الباب الأوّل

المقدِّمة

1-1 مدخل:

السودان هذا البلد الشاسع مترامي الأطراف يتميّز بموارده المائية متعددة المصادر: بحار ، أنهار ، خيران موسميّة ، أودية ، ومياه جوفيّة ، إلا أنَّ هذه الخيرات والنعم الوفيرة لا يُستغلّ منها إلا القليل...لأسباب كثيرة منها سوء تنفيذ التخطيط الإستراتيجي.

2-1 مشكلة البحث:

تُعتبر منطقة شمال مدينة طوكر **(قرية سيتراب)** من المناطق الجافّة التي تتعرَّض لأمطار موسميَّة غزيرة حسب تصنيف المناطق بالسودان.

تكمن **المشكلة** في أنَّ معظم مياه الأمطار المنحدرة من سلسلة جبال البحر الأحمر (أركويت) عبر **خور سيتراب** والتي تمر بقرية سيتراب **تتَّجه** صوب البحر الأحمر **دون الاستفادة منها**.

3-1 أهداف البحث:

إحدى الركائز التي تقوم عليها التنمية عموماً هي الاهتمام بالموارد المائية واستخدام التقانات المختلفة للاستفادة القصوى منها، لذلك تمَّ اختيار منطقة البحث لتحقيق الأهداف التالية:

1-3-1 الأهداف الاقتصادية:

- **السبق لتأمين مصادر المياه الموسميَّة لمنطقة البحث:**

إنَّ الأهميّة الأساسيّة لتقنية الاستشعار عن بُعد بجميع أنواعه أنَّه يُساعد في عمليّة المراقبة المستمرَّة للأرض ومواردها ، ففي حالة الأمطار تتم مراقبة وتحديد السُّحُب التي تحتوي على أكبر كميّة من الأمطار باستخدام أجهزة الرادار التي تتابع حالة الطقس من حيث تحديد المكان الحالي للأمطار واتجاهها وسرعة تقدُّمها وارتفاعها ومدى غزارتها.

- **المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي من خلال الاكتفاء الذاتي.**
- **المساهمة في تنمية المراعي الطبيعيّة والغابات.**
- **حماية البنى التحتيَّة (طريق سواكن – طوكر- قرورة).**

1- 3- 2 الأهداف البيئيَّة:

- **الحماية من السيول والفيضانات:**
  إقامة السدود الصغيرة والحفائر على هذه الخيران يُقلل من مخاطر الفيضانات وذلك بما يتم تخزينه فيها من مياه الأمطار العابرة.
- **تقليل الأمراض والأوبئة وتحسين الظروف الصِحيَّة.**

1- 3- 3 الأهداف الاجتماعية:

- **خلق فُرص عمل إضافيَّة تُساعد على استقرار المواطن.**
- **زيادة الدخل ورفع مستوى المعيشة لمحاربة الفقر والجوع.**

على ضوء الأهداف المذكورة أعلاه فإنَّ قضيّة حُسن استغلال الموارد الطبيعية من خلال استخدام تقنيات حصاد مياه الأمطار تظل من القضايا الهامَّة التي تفرض نفسها على السودان لتنزيلها على أرض الواقع في كثير من الخيران الموسمية والتي تذهب مياهها هدراً ، كما أنَّ واقع الحال فيما يتعلَّق بالفيضانات الناتجة من سيول الأمطار وتأثيرها السلبي الكبير على حياة الإنسان يفرض بُعداً آخر عن أهميَّة استخدام هذه التقانات للحماية من مثل هذه السيول.

1-4 البحوث والخُطط السابقة:

لقد كُتبت عُدَّة بحوث ونُفِّذت خُطط في مجال حصاد المياه منها:

- **حصاد المياه (مبادرة حوض النيل الشرقي): EASTREN NILE BASIN INITIATIVE**
  قامت دول مبادرة حوض النيل الشرقي في عام (2006م) بإنشاء وتنفيذ عدد من السدود والحفائر ، فعلى المستوى المحلي في كلٍ من ولايات الشرق الثلاث (القضارف – كسلا – بورت سودان) وولاية النيل الأزرق ، مثال سد بوط وحفائر ايتما ، قاراتيت ، قرضابيب ، كليل ، أربعات ، سنكات.
- **حصاد المياه (ولاية الخرطوم):**
  شركة الخرطوم للري أنشأت سد أبودليق بمعتمدية شرق النيل عام (2000م).
- **برامج زيرو عطش (وزارة الري والموارد المائية – وحدة تنفيذ السدود):**
  في عام (2015م) قامت وحدة تنفيذ السدود (DIU) بوزارة الري والموارد المائية الاتحادية بإنشاء وتنفيذ عدد من الحفائر تحت برنامج (إنشاء 500 حفير) في ولايات: شمال وجنوب كردفان ، شرق ووسط دارفور.
- **حصاد المياه (وزارة الري والموارد المائية – منظمة JICA اليابانيَّة):**
  في عام (2017م) قامت منظمة جايكا بالتعاون مع وزارة الري بإنشاء وتنفّيذ عدد من الحفائر بولايات الشرق وولاية شمال كردفان.

الباب الثاني

حصاد المياه

2-1 مدخل:

تعتبر ممارسة حصاد مياه الأمطار قد ارتبطت مع بدء الزراعة في شمال إفريقيا منذ ما يقرب 7000 سنة وبعد عدة مراحل مثل : الحياة البرية والصيد والانتقال للزراعة ، فقد تحولت أراضي المنحدرات إلي أراضي زراعية لتبدأ معها ظاهرتي انجراف وتعرية التربة مما جعل سكان هذه المناطق ينشئون السدود لحجز هذه المياه كي يتم بعد ذلك صرفها للأماكن التي تحتاج إليها .[1]

لم تتغَّير فكرة الحصاد في مضمونها على مرّ العصور ولكن تطوَّرت الأساليب بحسب المكان والمصدر والغرض ، ويُعتبر السودان أحد الدُّول التي استخدمت تقنية حصاد المياه منذ عصور قديمة نسبةً لإنعدام الماء في مناطق كثيرة من الريف – إذ أنَّ مياه النيل تتأثر بها مساحات قليلة تتمثّل في الشريط النيلي الممتد من الجنوب إلى الشمال حول ضفتي النيل وروافده بيد أنَّ معظم مساحات السودان المتبقية يعتمد سكَّانها كليّاً على المياه الجوفيَّة ومياه الأمطار وجريانها السطحي المحلي بالإضافة إلى جريان الخيران والأودية المحليّة والعابرة - فكانت شجرة التبلدي والعِد والتَّمت تقنيات قديمة أُستخدمت في مناطق متفرِّقة من السودان فرضتها الطبيعة والإحتياج.

وحديثاً ظهرت الكثير من التقنيات لتخزين المياه مثل السِّدود الصغيرة ، الحفائر ، الخزَّانات المنزليَّة وحصاد مياه أسطُح المباني... وغيرها.

إنَّ الإنسان والأرض والماء هي أهمِّ الموارد التي تقوم عليها الحياة كما أنها أساس للتطوُّر والازدهار إذا ما أُستُغِلّت بطريقة مُثلى ودُعِّمت بالعلم والعمل ، والسودان يمتلك هذه العناصر الأساسية ولكن من المؤسف أنه ما زال إستثمار هذه الموارد ينقُصه الإدارة العلمية الرشيدة المدعومة بالإرادة والتكنولوجيا والقرار السياسي الحكيم.

فيما يخص الإنسان فهو مُعمِّر الأرض وصانع الحضارة والتأريخ والتغيير كما أنَّهُ المورد الأهمَّ والأعظم ، كيف لا وهو حامل الأمانة التي أبت السماوات والأرض عن حملها ، ولا تكون له قيمة إلا بالعلم وقد فرَّق الله بين من يعلم ومن لا يعلم ، لذلك لا بدَّ له من العلم وإستخدام أحدث الطرُق في كل المجالات لينهض ويقوم بأداء هذه الأمانة بطريقة حضارية.

وأمّا الأرض فمن المعروف أنَّ السودان يمتلك مساحات من الأراضي الصالحة للزراعة ما إستحقَّ أن يُسمى "سلة غذاء العالم" (200 مليون فدّان) ، أضف إلى ذلك ما عليها وفيها من الثروات الحيوانية والمعدنية الهائلة (أنعام وبترول وذهب ونحاس ...وغيرها) ذات القيمة الإقتصاديَّة العالية.

والماء هو عصب الحياة لأهميته ، والموارد المائية عموماً متعددة المصادر كما ذكرنا في مقدِّمة هذا البحث ، فعلى المستوى العالمي نجد أنَّ 74% تقريباً من الكرة الأرضيّة ماء ، وعلى المستوى المحلِّي في السودان فقد حبانا الله بالنيل العظيم وروافده إضافةً إلى الخيران الموسميَّة (القاش ، بركة ، أبوحبل ، وادي

أزوم ...وغيرها) إذ تبلغ كمية الأمطار حوالي 400 مليار متراً مكعباً في العام ، وهذه النعمة تنزل علينا سنوياً ولا نستغل منها أكثر من 10% في الزراعة المطرية ، وجزء قليل لا يتعدَّى 1% يتم حصادُهُ ، إذن **لماذا لا يُستغل سوى 11% من مياه الأمطار؟**.

هذا السؤال هو الذي قادنا لاختيار موضوع بحثنا **"حصاد المياه"** لما له من أهميَّةٍ قصوى في حياتنا وصولاً للاستغلال الأمثل لمواردنا.[2]

مما سبق نجد أنَّ السودان يتمتع بموارد مائية متعددة ، لذلك هناك عدَّة أساليب يجب استصحابها لإدارة هذه الموارد إدارة متكاملة واستغلالها في المناطق الجافة وشبه الجافة حتّى تصبح مصدراً للخير والنّماء وتُسهم في تخفيف ودرء آثار الكوارث (فيضانات – جفاف) وحِدَّتها ، ومن بين هذه الأساليب **تقانة حصاد المياه.**

2-2 ماهيَّة حصاد المياه:

هي عمليّة تجميع وتخزين مياه الجريان السطحي الناتج عن هطول الأمطار في حوض مُعيَّن يُعرف بحوض التصريف أو المستجمع المائي وذلك للاستفادة منها في أغراض الزراعة وإثراء الغطاء النباتي وتغذية الحوض الجوفي وتوفير مياه الشُرب للإنسان والحيوان.

2. 2 .1 مكونات نظم حصاد المياه:

- **المستجمع المائي:**

هو جزء من الأرض يُسهم من بعض أو كامل حصته من مياه الأمطار لصالح المنطقة المستهدَفة.

- **مرفق التخزين:**

هو المكان الذي تُحتجز فيه المياه الجارية من وقت جمعها وحتّى استخدامها (حفائر ، سدود).

- **المنطقة المستهدَفة:**

هي المنطقة التي تُستخدم فيها المياه التي جرى حصادها.

2. 2. 2 طُرُق وأساليب حصاد ونثر المياه:

تعتمد أساليب وطرُق حصاد ونثر المياه على الآتي:

- الخصائص الكنتوريَّة للمنطقة.
- طبيعة التربة وخصائصها.
- طبيعة الجريان.
- الهدف من برنامج الحصاد.
- الموارد المتاحة.
- التكلُفة الماليَّة.

