 1.31 | 0.59 | 50 | 4.48 | reach1 |
| 0.334 | 1.32 | 0.16 | 50 | 4.41 | reach1 |
| 0.234 | 1.25 | 1.21 | 50 | 4.34 | reach1 |
| 0.316 | 1.34 | 0.43 | 50 | 4.28 | reach1 |
| 0.346 | 1.30 | 0.2 | 50 | 4.21 | reach1 |
| 0.340 | 1.35 | 0.24 | 50 | 4.17 | reach1 |
| 0.353 | 1.45 | 0.11 | 50 | 4.01 | reach1 |
| 0.311 | 1.23 | 0.21 | 50 | 3.88 | reach1 |
| 0.301 | 1.18 | 0.29 | 50 | 3.68 | reach1 |
| 0.315 | 1.21 | 0.33 | 50 | 3.63 | reach1 |
| 0.314 | 1.32 | 0.73 | 50 | 3.46 | reach1 |
| 0.311 | 1.40 | 0.79 | 50 | 3.42 | reach1 |
| 0.297 | 1.15 | 1.52 | 50 | 3.37 | reach1 |
| 0.326 | 1.27 | 0.97 | 50 | 3.34 | reach1 |
| 0.313 | 1.19 | 1.36 | 50 | 3.29 | reach1 |
| 0.298 | 1.16 | 0.83 | 50 | 3.27 | reach1 |
| 0.289 | 1.13 | 1.52 | 50 | 3.24 | reach1 |
| 0.305 | 1.11 | 0.84 | 50 | 3.21 | reach1 |
| 0.256 | 1.10 | 1.2 | 50 | 3.18 | reach1 |

| | |
|---|---|
| أكبر من السرعة الأعظمية | (yellow) |
| أصغر من السرعة الأصغرية | (orange) |

تابع الجدول (5−2) قيم السرعة

| Vel min | Vel max | Vel Chnl | Q Total | River Sta | Reach |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.330 | 1.21 | 0.61 | 200 | 3.15 | reach2 |
| 0.313 | 1.22 | 1.06 | 200 | 3.13 | reach2 |
| 0.311 | 1.16 | 3.92 | 200 | 3.09 | reach2 |
| 0.330 | 1.21 | 2.2 | 200 | 3.05 | reach2 |
| 0.353 | 1.23 | 2.79 | 200 | 2.98 | reach2 |
| 0.280 | 1.30 | 2.27 | 200 | 2.95 | reach2 |
| 0.290 | 1.24 | 2.77 | 200 | 2.9 | reach2 |
| 0.336 | 1.28 | 0.68 | 200 | 2.85 | reach2 |
| 0.275 | 1.09 | 0.94 | 200 | 2.77 | reach2 |
| 0.315 | 1.16 | 1.58 | 200 | 2.71 | reach2 |
| 0.330 | 1.20 | 2.7 | 200 | 2.63 | reach2 |
| 0.305 | 1.14 | 2.42 | 200 | 2.58 | reach2 |
| 0.342 | 1.18 | 2.14 | 200 | 2.53 | reach2 |
| 0.320 | 1.21 | 0.74 | 200 | 2.45 | reach2 |
| 0.333 | 1.17 | 0.28 | 200 | 2.41 | reach2 |
| 0.317 | 1.18 | 0.29 | 200 | 2.4 | reach2 |
| 0.285 | 1.17 | 2.89 | 200 | 2.36 | reach2 |
| 0.311 | 1.28 | 1.49 | 200 | 2.28 | reach2 |
| 0.284 | 1.27 | 3.09 | 200 | 2.23 | reach2 |
| 0.318 | 1.19 | 1.82 | 200 | 2.21 | reach2 |
| 0.331 | 1.34 | 1.48 | 200 | 2.18 | reach2 |
| 0.308 | 1.23 | 1.65 | 200 | 2.08 | reach2 |
| 0.278 | 1.12 | 2.74 | 200 | 2.03 | reach2 |
| 0.308 | 1.27 | 0.45 | 200 | 1.83 | reach2 |
| 0.273 | 1.19 | 0.35 | 200 | 1.73 | reach2 |
| 0.287 | 1.27 | 0.54 | 200 | 1.61 | reach2 |
| 0.275 | 1.22 | 3.08 | 200 | 1.53 | reach2 |

| | |
|---|---|
| أكبر من السرعة الأعظمية | |
| أصغر من السرعة الأصغرية | |

تابع الجدول (5-2) قيم السرعة

| Vel min | Vel max | Vel Chnl | Q Total | River Sta | Reach |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.377 | 1.23 | 0.23 | 227 | 1.41 | reach3 |
| 0.379 | 1.35 | 0.26 | 227 | 1.3 | reach3 |
| 0.382 | 1.37 | 0.26 | 227 | 1.23 | reach3 |
| 0.382 | 1.24 | 0.22 | 227 | 1.12 | reach3 |
| 0.402 | 1.43 | 0.19 | 227 | 0.93 | reach3 |
| 0.394 | 1.36 | 0.19 | 227 | 0.83 | reach3 |
| 0.409 | 1.33 | 0.12 | 227 | 0.72 | reach3 |
| 0.408 | 1.35 | 0.11 | 227 | 0.69 | reach3 |
| 0.397 | 1.31 | 0.14 | 227 | 0.54 | reach3 |
| 0.402 | 1.31 | 0.15 | 227 | 0.47 | reach3 |
| 0.399 | 1.39 | 0.24 | 227 | 0.37 | reach3 |
| 0.394 | 1.41 | 0.18 | 227 | 0.29 | reach3 |
| 0.404 | 1.35 | 0.19 | 227 | 0.22 | reach3 |
| 0.373 | 1.22 | 5.51 | 227 | 0.21 | reach3 |
| 0.239 | 1.12 | 6.25 | 227 | 0.18 | reach3 |
| 0.308 | 1.15 | 1.5 | 227 | 0.12 | reach3 |
| 0.296 | 1.08 | 1.99 | 227 | 0.05 | reach3 |
| 0.284 | 0.98 | 3 | 227 | 0.03 | reach3 |
| 0.270 | 0.94 | 3.27 | 227 | 0.02 | reach3 |
| 0.264 | 0.90 | 3.68 | 227 | 0 | reach3 |

| | |
|---|---|
| أكبر من السرعة الأعظمية | (أصفر) |
| أصغر من السرعة الأصغرية | (برتقالي) |

نلاحظ من الجدول (5-2) أن شرط السرعة لا يتحقق في بعض المقاطع، أي قد يحدث جرف وحت لجدران وقاع القناة الترابية على امتداد المجرى الطبيعي للنهر وخاصةً في المقاطع ذات العرض الضيق أو الميل الشديد ويبدو هذا في كافة الأجزاء، وأهمها بعد الالتقاء برافد النهر (نهر أبو بعرة) في الجزء الثاني من النهر، وبالمقابل يمكن أن يحدث ترسيب للمواد النوعية المحمولة بالمياه أو نمو الأعشاب في مقاطع أخرى وخاصةً ذات العرض الواسع منها كما هو واضح في الجزء الثالث من النهر...

وهذا يتفق مع البرنامج الهيدروليكي المستخدم، حيث يدل البرنامج على أن قيم السرعة تتغير بقيم كبيرة من مقطع إلى آخر في بعض المقاطع، وبالتالي يفضل إضافة مقاطع جديدة للتقليل من هذه الفروقات.

تم حساب كمية المواد المجروفة من قاع المجرى بمساعدة علاقة Meyer–peter الآتية:

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

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

حيث:

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

ρ الكتلة النوعية (G للمجروفات=2700 ، w=1000 للماء) ($kg/m^3$).

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

h عمق الجريان(m).

dch القطر المميّز للمواد المشكلة للقاع (m)، تم إيجاده من دراسة(عز الدين حسن وآخرون، 2004).

rhy,s نصف القطر الهيدروليكي للجزء الفعال للمجرى المشارك بعملية الجرف Q (m).

Q التدفق المار بالمقطع($m^3/s$) .

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

$q_s$ قيمة التدفق النوعية ($m^3/s.m$) .

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

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

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

ويؤخذ في حالة الجرف التام 0.04

وفي حالة الجرف فوق الحدي 0.06

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

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

KR معامل خشونة الحبات عند القاع

Kst /KR < 0.5 لوجود العتبات في المجرى والمقطع

1 > للقاع الأملس

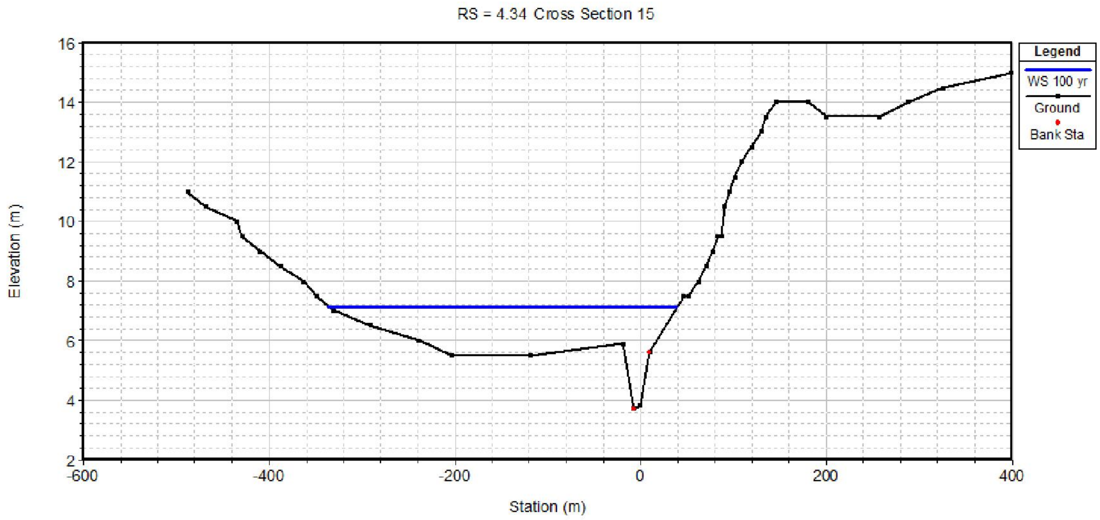
وتحسب قيمة $g_s$ بالمعادلة التالية:

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

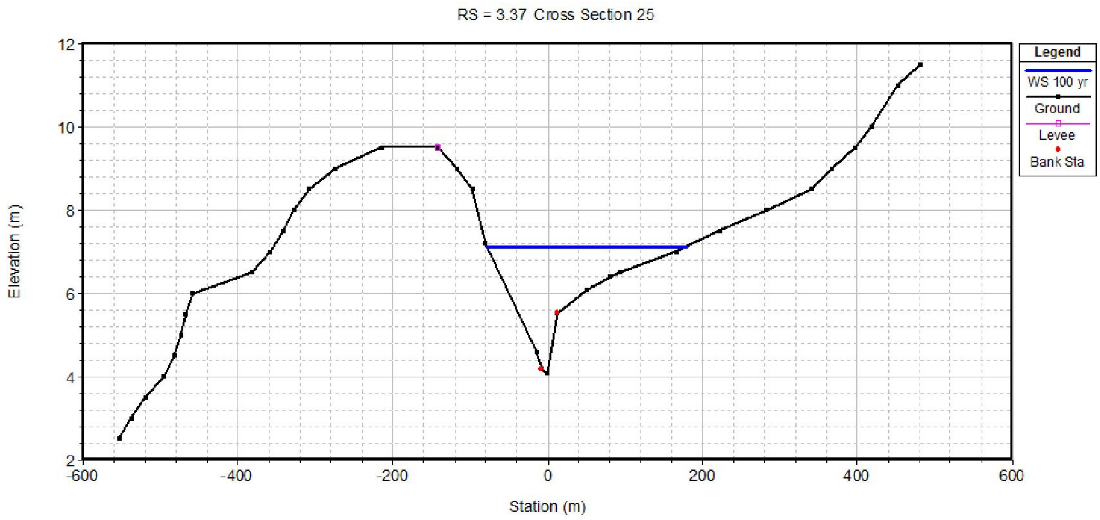
قمنا بحساب كمية الجرف في عدة مقاطع من أجزاء النهر الثلاثة، كما هو مبين في الجدول (5-3)، ويبين الشكل(5-11) بعض المقاطع العرضية التي يحدث فيها الجرف.

