الباب الأول

المقدمة

يسعى الإنسان بكل الطرق للاستفادة من إمكانيات الارض وثرواتها الطبيعة فبدأ صياداً يقتات على الكائنات التي تتغذى على عشب الأرض وتارة يأكل من الثمار، وأساس كل هذا هو المياه، لذلك يجب علينا الحفاظ عليها والحد من كمية الهدر فيها، كما يجب علينا استخدامها والاستفادة منها في جميع النواحي المختلفة.

ارتبط الإنسان بالعلوم والتكنولوجيا ارتباطا وثيقاً مع تطور الزمن، فأصبح يعتمد عليها في جميع نواحي الحياة ومتطلباتها، وبدأ الإنسان في استخدام نظم المعلومات الجغرافية كأحد العلوم والتطبيقات التي توفر طرقاً لتنظيم وتصنيف واختزال المعلومات وتخزينها في قواعد بيانات.

تعتبر نظم المعلومات الجغرافية أحد أهم العلوم الحديثة التي تطورت مع مرور الزمن حتى أصبحت عاملاً مهماً في المساعدة على اتخاذ القرار في المشاريع الهندسية ، بحيث إنها تعمل على جمع وإدخال ومعالجة وتحليل وعرض وإخراج المعلومات المكانية والوصفية لأهداف محددة ، كما أنها تُساعد في اختيار المواقع المناسبة لإنشاء السدود والسد هو إنشاء هندسي يُقام فوق واد أو منخفض بهدف حجز المياه، وهي من أقدم المنشآت المائية التي عرفها الإنسان، وعادة ما يتم تصنيفها حسب أشكالها والمواد التي استخدمت في بنائها والأهداف التي شيدت من أجلها، يتم اختيار مواقع السدود في نظم المعلومات الجغرافية باستخدام العمليات الهيدرولوجية، وذلك لأنها تمكن من الحصول على مُخرج أكثر دقة مقارنة بالطرق التقليدية ،كما أنها تُعطي نتائج بصورة سريعة وسهلة.

والغرض من هذا البحث هو تطبيق التحليل الهيدرولوجي في نظم المعلومات الجغرافية في اختيار مواقع السدود والأحواض المائية بُغية الاستفادة من مياه الأمطار ومشاريع حصاد المياه.

وقد احتوى هذا البحث على ستة فصول على هذا النحو الفصل الأول مقدمة البحث والثاني تناولنا فيه الحديث عن نظم المعلومات الجغرافية وشرح العمليات الهيدرولوجية، يليه الفصل الثالث وتم الحديث فيه عن السدود وأنواعها وأهميتها، أما الرابع فيضم توضيح منطقة الدراسة والإطار

العملي للبحث مع تحليل النتائج، تلاه الفصل الخامس الذي حوى الخلاصة والتوصيات، وأخيرا الفصل السادس فصل المصادر والمراجع.

الباب الثاني

نظم المعلومات الجغرافية Geographic information system (GIS) والتحليل الهيدرولوجي Hydrological Analysis

1-2 التعريف:

هو نظام قائم على الحاسوب يعمل على جمع وصيانة وتخزين وتحليل وإخراج وتوزيع البيانات والمعلومات المكانية.

وهذه أنظمة تعمل على جمع وادخال ومعالجة وتحليل وعرض وإخراج المعلومات المكانية والوصفية لأهداف محددة، وتساعد على التخطيط واتخاذ القرار فيما يتعلق بالزراعة وتخطيط المدن والتوسع في السكن، بالإضافة إلى قراءة البنية التحتية لأي مدينة عن طريق إنشاء ما يسمى بالطبقات LAYERS، يُمكننا هذا النظام من إدخال المعلومات الجغرافية (خرائط، صور جوية، مرئيات فضائية) والوصفية (أسماء، جداول)، معالجتها (تنقيحها من الخطأ)، تخزينها، استرجاعها، استفسارها، تحليلها تحليل مكاني وإحصائي، وعرضها على شاشة الحاسوب أو على ورق في شكل خرائط، تقارير، ورسومات بيانية أو من خلال الموقع الإلكتروني.
تساعد نظم المعلومات الجغرافية في الإجابة عن كثير من التساؤلات التي تخص التحديد (ما هو النمط الزراعي، ما أنواع المحاصيل المناسب زراعتها في الوحدة الزراعية) ،القياسات (ما مساحة واحداثيات الوحدة 25، ما هو قطر انبوب الري الذي يروي)، والموقع (أين تقع الوحدة الزراعية الفلانية)،والشرط (ماهي أنابيب الري التي قطرها 300مم في منطقة ما)، والتغير (درجة ملوحة التربة من عام 1965 إلى العام 2006)، والتوزيع النمطي (ماهي العلاقة بين توزيع السكان ومناطق تواجد المياه) والسيناريوهات المتعلقة بالهيدرولوجيا (ماذا يحصل إذا زاد تغير تدفق مياه الري في الأنبوب).

وتعرف نظم المعلومات الجغرافية بأنها مجموعة من المبادئ والتقنيات المستخدمة لإنجاز أحد الهدفين التاليين أو كليهما:

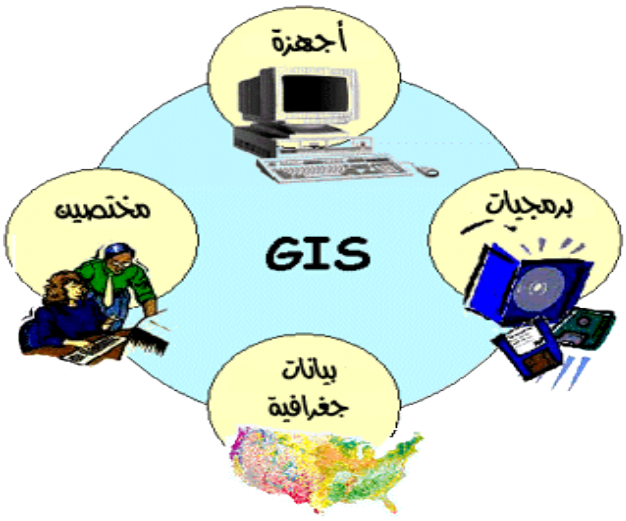
1- العثور على المواقع المناسبة لإنجاز هدف ما، اعتماداً على شروط ومعايير محددة، مثل العثور على أفضل موقع لإنشاء مطار، أو أفضل موقع لافتتاح مركز تجاري. ويمكن القيام بذلك باستخدام عدد من العمليات المنطقية.

2- الاستعلام عن خصائص معالم الخريطة، مثل معرفة الكثافة السكانية لمنطقة إدارية، أو سرعة المركبة المسموح بها على طريق، أو اسم صاحب العقار. وتنجز هذه العمليات في الأغلب بالنقر على المعلم الجغرافي (المنطقة الإدارية أو الطريق أو العقار) فيقوم نظام المعلومات الجغرافية باستخراج سماته من قاعدة البيانات المرافقة ويعرضها.

- نظم المعلومات الجغرافية تجمع تقنيات سابقة، ورثت عنها بعض وظائفها وخصائصها وهي:

- علم الجغرافيا
- فن رسم الخرائط
- علم المساحة
- الرياضيات والإحصاء
- الاستشعار عن بعد
- علوم الحاسوب

العناصر الأساسية التي يتكون منها نظام المعلومات الجغرافية:



الشكل رقم (2-1) مكونات نظام المعلومات الجغرافية

2-2 تاريخ نُظم المعلومات الجغرافية (GIS):

في عام 1854 قام جون سنو بتصوير انتشار وباء الكوليرا في لندن باستعمال نقاط لتمثيل مواقع بعض الحالات الانفرادية، قادت دراسته هذه إلى معرفة توزيع وانتشار الكوليرا ومن ثم إلى مصدر الوباء.

وفي عام 1958 ظهرت نسخة مثيلة لخريطة جون سنو أظهرت التكتلات لحالات وباء كوليرا 1854 في لندن.

ثم شهدت أوائل القرن العشرين تطورات ملحوظة في تصوير الخرائط بفصلها إلى طبقات Layers كما أدت الأبحاث النووية إلى تسريع تطوير عتاد الحاسب مما ساعد على إنشاء تطبيقات خرائط عامة باستخدام الحاسب عام 1960.

في عام 1962 تم تطوير أول نظام GIS فِعلي في (اوتاوا -اونتاريو، بكندا) يدعم مقاييس رسم أرضية 1:50,000 وبالتالي أصبح نظام المعلومات الكندي CGIS أول نظام معلومات جغرافي عملي.

