The Use of GIS in Deriving Surface Draining Nets of Water and its Morphometric characteristic From Radar data (Basin of Abu Gar Valley in Western plateau case study)

استخدام الـGIS في اشتقاق شبكات التصريف السطحي للمياه وخصائصها المورفومترية من البيانات الرادارية (حوض وادي أبو غار في الهضبة الغربية دراسة حالة)

د.حسن سوادي نجيبان ألغزي
كلية التربية/جامعة ذي قار

المستخلص

يقدم هذا البحث طريقة حديثة معتمدة على أسلوب التكامل بين تقنيات التحسس النائي (R.S) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) ،تتلخص في استخدام (GIS) في معالجة نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) المكتسبة بواسطة رادار مكوك الفضاء (SRTM) لاشتقاق شبكات التصريف السطحي منها اليا،ومن ثم حساب المتغيرات المورفومترية المتعلقة بها، كبديل للاسلوب التقليدي المعتمد على الخرائط الطبوغرافية الورقية.وقد تم ذلك باستخدام الحزمة البرمجية (Arc Gis 9.3 – Global Mapper-11 – Erdas 9.1).

طبقت الدراسة على احد الأحواض المائية الموسمية (حوض ابو غار) الواقع في الهضبة الغربية في الجزء الجنوبي الشرقي من محافظة المثنى بين دا ئرتي عرض □18 21□ 29□ و □10 42□ 30□شمالا وبين خطي طول □56 34□ 45□ و □21 28□ 46□ شرقا.وخلص البحث إلى جملة من الاستنتاجات منها: أهمية أسلوب تكامل البيانات الرادارية ونظم المعلومات الجغرافية في اشتقاق شبكات التصريف السطحي للمياه وبناء قاعدة بيانات مورفومترية للأحواض المائية،بأقل الأوقات وارخص التكاليف مع انخفاض الجهود ،وهو بديل ناجح للقصور في الطرق التقليدية.كما تم التوصل الى نتائج متقدمة تتعلق بهيدرومورفومترية حوض ابو غار.اذ تم ايجاد عدد من العلاقات البيانية- اللوغارتيمية بين الكثافة التصريفية والمراتب النهرية التي تبين مدى تاثر الحوض بقوى الشواذ الجيولوجي ومعطيات الوضع الهيدروميناخي والتي مثلت بمعادلات آسية.

Abstract:

This research introduces a modern way depending on iteration style between remote sensing techniques and geographic information system .This way summaries in using (GIS) in processing digital elevation model gained by shuttle radar topography mission to derive surface draining nets from it, then calculating morphometric variables associated with it as a substitute for the tradition style used in topograpgic paper maps.This was accomplished by the programmed bundle(Arcgis 9.3 – Global Mapper11 – Erdas 9.1).

The study is applied to one of seasonal water basins (Abu Gar basin) located in western plateau in the southern east of Muthana between latitudes(29 21 18 and 30 42 30)north and longtitudes (45 34 56 and 46 28 21) east. The research concludes: the importance of integration styled radar data and geographic information system in deriving surface draining water nets time and less costs and efforts .It is a successful substitute for limitation in traditional ways. The research also concludes that Abu Gar basin is hydromorphometric since a number of logartimic-graphic relations are found between draining density and river types that show how much the basin is affected by geology diversity and hydroclimalic situation data which were represented by equations exponential .

1- المقدمة:

تمثل شبكة التصريف السطحي للمياه الشكل العام الذي تظهر فيه مجموعة المجاري المائية المختلفة في إقليم ما ،وهي النتيجة الأساسية الهامة التي تربط بين طبيعة التركيب الصخري ونظام بنائه من جهة ،وبين مناخ الإقليم والتطور الجيومورفولوجي للمجاري النهرية في هذا الإقليم من جهة أخرى .(ابو العينين ،1967،ص459).لذا فان اشتقاق وتحليل شبكة التصريف السطحي للمياه من المهمات الأساسية في الدراسات المورفومترية ،وهو على غاية من الأهمية في التطبيقات الهيدرولوجية (Tucker,et al.,2001,p.189) التي باتت تكتسب أهمية بالغة خصوصا للأودية الموسمية ،وذلك لارتباطها بمجالات تنمية الموارد المائية ومشروعات التنمية الزراعية والرعوية ،خاصة في المناطق الجافة والشبه الجافة ذات المورد المائي المحدود .كما تمثل تلك الدراسات إحدى الاتجاهات الحديثة في دراسة الأحواض النهرية سواء كانت صغيرة ام كبيرة ،اذ يعد حوض التصريف النهري على وجه العموم ،الوحدة الأساسية الأنسب لإجراء البحوث المورفومترية (الكمية).بسبب كون حوض الصرف النهري ذا وحدة مساحية تتحدد بموجبها خصائص ومعطيات يمكن قياسها كميا،وعلى ذلك فهو أساس موضوعي للتحليل والمقارنة والتصنيف.(الصحاف والحسن ،1990،ص32)

تقليديا يتم استخلاص شبكة التصريف السطحي من الخرائط الطبوغرافية او الصور الجوية اعتمادا على مساحة المنطقة قيد الدراسة او الهدف منها .وعادة ما تمثل على الخرائط الطبوغرافية بخطوط زرقاء متقطعة او متصلة لتمثل مجاري المياه Water Courses .وقد استخدم هورتون R. E. Horton هذه الخطوط الزرقاء في سنة 1945 لرسم شبكة التصريف السطحي للأحواض النهرية(الغامدي ،2004 ،ص289).

ان اعتماد الخرائط الطبوغرافية في عملية رسم شبكة التصريف السطحي للمياه واستنباط الخصائص المورفومترية منها يتطلب جهدا كبيرا ووقتا طويلا ،كونها طرقا تقليدية تعتمد على الأجهزة البسيطة في عمليات القياس والرسم، ورغم الجهود المضنية والشاقة فقد لا تأتي تلك الطرائق بالقياسات المرجوة ويكون الحصول على نتائج جيدة امرا مشكوكا فيه .فضلا عن ان تلك الخرائط وخصوصا خرائط مقياس 100000/1 وان توفرت فان المجاري المائية المحددة عليها والمعروفة بالخطوط الزرقاء لا تمثل جميع المجاري المائية خاصة للرتب النهرية الصغرى ،مما يؤثر في النهاية على دقة النتائج المعتمدة(الصالح،1999، ص293) ومن هنا تبلورت

مشكلة البحث

في كيفية إيجاد الطرق البديلة لتلافي هذه المشكلات وذلك باللجوء إلى وسائل تقنية آلية لها مميزاتها المتقدمة عن الطرق التقليدية متمثلة بتقنية نظم المعلومات الجغرافية GIS وإمكانياتها المتعددة في معالجة نماذج الارتفاعات الرقمية (Digital Elevation Model) المسجلة بوسائل الاستشعار عن بعد (Remote Sensing) واشتقاق المعلومات منها ،**والتي ربما تكون بديلا ناجعا عن تلك الخرائط في رسم شبكة المجاري المائية وخصائصها الهيدروموفومترية في أحواض العراق النهرية،** خصوصا بعدما أصبحت نماذج الارتفاعات الرقمية هي من أكثر الأساليب الحديثة في نمذجة التدفق المائي عبر التضاريس واستخلاص معلومات طبوغرافية في غاية الأهمية وفي نمذجة عوامل التحكم في عمليات الأشكال الأرضية (الغامدي ،2006، ص4-5).