3-2 أهمَّ المناطق لحصاد المياة:

تتم عمليَّة حصاد المياه وِفق الأُسس التالية:

- **في المناطق الجافَّة التي تتعرَّض لأمطار موسميَّة غزيرة:**
  إنشاء سدود صغيرة وحفائر.
- **في المناطق المرتفعة التي يصعب فيها الوصول لمصادر المياه:**
  إنشاء سدود.
- **وفي المناطق التي يُعتمد فيها على المصادر الثانويَّة للمياه كالآبار:**
  إنشاء سدود وحفائر.

4-2 ممارسات حصاد المياه في السودان: [3]

لقد مارس الإنسان السوداني منذ قديم الزمان أنماط عِدَّة من النظم والأساليب للاستفادة من مياه الأمطار والأودية والخيران وهي ممارسات تقليديَّة تتنوع تبعاً لمصادر المياه الآتية:

1- **الزراعة على الرطوبة المتبقية (Flood Receding Cultivation):**
وهي شائعة ومنها : الاستزراع في مجال الأنهار والأودية (الجروف).

2- **الحفائر التقليديّة:**
وهي حفائر تُنشأ بأبعاد معيّنة في الأراضي الطينيّة وغالباً ما تُستخدم لأغراض مياه الشُّرب وتنتشر على نطاق واسع في مناطق الصخور الأساسية والتي تتميّز بإنعدام المياه الجوفيّة.

3- **أشجار التبلدي:**
وهي أشجار كبيرة الجزوع بها تجويف يُساعد في حفظ المياه ، تُستخدم في أوقات الجفاف ويتفاوت حجم المياه المخزونة تبعاً لحجم الشجرة حيث تتراوح ما بين 3 م^3 إلى 5 م^3.

4- **المنظمات المائية والقنوات التحويليّة:**
وهي وسيلة تُعتبر متقدِّمة في نثر المياه المنسابة عبر الخيران والأودية ولقد تمَّ استخدام هذه التقنية في العديد من المناطق ذات الجريان السطحي الكبير.

الباب الثالث

الإطار العملي

3- 1 موقع دراسة البحث:

- تقع قرية سيتراب في ولاية البحر الأحمر بمعتمديَّة طوكر بين مدينتي طوكر وسواكن ، حوالي 70 كيلومتر جنوب مدينة سواكن على الطريق القومي سواكن – طوكر - قرورة ، (Co-ordinate Q37- 333348 **E**- 2057185 **N**).
- عدد السكان أكثر من 2000 نسمة من نسيج اجتماعي من قبائل البجا بشرق السودان وغيرها (البني عامر ، الأرتيقة ، الأمرأر ... وغيرها).
- تعتبر منطقة سيتراب من المناطق الجافة التي تتعرَّض لأمطار غزيرة موسميّة متفرقة في فترتي الخريف والشتاء.
- ينحدر **خور سيتراب** من سلسلة جبال البحر الأحمر بمنطقة أركويت وتجري مياهه من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي بسرعةٍ عاليةٍ ثُمَّ تقل سرعة جريانه تدريجياً حتَّى يصل إلى مرحلة الشيخوخة عند مصبِّه في البحر الأحمر.
- يغذي هذا الخور الحوض الجوفي لقرية سيتراب والتي تتميَّز بمياهها الجوفية العذبة والتي لا تنضب آبارها إلى موسم الأمطار التالي سنويَّاً.

شكل رقم (3-1) يوضح خور ومنطقة سيتراب

3. 2 البيانات والدراسات المطلوبة لحصاد المياه، وتشمل:

3. 2. 1 البيانات والدراسات الطبوغرافيَّة:

- الحصول على صورة أقمار إصطناعيَّة تغطي منطقة الدراسة لإنتاج خريطة التصريف المائي .
- ظلّت تُقدم المرئيات الفضائية معلومات غزيرة عن الأرض ، كما توضِّح أحواض الأنهار في حالتها الطبيعيَّة وفي الفيضانات ، وهذه المعلومات تحديداً يُستفاد منها في عمليّة حصاد المياه.
- تُعتبر تقنية الإستشعار عن بُعد من التقنيات الهامَّة التي يُستفاد منها في العديد من المجالات التطبيقيّة.
- الخرائط الطبوغرافيّة للمنطقة المستهدفة:

Software(Arc MAP)

3. 2. 2 البيانات المترولوجيّة والهيدرولوجيَّة:

- الأمطار (المعدّلات – التوزيع – الكميات).
- معدَّل الجريان أو التصريفات المُقاسة.
- العوامل المناخيَّة (الحرارة – الرياح – التبخُر).
- مُعامل الجريان.

3. 2. 3 البيانات والدِّراسات الجيولوجيَّة (في حالة إنشاء السدود الخرصانيَّة)DAMS:

- الدّراسات الجيولوجيّة.
- الدّرلسات الجيوفيزيائيّة لموقع السَّد.
- دراسات التربة.
- تحديد مواقع مواد بناء السّد.

3. 2. 4 دراسات الجدوى الإقتصاديَّة والإجتماعيَّة:

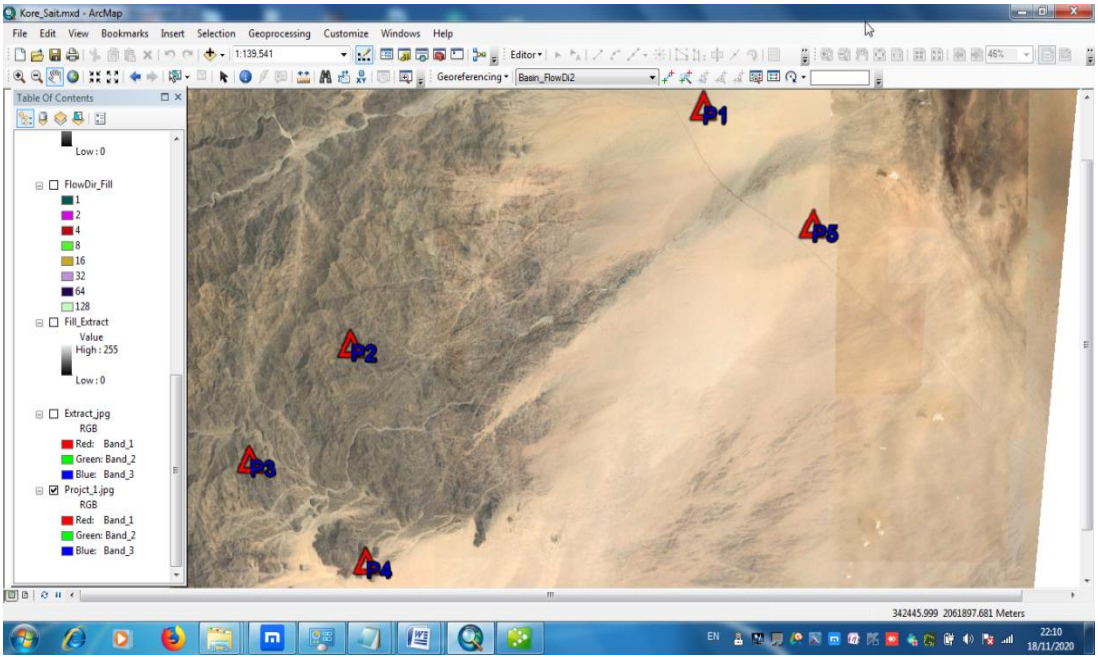
- خرائط المسح الإحصائي.

3. 2. 5 الدِّراسات البيئيَّة.

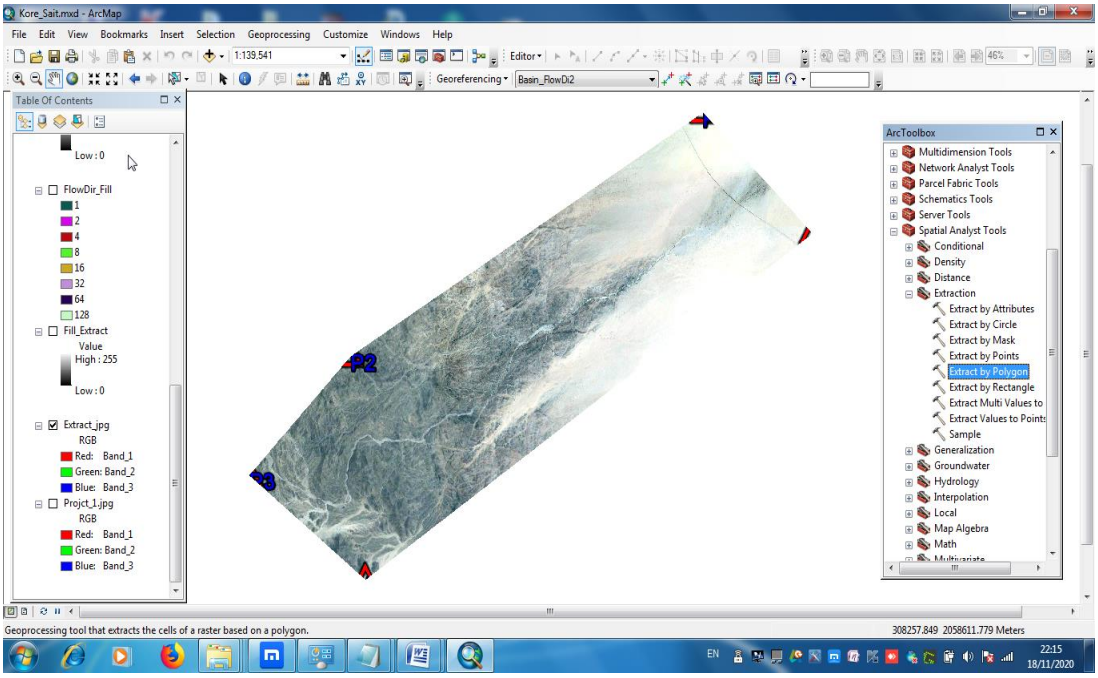
3- 3 الأعمال الهندسيَّة المقترحة لحل المشكلة:

الخطوة الأولى :

تحديد وقطع منطقة الدراسة باستخدام برنامج الـ Google earth:



الشكل (3-2) يوضح تحديد منطقة الدراسة



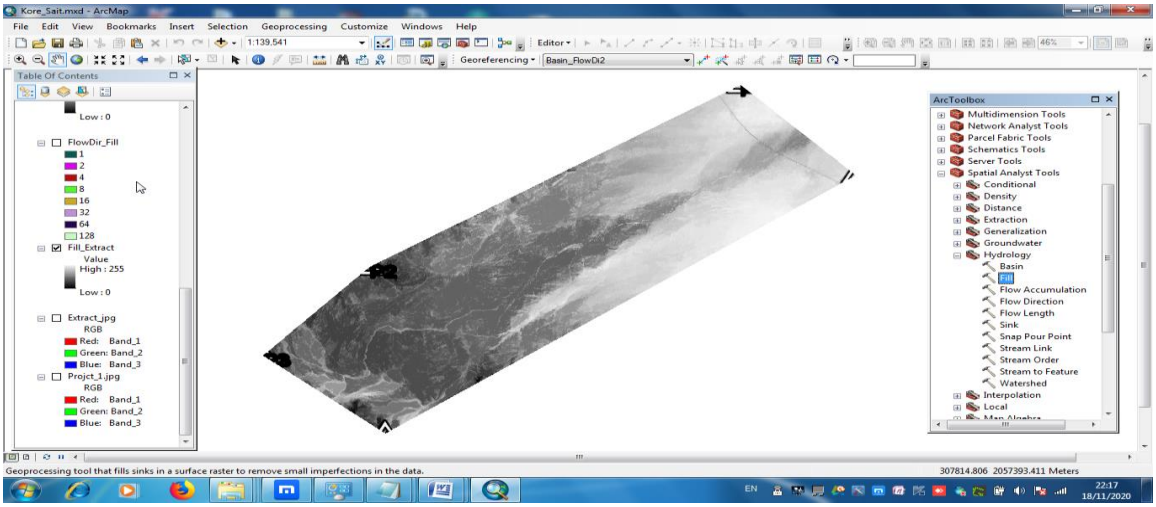
الشكل (3-3) يوضح قطع منطقة الدراسةExtraction

التحليل الهيدرولوجي[4]

الخطوة الثانية:

تدرج هذه الصورة في برنامج الـ Arc map ويتم ضبطها ثم تعالج من البيانات الشاذة غير الحقيقية باستخدام الأمر Fill من أدوات التحليل الهيدرولوجي.