أدى هذا إلى إنشاء جمعية نظم المعلومات الحضرية والإقليمية URISA- في الولايات المتحدة الأمريكية، وبعد ذلك ظهر نظام استخدام الأراضي وإدارة الموارد الطبيعية في ولاية نيويورك عام 1967م ونظام ولاية مينيسوتا الأمريكية لإدارة الأراضي عام 1969م. ظلت هذه المشاريع في تلك الأيام عالية التكلفة بحيث لا يستطيع الإنفاق عليها غير الإدارات الكبيرة في دول مثل الولايات المتحدة الامريكية، كندا، استراليا، وبريطانيا وغيرها من الدول المتقدمة الأوروبية.

في منتصف السبعينات تم الاتفاق على تسمية هذه النظم "نظم المعلومات الجغرافية" أو Geographic Information System نظراً لكثرة أسماء النظم والبرامج المستخدمة في هذا المجال. في أوائل الثمانينات ظهرت العديد من برامج CIS الناجحة وبمزايا إضافية جمعت الجيلين الأول والثاني متمثلة في اتساع القاعدة العريضة للمستخدمين لنظم المعلومات الجغرافية وتطوير مجال الاتصال المباشر بين رواد ومستخدمي نظم المعلومات الجغرافية عن طريق شبكات الاتصال العالمية والشبكات المتخصصة في إعطاء الجديد في هذا المجال مباشرة. كما صدرت العديد من المجلات والندوات والمؤتمرات العلمية والدورات المتخصصة في نظم المعلومات الجغرافية خلال هذه الفترة.

أما في التسعينات ومع انتشار أنظمة وطرفيات يونيكس والحواسيب الشخصية، وجد العشرات من الشركات المنتجة لهذه النظم بأسعار منخفضة جداً مقارنه بالأسعار في الستينات والسبعينات. ومع نهايات القرن العشرين أصبح من الممكن عرض بيانات GIS عبر الإنترنت بفضل الالتزام بمعايير وصيغ نقل جديدة تم الاتفاق عليها وانتشار العديد من البرمجيات مفتوحة المصدر.

2-3 مكونات نظم المعلومات الجغرافية:

تتألف نظم المعلومات الجغرافية من عناصر أساسية هي المعلومات المكانية والوصفية وأجهزة الحاسب الآلي والبرامج التطبيقية والقوة البشرية (الأيدي العاملة) والمناهج التي تستخدم للتحليل المكاني. سيتم التركيز هنا على بعض هذه العناصر.

الحصول على المعلومات المكانية يتم بطرق عديدة، أحد هذه الطرق تدعى بالمعلومات الأولية والتي يمكن جمعها بواسطة المساحة الأرضية، والتصوير الجوي، والاستشعار عن بعد، ونظام تحديد المواقع العالمي. يمكن أيضاً اللجوء لمعلومات ثانوية يتم جمعها بواسطة الماسح الضوئي، أو لوحة الترقيم، أو المتتبع للخطوط الأتوماتيكي.

تزود الخريطة بمعلومات إضافية تدعى بالمعلومات الوصفية لتعريف أسماء المناطق وإضفاء تفاصيل أكثر عن هذه الخرائط.

2-4 الأجهزة الحاسوبية والبرامج التطبيقية:

تمثل الحواسيب العنصر الدماغي في نظام GIS حيث تقوم بتحليل ومعالجة البيانات التي تم تخزينها في قواعد بيانات ضخمة. تُخزّن بيانات نظام المعلومات الجغرافية في أكثر من طبقة layer وذلك للتغلب على المشاكل التقنية الناجمة عن معالجة كميات كبيرة من المعلومات دفعة واحدة.

توجد برامج تطبيقية عديدة مخصصة لنظم المعلومات الجغرافية منها ما يعمل بنظام المعلومات الاتجاهية مثل Arc GIS والتي تعمل على نظام الخلايا مثل ERDAS.

توجد بعض البرمجيات مفتوحة المصدر من هذه البرامج Quantum GIS وهو برنامج صغير يسمح للمستخدم بتهيئة وإنشاء الخرائط على الحاسوب الشخصي، كما يدعم العديد من صيغ البيانات المكانية مثل ESRI Shape File،Geotiff .

توجد أيضا برمجيات مفتوحة المصدر أخرى مثل: GRASS GIS، SAGA GIS.

2-5 خصائص تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS):

إن هذا النظام المعتمد على الحاسب الآلي بشكل أساس في إدخال وتخزين وإدارة وتحليل وإخراج المعلومات الجغرافية المرتبطة بمختلف الموارد الطبيعية او الصناعية، ويسمح النظام بترجمة المعلومات الهائلة من مصادر عديدة وتحويلها بطرق معالجة وتحويل ومطابقة آلية الى شكل بسيط يتميز بالإيجاز ووضوح الرؤية والشمولية، مما يسهل على المسؤولين اتخاذ قرارتهم عند التعامل مع أي تخطيط أو متابعة أي مشروع او برنامج.

2-6 تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية (GIS):

نجد أن معظم الدول المتقدمة تقنيا أصبحت تعتمد اعتمادا اساسيا في عملها على نظم المعلومات الجغرافية وإدخال هذه التقنية في معظم الجهات الحكومية والخاصة، وعلى الأخص في الجهات التي تقوم بتقديم الخدمات العامة، ومعظم هذه الجهات لها اتصال مباشر من خلال شبكات الحاسب، فقد استخدمت هذه التقنية في عدة مجالات شملت:

- **المواصلات:** تخطيط وإنشاء الطرق وصيانتها وتحديد أنواع الخدمات التي تحتاجها القرى والمدن الواقعة على الطرق، والحصول على المعلومات الضرورية المختلفة لتحديد اتجاهات السير ومراقبة وتنظيم إشارات المرور ووضع مراكز ونقاط الدوريات الأمنية.
- **الكوارث:** تحديد مواقع الكوارث والحرائق وأقرب وأسرع الطرق المؤدية إليها وتحديد المنشآت المجاورة، ومعرفة المواد المخزنة فيها، وتحليل أساليب الإنقاذ والوقاية.
- **الثروات الطبيعية:** تخزين المعلومات والإمدادات بالتحليلات والبيانات الجغرافية والخرائط المتعلقة بالدراسات الجيولوجية المختلفة، مثل البحث والتنقيب عن الثروات الطبيعية.
- **تخطيط المدن:** تحليل وتحويل الخرائط المختلفة إلى معلومات وتطبيقات مفيدة تساعد في تحديد قطع الأراضي والخدمات والمرافق العامة، وكذلك تحليل شبكات المياه والصرف الصحي والكهرباء وربط مخططات المدن ببعضها.

- **الزراعة:** تحليل التربة وتصنيفها وتحديد أماكن المياه الجوفية في المشاريع الزراعية، وحساب المنتجات وإدارة المزارع.

-**الاتصالات:** تخطيط وتحليل شبكات الخطوط الهاتفية وأبراج وشبكات الاتصالات.

- **الشواطئ:** تحليل المعلومات والبيانات البحرية المتعلقة بمياه البحار والكائنات والنباتات البحرية، وتحديد أماكن الشعاب المرجانية وصيد الأسماك.

- **الخدمات والمرافق العامة:** مثل صيانة شبكات تصريف المياه، تنظيم خدمات جمع القمامة، تنظم شبكات ري، عمل دراسات زراعية، تخطيط المدن، تطوير وتنفيذ خرائط المعلومات، مسح للعقارات.

- **الصحة:** يشمل ذلك توقع والتنبؤ بمؤشرات وحدود الخطر الصحي وتقييم الحركة الصحية والإنجازات التي تم تحقيقها كما يستخدم في دراسة معدلات الزيادة والنقصان لكثير من المؤشرات الصحية.

- **السكان والتطور الديموغرافي**: ويتم من خلاله توفير البيانات الوصفية والمكانية الخاصة بالتوزيع الجغرافي للسكان وخصائصهم وأنشطتهم وفئاتهم العمرية ومستوى المعيشة والخدمات التي يحصلون عليها.

- **برامج التنمية البشرية وتخفيف الفقر:** والتي تتيح توفير معلومات وصفية ومكانية عن المشروعات اللازمة لتخفيف الفقر وكذلك مصادر التمويل وحجم القروض المقدمة لفئات الفقراء والمستفيدين من هذه القروض.

- **الخدمات الاجتماعية**: وهي التطبيقات التي تتيح توفير بيانات ومعلومات عن مستوى المعيشة لفئات المجتمع ومناطق الحرمان الاجتماعي ومستوى الخدمات المقدمة لهم وحجم المستفيدين من هذه الخدمات وكيفية توزيع الخدمات والنتائج التي تم الحصول عليها.