الجدول (5-3) كمية الجرف في أجزاء النهر

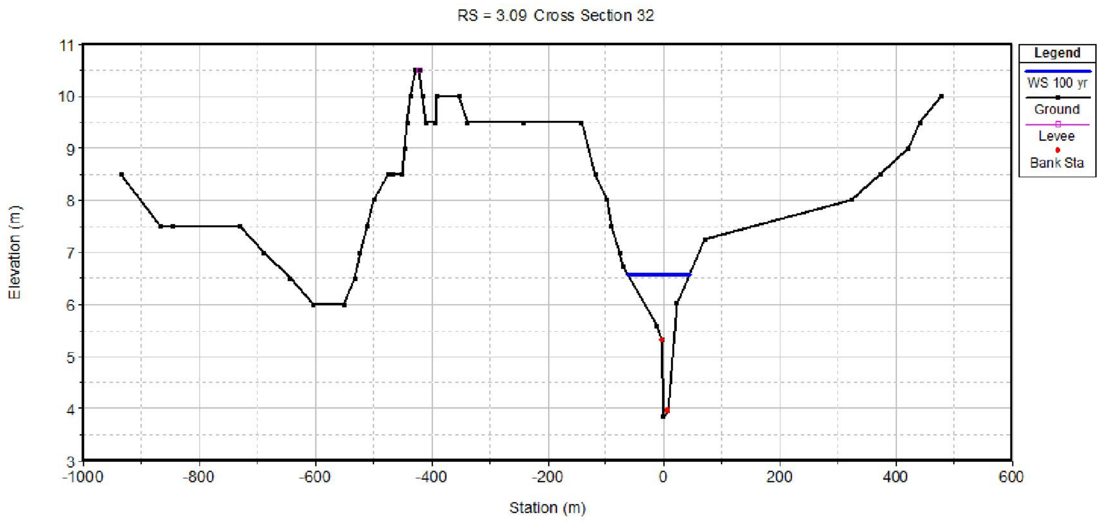
| الجزء المدروس | بعد المقطع | شكل المقطع | عرض قاع المقطع (m) | عمق الجريان (m) | الميل | dch (m) | الجرف الواحدي (kg/m.s) | الجرف الكلي (kg/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الجزء الأول | 4.34 | شبه منحرف | 11.39 | 3.36 | 0.0004 | 0.008 | 0.074 | **0.84286** |
| | 3.37 | شبه منحرف | 10 | 3.05 | 0.0004 | 0.007 | 0.07 | **0.7** |
| الجزء الثاني | 3.09 | شبه منحرف | 11.62 | 2.74 | 0.007 | 0.005 | 35.58 | **413.4396** |
| | 2.53 | شبه منحرف | 10 | 3.1 | 0.007 | 0.01 | 5.03 | **50.3** |
| الجزء الثالث | نلاحظ في هذا الجزء عدم وجود جرف للمجرى الرئيسي من النهر بل يحدث غمر للجوانب، ويلاحظ هذا الجرف فقط أسفل جسر عرب الملك باتجاه مصب النهر في البحر | | | | | | | |



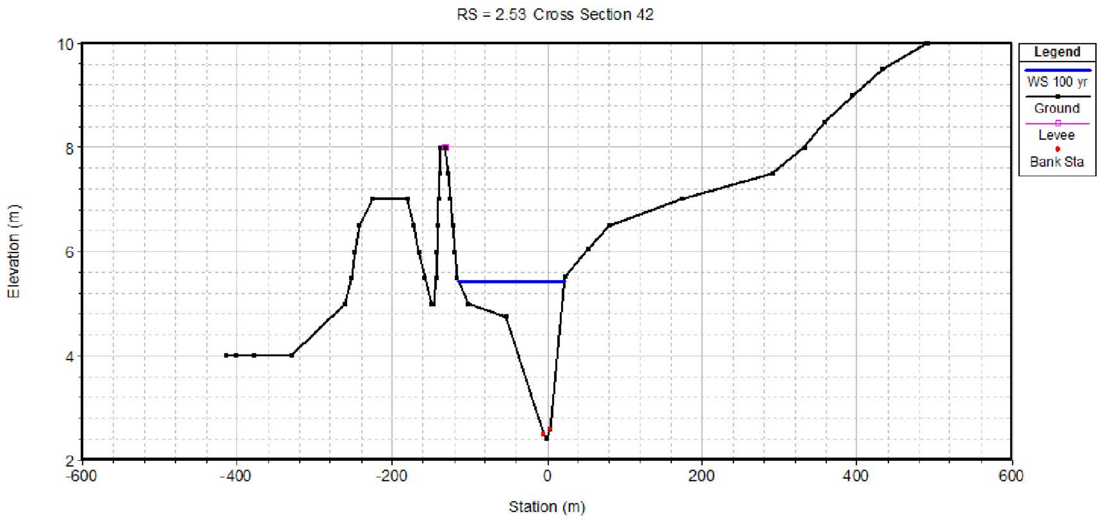

-أ-




-ب-




-ج-




-د-

الشكل(5-11-أ-ب-ج-د) بعض المقاطع العرضية التي يحدث فيها الجرف

وانطلاقاً من الفرض الأولي من أن الجريان هو مختلط، نلاحظ أن الجريان يتغير من جريان دون الحرج (شلالي) إلى جريان فوق الحرج (نهري) في بعض المقاطع، الجدول (5-4)، وخاصةً في مناطق الجسور ( جسر الأتوستراد وجسر عرب الملك)، وبالتالي لا يكون سطح الماء خطاً انسيابياً بل يكون معاكساً والانتقال يكون هجومياً من العمق القليل للجريان الشلالي إلى العمق الكبير للجريان الهادئ، ويكون هذا الانتقال مرتبطاً مع تشكل أسطوانة أفقية من السائل على كامل عرض تغير الميل والاتجاه وإحداث القفزة الهيدروليكية..تؤدي هذه القفزة إلى ضياع كبير في الطاقة التي يمكن استغلالها عملياً في حماية المنشآت المائية قبل تخريبها، وبالعكس يتحرك السطح الحر للماء بشكل انسيابي عند انتقال الجريان من النمط النهري إلى النمط الشلالي.

الجدول (5-4) قيم فرويد في بعض المقاطع

| Froude | River Sta | reach |
|---|---|---|
| 0.29 | 4.94 | reach 1 |
| 0.29 | 4.88 | |
| 1.01 | 4.877 | |
| 0.08 | 4.75 | |
| 0.58 | 0.21 | reach3 |
| 1.64 | 0.18 | |
| 0.33 | 0.12 | |
| 0.48 | 0.05 | |
| 0.91 | 0.03 | |
| 1.05 | 0.02 | |
| 1.38 | 0 | |

بعد رسم مخطط الغمر لنهر السن، ومنحنيات الأجزاء الثلاثة منه الموضحة بضفتي النهر والمياه الجارية بينهما، بالإضافة إلى تحديد مواقع الجرف والترسيب وحساب كميات المواد المجروفة، وأماكن حدوث القفزات الهيدروليكية... كان لا بد من ضرورة تنظيم المجرى وتصحيح مساره لمنع مختلف أشكال الغمر للأراضي والمنشآت المائية في المنطقة ولتقليل الجرف وتخريب تلك المنشآت... وذلك عبر تصغير ميول القاع أو إكساء المناطق الكبيرة الجرف بصخور وحجارة تمنع الجروف أو توسيع المجرى في المناطق الضيقة، أو عبر إنشاء حواجز جانبية وإنشاء هدارات لتخفيف الميل في المناطق ذات الميول الكبيرة...

## 5-3- طرق الحماية من أخطار الفيضان في نهر السن

لا تعتبر دراسة فيضان الأنهار والأضرار التي يمكن أن تنتج عنها كافية، إن لم يترافق معها تصور عن كيفية الوقاية من أخطارها والتقليل من الآثار السلبية الناتجة عنها، وحماية المنشآت المائية المقامة عليها وصيانتها وزيادة عمرها الوظيفي بالتقليل من أسباب تخريبها (الحت والترسيب وتأثير القفزات الهيدروليكية...)، بالإضافة إلى التخطيط المستقبلي لزيادة

استثمار مياه النهر في مختلف المشاريع التي تجعل من فيضان النهر وحركة مياهه وسيلةً لتطوير الواقع المائي في بلادنا، وانطلاقاً من ذلك وُضِعت دراسة سابقة لتنظيم مجرى نهر السن (د.عز الدين حسن وأخرون، 2004) احتوت على بعض الحلول الهندسية للتنظيم المجرى باختيار مقاطع تنظيم ومسار جديد للمجرى، وخشونة مناسبة توفر أماناً لجوانب مجرى النهر وساتراً يحمي المنشآت من الغمر، وفي الفقرات القادمة سنناقش الحلول المقترحة خلال هذه الدراسة بالإضافة إلى مناقشة إمكانية وجود حلول أخرى.