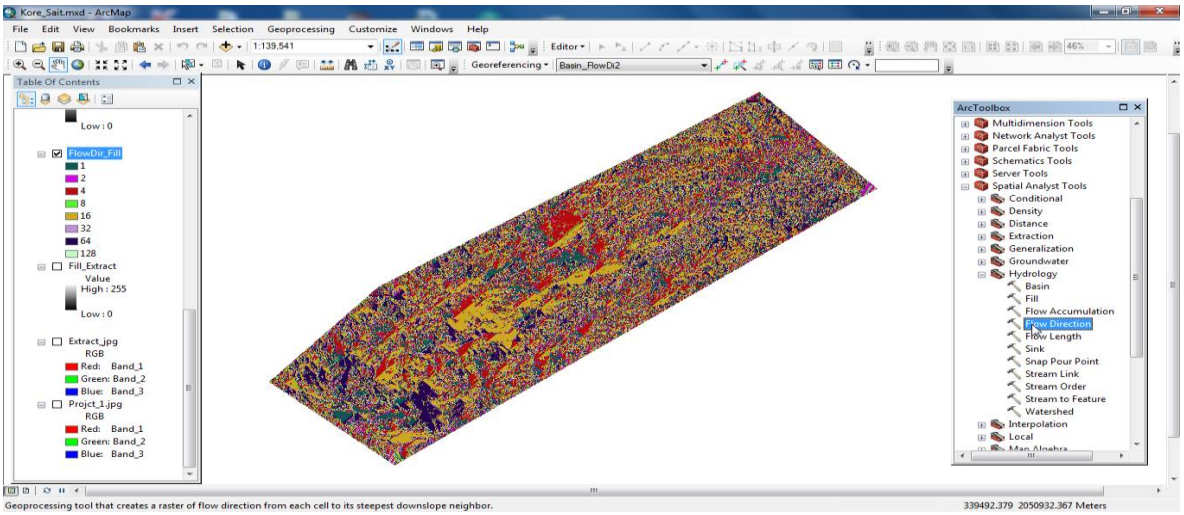
يكون الإدخال(input)هو الصورة المعالجة أعلاه والإخراج يكون الـ (Fill) كما في الشكل أدناه:



الشكل (3-4) يوضح معالجة الصورة من التشوهات Fill

الخطوة الثالثة :

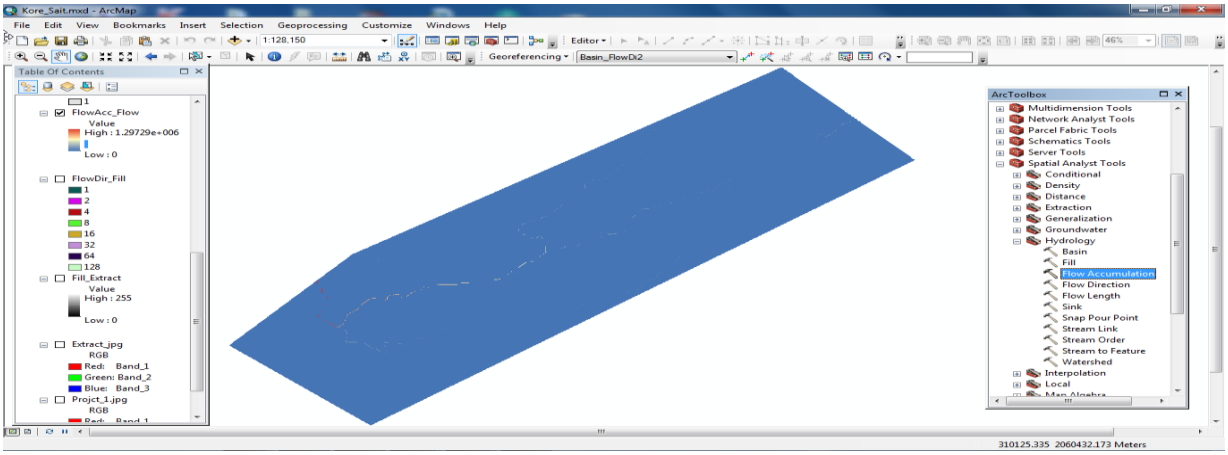
يتم تحديد اتجاه الجريان بالنسبة للمجري المائي باستخدام الأمر Flow Direction الموجود في أدوات التحليل الهيدرولوجي ، يكون الإدخال(input)هو الصورة المعالجة (Fill) والإخراج يكون الـ Flow Direction) كما في الشكل أدناه :



الشكل(3-5) يوضح المجري المائي للخور Flow Direction

الخطوة الرابعة:

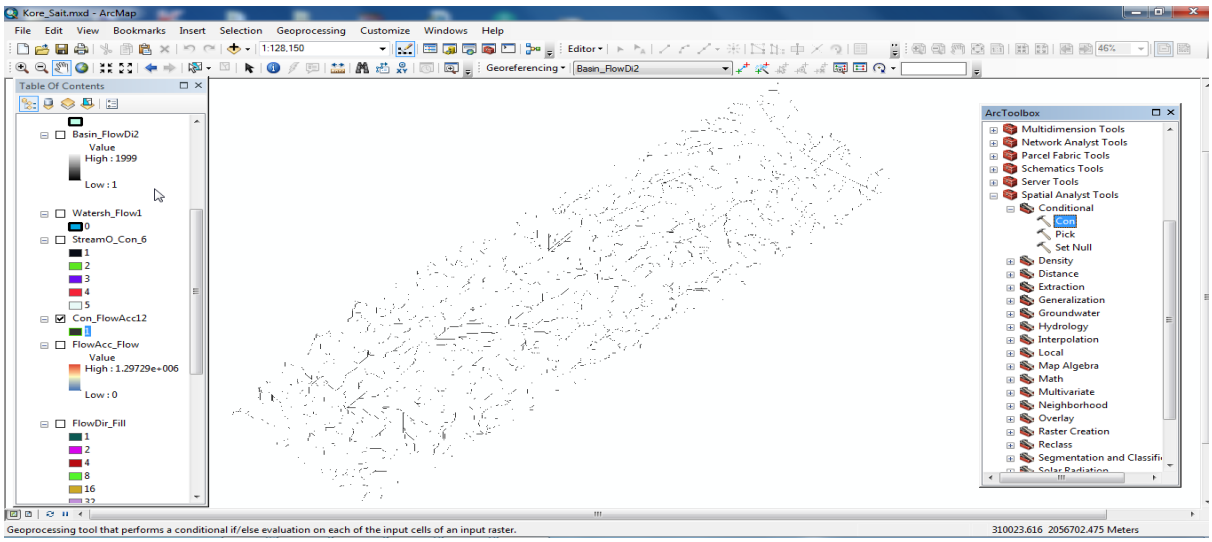
يتم تجميع الجريان Flow Accumulation عند كل خلية بالنسبة للمجري بحساب عدد الخلايا التي ستصب المياه ، أي أن كل خلية في الملف الشبكي الجديد ستحتوي عدد الخلايا التي ستتدفق منها المياه إلى هذه الخلية ، وبالتالي يمكن تحديد شكل المجاري الرئيسية لمنطقة الدراسة ، يكون الإدخال(input)هو الصورة المعالجة (Flow Direction) والإخراج يكون الـ Flow Accumulation كما في الشكل أدناه :



الشكل(3-6) تجميع مجاري الخور Flow Acc

الخطوة الخامسة :

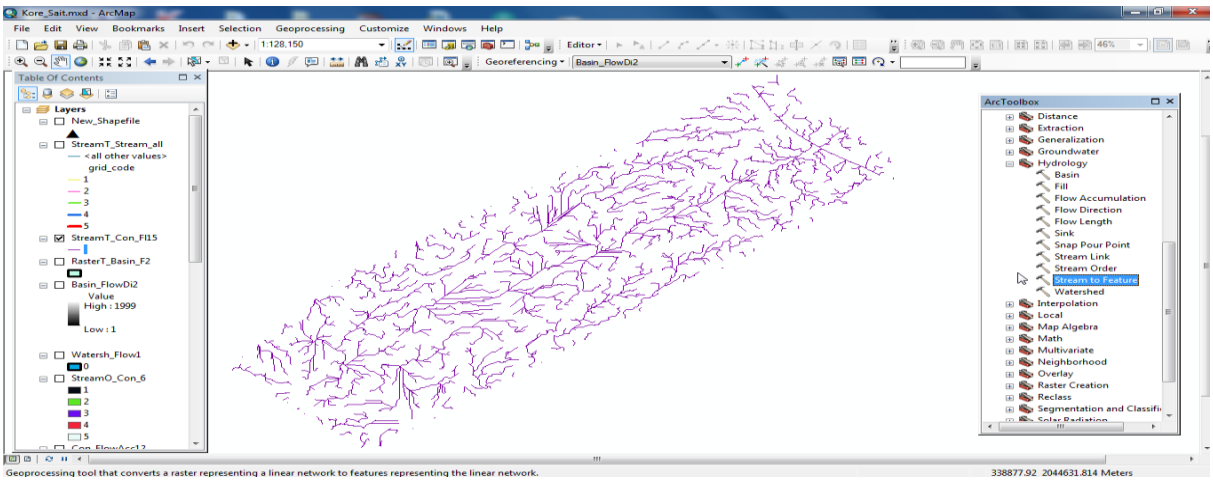
نحصل في هذه الخطوة على درجة أعلى من التحسس Resolution عند إستخراج مسارات الأودية من الخطوة السابقة باستخدام الأداة Con من مجموعة أدوات Conditional التي في مجموعة أدوات التحليل المكاني Spatial Analyst Tools ، يكون الإدخال(input)هو الصورة المعالجة (Flow Accumulation) والإخراج يكون ال (Con_Flow Acc) كما في الشكل أدناه :



الشكل(3-7) يوضح زيادة التحسن لمسارات الاودية Con

الخطوة السادسة :