2- هدف البحث:

يهدف البحث الى استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في اشتقاق شبكة التصريف السطحي لحوض (ابو غار) من نماذج الارتفاعات الرقمية المكتسبة بواسطة القمر الصناعي (SRTM) كنموذج بديل للأسلوب التقليدي المعتمد على الخرائط الطبوغرافية الورقية.كما يهدف البحث الى اختبار كفاءة نظم المعلومات الجغرافية في استقراء المعلومات الهيدرومورفومترية من البيانات الرادارية.

3- منطقة الدراسة:

جرى تطبيق المنهج المستخدم في هذه الدراسة على احد احواض الوديان الجافة في الهضبة الغربية الواقع الى الجنوب من محافظة ذي قار ضمن الحدود الإدارية لمحافظة المثنى. يمتد الحوض من الجنوب الى الشمال وبانحراف بسيط نحو الشمال الشرقي اذ ينتهي هناك بمنخفض الصليبات الواقع في جنوب محافظة ذي قار.ينحصر موقعه فلكيا بين دا ئرتي عرض ً18 21َ 29 و ً10 42َ 30شمالا وبين خطي طول ً56 34َ 45 و ً21 28َ 46 شرقا الشكل (1)، وتبلغ مساحه(6032)كم2.

تعد منطقة الدراسة جزءاً من الهضبة الجنوبية الغربية التابعة للرصيف المستقر, والتي تأثرت بشكل كبير بالحركات التكتونية القديمة التي تركت تصدعات باتجاهات مختلفة (الخلف ، 1961،ص21)،اذ يخترق منطقة الدراسة فالقان رئيسيان (Faults) كما اتضح لنا من تفسير مرئية القمر الصناعي Landsat-7 ،أولهما هو فالق بصية ذو الاتجاه شمال- جنوب على طول الحوض. أما الفالق الثاني ،هو فالق الفرات ذو الاتجاه شمالي غربي - جنوبي شرقي، وهو الفاصل بين السهل الرسوبي والهضبة الغربية .كما وتمتاز منطقة الدراسة بوجود عدد من الطيات(folds) ذات الإتجاه الشمالي الجنوبي.

تنكشف في منطقة الدراسة ستة تكوينات جيولوجية تتراوح أعمارها مابين(الأيوسين الأوسط الى البلايوسين- البلايستوسين) وتشمل(الدمام، غار،غار/ فرات، الفتحة، الزهرة، الدبدبة) ورواسب العصر الرباعي. Jassim saad ,Z.,Goff (Jeremy,C.,2006,p.157´

الشكل(1) خريطة العراق موضحا عليها موقع منطقة الدراسة
المصدر:وزارة العلوم والتكنولوجيا ،هيأة المساحة العامة ،خارطة العراق الادارية لسنة 2009.

اتضح من تحليل المرئية الرادارية لمنطقة الدراسة ان الحوض ينحدر من الجنوب باتجاه السهل الرسوبي في الشمال حيث ينتهي في منخفض الصليبات (6 متر) عن مستوى سطح البحر بعد ان قطع مسافة (171) كم من منابعه العليا في الجنوب الواقعة على ارتفاع (307) متر،وتبعا لذلك يبلغ معدل انحدار الحوض (1,76) م/كم.

نظرا لعدم وجود محطة مناخية في الحوض فقد تم اعتماد معدل البيانات المناخية للمدة (1970-2007) لمحطتي الناصرية والسلمان الأقرب الى الحوض في بيان الخصائص المناخية. وفقا لذلك فقد بلغ المعدل السنوي لدرجة الحرارة في الحوض (24,7 م°) يتراوح بين (11,7 م°) في كانون الثاني(ابرد الشهور) و(36 م°) في شهر تموز (احر الشهور) ،مما ادى الى ارتفاع معدل اقيام التبخر السنوي الى (3630 ملم). وبلغ مجموع التساقط المطري (103 ملم) وكان اكثر الشهور مطرا هو شهر كانون الثاني (24,35 ملم) واقلها هو شهر ايلول (0,7 ملم). (وزارة العلوم والتكنولوجيا،2007) .

تغطي سطح الحوض وفي بطون الاودية طبقة فقيرة من الحشائش والأعشاب التي يترافق نموها مع فصل سقوط الأمطار وتنتهي مدة نموها بانتهائه ،بالإضافة إلى بعض الشجيرات الصحراوية المقاومة لظروف الجفاف والتي كيفت نفسها للظروف البيئية القاسية مثل شجيرات الغضا والشيح والرمث والكيصوم والشنان وغيرها.(المشاهدة الحقلية للمنطقة)

4- منهجية الدراسة:

اعتمد الباحث في دراسته على المنهج التحليل الكمي (الباروميتري) القائم على استقراء المعلومات والبيانات من نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) المتمثلة بالبيانات الرادارية بعد معالجتها بتقنية نظم المعلومات الجغرافية من اجل الوصول الى الهدف المنشود.

البيانات المستخدمة في الدراسة:

1- البيان الراداري: بدقة مكانية (30) متر العائد لمكوك الفضاء Endeavour المكتسب بالمتحسس Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM)سنة 2001.الشكل(2).

2- مرئية القمر الصناعي Landsat -7 المكتسبة بالمتحسس +ETM path 167 Row 38 بدقة مكانية (14.5 متر) الحزمة الطيفية(4،2،1) الملتقطة بتاريخ2011/11/11 .

3- الخرائط الطبوغرافية للمنطقة مقياس 100000/1 الصادرة من هيئة المساحة العامة لسنة 1987 .

5- البرامج المستخدمة في الدراسة:

استخدم الباحث ثلاث برامج لمعالجة وتحليل البيانات السابقة لاشتقاق شبكة التصريف السطحي وخصائصها المورفومترية، وهذه البرامج هي:

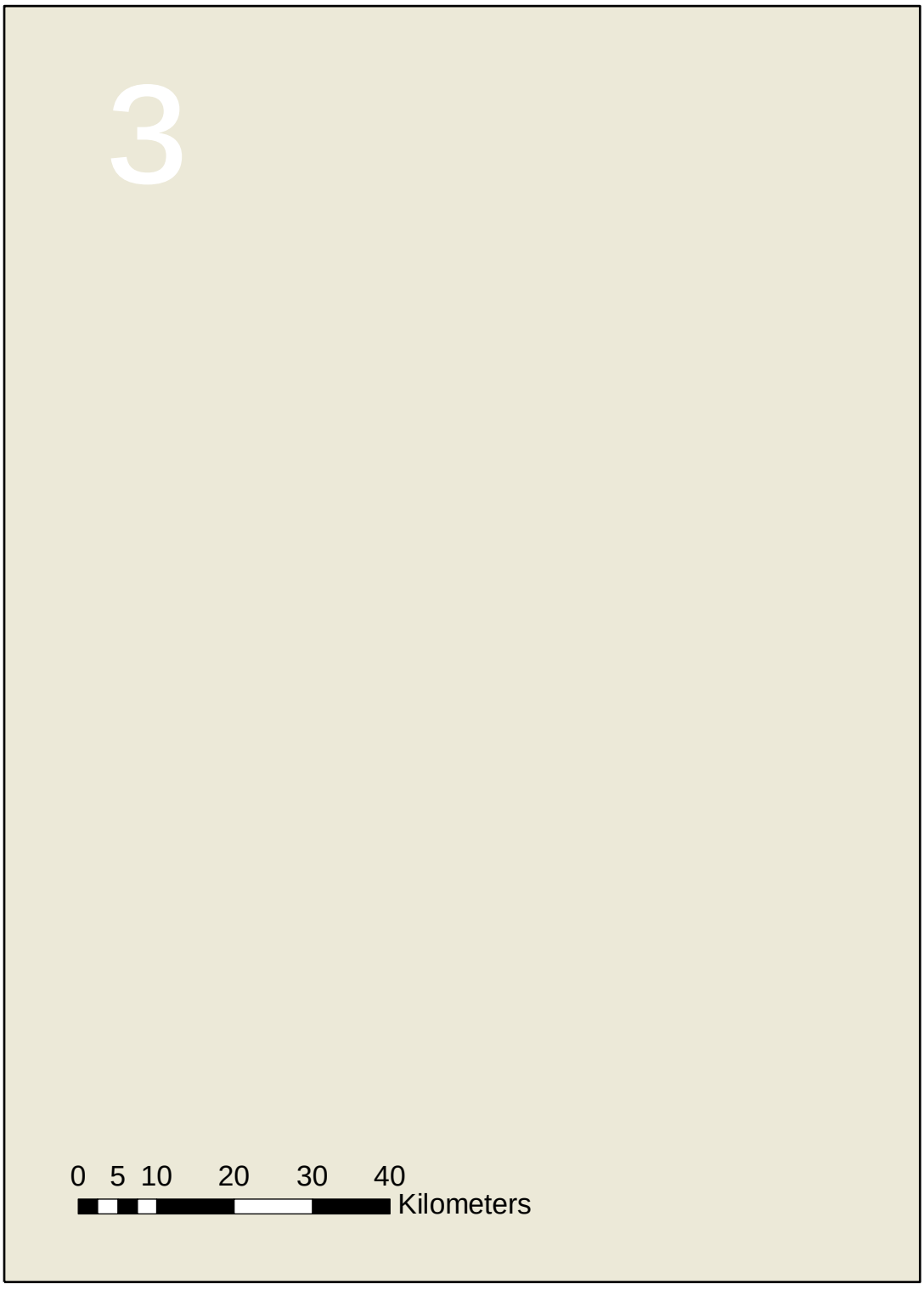
1- برنامج Arcgis 9.3

2- برنامج Global Mapper -11

3- برنامج Erdas 9.1

6- أسلوب معالجة البيانات :

استخدمت المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat-7 والخرائط المشار اليها انفا بعد ان صححت هندسيا (Geometric correction) في عملية تحديد الحوض بشكل أولي والتأكد من مخرج الوادي وكافة منابعه .ثم بعد ذلك عرضت بيانات (DEM) واجريت لها مطابقة (Overlay) مع المرئية والخرائط السابقة الذكر باستخدام برنامج Global Mapper-11 ، حيث اقتطع من تلك البيانات نافذة (إطار هندسي منتظم) والمشار اليه مسبقا بالشكل (2)، تشتمل على حوض تصريف وادي ابو غار والأحواض المجاورة له.وقد حفظ هذا الجزء المقتطع على هيئة (Format) الأصلية ليمكن التعامل معه في برنامج -Arcgis 9.3 ،عبر سلسلة من المعالجات والإجراءات التي تسبق عملية اشتقاق شبكات التصريف السطحي للمياه من حوض ابو غار، ومعرفة خصائصها المورفومترية و كالأتي:



الشكل(2)البيان الراداري المستخدم في الدراسة

8-1:معالجة الحفر أو المنخفضات في نموذج الارتفاع الرقمي:
Pits and depression processing

ان البيانات الناتجة من ردار مكوك الفضاء SRTM المشار اليها سابقا هي من نوع بيانات الارتفاعات الرقمية Digital Elevation Model (DEM) ،وهي عبارة عن مجموعة من النقاط في منطقة من سطح الارض تم تعيين موقعها المستوي (x,y) وارتفاعاتها (z) وتكون كل نقطة معرفة في الفراغ الفضائي بقيم على ثلاث محاور (x,y,z) وهذه القيم تمثل تضاريس الارض على نحو مستمر(الفارس،اياد علي،2002،ص15).

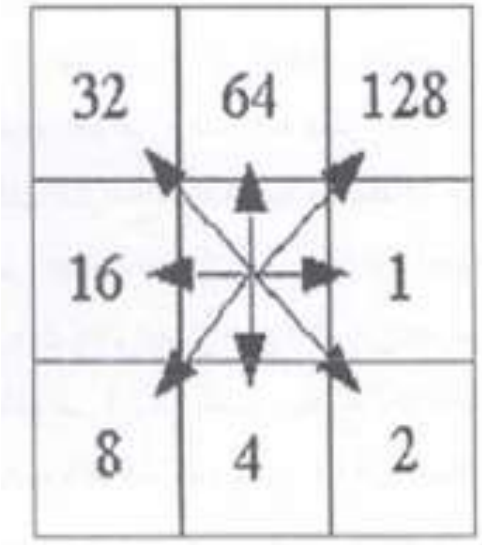
تكمن اهمية نماذج الارتفاعات الرقمية في انها مفيدة جدا في تطبيقات النمذجة الهيدرولوجية و التنبؤ بالفيضان وتحديد المناطق المعرضة له، واختيار مناطق انشاء السدود في احواض الانهار او تقدير سعة خزان ، فضلا عن التطبيقات الاخرى في المجالات المختلفة من الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية والهندسية (Anavberokhai ,Isah O.,2008,p.14 & Karen K.,Kemp,2008,p.107.).

ان استخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) في هذا البحث يعد الاساس في اشتقاق وتحليل الخصائص الهيدرومورفومترية لشبكة التصريف السطحي لمنطقة الدراسة.لذلك فقد تم اختبار ما اذا كان نموذج الارتفاع الرقمي معيوب بوجود خلايا(pixel) ذات قيم شاذة اقل من قيمها الحقيقية أو اقل من قيمة ما يجاورها بفارق كبير والتي يطلق عليها اسم البالوعات (Sinks) ،لغرض معالجتها قبل اعتمادها في البحث. حيث تستخدم عدة خوارزميات للتخلص من هذه الخلايا الشاذة بمقارنتها بما يحيط بها من خلايا حتى لا يتوقف التدفق عندها وهو ما يعرف بعملية الملئ (Fill) (محمد ،2008،ص45) وقد تم استخدام واحدة من هذه الخوارزميات بواسطة برنامج Arcgis 9.3 من خلال أدواته Arc tool ---- Hydrology لإصلاح المرئية المستخدمة في البحث.

2-8:تحديد اتجاه الجريان: Flow direction

يتم التحديد الآلي لاتجاهات الجريان ومسارات التدفق في برنامج Arcgis9.3 من بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) عن طريق أسلوب Deterministic-8 model الذي اقترح لأول مرة في عام 1984 ثم تبعه بالتحسين والتعديل عدد من الحلول ،ولعل من أبرزها ماقدمه ديفد تاربوتون في الأسلوب الذي أطلق عليه D-Infinity (Maathuis,B.H.P.,2006,p.22) وهو ما استخدم في البحث.