- **الأنشطة الاقتصادية والتجارية:** يتم توفير بيانات عن اماكن التجمعات الصناعية وحجم العاملين فيها وكذلك بيانات عن الاسواق وحجم المنتجات وانواعها وفرص تسويقها.

- **الإدارة الحكومية:** يتم توفير بيانات وصفية ومكانية عن مواقع الجهات الحكومية واختصاصاتها والخدمات التي تقدمها واسقاطها على خرائط للتعرف على مواقعها واماكن تواجدها.

- **المياه:** من خلال هذا يتم التطبيق توفير بيانات وصفية ومكانية وخرائط عن مواقع توفر المياه وحجم المخزون المائي وتحديد مواقع السدود والعمر الزمني المتوقع لهذا المخزون.

- **البيئة السياحية:** ويتم من خلال هذا التطبيق توفير بيانات وصفية ومكانية عن اسباب ومصادر التلوث البيئي وكيفية التخلص منه. وكذلك توفر البيانات عن المناطق السياحية ومستوى الخدمات السياحية وحجم العائدات من هذا القطاع.

- **التخطيط العمراني:** ويتم من خلاله توفير بيانات وصفية ومكانية عن المناطق العمرانية وكذلك توفير بيانات عن المدن الحضارية والقديمة والخدمات المرتبطة بهذه المدن الى جانب توفير بيانات عن الاوقاف واملاك الدولة ورخص البناء وغيرها.

- **الطرق والنقل:** ويتم من خلال هذا التطبيق توفير بيانات عن شبكة الطرق ومستوى صيانتها وكذلك وسائل النقل البري والبحري والجوي ومستوى الخدمات التي تقدمها وكذلك بيانات عن الشحن والتفريغ وغيرها من البيانات المتعلقة بقطاع النقل.

- **الكهرباء:** يتم من خلال هذا التطبيق توفير مكانية وصفية عن شبكة الكهرباء ومواقع المحطات والمناطق التي تغطيها بهذه الخدمة وحجم المستفيدين من هذه الخدمات واسقاطها على خرائط يتم من خلالها معرفة المناطق التي يتم تغطيتها بهذه الخدمة والمناطق التي لم تشملها هذه الخدمات.

- **أنظمة تتبع المركبات:** مثل تصميم وتطوير لنظام مركز تتبع المركبات –آنياً-على الويب، قوى الأمن الداخلي، تتبع حركة سير سيارات المرور، تنظيم أسطول السيارات لجمع القمامة وبناء نظام إدارة العمليات.

- **شركات الاتصالات:** مثل تصميم نظام مكتب شكاوى ومساعدة العملاء للتغطية، تنفيذ خرائط ثلاثية الأبعاد لمسح تغطية شبكة إرسال الجوال.

7-2 الفوائد المتحققة من استخدامات نظم المعلومات الجغرافية (GIS):

1. تسهيل عملية رسم الخرائط مهما كبر حجمها وبدقة عالية حتى يتسنى للأشخاص استخدمها في اعمالهم.
2. تسهيل عملية حفظ البيانات مع الخرائط الضخمة داخل الحاسوب بحيث يمكن الوصول اليها بسهولة وإجراء التعديلات ولعل هذه من اهم فوائد النظام.
3. سهولة إظهار البيانات على الخرائط دون الحاجة الى إسقاطها يدويا حيث يتم عرض البيانات المطلوبة وبالشكل الذي يحتاجه المستخدم وبسهولة عالية.
4. سهولة عمل نسخ احتياطية من البيانات والخرائط واستخدامها عند الحاجة.

5. اجراء عمليات البحث داخل جداول البيانات حيث يقوم الكمبيوتر بالبحث عن البيانات المطلوبة وعرضها في مدة قليلة جداً.

6. امكانية صنع خرائط 3Dثلاثية الأبعاد والاستفادة منها خصوصا في المناطق الجبلية.

7. في مجال شبكات الشوارع يمكن الاستفادة من أدوات البرنامج لتحليل المسارات واختيار الأنسب.

8. في مجال شبكات المياه فيمكن ان تحدد أماكن الخلل في المناطق التي تشكو من انقطاع في المياه.

9. في مجال المجاري والمرافق التحتية فيمكن ان تحدد اماكن انسداد بسهولة.

2-8 التحليل الهيدرولوجي:

أدوات التحليل الهيدرولوجي المتوفرة من قبل برنامج ال Arc-GISتعتبر محلل جيد، بحيث أنها توفر طرق لوصف المكونات المادية للأسطح، أدوات التحليل الهيدرولوجي تسمح بتحديد المصارف، وتحديد تدفق الاتجاه، حساب تراكم التدفق، رسم متجمعات المياه، وإنشاء شبكات التيار وذلك باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) كمُدخل.

2-9 نموذج الارتفاع الرقمي (Digital Elevation Model):

نموذج يبين ارتفاع سطح الأرض بالنسبة إلى مستوى سطح البحر، ويعتبر من التقنيات الحديثة ذات الدقة العالية المرتبطة بنقاط الارتفاعات الأرضية والتي تعتبر بديلاً ناجحاً للخرائط الكنتورية عن الطرق التقليدية في استخلاص شبكة التصريف وتحديد المجاري وأطوالها ومساحاتها، ويحتوي على البيانات X Y Z حيث:

X الإحداثي السيني.

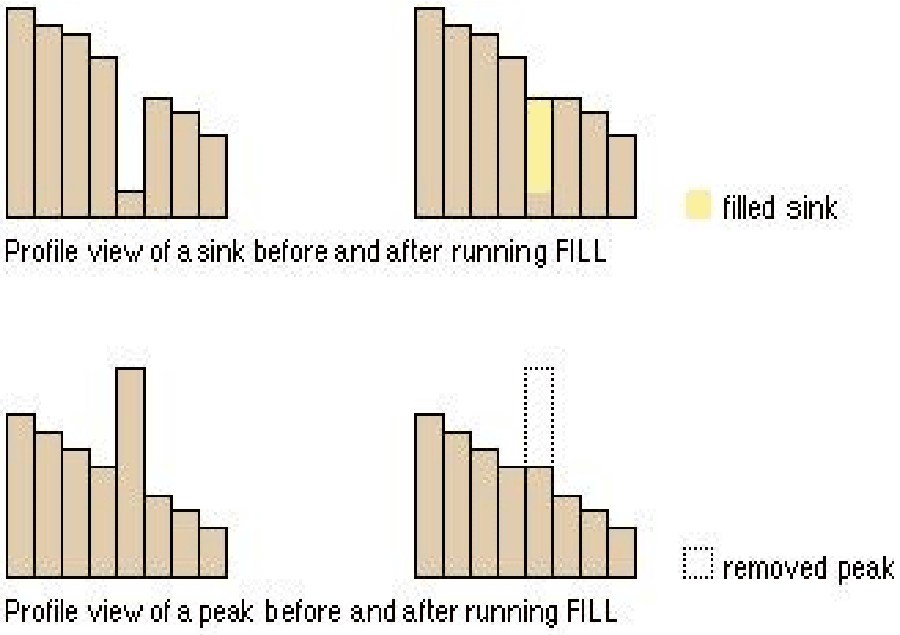
Y الإحداثي الصادي.

Z ارتفاع النقطة عن سطح البحر.

10-2 أدوات التحليل الهيدرولوجي:

1-معالجة القيم الشاذة في الارتفاع (Fill Sinks) :