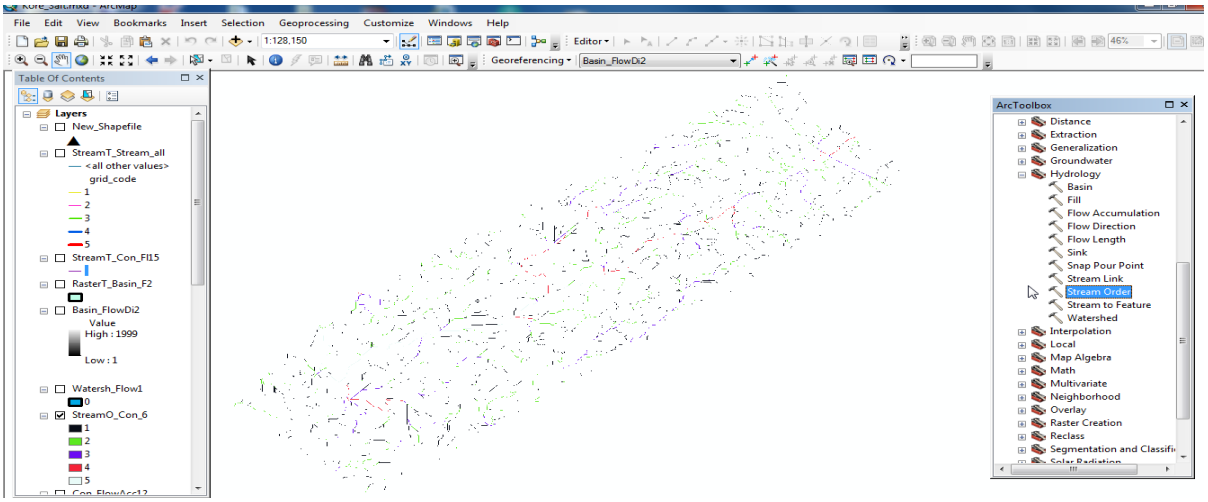
وفيها يتم تحويل ملف الأودية من الصورة الشبكية Raster إلى الصورة الخطية Vector ليصبح طبقة خطوط وذلك باستخدام الأداة Stream to Feature من أدوات الهيدرولوجي ، يكون الإدخال (input) هو الصورة المعالجة (Con_Flow Acc) والإخراج يكون الـ (StreamT_ Con_F Acc)كما في الشكل أدناه :



الشكل(3-8) شكل يوضح تحويل ملف الاودية من Raster إلي Vector

الخطوة السابعة:

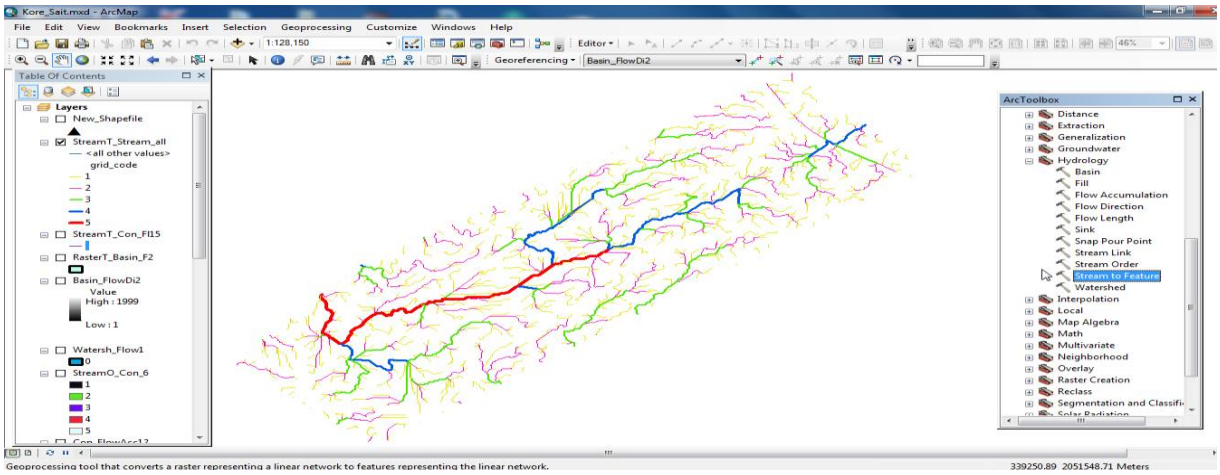
تُحدد رُتب المجاري المائية في منطقة الدراسة باستخدام الأداة Stream Order ، وذلك بإدخال ناتج الخطوة السابقة (StreamT_ Con_F Acc) ، ويكون المخرج (Stream Or_Con) ونبقي طريقة استخراج الراتب كما هي عند الطريقة الشهيرة Strahler ، تُحدد خصائص الصورة الشبكية الناتجة أن رُتب المجاري المائية في منطقة الدراسة تصل إلى 5 ، كما في الشكل أدناه:



الشكل(3-9) يوضح رتب المجاري المائية Stream Order

الخطوة الثامنة:

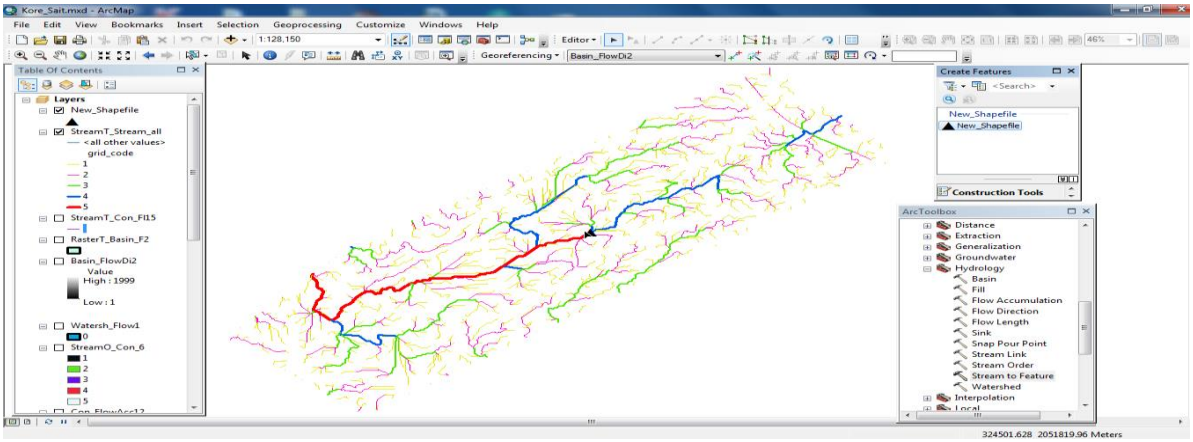
نحدد طبقة رُتب المجاري الأصلية ، الـ Input Stream Raster لتكون هي طبقة Stream Or_Con الناتجة من الخطوة السابقة ، ونحدد طبقة إتجاه الجريان Iput Flow Direction لتكون هي طبقة Flow Dir_Fill الناتجة من الخطوة الثالثة ، ثم نحدد اسم طبقة الخطوط الجديدة الناتجة Output Polyline Feature ولتكن (StreamT_Stream _all) ، ويمكن توضيح الطبقة الناتجة عن طريق الترميز Sympology من نافذة grid_code. كما في الشكل أدناه:



الشكل (3-10) يوضح تحديد رتب المجاري الأصلية Stream to Feature all

الخطوة التاسعة :

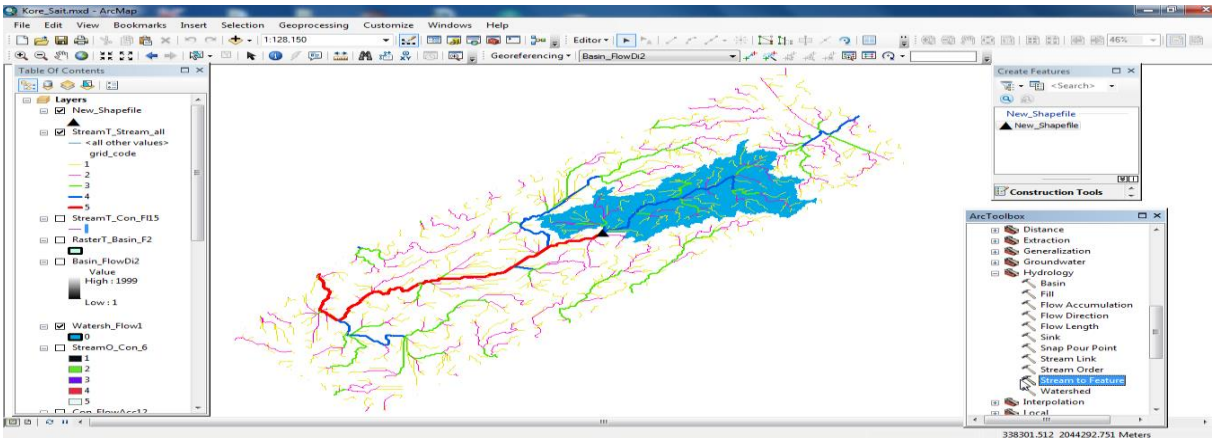
وفيها سنقوم بإنشاء طبقة نقاط Point Shape file لنقطة تبين الحوض المائي الذي يؤثر على الجريان عند هذا الموقع باستخدام برنامج Arc Catalogue وليكن اسمها New Shapefile ثم نقوم بالتعديل في هذه الطبقة لإضافة نقطة محددة ولتكن نقطة في نهاية الرتبة 5 (نهاية الخط الأحمر). كما في الشكل أدناه:



الشكل(3-11) يوضح موقع النقطة المطلوب دراستها Point

الخطوة العاشرة :

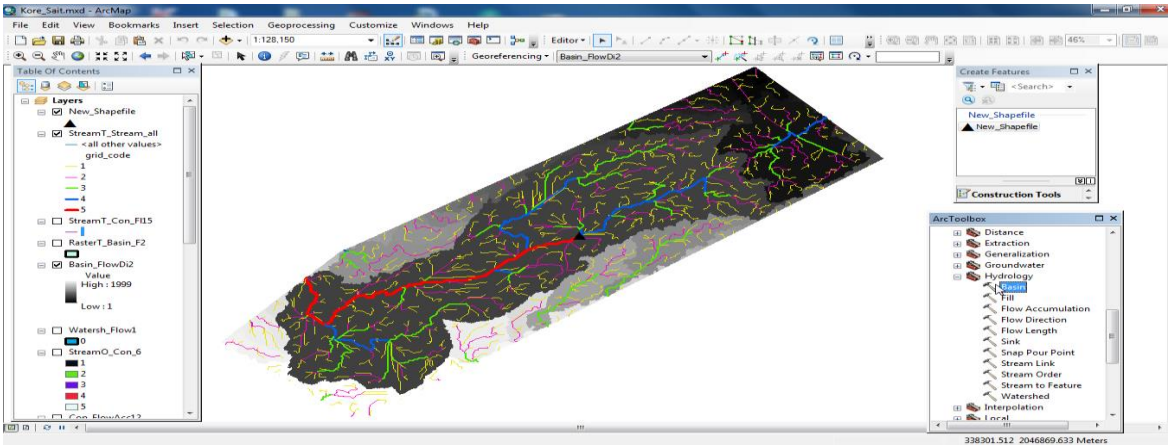
سنقوم باستخدام أداة الأحواض Watershed لاستنباط مكان تجمع المياه ، نحدد اسم طبقة اتجاه الجريان Input Flow Dir_raster لتكون هي طبقة الـ Flow Dir_Fill ثم نحدد اسم طبقة النقطة المطلوب دراستها Input Raster or Feature وهي New_Shapefile. ثم نحدد اسم لملف شبكة الحوض الجديد ولتكن Watershed_Flow1 ويكون الناتج ملف شبكي يحدد حدود حوض تجمع المياه ، كما في الشكل أدناه:



الشكل(3-12) يوضح مكان الحوض المائي Watershed

الخطوة الحادية عشر:

لدراسة الحوض Basin بصورة تفصيلية نقوم بتحويل الملف من النوع الشبكي Raster إلى النوع الخطي Vector كطبقة مضلعات من خلال استخدام أداة التحويل Raster to Polygon من مجموعة أدوات التحويل Conversion Tools ، نحدد اسم الشبكة الأصلية Input Raster لتكون هي Watershed_Flow1 ونحدد اسم الطبقة الجديدة Output Polygon Feature ولتكن Basin_Flow Di2 لنحصل على مضلع يحدد الحوض المائي المطلوب ، الشكل أدناه:



الشكل(3-13) يوضح الحوض المائي الرئيسي Basin

4-3 المواصفات العامَّة لإنشاء حفير:[5]

1- أن يكون موقع الحفير في أدنى مناسيب خطوط الكنتور.
2- أن تكون الحفير عند بداية الـ Watershed يمين أو شمال الخور.
3- أن لا يكون مكان الحفير بعيداً عن الخور المغذي لها (75 متر).
4- أن يكون للحفير أجنحة تساعد على إدخال المياه بسهولة.