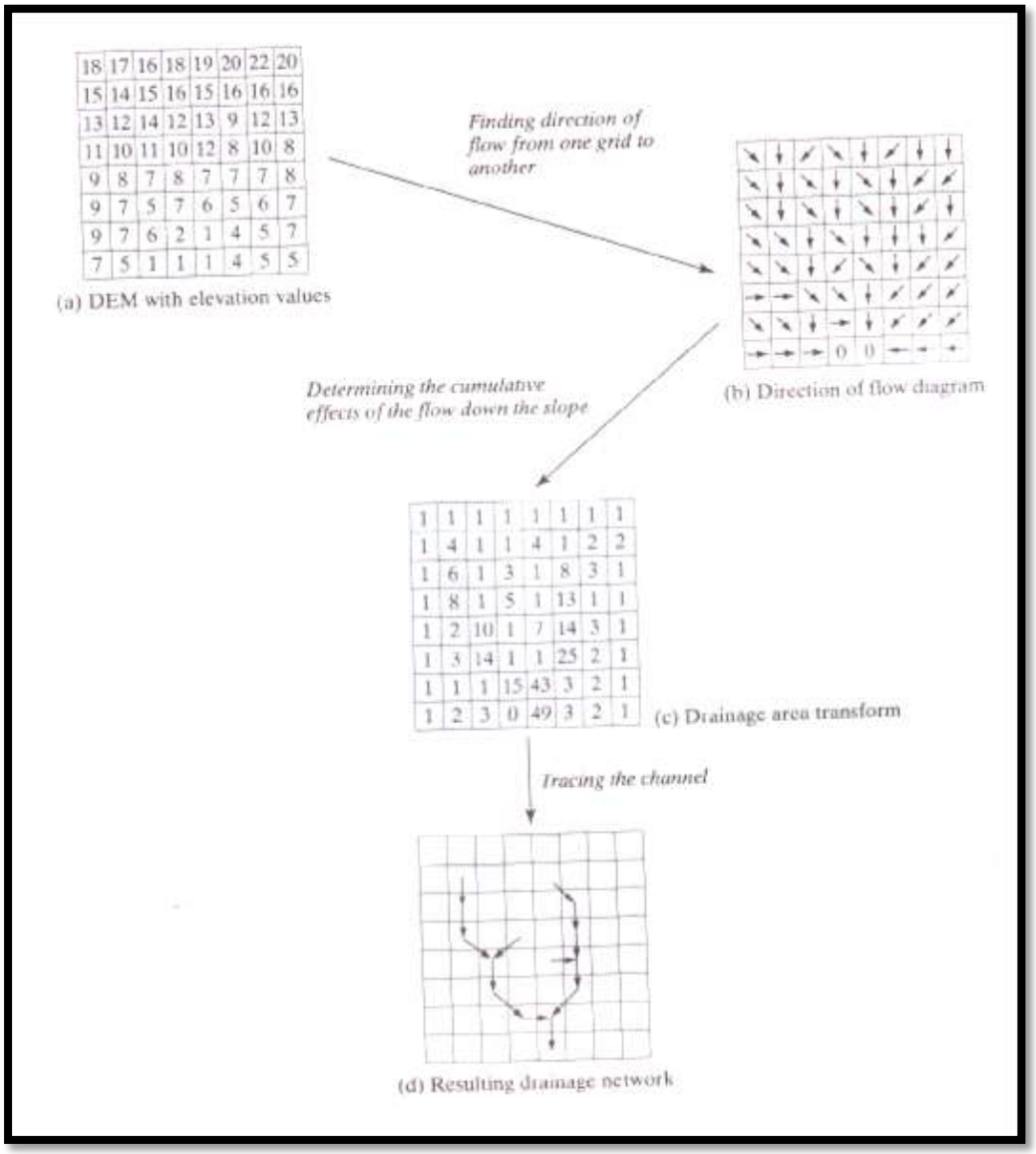
تتلخص فكرة D-8 في ان كل خلية من خلايا نموذج الارتفاع الرقمي لها قيمة منسوبة ارتفاع ،وبتتبع قيم الارتفاع للخلايا المجاورة الثمانية لأي خلية فانه يمكن ان تحدد اتجاهات التدفق ومساراته الياً،بحكم ان التدفق يتجه من الخلايا الأكثر ارتفاعا في المنسوب الى الخلايا الاقل قيمة في الارتفاع ،وتتم عملية تتبع التدفق من خلية ما باتجاه المصب اما قطريا (زاوية 45) وأما باستقامة عمودية او أفقية في ثمانية اتجاهات (ألغامدي ، ص20 و353 .Alpert,C.P.L &Yeung ,K.W.2009,p) الشكل (3).



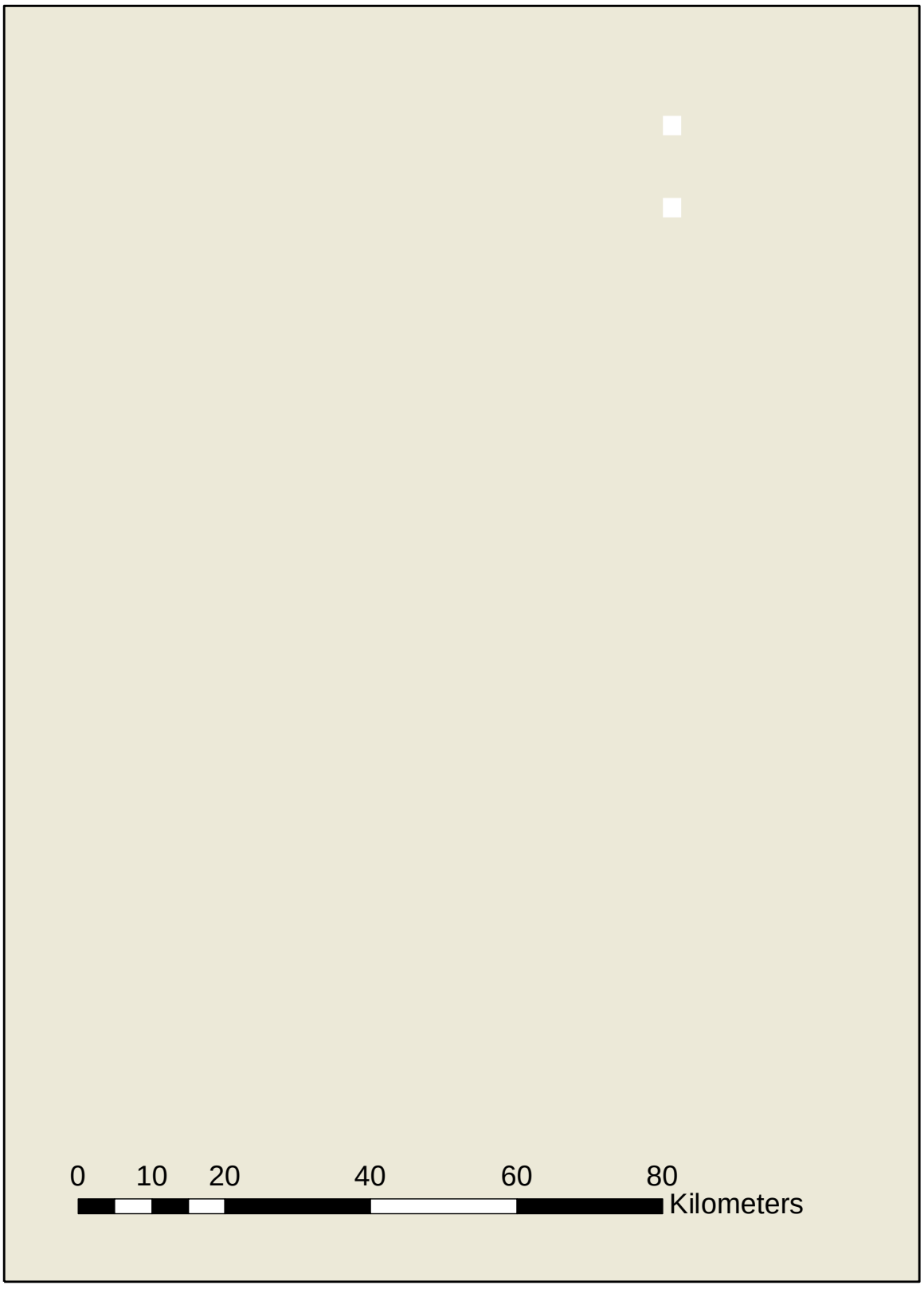
الشكل (3) التمثيل الثماني للتدفق المائي في نموذج الارتفاع الرقمي وفق أسلوب Deterministic-8 model