**5-3-1- الحلول المقترحة من دراسة تنظيم نهر السن**(د.عز الدين حسن وآخرون، 2004).

**5-3-1-1- اختيار مقطع الجريان للمجرى المنظم**(د.عز الدين حسن وآخرون، 2004).

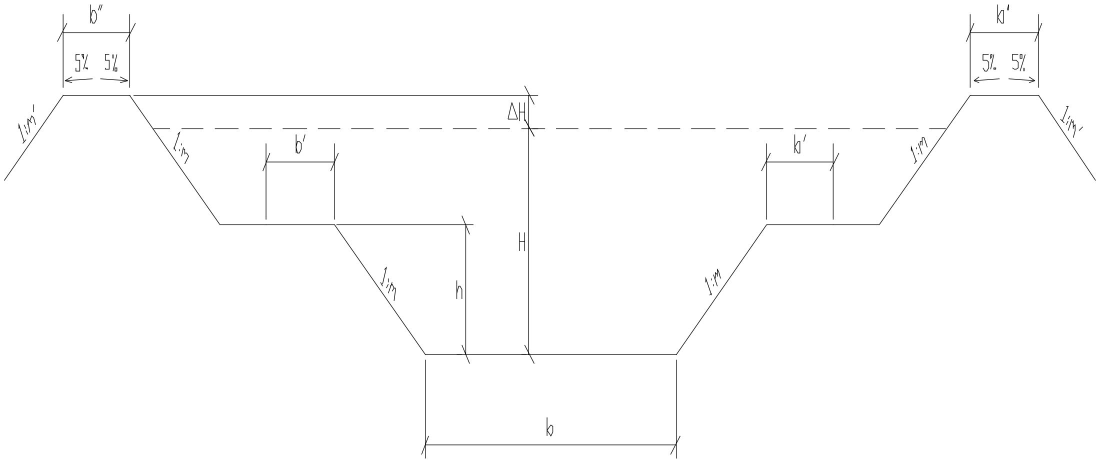
نظراً لأن النهر في مختلف مقاطعه لا يزيد فيه التدفق المار عن $230\ m^3/s$ بعد ساقية السلطان باحتمال مرة واحدة كل 100 عام، والتي تعتبر ليست كبيرة لذلك يمكن اختيار مقطع صيفي يتسع لــ $16\ m^3/s$ (قيمة الغزارة المارة تقريباً لمدة ثمانية أشهر)وهــو عبــارة عــن مقطع وسطي بشكل شبه منحرف يتسع لغزارة نهر السن الدائم الجريان في الشتاء ومن أجــل الغزارات الكبيرة القادمة من نهر السن ونهر (أبو بعرة) الموسمي فقد أنشأنا مقاطع تتسع لهذه الغزارات العظمى حيث يعمل مع المقطع المذكور مقطعا مركبا يتسعان معاً لغزارة $50\ m^3/s$ قبل الالتقاء مع نهر أبو بعرة و $200\ m^3/s$ بعد الالتقاء مع نهر (أبو بعرة)، يتحــول مجــرى نهر السن في هذه المنطقة إلى قناة ذات مقطع مستطيل جدرانه من البيتــون المســلح وقعــره مكسو بالحجارة المرصوفة بشكل جيّد، (د.عز الدين حسن وآخرون، 2004)، ويستمر المقطع المركب حتى مصبه في البحر، إلا عند الالتقاء مع ساقية السلطان الموسمية التــي يمكــن أن تمرر غزارة أعظمية مقدارها $26\ m^3/s$ حيث نختار مقطعاً مستطيلاً، يبين الشــكل (5-12) المقطع المركب المختار، ولقد تم اتخاذ ذلك بعين الاعتبار بزيادة ميل النهر بعد هــذه الســاقية وذلك من أجل استيعاب الغزارات الإضافية من جهة ومن جهة أخرى زيادة الســرعة قلــيلا لأخذ المواد العالقة والتخفيض من ترسيبها، وتعتمد الحلول الهيدروليكية على تصميم مجــرى النهر باختيار الميول المذكورة أعلاه لقعر المجرى في كل قسم من أقسامه، وحســاب الأبعــاد الهندسية عند المقاطع المختارة حسب علاقة مانينغ – شتركلر في حالة الجريان المستقر:

$$Q = M.A.R^{2/3}.I_s^{1/2} \qquad (m^3/s)$$

M معامل مانينغ ($m^{1/3}/s$) وفق القيم المحسوبة من تجارب التحليل الحبي.

R نصف القطر الهيدروليكي للمقطع حيث A مساحة مقطع الجريان ($m^2$) وU المحيط المبلول (m).

$i_s$ الميل الطولي لقاع المجرى.




الشكل (5−12) مقطع شبه المنحرف المركب

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

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

تم اختيار مقطع شبه منحرف مركب في كافة مقاطع النهر، ماعدا المقاطع بعد الالتقاء بساقية السلطان فكان اختيار المقطع مستطيلاً نظراً لطبيعة المنطقة.

**5−3−1−2− اختيار مسار جديد لمجرى نهر السن**(عز الدين حسن وآخرون، 2004).

يتم اختيار المسار الجديد للنهر وبالتالي محوره والعرض الموافق في كل نقطة اعتماداً على الواقع العملي للنهر وميول القاع والمجرى الطبيعي،(عز الدين، 2004)، وحسب مخطط الغمر المدروس للنهر، كما يجب العمل على مسايرة النهر الطبيعي قدر الإمكان، كما هو موضح في الجدول (5-5).

الجدول (5−5) الميل في أجزاء النهر حسب المسار المختار للتنظيم

| رقم الجزء | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| طول الجزء | 2221.35 | 1455.53 | 1731.66 |
| الميل الطبيعي للجزء | 0.000382 | 0.001518 | 0.00105 |

يكون الميل الطبيعي للمجرى في جزئه الأول من المنبع وحتى نقطة التقاء نهر السن مع نهر (أبو بعرة) 0.000382 ويتزايد الميل في جزئه الثاني ليبلغ 0.001518 من نقطة الالتقاء مع نهر (أبو بعرة) وحتى التقاء نهر السن مع ساقية السلطان، وبعد هذه النقطة يتناقص ميل المجرى الطبيعي في الجزء الثالث من نقطة التقاء ساقية السلطان وحتى البحر

ليبلغ 0,00105، وبشكل عام يسيطر الميل الخفيف على كامل المجرى تقريباً، لذلك اعتمــدت الدراسة الميول الجديدة فقد على الجدول (5–6).

الجدول (5–6) الميل في أجزاء النهر

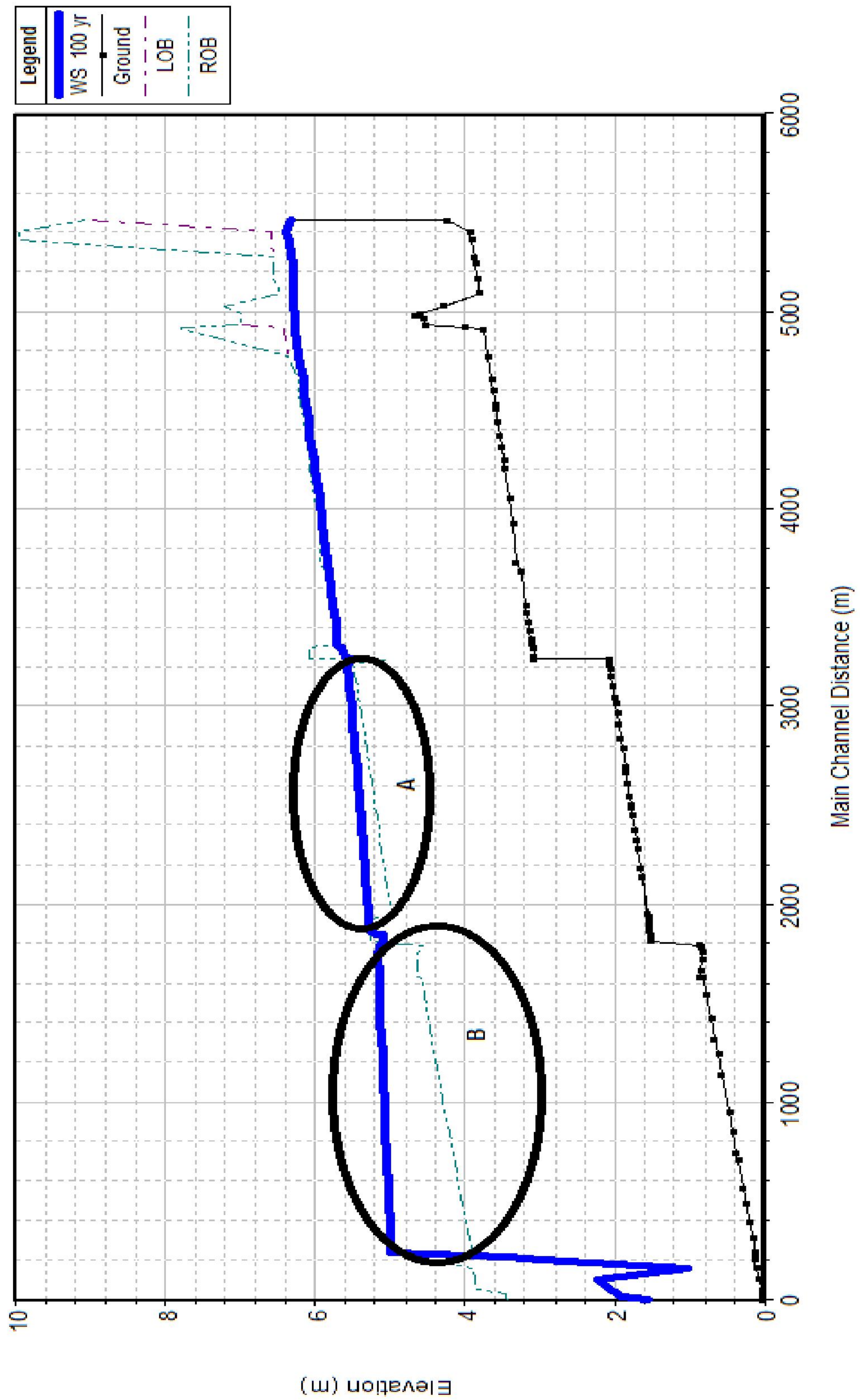
| رقم الجزء | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| الميل الجديد للنهر | 0.0004 | 0.000432 | 0.0005 |

وبالتالي قامت الدراسة بتحديد عرض كل جزء من المجري النهري، وفيه يجب مراعاة بعد كافٍ عن أقنية الري المتواجدة في المنطقة للمحافظة على أمانها من الانزلاقات، مما يضطرنا إلى إبقاء مقطع النهر الجديد ضيقاً في بعض النقاط، ويكون العرض الجديد المقترح في النقاط الأخرى مراعياً لعرض المجرى تحت الجسور، كانت قيمة عرض النهر في الجزء الأول تصل إلى 17 متراً ماعدا المقطع عند جسر القطار حيث بلغ عرضه بـــ 14 متراً، ووصل في الجزأين الثاني والثالث إلى 35 متراً، ما عدا مقطع جسر عرب الملك حيث بلغ عرضه بـــ 15 متراً.