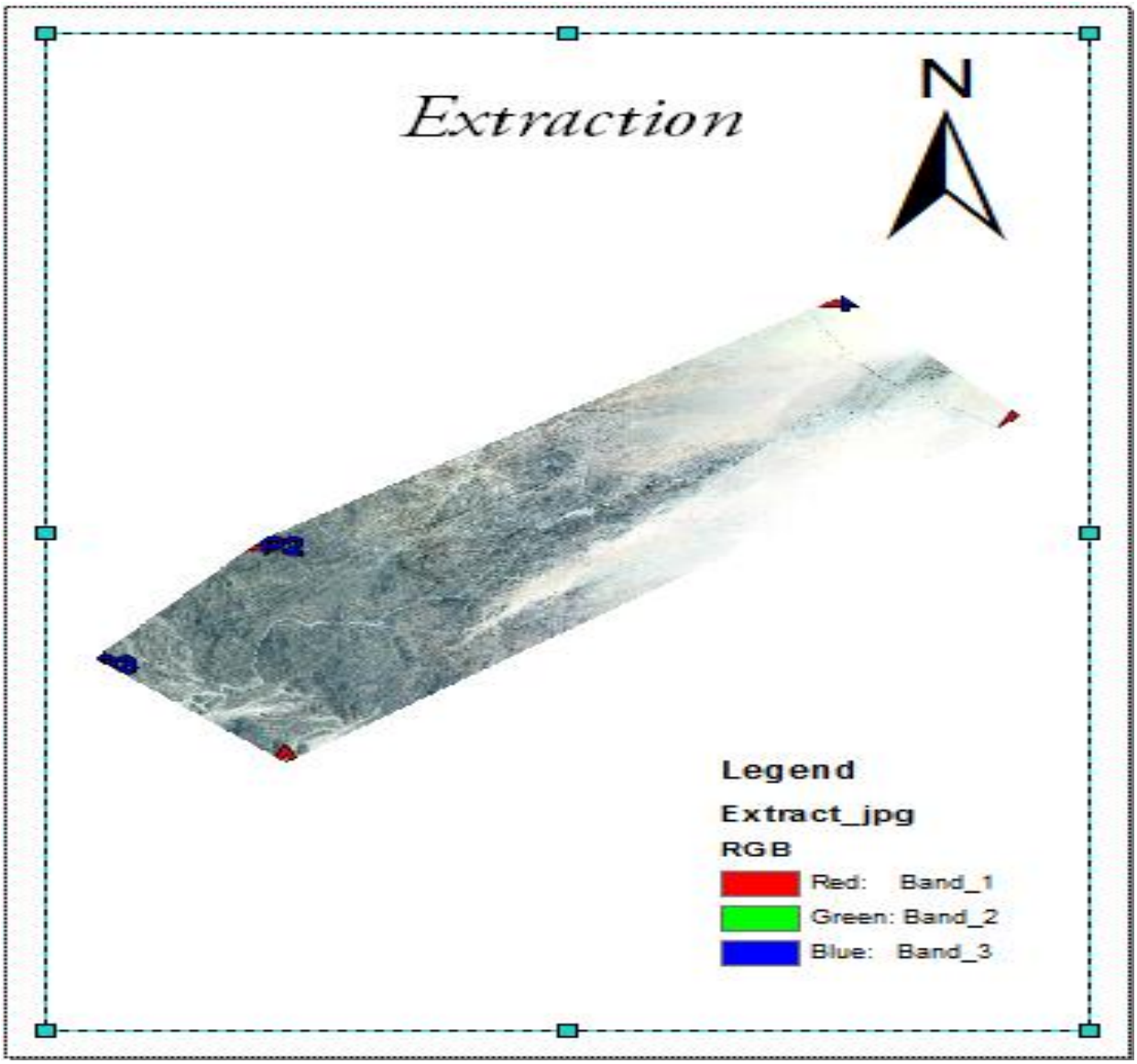
الباب الرابع

النتائج والتحليل

1- النتائج والتحليل:

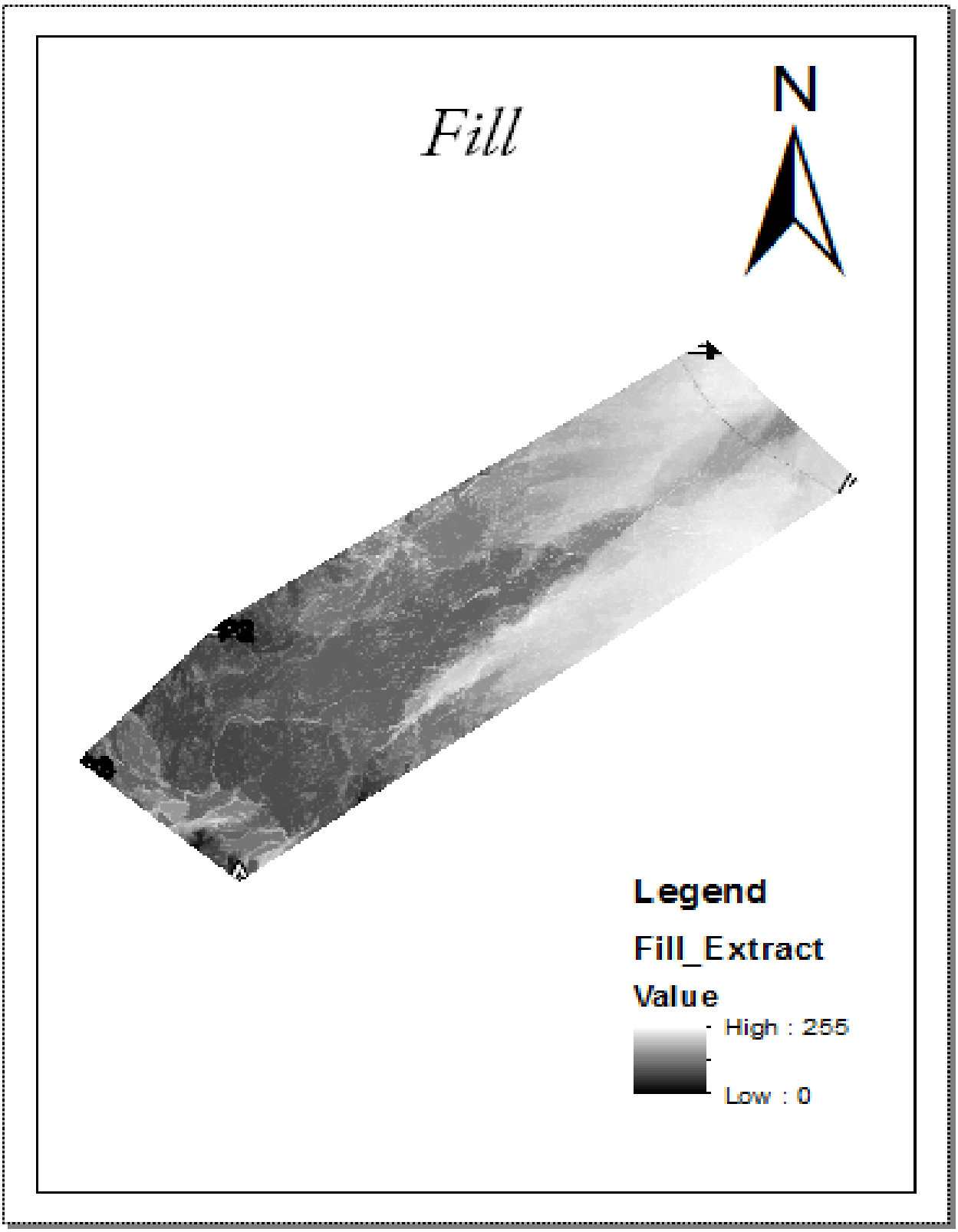
بعد إجراء المعالجة والتحليل لصورة الأقمار الإصطناعيَّة لموقع الدراسة تم الحصول علي نتائج توضح البيانات الكافية لتحديد المواقع المناسبة لإنشاء الحفائر المقترحة لاستيعاب مياه خور سيتراب ، **الأشكال أدناه توضح المخططات لكل خطوة من خطوات الهيدرولوجي:**

قطع منطقة الدراسة (Extraction):



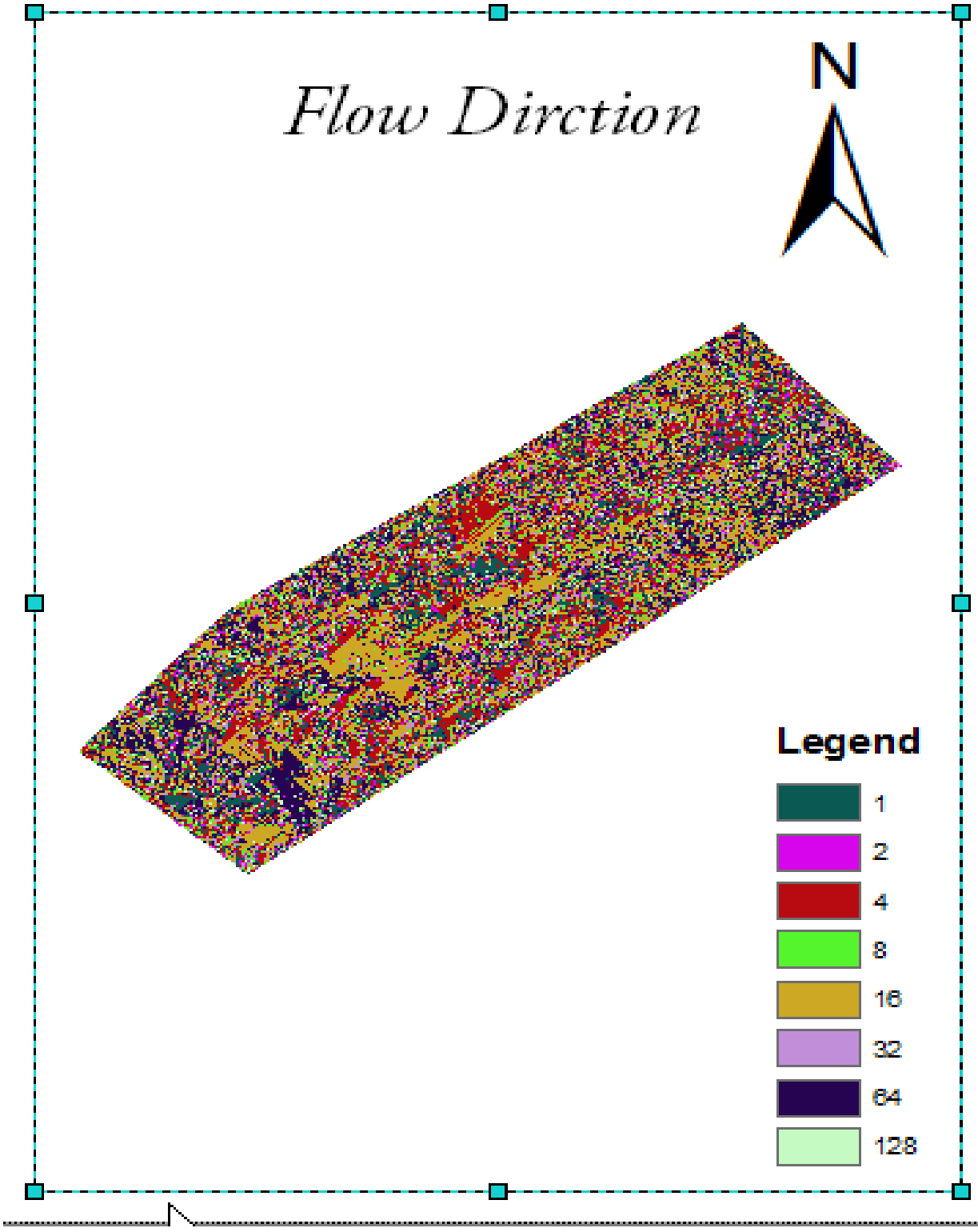
الشكل (4-1)