3-8:حساب تراكم الجريان : Flow Accumulation

يتم أنتاج خارطة تراكم الجريان في برنامج Arcgis9.3 على أساس حساب كم التراكم في كل خلية (Pixel) بناء على ما يحيط بها من خلايا تصب الماء فيها. وتعتمد هذه الخارطة أساسا على خارطة اتجاهات الجريان المعدة في الفقرة السابقة. وتتلخص فكرته بأنه إذا كان الماء المتراكم في الخلية او البكسل قادم من بكسل أخر وحيد فان قيمة البكسل عنئذ تكون 2(اي تحتوي على الماء الساقط على هذا البكسل إضافة الى الماء الساقط على بكسل أخر) أما اذا كان الماء المتراكم فيها من خليتين (بكسلين)فان القيمة تكون 3 الشكل (4) (Maathuis,B.H.P.,2006,p.23-24) وهكذا تنتج خارطة تراكم الجريان كالمبينة في لشكل(5)



الشكل (4) خطوات اشتقاق خارطة تراكم الجريان عن
(Alpert,C.P.L &Yeung ,K.W.2009,p. 353**)**



الشكل (5) خريطة تراكم الجريان المشتقة من نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)

4-8 :تحديد حوض وشبكة التصريف:

Catchment area And Drainage Network

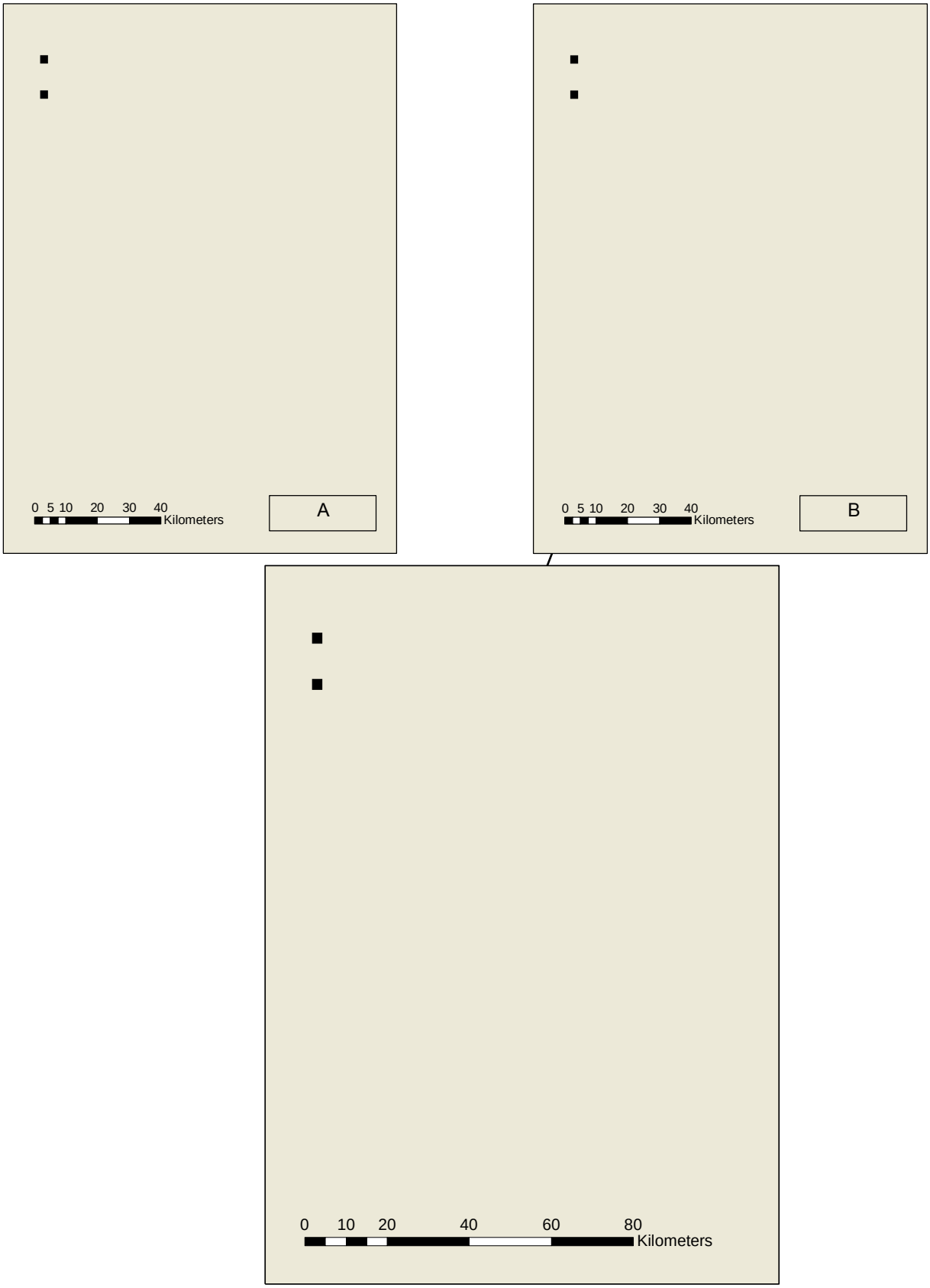
يعرف حوض الصرف بانها جميع الاراضي التي ينحدر سطحها نحو النهر او احد روافده،حتى لو لم تتوفر المياه فوق هذا السطح.ولو سقطت الامطار على مثل هذه الجهات فان مياهها تنحدر باتجاه النهر بطريق مباشر او عن طريق الروافد.(الخشاب وزملاءه،1978،ص131).

يتم تحديد الحوض النهري عن طريق تحديد سلسلة من الخلايا في نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بإتباع خوارزمية معدة لهذا الغرض في برنامج Arcgis9.3 ينقسم عندها جريان الماء الى اتجاهين متعارضين أحداهما الى داخل حوض الصرف والثاني خارجة تسمى المناطق التي تشغلها تلك الخلايا بمناطق تقسيم المياه. وقد تم اشتقاق حوض تصريف وادي ابو غار مع عدد من الأحواض المتباينة المساحة التي تتقاسم المياه معه وفق هذه الطريقة ،وبعد ذلك حولت تلك الأحواض من الصيغة المساحية أو الخلوية (Raster) إلى الصيغة الخطية (Vector) الشكل (6)، ليمكن التعامل معها من حيث التعديل واستقطاع حدود حوض منطقة الدراسة ومجاري شبكته.