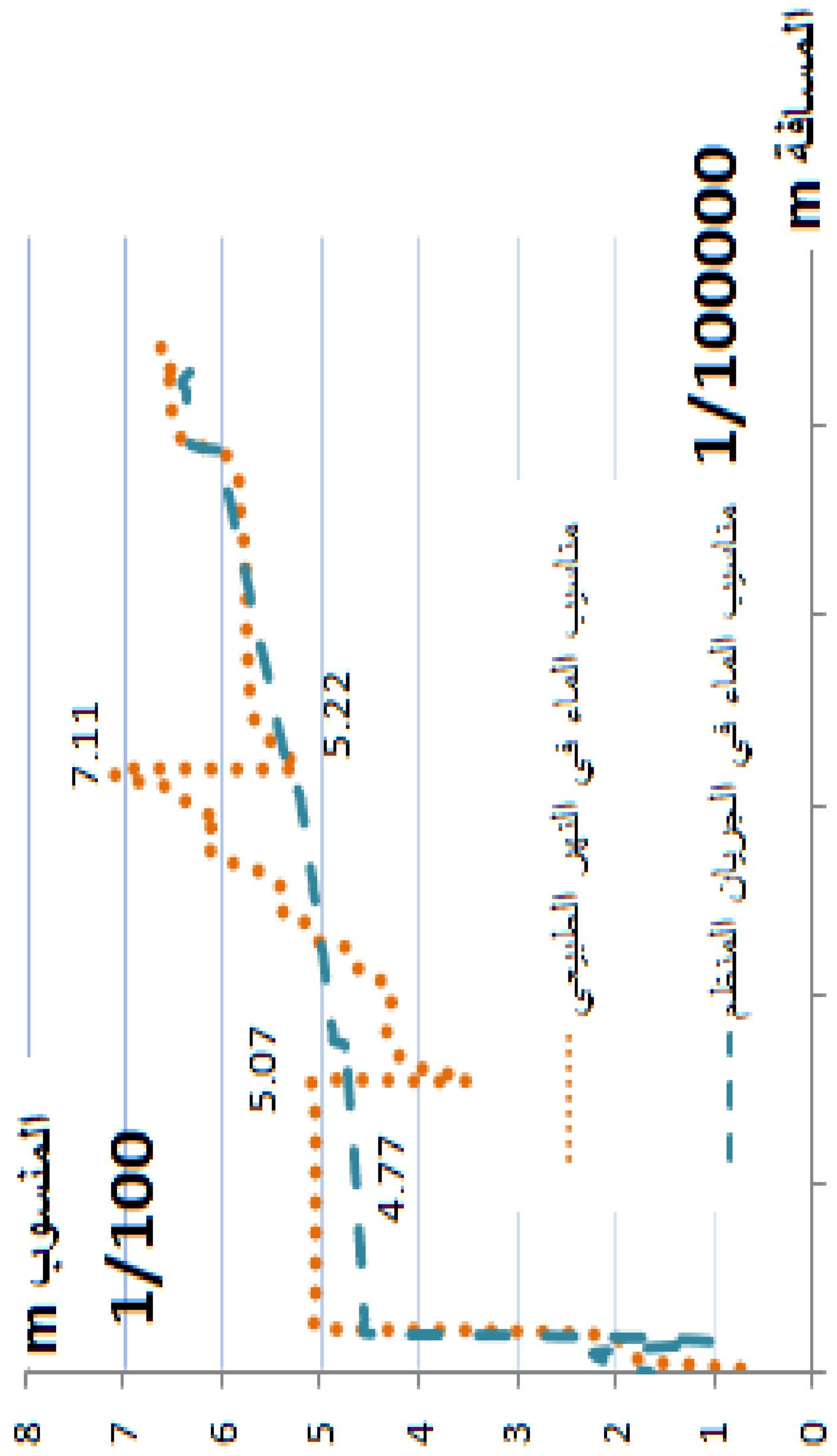
**5–3–1–3– إضافة بعض منشآت تنظيم المياه وتغيير معامل خشونة المجرى** (عز الدين حسن وآخرون، 2004)

لدى التقاء نهر السن مع نهر (أبو بعرة)، فإن مياه (أبو بعرة) الغزيرة $150\ m^3/s$ تقف حاجزا أمام مياه نهر السن مما يجعل هذه المياه ترتد نحو الوراء مشكلةً خط رمو، وتفيض على الأراضي المجاورة لذا ومن أجل منع حصول هذا الحجز اقترحت الدراسة إضافة هدار معترض لهذين المجريين عند التقائهما على بعد 2180 m من المنبع (معامل مانينغ $m^{1/3}/s$ 30، طول حوض التهدئة=13.6 m )، وحُسِبَ على أساس أن يكون الجريان فوقه حراً بحيث لا يؤثر على الجريان في نهر السن، ومن أجل التقليل من عمليات الحت والترسيب لجوانب المجرى وبالتالي التخفيف من كمية المجروفات التي تعيق حركة المياه في المجرى اقترحت الدراسة إضافة بعض منشآت الحماية مكونة من الحجر الركامي أو المرصوف باليد أو إضافة صفائح بيتونية مثقبة مسلحة بسماكة 8 سم وبطول يعادل طول انحدار جانب مقطع الجريان الصيفي ولعرض 1–2 م حيث يوضع بعضها بجانب بعض، كما تم حساب الجدران الاستنادية عند أماكن التقاء الأنهار إما جدران من البيتون المسلح أو جدراناً من البيتون الكتلي المغلف بطبقة تسليح خفيف لتأمين دخول المياه من الروافد الجانبية إلى المجرى، وكانت هذه المنشآت تمتد على مسافة 66m تقريباً، كما تم اقتراح إضافة هدار آخر عند الالتقاء بساقية السلطان على بعد 3510.12 m من المنبع (معامل مانينغ $m^{1/3}/s$ 30، طول حوض التهدئة= 12 m) وتمتد الجدران الاستنادية عندها مع الهدار على مسافة 35 m تقريباً.

وتم في الدراسة (عز الدين حسن وآخرون، 2004)اختيار معامل مانينغ جديداً لكافة أجزاء النهر ذات المقطع (شبه المنحرف المركب)، أُخِذت قيمةٌ عند قاع المجرى تقدر بـــ $M=35\ m^{1/3}/s$، ولجوانب المجرى قيمة تقدر بـــ $M=30\ m^{1/3}/s$، أما عند نقاط الالتقاء أُخِذت قيمة مانينغ $M=40\ m^{1/3}/s$، ويبين الشكل (5–14) مقطعاً طولياً للنهر يوضح الأرض الطبيعية بعد اختيار الميول الجديدة وإضافة منشآت تخفيض المياه مع مناسيب الماء بالنسبة لكتفي النهر في كافة نقاط المجرى (بعد تنظيم مجراه)، كما يبين المناطق (A وB) التي تطغى فيها المياه، ويبين الشكل (5–15) مقارنة مناسيب الماء في حالة الجريان في النهر الطبيعي وحالة الجريان في النهر المنظم حيث انخفضت مناسيب المياه في الجزأين الأول والثاني من النهر نتيجة مرور المياه بسرعة أكبر بعد زيادة معامل مانينغ، بينما لم تتغير مناسيب المياه في الجزء الثالث بعد جسر عرب الملك، ولوحظ هذا الانخفاض عند نقطتي الالتقاء بالرافدين (نهر أبو بعرة، ساقية السلطان) من المنسوب 7.11m إلى المنسوب 5.22 m عند الالتقاء بالرافد الأول، ومن المنسوب 5.07m إلى المنسوب 4.77 m عند الالتقاء بالرافد الثاني، أي أن هذا الحل ساعد في تخفيض منسوب الماء بشكل واضح، كما يوضح المتحولات الناتجة عن تنظيم النهر بالمقارنة مع الجريان في النهر الطبيعي.




الشكل (5-13) مقطع طولي للنهر بعد تنظيم مجراه




شكل (14-5) مقارنة مناسيب الماء في النهر الطبيعي و في النهر المنتظم

الجدول (5–7) مقارنة المتحولات ومناسيب الماء بين النهر الطبيعي والنهر المنظم

| **المقطع المدروس** | **M ($m^{1/3}/s$)** | | **متحولات المقطع** | | | | | | | | **ملاحظات** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **منسوب قاع المجرى (m)** | | **منسوب الماء في المجرى (m)** | | **ميل القاع** | | **سرعة الجريان (m/s)** | | |
| | الطبيعي | المنظم | الطبيعي | المنظم | الطبيعي | المنظم | الطبيعي | المنظم | الطبيعي | المنظم | |
| نقطة إلتقاء نهر أبو بعرة بنهر السن | 23.25 | 40 | 4 | 2.08 | 7.11 | 5.22 | 0.0015 | 0.0004 | 1.2 | 1.71 | يختفي الجرف في الجزأين الأول والثاني بعد تنظيم المجرى |
| نقطة إلتقاء ساقية السلطان بنهر السن | 23.25 | 40 | 0.18 | 1.52 | 5.07 | 4.77 | 0.00105 | 0.0005 | 3.08 | 1.86 | |

أثبت هذا الحل فعالية في تخفيض المياه ولكن يظهر جلياً تجاوز الفيضان لأكتاف المجرى المحسوب وعدم كفايتها لاستيعاب التدفق الأعظمي، هذا الأمر لم يظهر في دراسة (د.عز الدين حسن وآخرون، 2004) ويعود السبب الأساسي إلى منهجية الحل الهيدروليكي التي اتبعتها الدراسة عند حساب المقاطع والتي تتلخص باعتمادها على تطبيق معادلة مانينغ للجريان المستقر لكل مقطع على حدة، أما حساب مناسيب الماء في المقاطع الحسابية اعتماداً على برنامج الــ Hec – Ras في الدراسة الحالية وكما ذُكِر سابقاً، الفقرة (3–1–1)، فهو يعتمد من جهة على مبدأ النهج التكراري الذي يبحث في حساب منسوب سطح الماء عدداً من المرات وتحديد خطأ الحساب في كل مرة ثم استخدام المنسوب الجديد حتى نصل إلى الخطأ الأصغري وعندها نختار سطح الماء المقابل له، كما أن البرنامج يعتمد من جهة أخرى على معاملات التمدد والتقلص التي تربط المقاطع بعضها مع بعض وتحدد نمط حركتها بالإضافة إلى الشروط الطرفية التي تزيد من دقة الحسابات، وتكون النتائج الهيدروليكية في كل مقطع مرتبطة بالمقاطع التي تليها وتسبقها.

تعتبر إضافة المنشآت مكلفة ويفضل البحث في حلول أخرى أكثر اقتصادية قد تساعد في التقليل من أضرار الفيضان وآثار الغمر التي يمكن أن تتركها.

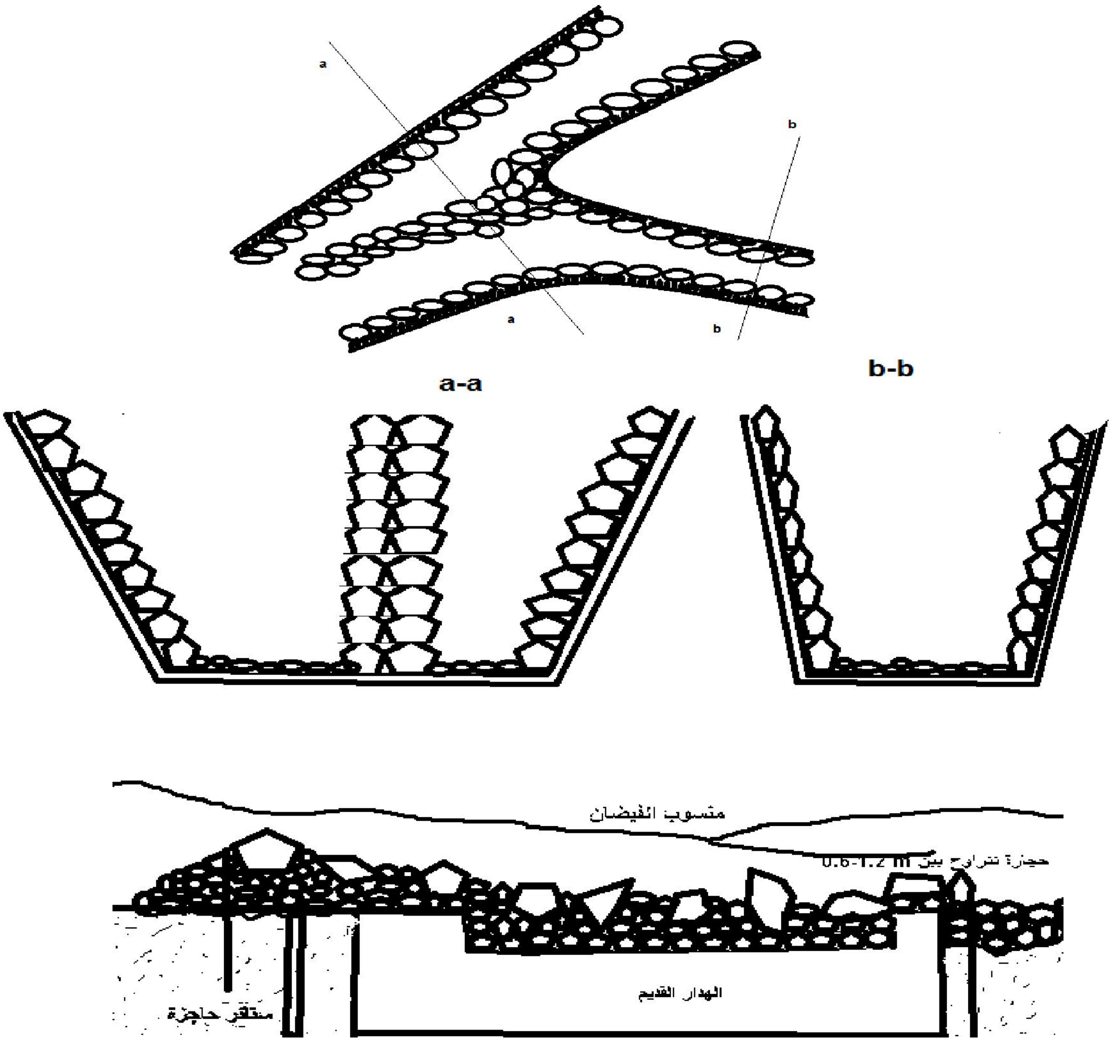
### 5–3–2– حلول إضافية في دراسة تنظيم نهر السن