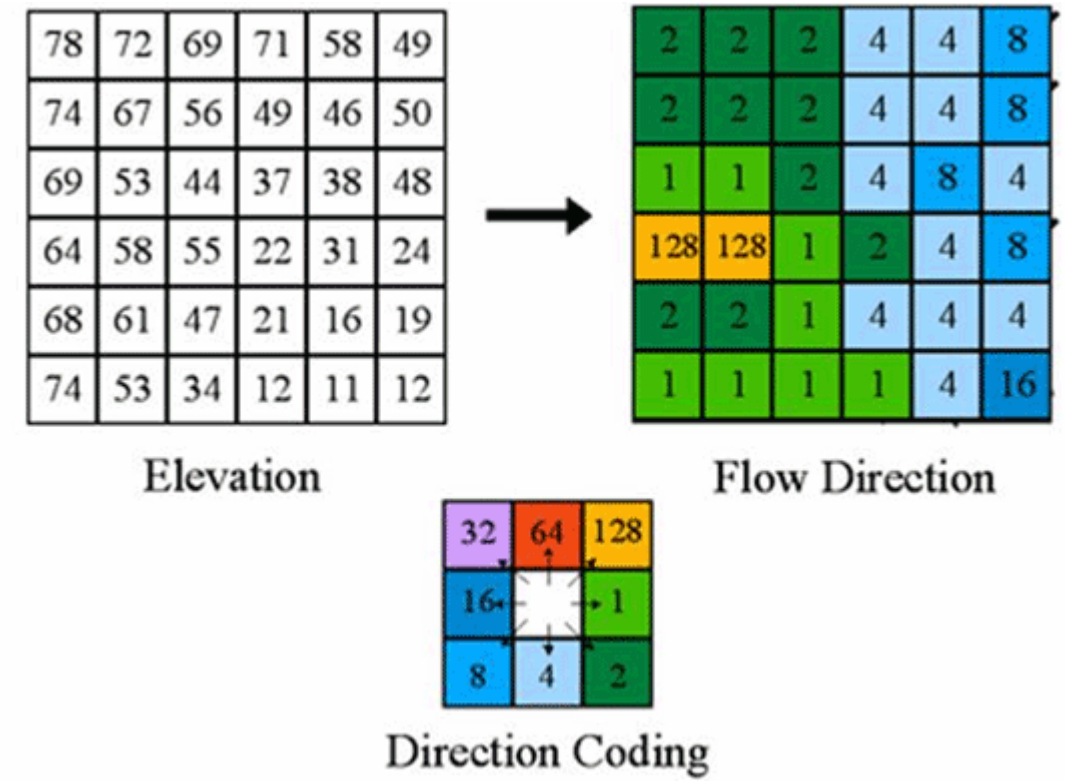
نموذج الارتفاعات الرقمي يكون في صورة شبكة خلايا Raster ، كل خلية لها قيمة هي الارتفاع عن سطح البحر والخلية ذات الارتفاع الأعلى تصب في الخلية ذات الارتفاع الأقل في سلسلة متتابعة وتتواصل هذه السلسلة المتتابعة من ارتفاع أكبر إلى أصغر إلى أصغر وهكذا، فإذا ما حدث شذوذ في هذا التتابع مثل أن قابلت خلية ذات ارتفاع أكبر كتل مثلاً أو انخفاض كبير كحفرة فهذا بالنسبة للبرنامج معناه نهاية الوادي ويبدأ بعدها في احتساب وادي جديد، وما هو في الحقيقة إلا نفس الوادي ولكن اعترضه حفرة أو تل لذا من البداية يجب أن نقوم بإزالة هذا الارتفاع الشاذ أو هذه الحفرة وذلك بإعطائهما متوسط قيم الخلايا المجاورة من خلال العملية المسماة Fill Sinks والشكل التالي يوضح هذا الامر.



الشكل رقم (2-2) إزالة القيم الشاذة

2-اتجاه الجريان (Flow Direction) :

يستخدم في تحديد اتجاه الجريان للخلايا على أساس الارتفاع ونلاحظ أننا نعمل على مستوى الخلية وليس على مستوي الرافد بمعني أن كل خلية تؤدي إلى خلية مجاورة لها تكون أقل ارتفاعا منها والملف الناتج عن هذه العملية يكون في صورة خلايا شبكية Rasterوكل لها قيمة هي رقم من ثمانية أرقام 1 و2 و4 و16 و32 و64 و12 وكل رقم له مدلوله عن الاتجاه.

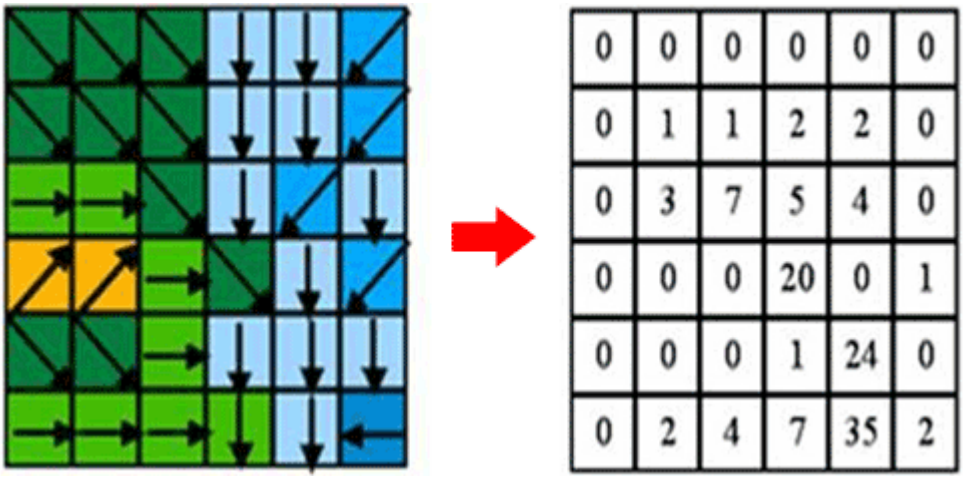


الشكل رقم (2-3) ملف الارتفاع وملف اتجاه الجريان لملف الارتفاع والشكل أسفلهما يبين مدلول كل رقم.

3-تحديد مناطق تجمع المياه (Flow Accumulation) :

تستخدم في حساب تجمعات الجريان حيث أن الناتج يكون ملف راستر بحيث تحتوي كل خلية على قيمة، هذه القيمة هي عدد الخلايا التي تكون أكثر ارتفاعا عن هذه الخلية وتصب فيها، أي تتجمع فيها المياه الساقطة على هذه الخلايا.

المطلوب في هذه المرحلة إدخال الملف الناتج عن عملية اتجاه الجريان FlowDir_Fill1 الشكل التالي يوضح ما يتم عمله في هذه المرحلة:



0	0	0	0	0	0
0	1	1	2	2	0
0	3	7	5	4	0
0	0	0	20	0	1
0	0	0	1	24	0
0	2	4	7	35	2

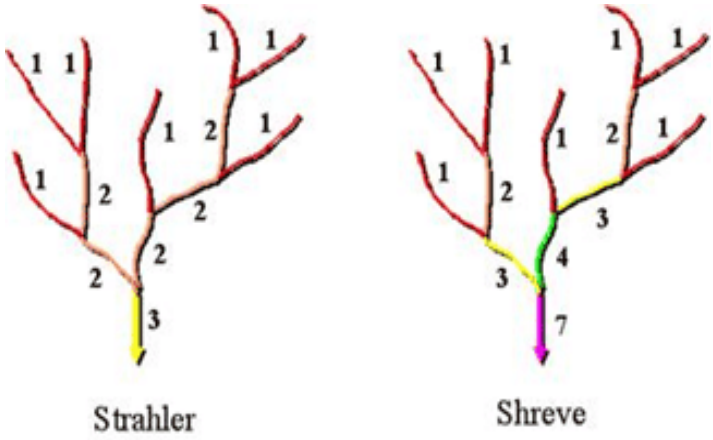
شكل رقم 2-4 يوضح ملف مناطق تجمع المياه (Flow Accumulation)

4-عملية الـ Con:

في Flow Accumulation تم تحديد مناطق تجمع المياه وحتى يُظهر البرنامج هذه المناطق قام بإعطاء هذه المناطق الرقم 0 وأعطي باقي المناطق القيمة 1 في حين أنه كان من المفترض العكس أن مناطق تجمع المياه هي التي يكون لها قيمة وهذه ما سوف يتم عمله في هذه المرحلة

5-حساب الرتب النهرية:(Stream Order)

يستخدم في حساب الرتب النهرية ومعرفة عدد الرتب النهرية وعدد الرتب للوادي رقم له مدلول على قوة الوادي، توجد طريقتين لحساب الرتب النهرية طريقة استيلر أو طريقة شريف وتم استخدام طريقة استيلر نظرا لمرونتها ويمكن المقارنة بين الطريقتين في الشكل أدناه:



شكل رقم 2-5 تصنيف الرتب حسب طريقة استيلر وطريقة شريف

6-تحويل الشبكة المائية من ملف شبكي Raster إلى ملف خطي Vector:

يتم تحويل الشبكة المائية من ملف شبكي إلى خطي Vector باستخدام الأمر Stream to Featureوالمدخلات لهذه العملية هي Input Stream Feature وفيها نضع الملف الناتج عن العملية السابقةStream Order وأمام Input Flow Direction نقوم بإدخال ملف اتجاه الجريان والبرنامج سيعين اسم ومسار الملف الناتج.

ناتج هذه العملية هو ملف خطي في صورة Shapefile ونوعه خط Line والحقل Grid Code وهو يتضمن رتبة الرافد.