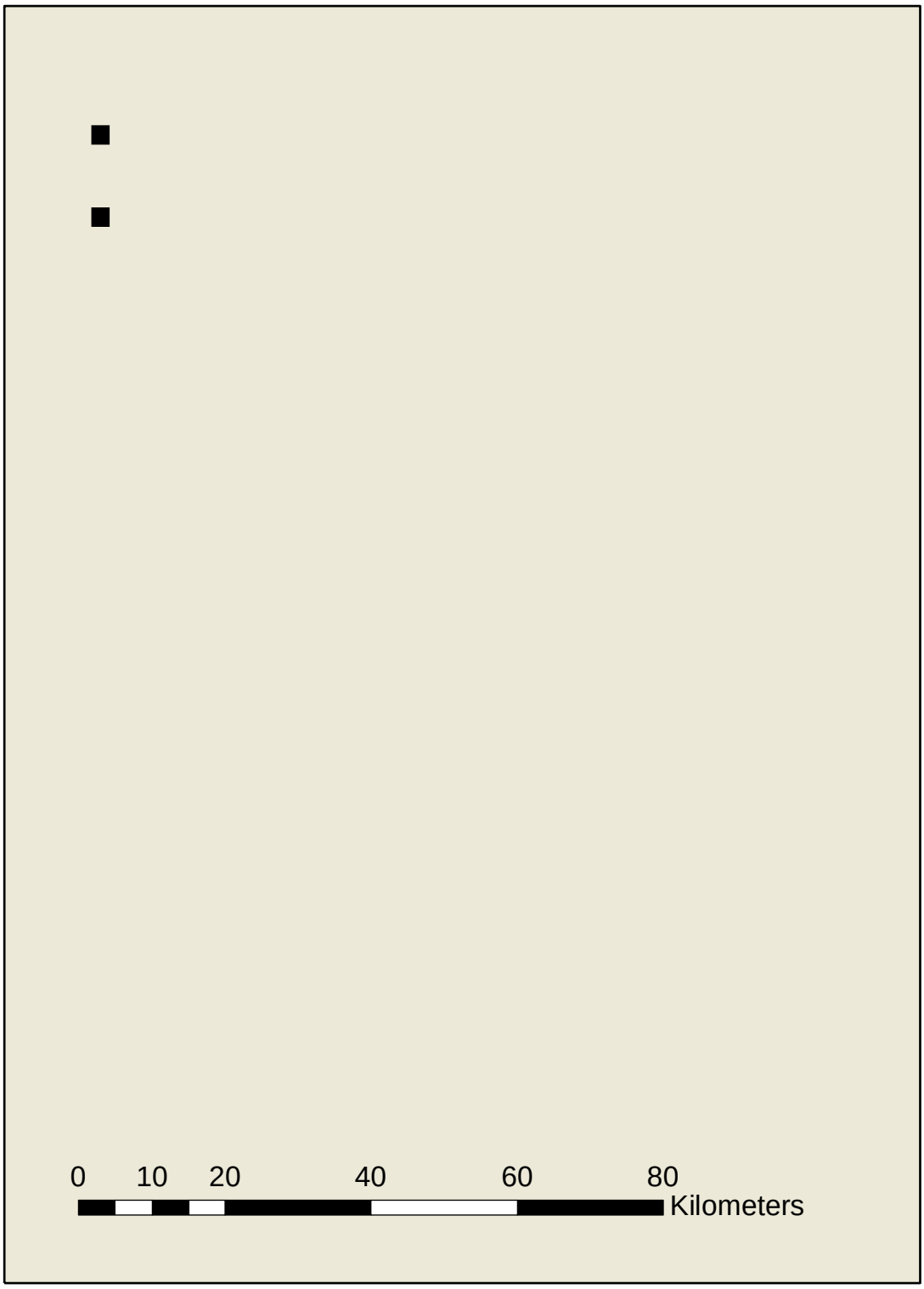
5-8 :اشتقاق شبكة التصريف السطحي:

Deriving Surface Draining Nets of Water

بعد ان تم اصلاح المرئية الرادارية واجريت عليها عمليات المعالجة الرقمية المتسلسلة التي تضمنت الفقرات السابقة ،يصار الى انتخاب خوارزمية في برنامج Arcgis 9.3 مشابهه لتلك التي استخدمت لتحديد حوض التصريف،من اجل اشتقاق شبكة التصريف السطحي للمياه.اذ يتم من خلالها تحديد سلسلة من الخلايا (Pixels) التي تمثل القيم العظمى في خريطة تراكم الجريان السابقة لتمثل المجاري المائية حيث تظهر بشكل خلوي (Raster) ،ثم بعد ذلك يتم تحويلها الى النظام الخطي المتجهي (Vector) بصيغة (Shape File) الصيغة الاساسية التي يدعمها البرنامج المذكور. ليمكن التعامل معها في فقرات البحث اللاحقة من حيث المراتب النهرية ومعرفة خصائصها المورفومترية كما يظهر في الشكل (7).



الشكل (6) اشتقاق احواض التصريف من (DEM) والتحويل من النظام الخلوي(A) الى النظام المتجهي(B) (Raster to Vector) واستخلاص حوض ابو غار



الشكل (7) خريطة شبكة التصريف السطحي لحوض ابو غار

7- الخصائص الموفومترية لشبكة التصريف السطحي:

تشكل خصائص الشبكة المائية منظومة ذات تأثيرات وعلاقات متداخلة ومتبادلة بحيث يمكن تفسير بعض هذه الخصائص من خلال اتجاهات الخصائص الأخرى. وقد أصبحت دراسة هذه العلاقات بين خصائص الشبكة المائية موضع اهتمام كثير من الدارسين الكميين الذي طبقوا عليها العديد من أساليب الإحصاء .وتشمل هذه الخصائص ما يأتي:

1-9 :المراتب النهرية: Streams Orders

عند دراسة النظم النهرية في أحواض التصريف النهري تهتم الدراسة المورفومترية بتمييز مرتبة النهر او الوادي ،وقد تم تصنيف مجاري شبكة التصريف في حوض ابو غار أليا الى سبعة مراتب وفق طريقة ستراهلر باستخدام برنامج (Arcgis 9.3)،وتتلخص هذه الطريقة بان المجاري التي لا ترتبط مع مجاري أخرى تأخذ المرتبة الأولى ،وعند التقاء مجرى مائي من المرتبة الاولى مع مجرى اخر يتكون مجرى مائي من المرتبة الثانية .وعند التقاء مجرى مائي من المرتبة الثانية مع مجرى مائي من نفس المرتبة يتكون مجرى مائي من المرتبة الثالثة....وهكذا حتى يحمل المجرى الرئيس اعلى مرتبة نهرية ،مع ملاحظة عندما يلتقي مجرى مائي من مرتبة ادنى مع مجرى اخر من مرتبة اعلى يظل المجرى المائي بعد التقاءهما يحمل نفس مرتبة المجرى الاعلى رتبة (Strahler.A. N.p40) الشكل (8).وقد اوضح ستريهلر بان تصنيف حوض النهر الى مراتب مختلفة بهذا الشكل تفيد عند دراسة كمية التصريف المائي الخاصة بكل وادي نهري او بمجموعة من الاودية النهرية ذات مرتبة معينة من حوض النهر الرئيسي (ابو العينين ،1967، ص437). ويظهر من الشكل السابق (8) ان نمط التصريف السائد في الحوض هو نمط التصريف الشجري(Dendritic drainage) وهذا يرجع الى ان التكوينات الجيولوجية التي يرتكز عليها الحوض تكاد تكون متجانسة في درجة مقاومتها لعوامل النحت،كما ان العامل الرئيسي الذي يتحكم في شكل هذا النمط من التصريف ،هو عامل الانحدار العام لسطح الارض مع حدوث بعض التعديلات الطفيفة في هذا العامل ازاء بعض التضرس وعدم الانتظام في سطح الأرض (صفي الدين، 1971،ص194).اذ نجد المجاري المائية في الحوض تتبع في جريانها الاتجاه