معالجة الصورة من التشوهات (Fill):



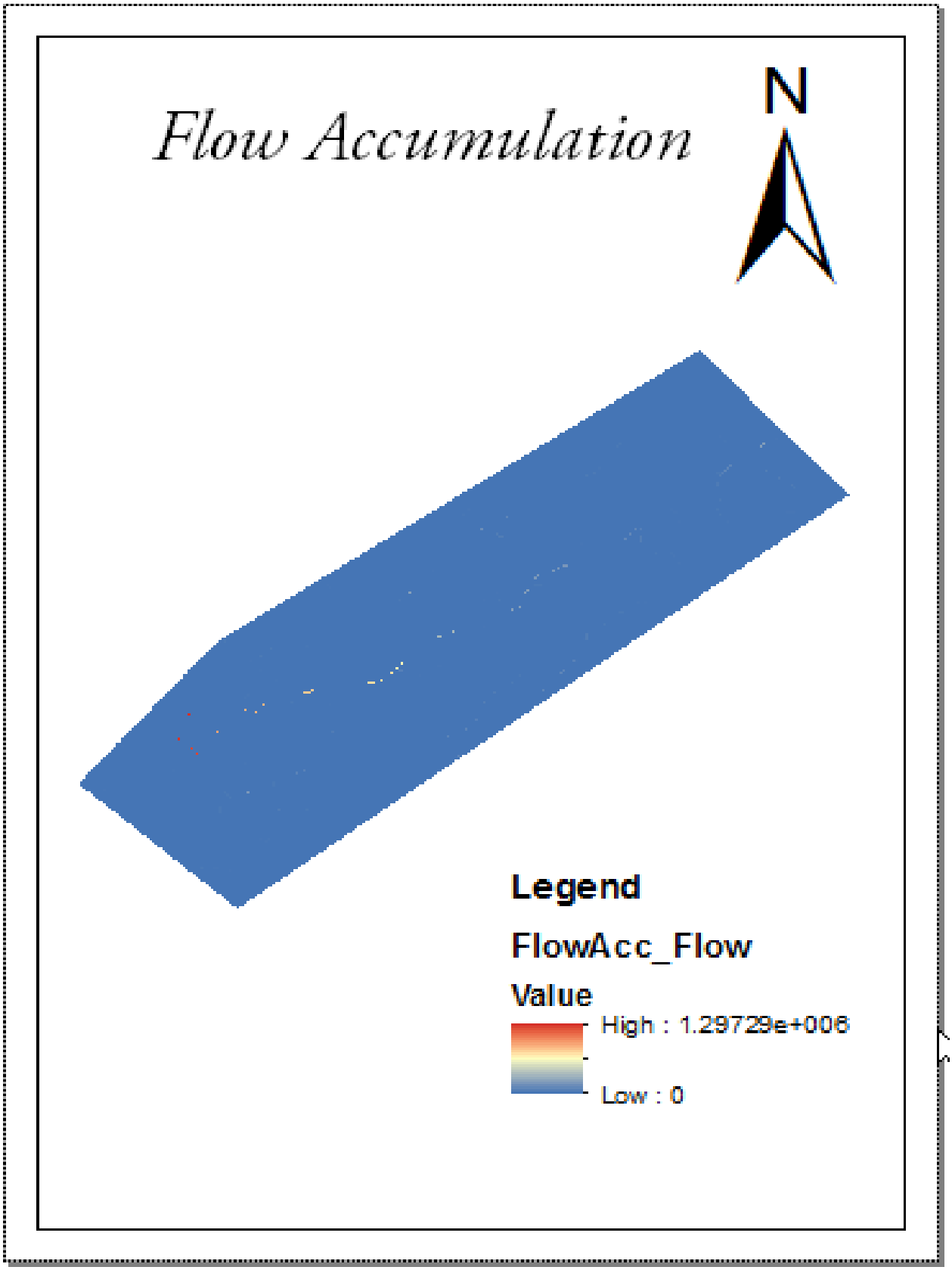
الشكل (4-2)

المجري المائي للخور (Flow Direction):



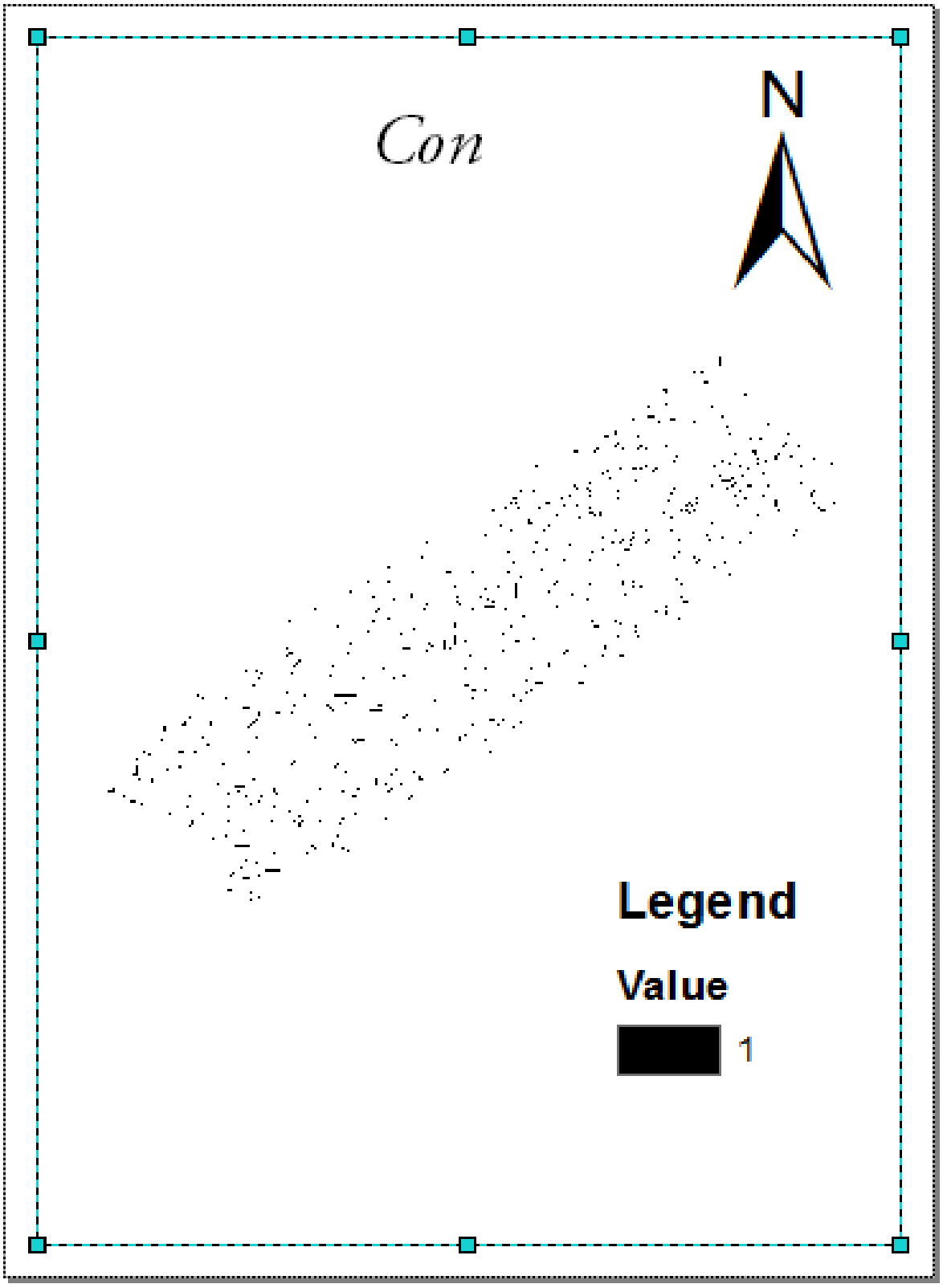
الشكل (4-3)

تجميع مجاري الخور (Flow Accumulation):



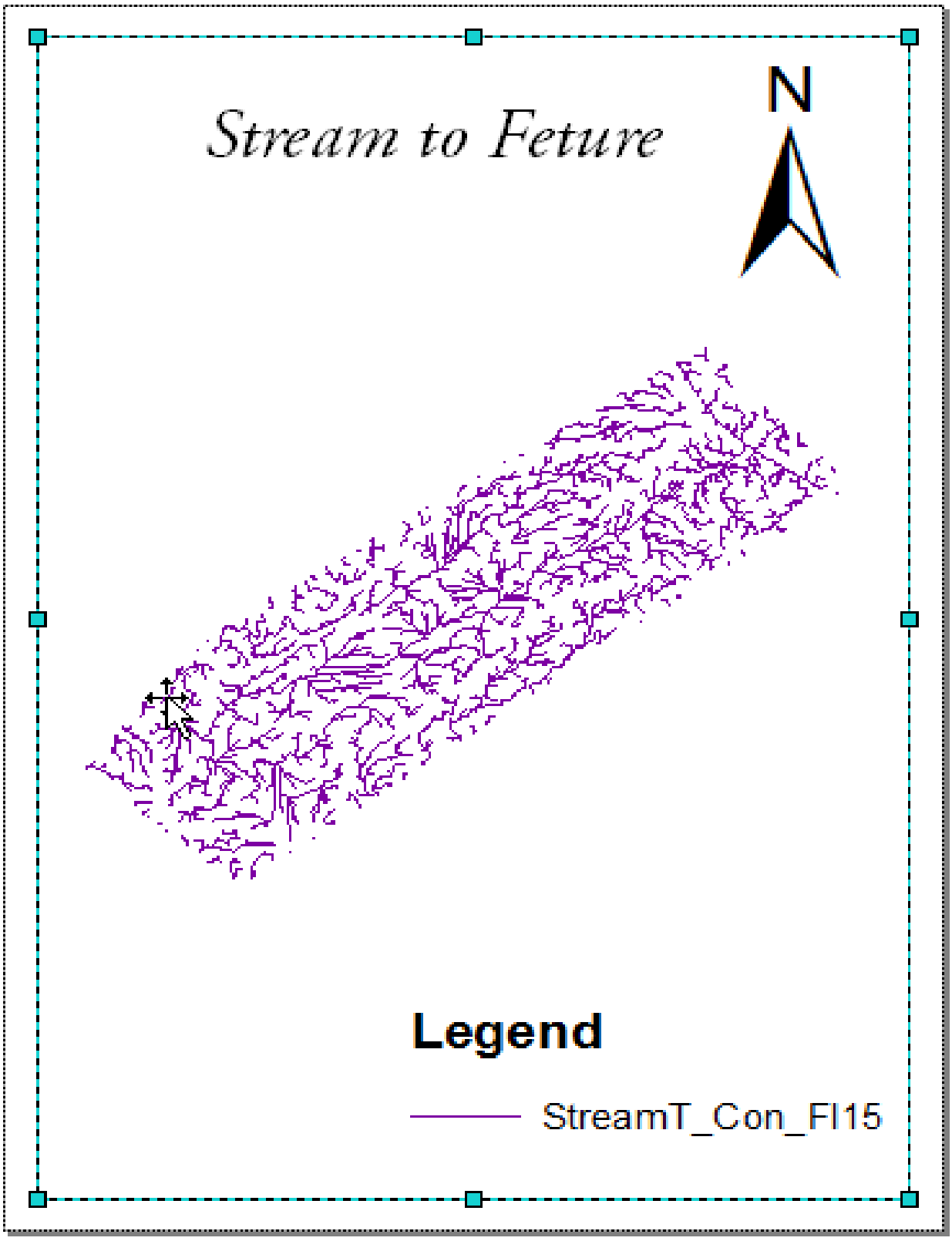
الشكل (4-4)