#### 5–3–2–1– استبدال الهدار والمنشآت المضافة بتكسية مناسبة كمخمدات طاقة

كان اقتراح استخدام تكسية محددة وخاصةً عند نقاط الالتقاء لاستخدامها كمخمدات طاقة انطلاقاً مما ذكرناه سابقاً من أن إضافة منشآت لتخفيض مناسيب المياه يعد خياراً غير

اقتصادي بالإضافة إلى حاجة تلك المنشآت إلى صيانة دائمة وتعزيل مستمر لضمان عملها الصحيح.

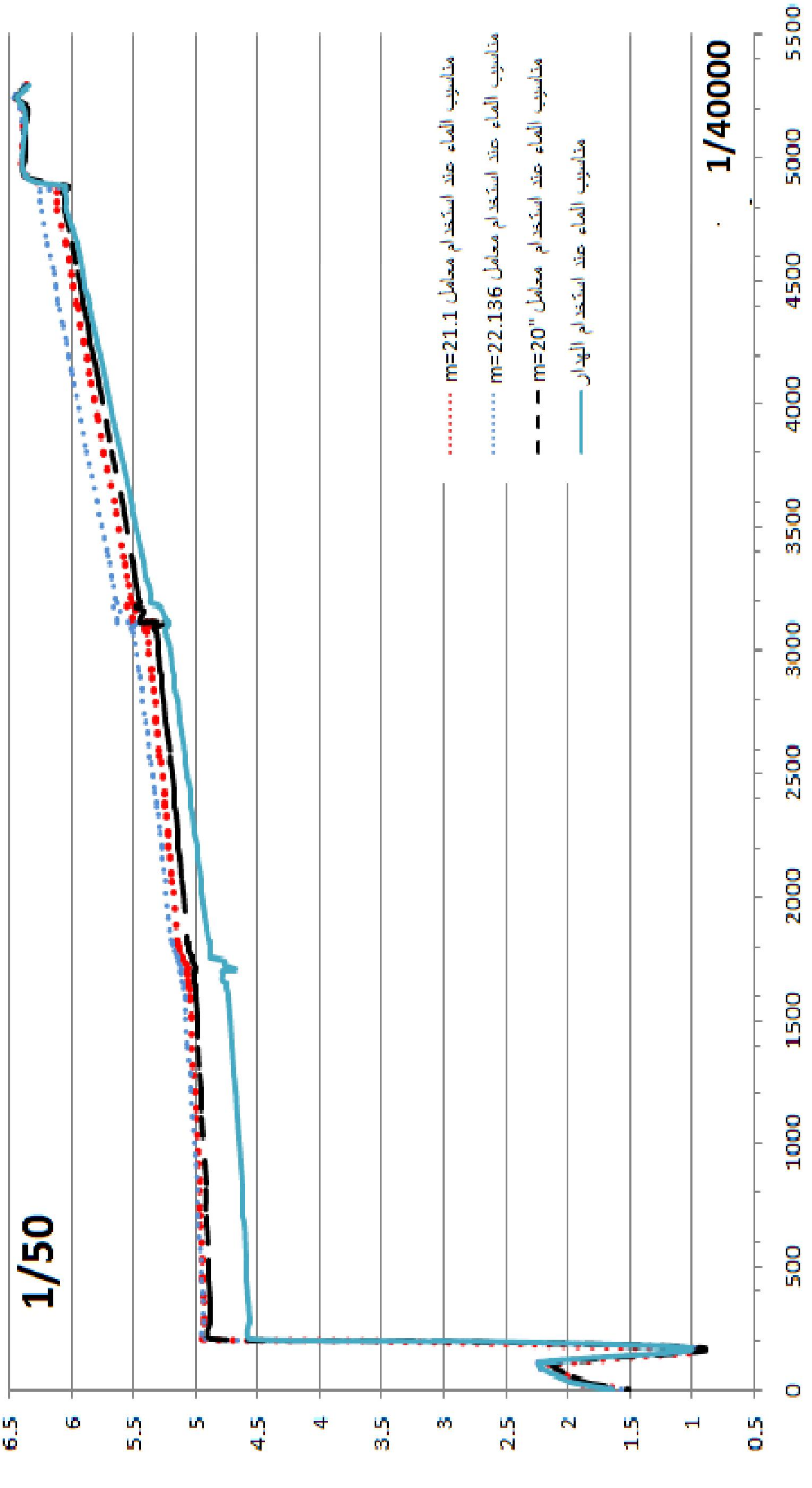
يرتبط اختيار نوع التكسية ومواصفاتها من حيث طريقة توضعها وقطرها وحجمها، من جهة بمدى قدرتها على التخفيض من منسوب المياه والتقليل قدر الإمكان من غمر مياه الفيضان على جانبي النهر، ومن جهةٍ أخرى تأثير هذه التكسية على استقرار النهر والتقليل من الجرف والترسيب في أجزاء النهر... لذلك كان اختيار التكسية الحجرية لتعمل عمل مخمدات تساعد في تخفيض منسوب الماء بدلاً من الهدار والجدران الاستنادية وخاصةً عند نقاط الالتقاء بالروافد، ومن أجل تسهيل توضع الحجارة لتأخذ ميلاً مناسباً مساهماً في استقرارها يفترض استبدال المقاطع البيتونية المستطيلة بمقطع شبه منحرف عرضه السفلي يساوي عرض المقطع المستطيل وميل جوانبه (m=1;2) ، يبين الشكل (5−15) توضيحاً لكيفية توضع الحجارة عند نقاط الالتقاء مرفقاً بمقاطع مزودة بهذه التكسية، مع مقطع طولي لتوضع هذه التكسية.



الشكل (5-15) كيفية توضع الحجارة عند نقاط الالتقاء مرفقاً بمقاطع مزودة بهذه التكسية

تم اختيار عدة أنماط من التكسية الحجرية ذات أقطار مختلفة (75 cm، 100 cm، 120 cm) ويقابلها معاملات خشونة ($M=22.136\ m^{1/3}/s$، $M=21.1\ m^{1/3}/s$، $M=20\ m^{1/3}/s$) على الترتيب، ونلاحظ أن أي تغيير في التكسية يعتبر مجدياً بشكل واضح في تحقيق انخفاض في مناسيب المياه عن الجريان الطبيعي وبقيم قريبة من قيم الانخفاض عند استخدام الهدار أو أي منشآت أخرى، ويتوقف الانخفاض على مسافة توضع هذه الأحجار التي يتوقف على مسافة محددة، ويزداد هذا الانخفاض كلما زدنا معامل مانينغ كما هو مبين في الشكل (5-16)، وفي الوقت نفسه تؤثر هذه التكسية في التقليل من عمليات الجرف في المجرى النهري كما هو موضح في الجدول (5-8)، ويتبين فيه تأثير هذه التكسية عند نقاط التقاء الروافد مع نهر السن، والذي يبدو فعالاً في عقدة (أبو بعرة) بالمقارنة مع استخدام الهدار.