7-Snap Pour Point:

هي وضع النقطة التي حددت في الملف الخطي على طبقة المجاري الرئيسية (الملف الشبكي)

8-مستجمعات الماء Watershed:

هو عبارة عن منطقة جغرافية تتجمع فيها مياه الامطار، فيها مجري مائي رئيسي مع روافده ويحدها خط تقسيم المياه، وهو أعلي منحدر في المنطقة يسهم تدفق جميع المياه إلى منفذ مشترك، ويمكن أن تحتوي أيضا على مستجمعات المياه الصغيرة، ويطلق على الحدود بين مستجمعات المياه منفذ، أو نقطة صب.

الباب الثالث

مدخل عن إنشاء واختيار السدود

1-3 مفهوم السد:

السد هو إنشاء هندسي يقام فوق واد أو منخفض بهدف حجز المياه. والسدود من أقدم المنشآت المائية التي عرفها الإنسان. وعادة ما يتم تصنيفها حسب أشكالها والمواد التي استخدمت في بنائها والأهداف التي شيدت من أجلها.

إن الأنواع الشائعة من السدود هي التي تنشأ من نوع واحد من المواد أو ذات الردم الترابي والردم الصخري مع قالب ترابي ، أو ذات الواجهة الخرسانية ، والسدود الخرسانية التي تعتمد على الجاذبية أو القوس أو الدعامات الواقية.

وتستعمل في إقامة السدود أنواع متعددة من مواد البناء الأساسية وبصفة خاصة التراب والخرسانة والحجارة ، أما المواد الأخرى مثل الطوب والأخشاب والمعادن والإسفلت والبلاستيك والمطاط وغيرها من المواد الغريبة فهي تستخدم على نطاق ضيق ، ويعتمد اختيار المادة التي يبنى منها السد بصفة أساسية على الاعتبارات الاقتصادية حيث أنه من الممكن تشييد السد من أي مادة تقريبا.

ويمكن أيضا تصنيف السدود كسدود تخزين لإمدادات المياه والري وتوليد الطاقة والملاحة وغيرها من الأغراض ، ثم سدود الحماية من الفيضانات وسدود التغذية الجوفية والسدود تحت سطح الأرض والسدود التي تشيد لأغراض خاصة ومعينة. ويمكن أن يفي السد بأكثر من غرض من هذه الأغراض.

تمثل التضاريس والجيولوجيا والمناخ والعوامل الأساسية في ترجيح أفضل المزايا لأنواع السدود حيث أن أفضل موقع ملائم لإقامة السد هو الموقع الضيق بالوادي ، الذي تكون فيه الجيولوجيا مناسبة كأساس للسد والمنطقة التي أمام السد قادرة على تخزين كميات كبيرة من المياه.

2-3 أهداف السدود:

يتم عمل السدود للأغراض التالية :

1-الري والاستخدامات الزراعية وتنمية الثروة الحيوانية والسمكية.

2-الحماية من الفيضانات والحد منها.

3-إنتاج الطاقة الكهربائية.

3-3 أنواع السدود:

يمكن تصنيف السدود **حسب ارتفاعاتها إلى:**

1-**سد قصير** (يصل ارتفاعه إلى 15 مترا).

2-**سد متوسط** (يكون ارتفاعه بين 15 و90 مترا).

3-**سد عالي** (يزيد ارتفاعه عن 90 مترا).

أنواعها من حيث الغرض:

1-سدود تغذية جوفية:

وهي عادة تقام على مجاري الأودية الرئيسة لحجز مياه الأمطار بشكل مؤقت إلى أن يتم ترشيحها إلى الخزان الجوفي. إن التغذية الجوفية هي إحدى الوسائل العملية لزيادة موارد المياه في البلاد القاحلة. وفي المناطق الحارة الجافة يمكن أن يزيد معدل التبخر على معدل هطول الأمطار بعدة أضعاف او في المناطق التي تكون استعمال المياه الجوفية بشكل واسع. وفي مثل هذه الظروف فإن التخزين السطحي لا يكون مجديا بسبب فاقد المياه الكبير. من هنا جاءت فكرة تخزين مياه الفيضانات تحت الأرض.

وقد سميت هذه العملية بالتغذية الجوفية الصناعية أو تخزين واسترجاع مياه الخزان الجوفي وقد اعتبرت فكرة التغذية الجوفية واحدة من الوسائل العملية القليلة المستخدمة في تعزيز وزيادة موارد المياه في الأقطار الجافة. وباستعمال التغذية الجوفية الصناعية للخزانات الجوفية فقد أمكن جني عدة ميزات منها أن سعة تخزين معظم المنشآت السطحية، والطريقة رخيصة نسبيا بالإضافة إلى

أنه يمكن تفادي مشاكل ترسيب الطين وتتم تنقية إمدادات المياه تنقية طبيعية لاستخدامها في أغراض الشرب. وفي الوقت نفسه يتم تخفيض فاقد المياه عن طريق التبخر.

2-سدود التخزين السطحي:

وهي تقام في المناطق الجبلية لتعترض مجاري الأودية لحجز المياه إلى أن يتم تفريغها في خزانات مجهزة لتوزيعها على الأحياء السكنية أسفل السد.

3-سدودالحماية:

من تداخل مياه البحر وهي تنشا للحد من زحف مياه البحر إلى المناطق السكنية والزراعية خصوصاً في فترات المد.

3-4 شروط بناء السدود:

تكمن خطورة بناء السد إذا لم يبني وفق أسس هندسية وجيولوجية معينة حيث أنه عند تهدمه يؤدي إلى تدمير هائل ومن بين هذه الشروط العمليات التالية:

- **دراسات جيولوجية:** وتشمل دراسات لطبقات المنطقة، دراسات لطبيعة المنطقة التكونية ونشاطها الزلزالي.
- **دراسات هيدرولوجية المنطقة:** كمية الأمطار الساقطة والمياه السطحية هيدروجيولوجية (المياه الجوفية)
- **دراسات طبوغرافية.**
- **دراسات جيوكونية:** قياس نفاديه التربة، قياس خواص الصخور.
- **حساب سعة السد التخزينية.**
- **حساب قوة تحمل السد للمياه.**
- **حساب القوى المختلفة المؤثرة على منشآت السدود**: الوزن الذاتي للمنشآت.
- **حساب ضغط الماء الهيدروستاتيكي:** ضغط الأمواج الريحي، ضغط الرواسب النهرية الموضوعة أمام السد...إلخ
- **الانهيار القاعدي الهيدروليكي.**

الباب الرابع

جمع وتحليل البيانات

.

1-4 منطقة الدراسة (ولايتي وسط وغرب دارفور):

تم اختيار منطقة الدراسة بولايتي وسط وغرب دارفور في أقصى غرب السودان بين خطي طول (11-15) درجة شرقاً وخطي عرض (12-25) درجة شمالاً حيث تكون الأراضي الطينية والجبلية في الأجزاء الجنوبية والشرقية والوسطى، وهما في الحدود مع دولة تشاد.

أما الشكل العام لجغرافية المنطقة فترسمه مجموعة من الجبال والتلال الرملية والأراضي الزراعية وتنتشر فيهما الوديان مثل: وادي كجا، أزوم، باري، تلولو، وتدخلان في نطاق السافانا الغنية التي تتميز بغطائها النباتي الجيد للرعي، ومن أشهر التضاريس الطبيعية هنالك جبل مرة الذي يعتبر أخصب مناطق السودان، ويسود الولايتين الغطاء النباتي الجيد، النباتي الكثيف والغابات الغنية بأشجار السرو والقمبيل والمهوقني.

يتدرج مناخها من شبه الصحراوي في أقصى الشمال ثم السافنا الفقيرة في الوسط والسافانا الغنية في الأجزاء الجنوبية منها، وتتميز مرتفعات جبل مرة بمناخ البحر الأبيض المتوسط.

تتراوح الأمطار من (180) ملم في أقصى الشمال إلى (800) ملم في أقصى الجنوب ويبدأ هطولها في شهر مايو وحتى أكتوبر، وتتميزان بشتاء بارد طويل من أكتوبر حتى فبراير وصيف قصير معتدل من مارس حتى مايو ومتوسط درجة الحرارة (25) درجة مئوية.

توجد بالولايتين مناسيب للأمطار بكميات وفيرة مما أدى إلى توفير المياه السطحية مع وجود أحواض جوفية ويقدر مردود الولاية المائي بحوالي (103) مليارات متر مكعب سنوياً.

وتغطي الغابات مساحات كبيرة من الأراضي تقدر بحوالي (75%) من أراضيهما، وهي غابات طبيعية تتدرج من الأشجار الشوكية في الشمال والأشجار ذات أوراق العريضة في الجنوب حيث تسود السافنا الغنية. وتسهم الغابات بقدر كبير من صادرات البلاد من الصمغ العربي كما يتم الاستفادة منها في حطب الوقود وفحم الحريق.