زيادة التحسن لمسارات الاودية (Con):



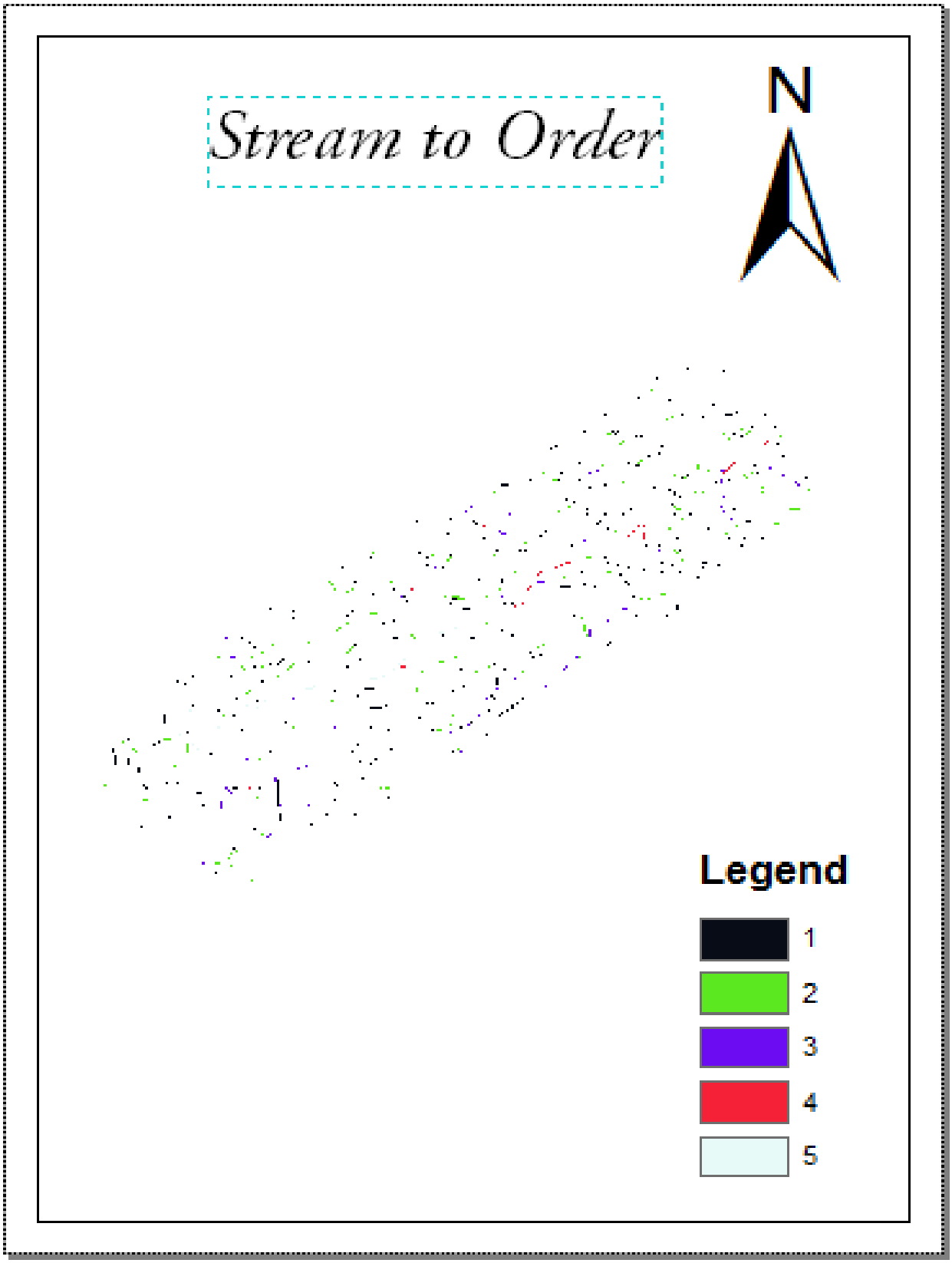
الشكل (4-5)

تحويل ملف الاودية من Raster إلي Vector:



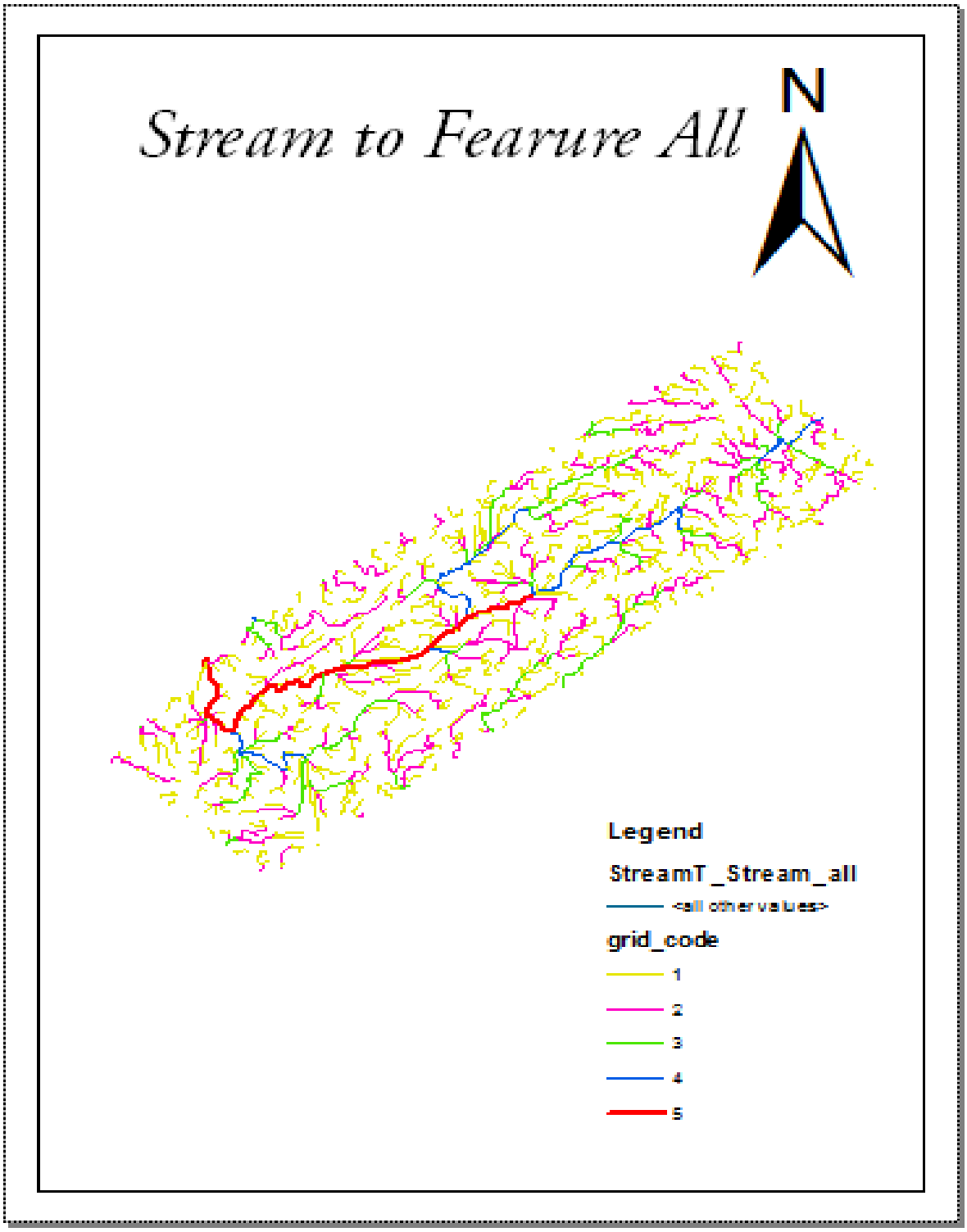
الشكل (4-6)

رتب المجاري المائية (Stream Order):



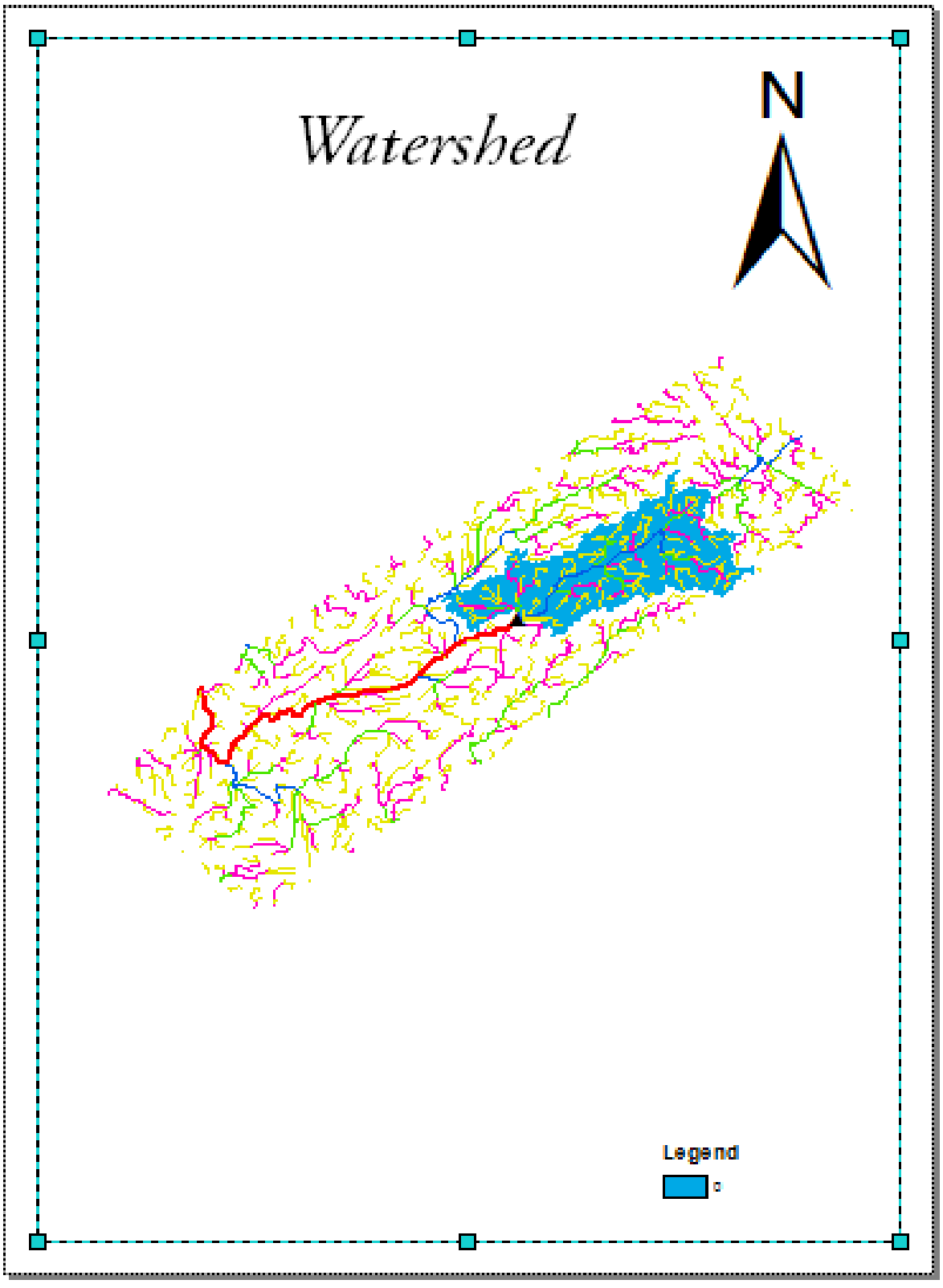
الشكل (4-7)