الشكل (3-16) تغير مناسيب الماء في المجرى النهري بتغير درجة الكثافة

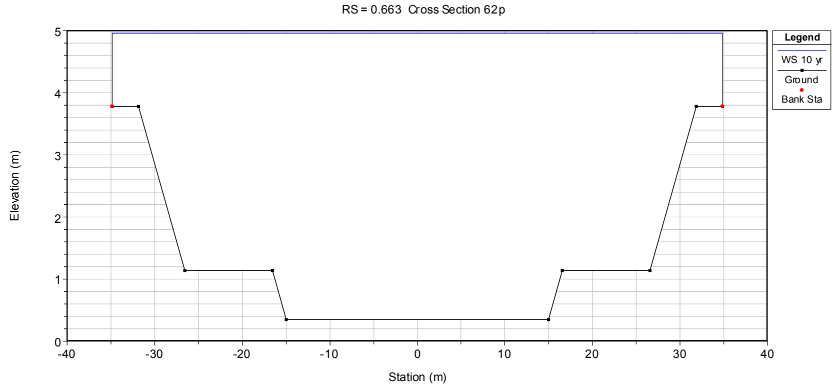


الجدول (5-8) المتحولات الناتجة عن استخدام التكسية الحجرية

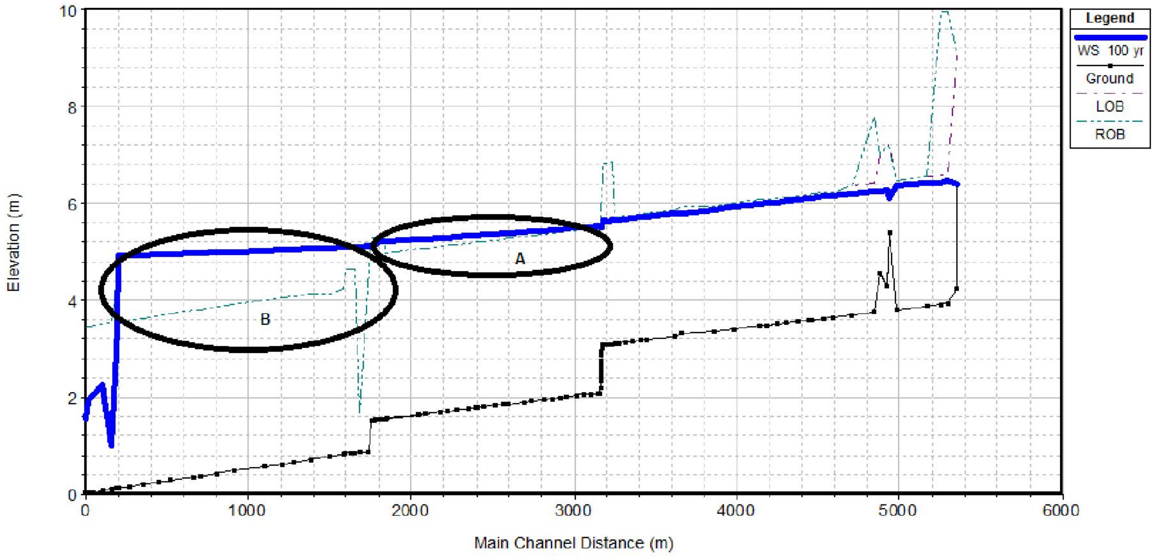
| | مسافة توضع التكسية | M (m^1/3/s) | | منسوب الماء في المجرى | سرعة الجريان | السرعة الأعظمية |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **نقطة إلتقاء نهر أبو بعرة بنهر السن** | (m) | جانبي المجرى | قاع المجرى | (m) | (m/s) | (m/s) |
| **وجود الهدار والجدران الاستنادية** | 66 | 40 | 40 | 5.22 | 1.71 | 3.61 |
| **تكسية حجرية D =75 cm** | 53 | 22.136 | 35 | 5.48 | 1.69 | 4.12 |
| **تكسية حجرية D =100 cm** | 20 | 21.1 | 35 | 5.35 | 1.81 | 4.37 |
| **تكسية حجرية D =120 cm** | 20 | 20 | 35 | 5.25 | 1.84 | 4.55 |
| **ملاحظات** | يتحقق الأمان على الجرف في كافة أنواع التكسية، ويتوقف انخفاض المياه على مسافة محددة | | | | | |
| | **مسافة توضع التكسية** | **M (m^1/3/s)** | | **منسوب الماء في المجرى** | **سرعة الجريان** | **السرعة الأعظمية** |
| **نقطة إلتقاء ساقية السلطان بنهر السن** | (m) | جانبي المجرى | قاع المجرى | (m) | (m/s) | (m/s) |
| **وجود الهدار والجدران الاستنادية** | 35 | 40 | 40 | 4.77 | 1.86 | 3.65 |
| **تكسية حجرية D =75 cm** | 20 | 22.136 | 35 | 5.05 | 1.28 | 4.5 |
| **تكسية حجرية D =100 cm** | 20 | 21.1 | 35 | 5.02 | 1.31 | 4.81 |
| **تكسية حجرية D =120 cm** | 20 | 20 | 35 | 5.0 | 1.34 | 5.01 |
| **ملاحظات** | يتحقق الأمان على الجرف في كافة أنواع التكسية، ويتوقف انخفاض المياه على مسافة محددة | | | | | |

### 5-3-2-2- رفع الأكتاف بعد التخفيض الأخير للمياه

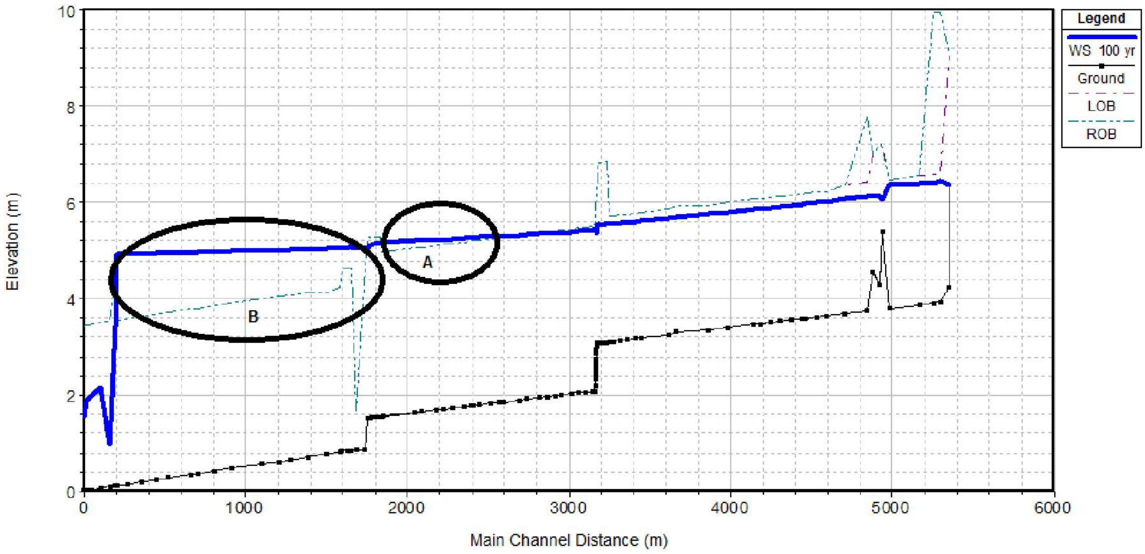
بعد تمرير موجة الفيضان والقيام بإجراءات الحماية السابقة، نجد أن المياه ما زالت تطغى على جانبي النهر في عدة مواقع، وتتجاوز مياهه أكتاف المجرى بقيمة تتراوح من (0.25-1.5) متراً، يبين الشكل(5-17) منسوب الماء في مقطع مغمور، ويتبين عدم كفاية هذه المقاطع لاستيعاب التدفق المار، كما هو واضح في الأشكال (5-19، 5-20، 5-21)، حيث تدل المناطق (A وB) على المناطق التي تطغى فيها المياه على جانبي النهر، ويظهر بشكل رئيسي تناقص الغمر كلما ازداد معامل مانينغ وخاصةً في الجزء الثاني، لذلك وجب رفع منسوب الأكتاف في مناطق الغمر إلى منسوب الماء ثم أخذ احتياطي حسب عمق الجريان، للمساعدة في رفع إمكانية المجرى في استيعاب المياه المتدفقة.