ويبلغ إجمالي المساحة الصالحة للزراعة بالولايتين (8) ملايين فدان المستغل منها فعلياً (1.2) فدان، وأهم المحاصيل المنتجة هي الدخن الذي يعتبر المحصول الرئيسي إضافة إلى الفول السوداني والذرة والقمح واللوبيا وحب البطيخ والكركدي وإضافة للمحصولات البستانية التي ينتجها جبل مرة.

كما تزخران بثروة حيوانية ضخمة تشمل الأبقار والضأن والإبل والخيول والحمير، وتقدر الثروة الحيوانية فيهما بحوالي (4.5) ملايين رأس وتسهم بحوالي (11%) في الاقتصاد القومي.

الشكل رقم (4-1) ولايتي وسط وغرب دارفور

2-4 الخطوات العملية:

1-2-4 الحصول على نموذج على نموذج الارتفاعات الرقمي:

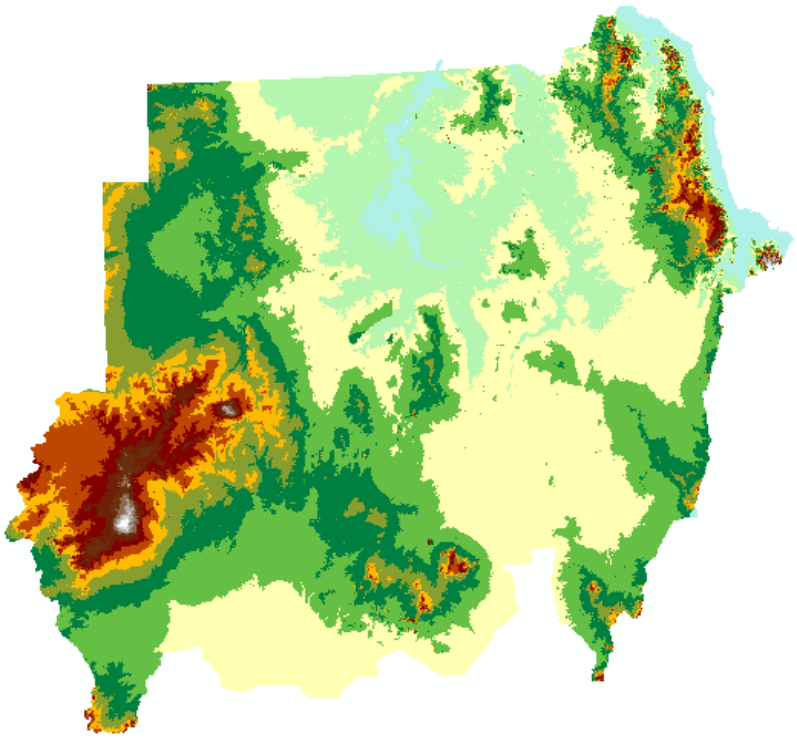
تم الحصول على نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) للسودان من موقع هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية (USGS) ومن ثم تمت إضافته إلى برنامج ARCGIS10.3، لقطع منطقة الدراسة من نموذج الارتفاعات الرقمي للسودان وذلك بالذهاب إلى Arc Toolbox ثم اختير Data Management Tools \Raster\Raster Processing\clip

وقطع المنطقة التي اختيرت للدراسة.

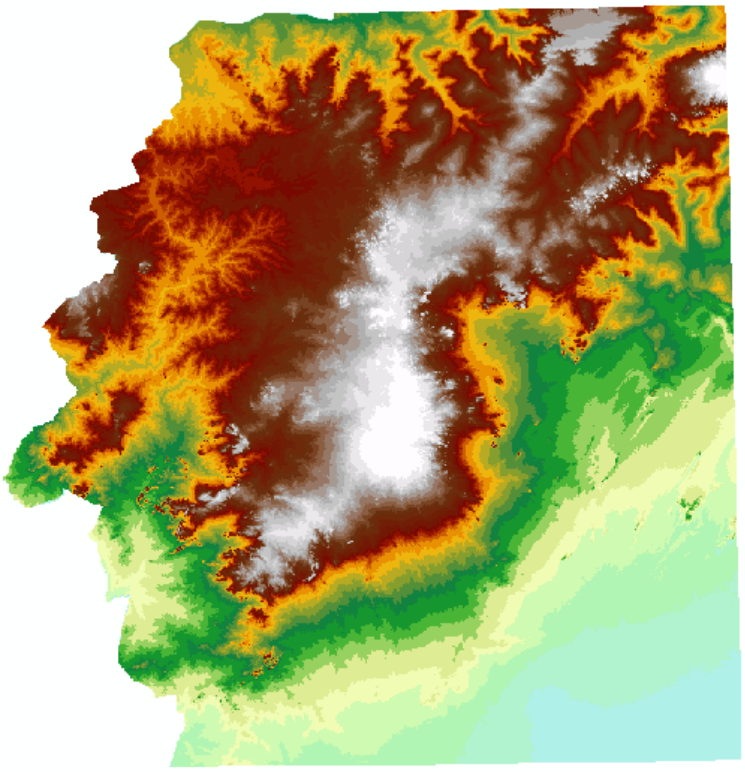
طبقة DEM التي تم الحصول عليها معرفة بنظام الاحداثيات الجغرافية GCS_WGS_1984 (بالدرجة)، وحولت الي المسقط المحلي WGS_1984_UTM_Zone_34N (بالمتر) لمنطقة الدراسة، وذلك من شريط الأدوات

Arc toolBox اختير

Data Management Tools > Transformation and Projection > Raster > Project Raster



الشكل رقم (4-2) نموذج الارتفاعات الرقمي للسودان



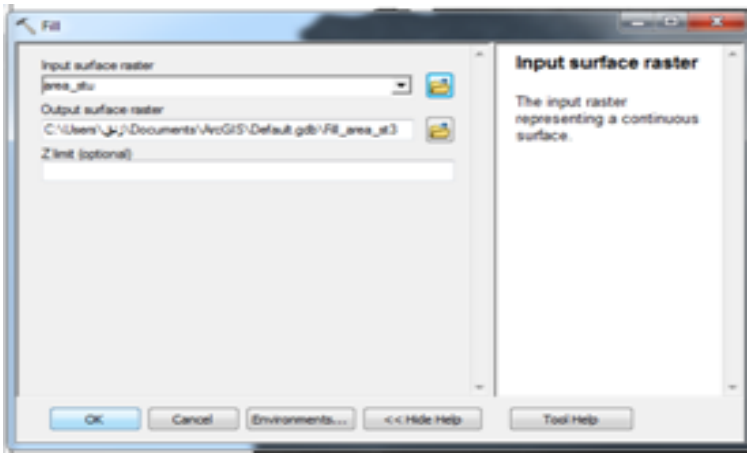
الشكل رقم(4-3) نموذج الارتفاعات الرقمي لمنطقة الدراسة

4-2-2 معالجة القيم الشاذة في الارتفاع (Fill Sinks) :

تم عمل Fill Sinks بالذهاب أولا إلى قائمة Tools وتم اختيارExtension للتأكد من أن Spatial Analysisتم تفعيله للعمل عليه وبعد ذلك الضغط على:

Arc Toolbox > Spatial Analysis > Hydrology > Fill

ظهرت النافذة التالية أمام Input surface raster أدخلَ ملف نموذج الارتفاعات الرقمي (IMG) وفي Output surface raster أدخلَ اسم ومسار الملف الناتج كما يمكن تحديد أقصى حد بالنسبة للارتفاع الذي يمكن التعامل معه ولا يختلف الملف الناتج من حيث الشكل عن الملف المُدخل.