الشكل (8) خريطة المراتب النهرية لحوض ابو غار

العام لسطح الحوض. لذا يصح ان يطلق عليها مصطلح الانهار المرافقة (التابعة للانحدار Consequent Stream) .

لوحظ عند مطابقة خريطة المراتب النهرية الشكل(8) مع الخرائط الطبوغرافية 100000/1 التي غطت منطقة الدراسة ،ان هنالك أعداد كبيرة من المجاري المائية من الرتب النهرية المختلفة لم توضحها تلك الخرائط,وخصوصا للرتب النهرية العليا.

من تحليل الجدول (1) نجد ان مجموع المجاري المائية لحوض وادي ابو غار بجميع رتبها بلغت (5336) مجرى،وتتباين أعداد المجاري من رتبة الى اخرى ،فقد بلغت نسبة المرتبة الأولى حوالي (73,7%) من المجموع الكلي للرتب.بينما المرتبة الثانية كانت نسبتها (19,79 %) ،وبلغت نسبة المرتبة الثالثة (5,20 %)،في حين شكلت المرتبة الرابعة نسبة (1,03 %)،كما شكلت المراتب الثلاث المتبقية نسبة ضئيلة جدا بلغت في مجموعها(0,26%). ،مما يشير إلى أن معظم مجاري شبكة التصريف في منطقة الدراسة تقع في الرتبتين الأولى والثانية وبنسبة (93,49 %) من المجموع الكلي للمجاري النهرية.

الجدول (1) أعداد وأطوال مجاري المراتب النهرية لحوض ابو غار

المتغيرات	الرتبة							المجموع	المعدل
	الاولى	الثانية	الثالثة	الرابعة	الخامسة	السادسة	السابعة		
اعداد المجاري	3932	1056	278	55	11	3	1	5336	-
اطوال المجاري	4808	2198	997	632	406	146	64	9251	-
نسبة التشعب	3,72	3,79	5.05	5	3,66	3	-	-	4.03

المصدر:من عمل الباحث اعتمادا على نتائج خارطة المراتب النهرية لشبكة التصريف السطحي المشتقة من المرئية الرادارية باستخدام برنامج Arcgis 9.3.

يمكن ان نوضح العلاقة بين عدد المجاري المائية التابعة لكل مرتبة بالنسبة الى مرتبة المجرى النهري على رسم بياني لوغارتيمي الشكل (9) ،ومنه يتضح ان نقاط التقاء المرتبة النهرية مع عدد مجاريها على القطاع تكاد تتصل جميعا على طول خط مستقيم ،وان انحراف بعض النقاط عن هذا الخط المستقيم بسيط جدا، مما يشير الى تماثل بيئة الحوض الجيولوجية وظروفه المناخية. وهي بذلك توافق القانون الذي وضعه هورتون / قانون عدد المجاري المائية Law of Stream numbers)) والذي يتلخص بـ (ان عدد المجاري المائية التي تندرج تناقصيا في مجموعاتها او مراتبها ، تكون متوالية هندسية ،تبدا بمجرى يتبع اعلى مرتبة ،وتزداد تبعا لنسبة تشعب ثابتة)(ابو العينين، 1967،ص439).وعلى اساس ذلك يمكن القول ان تلك العلاقة بين المرتبة ،وعدد المجاري المائية التي تتبع تلك المرتبة في حوض ابوغار ،انما تتبع متوالية هندسية توافق النموذج الرياضي المعروف باسم المعادلة الأسية السالبة التي توضحها المعادلة التالية المشتقة من الرسم اللوغارتمي :