تحديد رتب المجاري الأصلية Stream to Feature all:



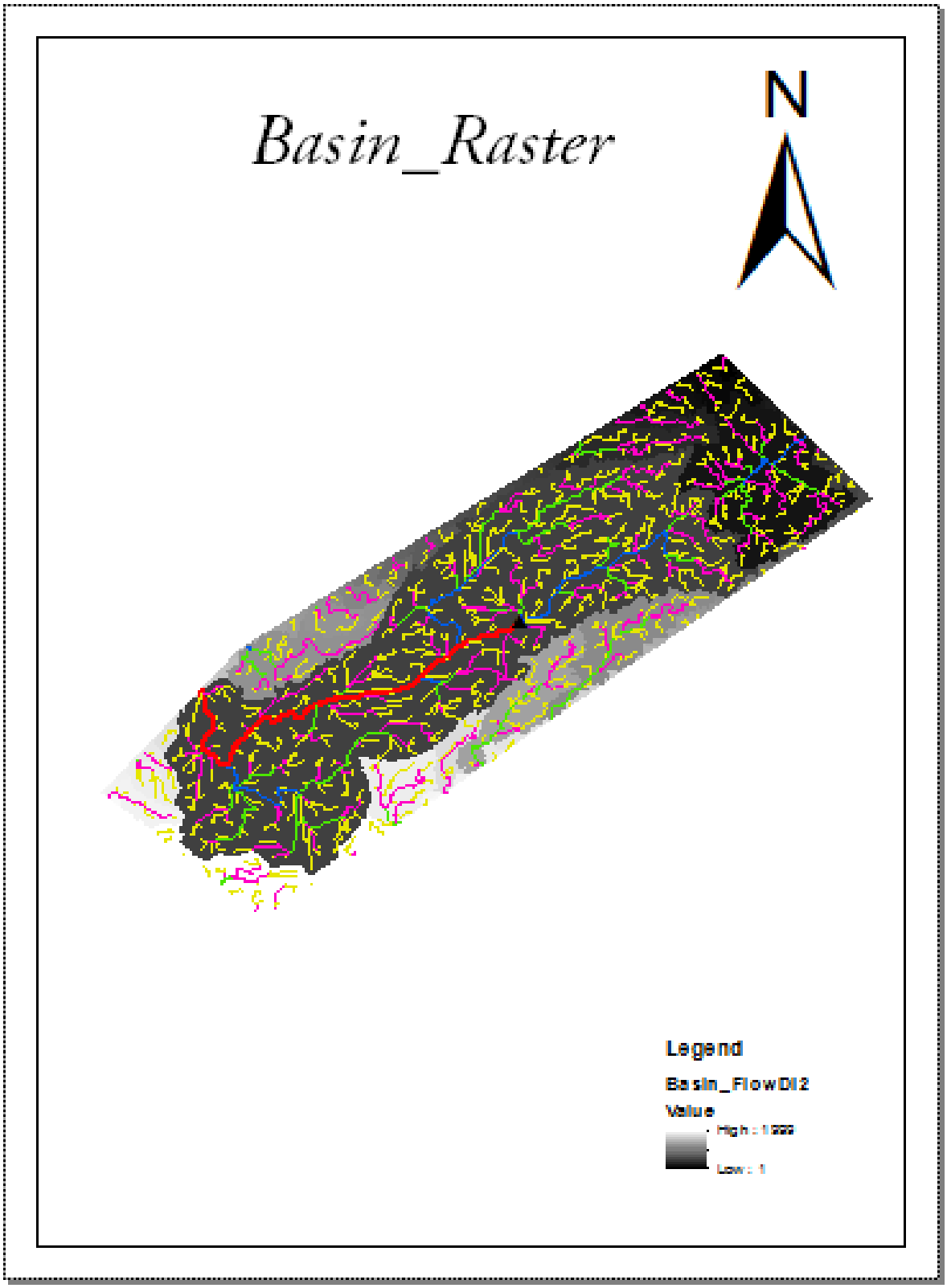
الشكل (4-8)

تحديد مكان الحوض المائي Watershed:



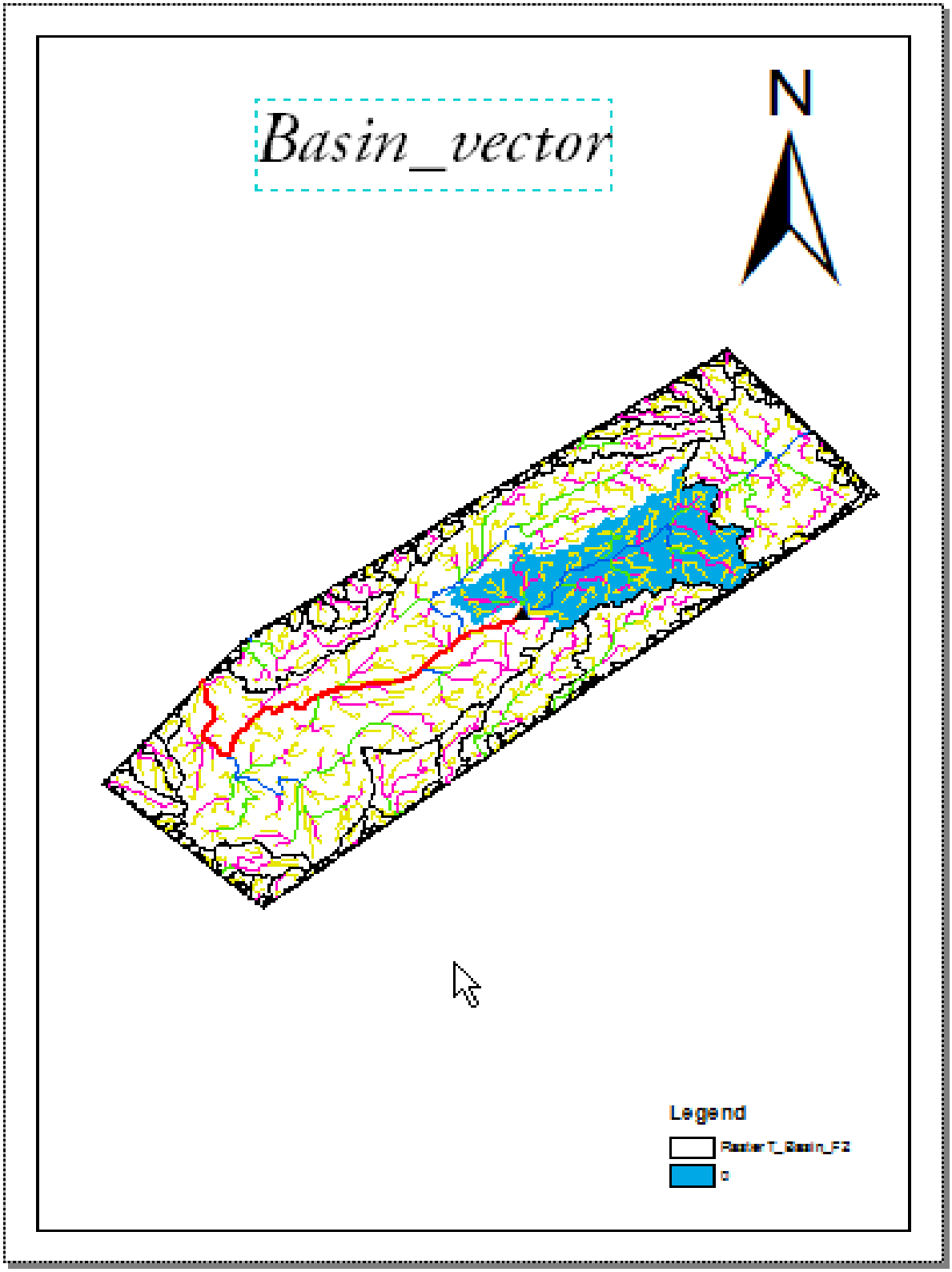
الشكل (4-9)

الحوض المائي الرئيسي في شكل شبكي Basin_Raster:



الشكل (4-10)

الحوض المائي الرئيسي في شكل خطي Basin_Vector:



الشكل (4-11)

الباب الخامس

الخلاصة والتوصيات

5_الخلاصة :

بعد هذه الدراسة خلصنا للآتي :

يمكن إنشاء عدد 2 (إثنين) حفير.
السعة التخزينيَّة للحفير الأوّل (150*100*3)=45000 متراً مكعباً.
السعة التخزينيَّة للحفير الثاني (150*100*4)=60000 متراً مكعباً.

التوصيات:

بعد التحليل والدراسة نوصي بالآتي :

هنالك كميات كبيرة من مياه الأمطار في السودان تذهب دون فائدة يجب أن تستغل.

هنالك مناطق كثيرة في السودان تحتاج إلي جهود كبيرة لتقليل المعاناة التي تحدث نتيجة للعطش ومثال لذلك منطقة سيتراب موضع الدراسة.

الحفائر التي يقترح تنفيذها هي وسائل فعَّالة للتقليل من مشكلة العطش ، لذلك نوصي ونقترح إنشاء حفائر لحل هذه المشكلة بناءاً على نتائج المشروع.

كما أنّه يمكن تعميم هذه الفكرة علي كثير من الخيران الموجودة في السودان عامّة والمجاورة لمنطقة الدراسة خاصَّة.

المراجع:

(1) أ.د. السيِّد حامد الصعيدي: **الزراعة المستدامة للأراضي الجافة والمرويَّة** (2010م).

(2) **مجلة هيدروليكا** – مجلَّة دورية نصف سنوية متخصصة في مجال الهيدرولوجي – www.hrc-Sudan.sd ، السودان – ود مدني –شارع النيل ، أغسطس (2020م).

(3) **إدارة وحدة تنفيذ السدود DIU** – وزارة الري والموارد المائية **MOIWR** (2015م).

(4) د.جمعة محمَّد داود: **أسس التحليل المكاني في إطار نظم المعلومات الجغرافية** (2012م).

(5) المرجع المشار إليه في (3).