الشكل رقم (4-4) مُدخلات عملية التخلص من القيم الشاذة في الارتفاع

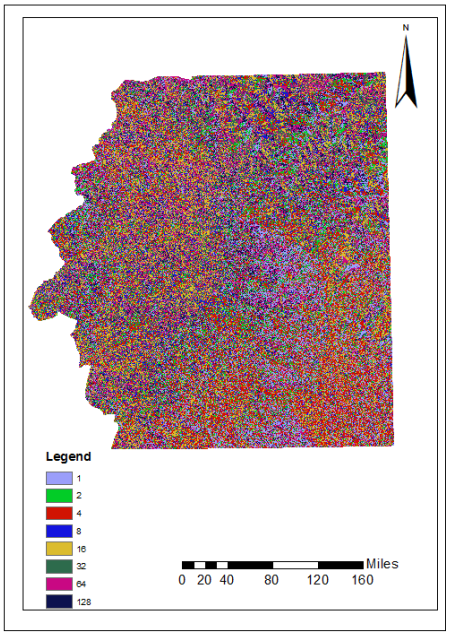
3-2-4 اتجاه الجريان (Flow Direction) :

تم عمل الـ Flow direction بالذهاب إلى:

Arc Toolbox > Spatial Analysis > Hydrology >Flow direction

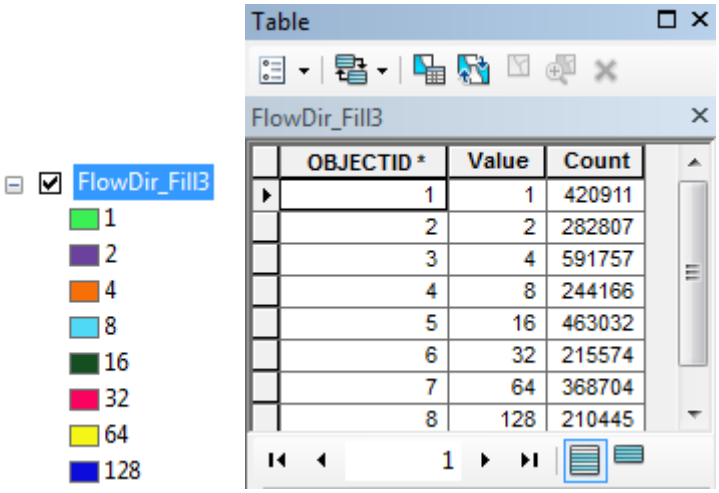
ظهرت النافذة التالية ثم أدخلَ الملف الناتج عن العملية السابقة في Input Surface raster، وتم تحديد إثم ومسار الملف الناتج في Output Flow direction raster .

الشكل رقم (4-5) مُدخلات عملية اتجاه الجريان



الشكل رقم(4-6) عمل flow-direction لمنطقة الدراسة

يمكننا فتح بيانات الملف من خلال الضغط بزر الفأرة الأيمن على الملف Flow Direful ونختار Open Attribute Layer فتظهر الشاشة التالية:



الجدول يوضح كل اتجاه وعدد الخلايا التي لها هذا الاتجاه

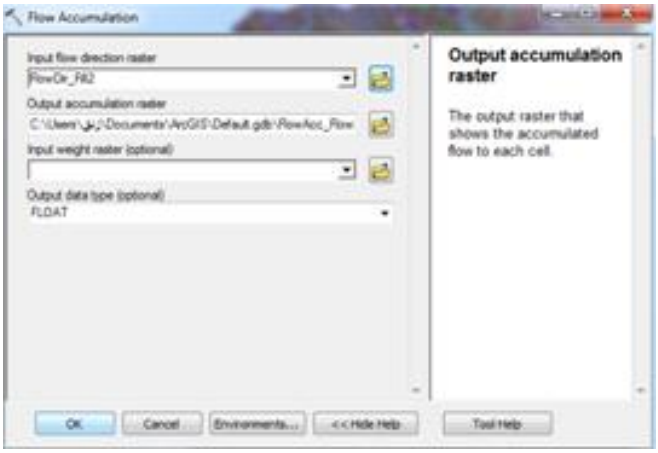
يُلاحظ أن Value تحتوي الرقم المعبر عن الاتجاه، و Countتحتوي على إجمالي عدد الخلايا لكل اتجاه أي أن 12424 خلية لها اتجاه الشرق في الجريان، ولفهم هذه المرحلة بصورة أفضل يجب أن نستحضر مفهوم خطوط تقسيم المياه (Watershed)بين الروافد، حيث أن لكل رافد ووادي مناطق تقسيم مياه بمعني أن الأمطار الساقطة سوف تسقط على هذا الوادي.

4-2-4 تحديد مناطق تجمع المياه (Flow Accumulation) :

تم عمل الـ Flow Accumulation بالذهاب إلى:

Arc Toolbox > Spatial Analysis > Hydrology > flow Accumulation

ظهرت النافذة التالية ثم أدخلَّ ملف اتجاه الجريان في In flow direction raster وأدخلَّ إسم ومسار الملف الناتج عن العملية في Output accumulation raster.



الشكل رقم(4-7) مُدخلات عملية اتجاه التدفقات

5-2-4 التحسين (Con) :

تم القيام بعملية الـ Con بالذهاب إلى:

Arc Toolbox > Spatial Analyst Tools > Conditional > Con

وذلك لتحديد بقية المجاري الفرعية في مساحات محددة أدخلت مسبقا (عدد خلايا معين) أدخلَّ الـ Flow Accumulation Grid ثم أدخلَّ في Expression القيمة 8000 وفي Input true raster or constant value أدخلَّت القيمة " 1 " والبرنامج حَدد إثم ومسار افتراضي للمخرج من هذه العملية CON-Flow1 في Output raster .

6-2-4 ربط الروافد (Stream Link) :

في جميع المراحل السابقة كان العمل على مستوي الخلية أو الرافد ويجب أن تتصل الروافد داخل الوادي الواحد؛ لذا تم اختيار من شريط الأدوات

Arc Toolbox >Spatial Analysis > Hydrology > Stream Link

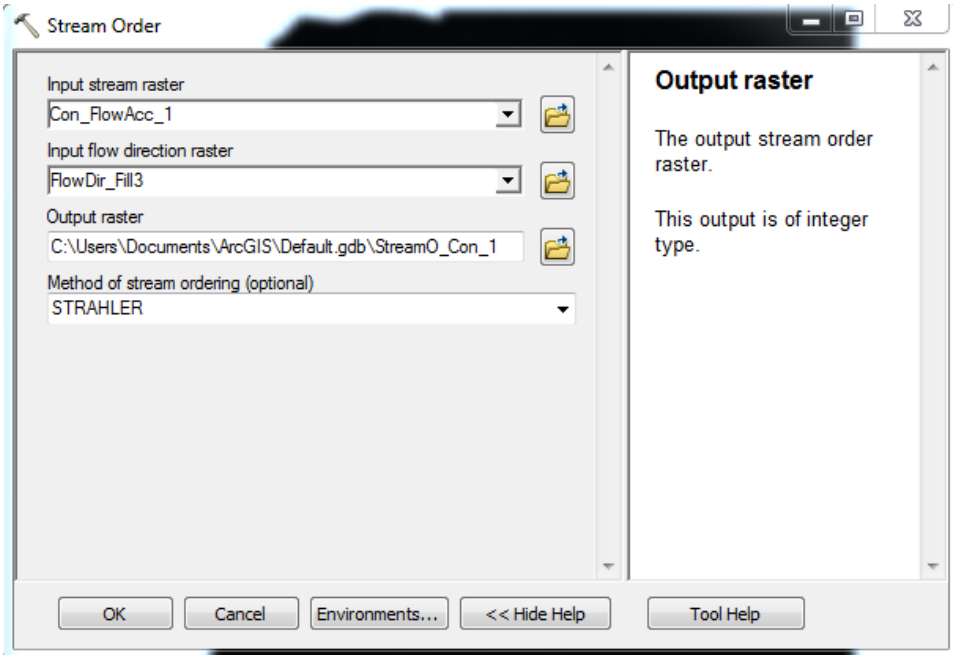
وذلك لتحديد نقاط الاتصال بين الروافد ونقاط التقاء عناصر الشبكة وإعطاء كل نقطة اتصال قيمة منفردة.

7-2-4 حساب الرتب النهرية (Stream Order) :

تم عمل الـ Stream Orderبالذهاب الي:

Arc Toolbox > Spatial Analysis Tools > Hydrology > Stream Order

ظهرت النافذة التالية أدخلَ ملف اتجاه الجريان في Input flow direction raster وحُدد مسار واسم الملف الناتج عن العملية في Output raster وتم اختيار أحد طريقتي التصنيف (STRAHLER/SHREVE)فيMethod of stream ordering.