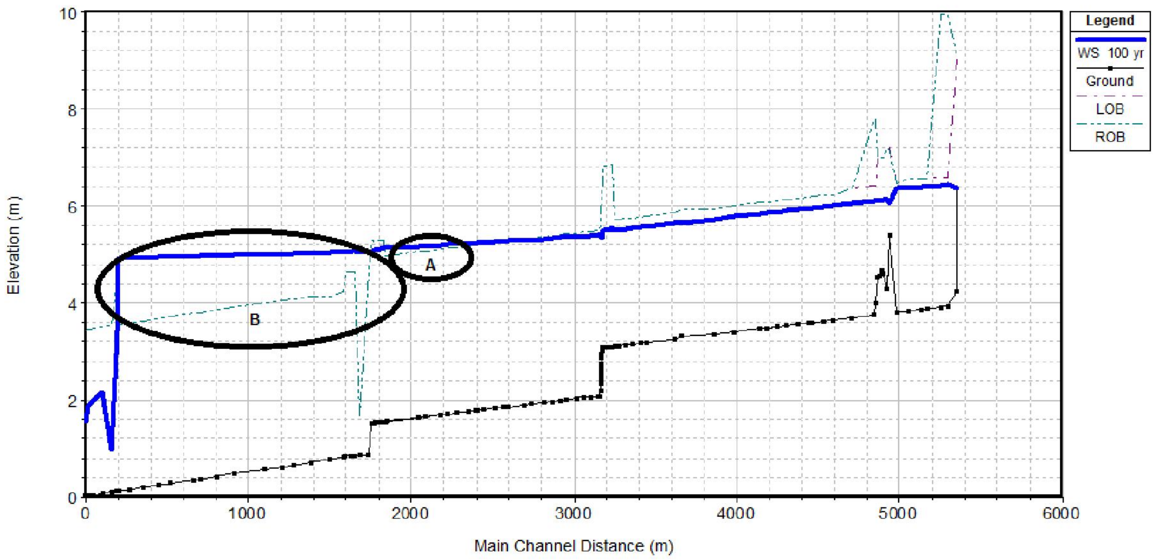

الشكل (5-17) مقطع مغمور




الشكل(5–18) مناطق تجاوز المياه أكتاف المجرى عند استخدام تكسية حجرية D =75 cm



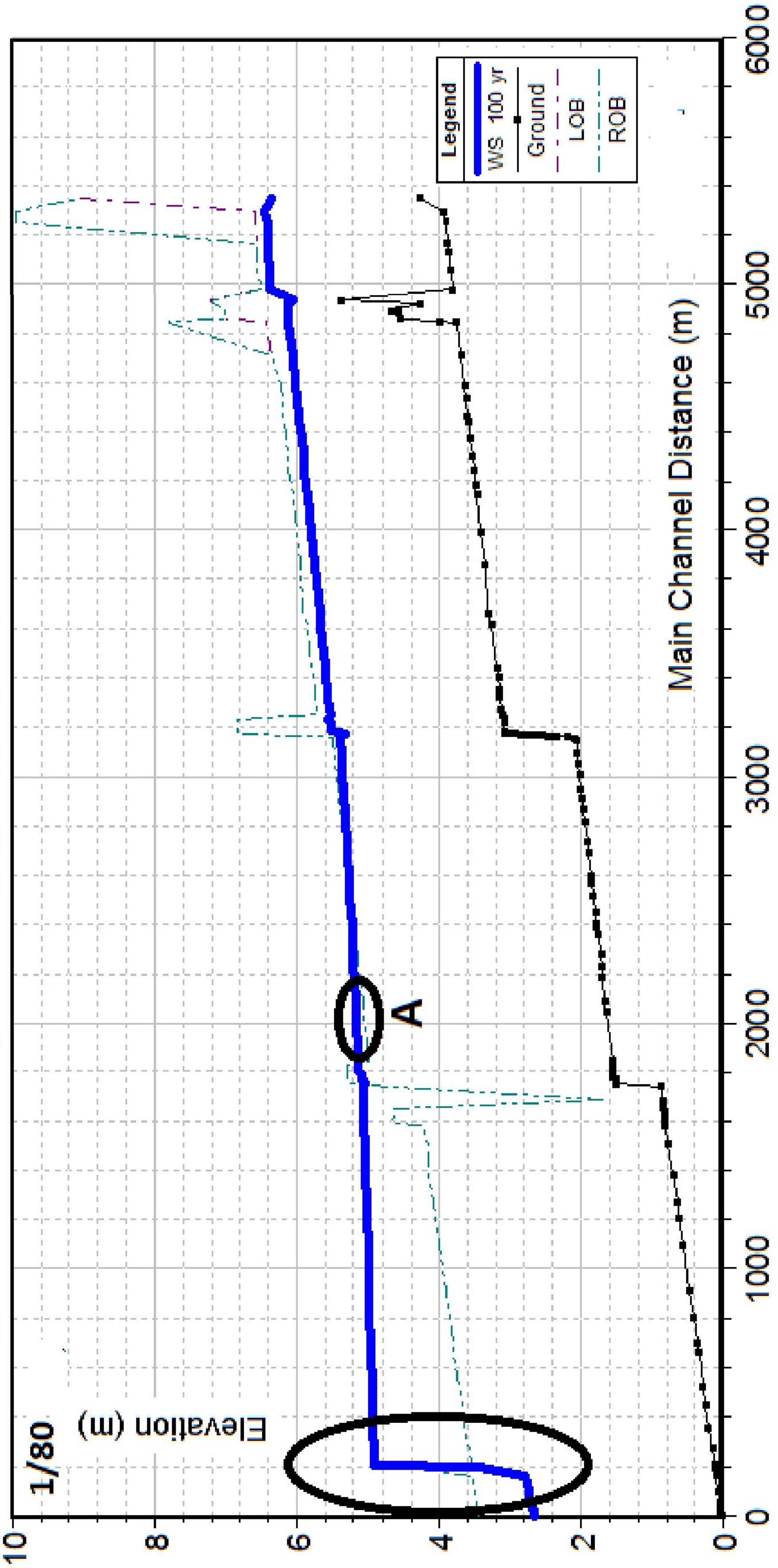

الشكل (5–19) مناطق تجاوز المياه أكتاف المجرى عند استخدام تكسية حجرية D =100 cm



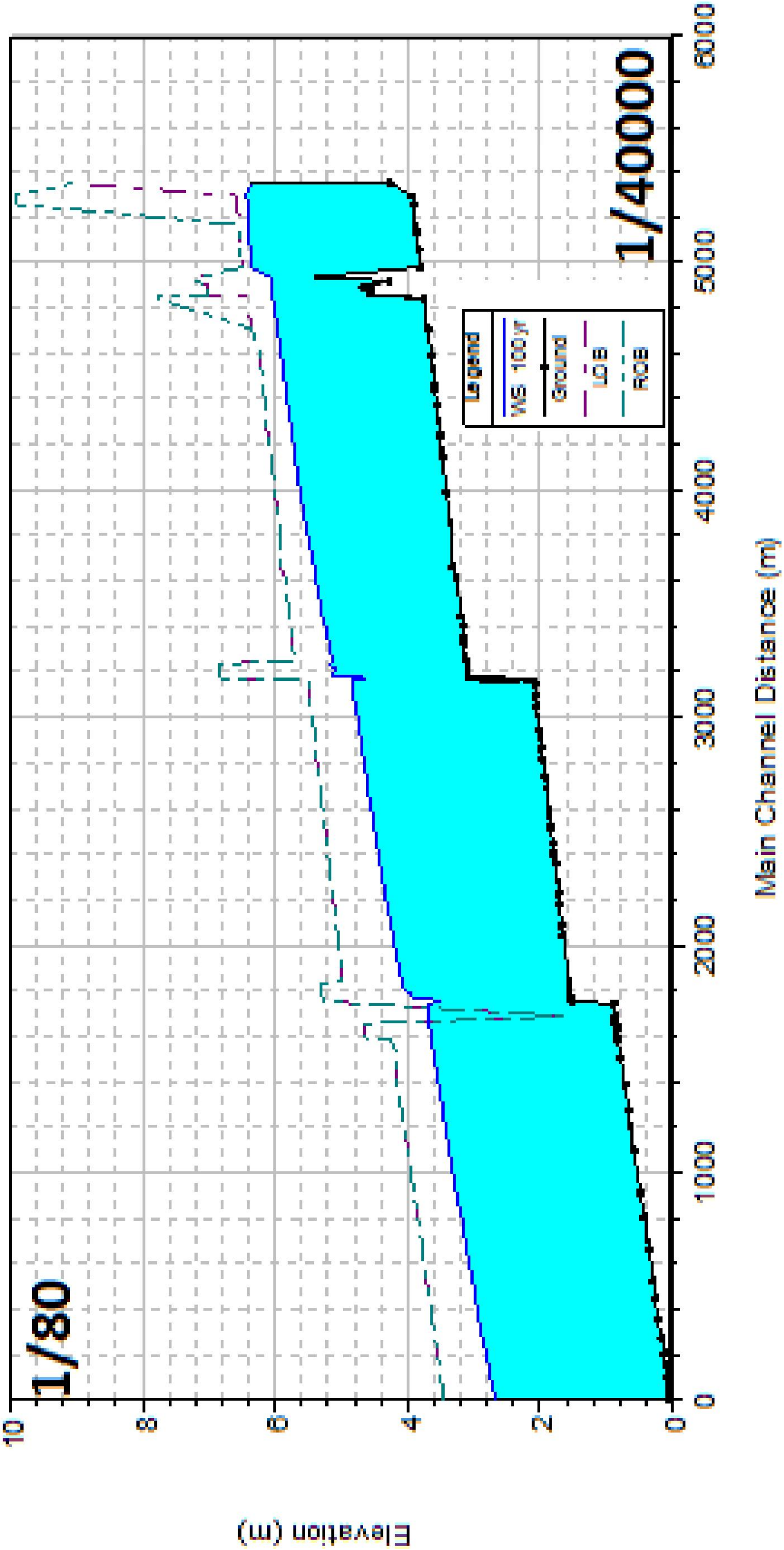

الشكل (5–20) مناطق تجاوز المياه أكتاف المجرى عند استخدام تكسية حجرية D =120 cm

يعود السبب الأساسي في الغمر في هاتين المنطقتين بالرغم من تنظيم مسار النهر وإجراءات الحماية المستخدمة وخاصةً عند نهاية المنطقة B أي عند جسر عرب الملك (حيث يصل الفرق بين منطقتي قبل الجسر وبعده إلى أربعة أمتار) إلى سببين رئيسيين: أهمهما هو ما ذكرناه سابقا عن دور الشروط الطرفية في التأثير على الحسابات وتقييدها، وإن أي تغيير في نوع هذه الشروط يؤثر على الحساب ومنه يمكن تغيير الشرط الطرفي السفلي من(Known WS=0) إلى (Normal Depth ;I=0.0005) وبالتالي يصبح المقطع الطولي للنهر كما في الشكل (5–22) (تناقص الفرق بين منطقتي قبل الجسر وبعده إلى مترين، وتناقصت المنطقة A).

أما السبب الثاني فيعود إلى التغير الكبير بين عرض القاع لمقطع الجسر(b=11m) الذي لم تغيره الدراسة، وعرض القاع للمقاطع الحسابية التي تليه وتسبقه (b=30m)، لذلك لو افترضنا مقطعاً جديداً للجسر له عرض المقاطع الأخرى (b=30m) فسينتج لدينا المقطع العرضي في الشكل (5–22) والذي يبين عدم حاجتنا إلى رفع الأكتاف.




شكل (5-21) مقطع طولي في المجرى النهري بعد تعديل الشرط الطرفي




شكل (5-22) مقطع طولي في المجرى النهري بعد تعديل مقطع جسر عرب القلعة

## الاستنتاجات والتوصيات

### 1- الاستنتاجات

تبين الدراسة أهم النقاط التالية:

1. ضرورة القيام بحساب الجريان في المجرى الطبيعي للنهر لمعرفة ظروف هذا الجريان في مختلف مقاطع المجرى.

2. ضرورة تحديد أماكن الغمر وأمكنة حدوث الجروف الكبيرة، وبالتالي الأماكن التي يلزمها توسيع في المجرى، والأماكن التي تحتاج لحواجز فيضان لمنع الغمر، وضرورة تحديد الأماكن الواجب تكسيتها مع الاختيار المناسب لمواد التكسية من حيث الكلفة والفعالية.

3. يتميز نهر السن بتعرجاته فهو تارةً ضيق وعميق، وتارةً أخرى واسع وضحل، وهذا ما يؤدي إلى طغيان المياه في حالة الفيضان شتاءً على الأراضي والمنشآت المحيطة به الأمر الذي يسبب جرفاً وتخريباً لقسم منها وغمر القسم الآخر لفترة طويلة، لذلك يتوجب دراسته بدقة ووضع تصورات قريبة من واقع سلوك الجريان فيه، والتخطيط لمنشآت حماية في حال فيضانها.

4. يوضح مخطط الغمر الناتج عن الموجة الفيضانية المئوية لنهر السن مدى انتشار غمر المياه في الأراضي المجاورة له، وعلاقة هذا الغمر مع عرض المجرى وعمقه من جهة، والتدفق القادم من الروافد من جهة أخرى.

5. تطغى المياه بشكل كبير في المناطق الضحلة والضيقة ويبدو ذلك واضحاً في كافة أجزاء المجرى، بينما تقل في المناطق الواسعة والعميقة لتشكل مستنقعات وخاصةً في الجزء الأول من المجرى،

6. تلعب مياه الروافد (نهر (أبو بعرة) – ساقية السلطان) دوراً في تغذية النهر ولكنها في الوقت نفسه تزيد من رفع المياه على ضفتيه.

7. ترتفع المياه بشكل حاد بعد ورود مياه نهر (أبو بعرة) إلى المجرى الرئيسي، وتظهر المياه جيشاناً كبيراً متمثلاً بهذا الارتفاع المفاجئ للمياه، وبالتالي تطغى المياه بشدة على الضفة اليمنى بدايةً لتستمر بعدها على كلا الضفتين.

8. يزداد الغمر بشكل كبير على الضفتين بعد أن تلتقي مياه النهر مع المياه القادمة من ساقية السلطان، وبالمقابل يحدث جيشان جديد للماء.

9. تتراوح مناسيب قاع المجرى بين 5.38 m فوق سطح البحر إلى 2.07 m تحت سطح البحر، وتبدأ من منسوب 4.06 m ترتفع تارةً وتنخفض تارةً أخرى بشكل واضح، وهذا

ناتج عن جريان الماء وعمليات الحت والترسيب الناتجة عنها وظواهر الجيشان المتكررة، وتنتهي عند المنسوب 0.59 m تحت سطح البحر.

10. يعيق وجود السدات والعراقيل في بعض المقاطع العرضية سواءٌ أكانت في قاع النهر أو على جوانبه انتشار المياه في المجرى.

11.يؤثر انتشار الأعشاب والنباتات والأحجار في المجرى بالإضافة إلى التدخل البشري في طبيعته على تأرجح المياه في النهر.

12.يحدث جرف وحت لجدران وقاع المجرى الطبيعي بسبب حركة المياه بسرعة مرتفعة وخاصةً في المقاطع ذات العرض الضيق أو الميل الشديد.

13.يحدث ترسيب للمواد النوعية المحمولة بالمياه أو نمو الأعشاب في مقاطع أخرى وخاصةً ذات العرض الواسع منها بسبب السرعة المرتفعة للمياه.

14.تزيد عمليات الحت والترسيب في مجرى النهر من كمية المواد المجروفة، وبالتالي يؤثر هذا على جريان النهر وفعاليته.

15.يتغير الجريان من جريان دون الحرج إلى جريان فوق الحرج في بعض المقاطع، وخاصةً في مناطق الجسور ( جسر الأتوستراد وجسر عرب الملك)، وبالتالي يكون انتقال الماء معاكساً وهجومياً من العمق القليل للجريان الشلالي إلى العمق الكبير للجريان الهادئ محدثاً قفزة هيدروليكية تؤدي إلى ضياع كبير في الطاقة التي يمكن استغلالها عملياً في حماية المنشآت المائية قبل تخريبها.

16.ضرورة تنظيم مجرى نهر السن، وتصحيح مساره لمنع مختلف أشكال الغمر للأراضي والمنشآت المائية في المنطقة وتقليل الجرف وتخريب المنشآت.