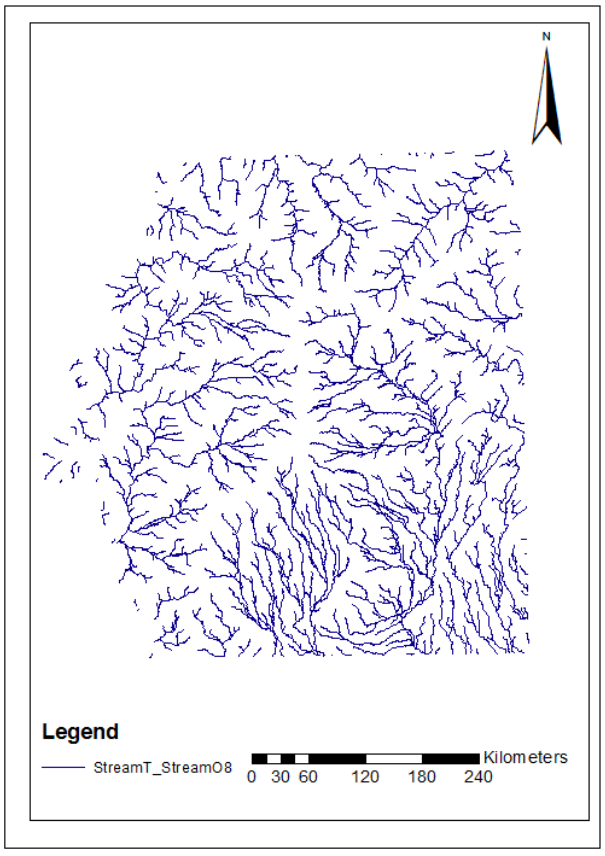
الشكل رقم (4-8) عملية الرتب النهرية

8-2-4 التحويل من ملف شبكي لملف خطي (Stream to Feature):

حُول الملف الشبكي إلى خطي Vector باستخدام الأمر Stream to Feature والمدخلات لهذه العملية هي Input Stream Feature وفيها تم وضع الملف الناتج عن العملية السابقة Stream Order وأمام Input Flow Direction تم إدخال ملف اتجاه الجريان والبرنامج حَدد إثم ومسار الملف الناتج.

ناتج هذه العملية هو ملف خطي في صورة Shapefile ونوعه خط Line والحقل Grid Code وهو يتضمن رتبة الرافد.

Arc Toolbox > Spatial Analysis Tools > Hydrology > Stream to Feature



الشكل رقم (4-9) تحويل الرتب النهرية الى ملف خطي

ثم تم عمل ملف خطي Shape File من النوع نقطي point وفعل شريط التحرير Editor لنفس الملف، وذلك لتحديد نقاط تجمع المياه للمجاري الرئيسية في منطقة الدراسة.

9-2-4 تحديد النقطة (Snap Pour Point) :

من شريط الأدوات تم الذهاب إلى:

Spatial Analyst Tools > Hydrology > Snap Pour Point

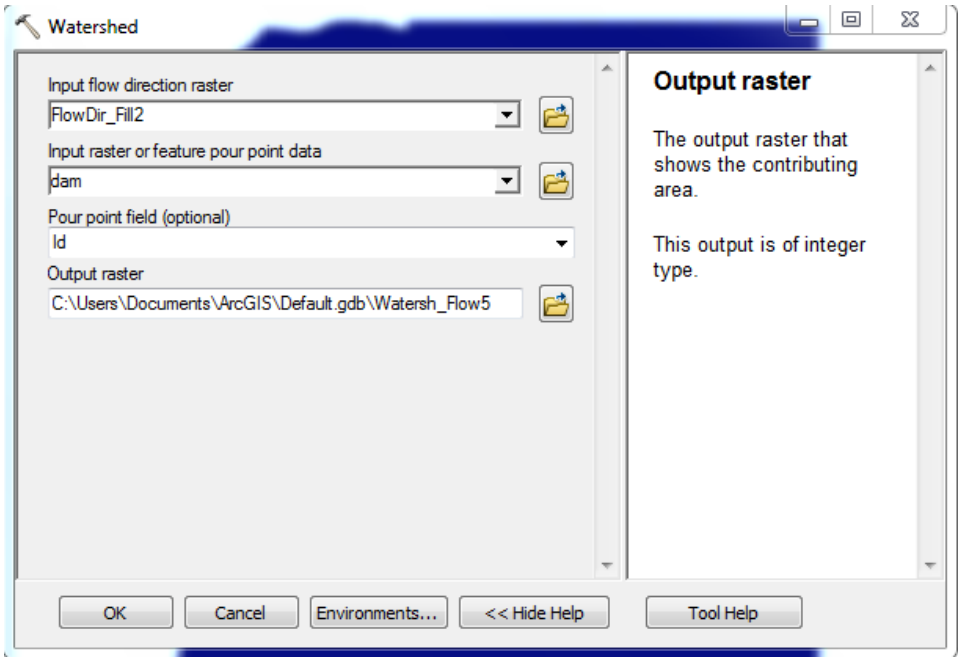
وذلك لوضع النقاط التي حددت في الملف الخطي على طبقة المجاري الرئيسية.

10-2-4 مستجمعات المياه (Watershed):

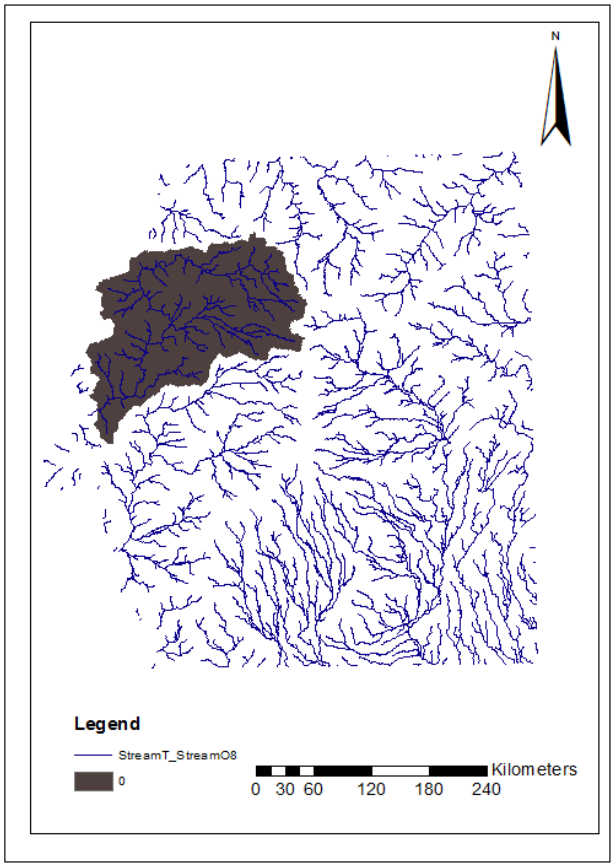
في هذه المرحلة تم عمل الـ Watershed بالذهاب إلى:

Arc Toolbox > Spatial Analysis Tools > Hydrology> Watershed

ظهرت النافذة التالية ثم أُدخلَ في Input flow direction raster الـ Flow Direction وفي Input raster or feature pour point data النقطة المراد تكون مكان السد وفي Output raster تم تحديد اسم ومسار الملف الناتج عن العملية.



الشكل رقم (4-10) مُدخلات مستجمعات المياه



الشكل رقم (4-11) مستجمعات المياه في منطقة الدراسة

11-2-4 تحويل الشبكة المائية من ملف شبكي إلى ملف خطي (Raster to Polygon):

من شريط الأدوات تم اختيار:

Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon

وذلك لتحويل الحوض الناتج في الخطوة السابقة من ملف شبكي Raster إلى ملف خطي Vector حتى نتمكن من حساب مساحة الحوض ودراسة خصائصه.

الشكل رقم (4-12) موقع السد بمنطقه الدراسة

الباب الخامس

الخلاصة والتوصيات

5-1 الخلاصة:

خلُصت هذه الدراسة إلى أن أفضل نقطة لتجميع المياه في ولاية غرب دارفور هي المنطقة الواقعة في أقصى الغرب والمتاخم لعاصمة الولاية (مدينة الجنينية)، وتم اختيارها نسبة لأنها أكثر نقطة منخفضة ومناسبة لإقامة السد.

5-2 التوصيات:

- نوصي بتحديد الأحواض المائية بكامل منطقة الدراسة والاستفادة منها في دراسات أخرى.
- حساب مساحة ومحيط الحوض المائي وحساب كمية المياه التي يحتويها.
- فصل كل وادي علي حدا ودراسة خصائصه بصورة منفردة.
- إمكانية الاستفادة من العمليات الهيدرولوجية في التقليل من مخاطر الناتجة من الفيضانات.
- إمكانية تحديد أكثر من حوض مائي ودراسة خصائص هذه الأحواض ثم المقارنة بينها واختيار أفضل موقع لإقامة السد.

الباب السادس

المصادر والمراجع

- جمعة محمد داود،(2014)، مقدمة في علم نظم المعلومات الجغرافية، الطبعة الأولى، مكة المكرمة.

- حاتم علي دينار، (2006)، حريق دارفور قصة الصراع الأهلي والسياسي، هيئة الخرطوم الجديدة للصحافة والنشر، الخرطوم.

- Ljubomir Tancev,(2005), Dams and Appurtenant Hydraulic Structures, London .