17.تنخفض قيم مناسيب الماء بعد تنظيم مجرى النهر وإضافة بعض المنشآت (هدار وجدران استنادية)، وخاصةً عند نقطتي الالتقاء بالرافدين (نهر أبو بعرة، ساقية السلطان).

18.تعد إضافة هذه المنشآت مكلفةً ويفضل البحث عن حلول أخرى أكثر اقتصادية.

19.يؤدي استبدال الهدار والمنشآت المضافة بتكسية ذات معامل خشونة مناسباً إلى خفض منسوب المياه بشكل واضح حتى مسافات محددة.

20.يجب رفع منسوب الأكتاف في مناطق الغمر إلى منسوب الماء ثم أخذ احتياطي حسب عمق الجريان.

21.يجب مراقبة السدات باستمرار وحمايتها من الاعتداءات، والكشف الدوري عليها وخصوصا قبل وبعد نهاية موسم الأمطار.

**2- التوصيات**

1. لا بد من السيطرة قدر الإمكان على أثار الغمر باتخاذ وسائل حماية مناسبة مثل بناء حواجز ترابية جانبية تقلل من ارتفاع المياه.

2. كما يمكن إزالة الأعشاب والحجارة والعوائق التي يمكن أن تؤثر على الجريان، وزرع الجوانب بنباتات أو رصفها بالحجارة للتقليل من جرف التربة وعمليات الحت والترسيب.

3. توسيع المجرى في أماكن التضيق والتي تسبب غمراً كبيراً على جانبيه.

4. يجب حماية مناطق الالتقاء مع الروافد (نهر (أبو بعرة )- ساقية السلطان) وتصحيح نقاط التقائها بالنهر للتقليل من الضرر الناتج عن حركة المياه، والعمل على تصميم مداخل مناسبة لهذه المياه تخفف من قوة جرفها.

5. تهذيب المجرى بالشكل المناسب وخاصةً في منطقة المستنقعات، لتأمين الاستفادة الأكبر من مياهه.

6. ضرورة تعزيل المجرى المائي بعد كل موسم فيضان.

7. العمل على تطبيق أنجع وسائل الحماية المدروسة وأكثرها اقتصادية.

8. زيادة عدد المقاطع العرضية عند الدراسة سواءٌ على المستوى الحقلي أو باستخدام خصائص البرنامج.

9. التخطيط المستقبلي لزيادة استثمار مياه النهر في مختلف المشاريع التي تجعل من فيضان النهر وحركة مياهه وسيلةً لتطوير الواقع المائي في بلادنا.

10. يجب الاعتماد على الطرق العددية في الحسابات الهيدروليكية لقدرتها على إدخال عدة متحولات تساعد في الحصول على نتائج دقيقة وناجحة.

11. نمذجة الجريان الفيضاني للنهر من أجل حالة الجريان غير المستقر.

## ثبت المراجع

1.حسن، عز الدين. *الوجيز في الفيضانات*، المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، دمشق، 2005، 691.

2. حسن، عز الدين. *تنظيم مجرى نهر الكبير الشمالي بين سد 16 تشرين وجسر خان عبد الله*. مديرية الري العامة لحوض الساحل وكلية الهندسة المدنية في جامعة تشرين، اللاذقية، الجمهورية العربية السورية، 1998.

3.حسن، عز الدين; وآخرون. *مشروع تنظيم مجرى نهر السن*. الوحدة الاستشارية لمنشآت الري وأتمتها في جامعة تشرين مع مديرية الري العامة لحوض الساحل، اللاذقية، الجمهورية العربية السورية، 2004.

4.حسن، عز الدين. *شبكات الري*. مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، منشورات جامعة تشرين، 2011، 391.

5.جرجي، عادل; ابراهيم، غسان. *الهيدروليك (2)*. مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، منشورات جامعة البعث، 1995، 312.

6.عبد الله، إيهاب; ليوس، إلياس. *هندسة الري (2)*، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، منشورات جامعة البعث، 1995، 252.

7.عمار، غطفان; الأسعد، علي. *الهيدرولوجيا*، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، منشورات جامعة تشرين، 2007، 405.

8.عمار، غطفان. *حساب الفيضانات الأعظمية في نهر مرقية*. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية في اللاذقية في الجمهورية العربية السورية، المجلد 29، العدد 2، 2007، 11-25.

9.عوض، عادل. *حماية المدن من أخطار الفيضانات*، مركز الدراسات والبحوث، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية، الرياض، 2005، 147-182.

1. ABBOT, MB; and CUNGEL, JA. *Engineering Application of Computational* , Boston, London, Melbourne, 1982,262.
2. BRATER,E; KING,H; and LINDLE, J; and WEI, Y. *Handbook of Hydraulics* 1996, 595.
3. Cunge, JA; Holly, FM; and Verwey, A. Practical aspects of computational river Hydraulic, 1980, 415.

4. Lattermarn,E. Wasser Praxis, 1999, 148.
5. MECUEN, R; and SNYDER, W. Hydrologic *Modeling Statistical Methods and Application*. Prentice-Hall, Englewood cliffs., Newjersy, 1968, 568.

6. Mr.Gray.W.Burner, Hec-Ras*, Basic Data requirement, Hydraulic references*, US, version 3,September 2002.
7. Mr.Gray.W.Burner, Hec-Ras, *Theoretical Basis for one-Dimensional Flow calculation, Hydraulic references*, US, version 3,September 2002.

Syrian Arab Republic
Ministry of higher education
Tishreen University
Faculty of Civil Engineering
Department of hydro _Engineering and Irrigation

# Modelling of flood flow of Al _Sin River by using Numerical Methods

A research submitted fo r master degree in hydro _Engineering &

Irrigation prepared by :

**Nadeen Anis .Ahmad**

Supervised by

**Dr. Izaldin Hassan**

**Dr. Ibrahim Yasbek**

Academic year: 2012

## "Abstract"

Overflows events and their spread ,especially the river ones ,lead to big risks on humans and properties ,and the difficulty to control the areas of flood will also lead to have confusion in using the river hydro _system with the potential of its use .The basic step to improve this system and to make good use of it and near lands is to foresee the flood events and to expect its motion tracks and direction with the water flood they cause ;the damaged regions and to take the good measures to lessen those damages and destruction effects resulted from those floods .

This research aims to put math model for overflow stream in Al _Sin river by using numerical methods via HEC_ RAS programme ,and to find a layout of flood for Al _Sin ,to know behavior of flood flow for the river stream especially in the point of crossing the river with the stream of Abo _Baara and Al _Sultan stream ,besides choosing the suitable solutions to correct and use of the stream in a very good way and to keep the spread properties safe by the best engineering solutions .This study was to specify the methods used in calculation of stable and unstable flow in open _water streams ,together with estimating the flow equations adopted by HEC _RAS where this programme was used to find the layout of overflow in Al _Sin river .

A math model was made for Al _Sin river by field measurements in a certain time of the year and at sites of crossing points of its tributaries (Abo _ Baara river and Al _Sultan stream ) where the overflow layout was found and the damaged areas by the flood as protection ways were named to lessen the effects of the floods .


1

## " Conclusions & Recommendations "

Conclusions ;

This study has shown the following points :

1 –The need to make calculation of stream in the natural flow of the river to know the conditions of this flow in all flow sections

2 –The need to specify the places of overflow and sites of huge drifts ,and thus regions which need the stream to be widened ;those in need to flood barriers to prevent flood ,and the need to cover the regions with suitable materials in regard to the cost and efficiency .

3 –Al _Sin river enjoys its turns which are sometimes narrow and deep and are sometimes wide and sallow ,and this leads to overflow of water in case of flood in winter on lands and facilities around it in a sense that it causes drifting and damage to part of them and a flood to the other part for a long time ,so it should be studied carefully ,and to have near expectations to the river behavior in order to protect those facilities in case of floods .

4 –Overflow layout shows the percent overflow wave of Al _Sin river and its spread on the near lands ,and the relation of this overflow with width of the stream and its depth on one hand ,and the coming flow from tributaries on the other one .

5 –Water is highly overflowed in shallow and narrow areas as seen in all parts of the stream ,where it is less in wide areas to form moors ,especially in the first part of the stream .

6 –Tributaries water play a role in feeding the river ,but at the same time they raise water on its banks .

7 –Water highly rises after the coming of Abo _ Baara river water to the main stream where great turbulence takes place as a sudden rise of

2

water ,thus water greatly overflows on the right bank at first ,then it goes to the both banks .

8 –Overflow increases greatly on both banks after river water is crossed with water coming from Al _Sultan tributary where water turbulence happens once again .

9 –Levels of stream bottom range from 5.38m above sea _ level to 2.07m under sea level .

They start from 4.06m high or down in a clear way ,and this resulted from water flow ,wearing processes and sedimentation with repeated turbulence effects to end at level 0.59m under sea _ level .

10 –The existence of covers and obstacles hinders the spread of water in the stream ,especially in some of cross sections whether they are in river bottom or on its sides .

11 –Herbs ,stones and plants have an impact on the stream plus the human use in its nature where river water will be unstable .

12 –Drifting and wearing to the walls and bottom of the natural stream due to high – speed motion of water ,especially in narrow cross sections or high slope .

13 –Sedimentation of specific materials brone by water or growth of weeds in other sections ,especially those of wide section due to high speed of water .

14 –Wearing and sedimentation processes in river stream increase the drifted materials ,thus this has an effect on river flow and strength .

15 –The flow is changed from non –critical flow to above –critical flow in some sections ,especially in bridges spots ( highways bridges ,Arab Al – malek bridge ) ,thus water motion will be on the contrary direction from low depth to high depth which makes a hydro – leap causing big loss in

power which can be used to protect water facilities before being destroyed .

16 –The need to organize the stream of Al –Sin river and correct its track to prevent all types of overflow on lands and water facilities in the region ,and to lessen drifting and structures damage .

17 –Water levels will be low after river stream organization and adding some structures ( retaining walls ) ,especially at cross points with tributaries ( Abo –Baara ,Al-Sultan stream ) .

18 –Those structures are expensive ,and it is better to seek for other cost _effective solutions .

19 –Covering with coarse module materials will lower the water level clearly at limited distances .

20 –Shoulder level should be raised in overflow areas to water level ,then reserve should be taken as per flow depth .

21 –Covers should be always monitored ,and protect them from damages with periodical inspection ,especially before and after the end of rainfall season .

## 2 .Recommendations

1 –Overflow effects must be controlled by taking precautionary measures such as side soil barriers that lessen water height .

2 –Weeds and stones ,and all other obstacles should be removed as they affect the flow ,and to implant the sides with plants and stone – paved to lessen soil drifting ,wearing and sedimentation processes .

3 –To widen the stream at narrow sites which can cause a huge overflow at its banks .

4 –Crossing points at tributaries as stated should be protected to lessen the damage to the river by water motion ,and to design suitable enter points to water to make drifting power less .

5 –To improve the stream ,especially at moors areas to make good use of its water .

6 –The need to clean water stream after each overflow season .

7 –To apply the best protection methods in an economical way .

8 –To widen the cross sections at study time whether on field level or by using programme properties .

9 –The future planning to increase the use of river water in all projects which will make river overflow and its water motion as a means to develop the water reality in our country .

10 –Numerical methods for hydro –calculations should be adopted ,due to they are good to enter parameters that help get precise results .

11 –Examplification of overflow stream of the river for the unstable flow state .