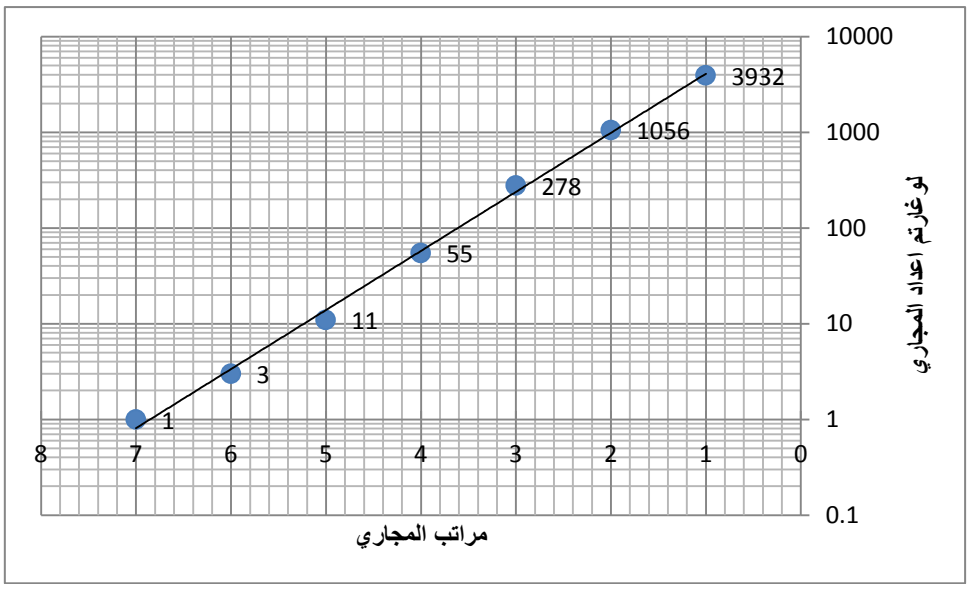
$$y = 16931e^{-1.42x}$$

حيث ان :y = عدد المجاري المائية e =قيمة ثابتة تساوي(1,71) x = الرتبة النهرية

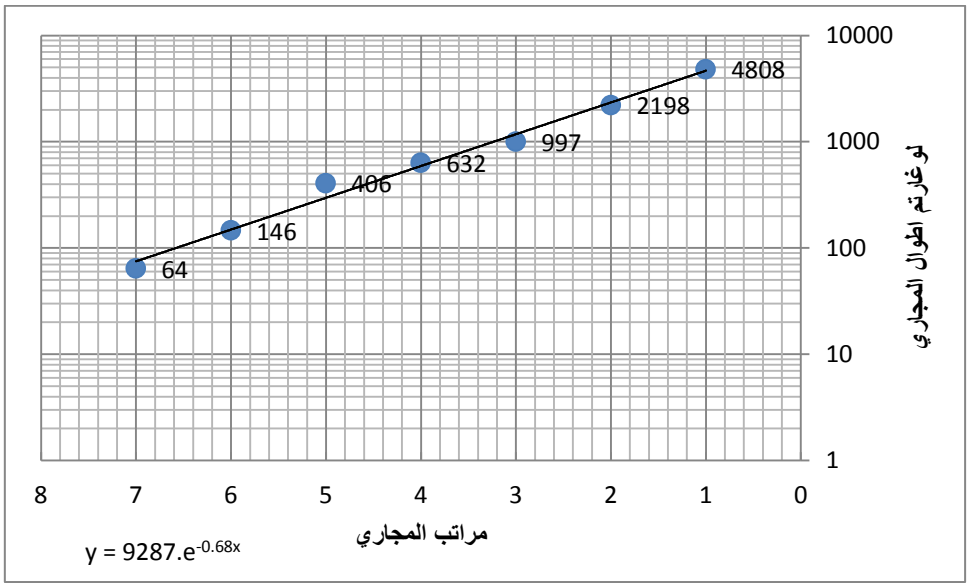
يوضح الشكل (10) العلاقة الآسية بين مراتب المجاري المائية ولوغارتم أطوالها في كل مرتبة في حوض وادي ابو غار،ومنه يتضح ان النقاط التي تصل بين المتغيرين انفي الذكر تقع على خط مستقيم تقريبا،عدا مجموع أطوال المرتبة الخامسة التي تحيد قليلا عن المستقيم ،ويرجع ذلك الى شواذ جيولوجية في المنطقة التي تمتد عليها شبكة مجاري تلك المرتبة. ان تلك النتيجة تؤيد القانون الذي وضعه هورتون/ قانون اطوال المجاري النهرية(Law of Stream Lengths) وعدله سترهلر بالشكل الاتي:(ان مجموع متوسطات اطوال المجاري النهرية من المراتب المتتالية تميل الى تكوين متوالية هندسية تبدا بمتوسط طول مجاري انهار المرتبة الاولى وتتصاعد تبعا لنسبة طول ثابتة) (ابو العينين ،1967، ص445-446) وعلى اساس ذلك يمكن القول ان تلك العلاقة بين المرتبة ،ومجموع اطوال مجاريها في حوض ابو غار ،انما تتبع متوالية هندسية توضحها المعادلة الآسية السالبة التالية:

$$y = 9287e^{-0.68x}$$

حيث ان :y = طول المجاري المائية e =قيمة ثابتة تساوي(1,71) x = الرتبة النهرية



الشكل (9) العلاقة بين مراتب المجاري ولوغارتم اعدادها في حوض ابو غار



الشكل (10) العلاقة بين مراتب المجاري ولوغارتم اطوالها في حوض ابو غار

2-9 : نسبة التشعب: Bifurcation Ratio

وهي النسبة بين عدد المجاري لرتبة ما الى عدد المجاري للرتبة التي تليها .وقد تم حساب نسبة التشعب لحوض ابو غار من خلال العلاقة الرياضية الاتية:- (ابو العينين،1967 ، ص437)

$$Br = Ns / Ns + 1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث ان :

Br = نسبة التشعب Ns = عدد المجاري لرتبة معينة

$Ns + 1$= عدد جداول المرتبة التي تليها

ومن مقارنة نسبة التشعب بين عدد مجاري مختلف مراتب الحوض التي يوضحها الجدول السابق (1) نجد ان نسبة التشعب تتراوح بين (3-5.05) وبلغت في معدلها (4,03) ، وهي بذلك لا تخرج عن النسبة التي اوردها هورتون في تصنيفه عندما اوضح بأن نسبة التشعب احد المؤشرات الدالة على تماثل بيئة الحوض الجيولوجية وظروفه المناخية او انعدام مثل هذا التماثل ،اذ ان اقتراب قيم نسب التشعب بين مجاري مراتب النهر من (3-5) دليل على تشابه حوض النهر مناخيا وبنيويا،وان انخفاض او ارتفاع هذه النسب عن الحدود المذكورة انفا دليل على عدم تماثل الحوض مناخيا وتضاريسيا. (الصحاف والحسن،1990،ص44)

3-9 :الكثافة التصريفية: Drainage Density

ويقصد بها درجة التفرع وانتشار الشبكة النهرية ضمن مساحة محددة (كورلي،1978 ،ص126).تكمن اهمية قياس الكثافة التصريفية لشبكة التصريف النهري في انها تعبر عن اثر كل من نوع الصخر ونظامه والتضاريس والغطاء النباتي ،كما تظهر تاثير الانسان على شبكة التصريف (ابو راضي ،2004، ص144) وهي من المؤشرات المورفومترية الهامة والدالة على عمل المياه الجارية في الحوض ،حيث ان هناك علاقة موجبه بين المحصلة السنوية للجريان السطحي ومقدار الرواسب وكثافة التصريف (الغامدي ،2006،ص37).فالكثافة العالية للمجاري المائية تقلل من فترة التباطؤ وتزيد من الجريان السطحي وتعمل على كبر قمة المخطط المائي (الهيدروكراف).(كورلي ،1978 ،ص126).

تحسب كثافة التصريف من خلال قسمة حاصل مجموع اطوال الجداول على المساحة الكلية للحوض,وكما موضح في العلاقة الرياضية الاتية: (ابو العينين ،1967، ص455):-

$$D = \sum Ls \ / \ A \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث أن :- D =كثافة التصريف Ls= أطوال الجداول كم A= مساحة الحوض كم2

ويلاحظ ان كثافة التصريف منخفضة جدا في حوض ابوغار اذ بلغت (1,533)،حسب التصنيف الذي وضعه سترهلير ,الجدول (2) وذلك راجع الى قلة التساقط المطري على منطقة الدراسة وقصر المجاري المائية ،بالإضافة الى استطالة الحوض وكبر مساحته .

الجدول (2) الكثافة التصريفية وفقا لتصنيف ستريهلر عن(Strahler,A., N., 1967,p.32.)

الكثافة التصريفية	حدودها كم/كم2
منخفضة	اقل من 4
متوسطة	12-4
عالية	اكبر من 13

4-9 :التكرار النهري : Stream Frequency (F)

يقصد بالتكرار النهري عدد الانهار في وحدة المساحة .ويحسب وفقا للمعادلة الاتية:-(الانصاري، 1979،ص91) .

$$F = \sum Ns / A \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث ان :- F =التكرار النهري

Ns= عدد المجاري A = مساحة الحوض النهري

تعكس تكرارية المجاري العلاقة بين شبكة التصريف والمساحة التي تمتد عليها تلك الشبكة ،وهي تعبير اخر للدلالة على مدى التقدم في عمليات النحت والتسوية بفعل المياه الجارية في حوض التصريف. و بلغت في حوض ابو غار (0,88 مجرى /كم2)،وهي نسبة منخفضة.ويعزى ذلك الى كون المنطقة تقع ضمن المناخات الجافة القليلة الأمطار.ومن هذا نستخلص أن الحوض لا زال أمامه شوط يقطعه في دورته التحاتية. ولتاكيد ذلك فان الكثافة النسبية Relative Density (تكرارية المجاري مقسومة على مربع كثافة التصريف) لحوض أبو غار قد بلغت (0.37) وهي قيمة منخفضة ،وتعبر الكثافة النسبية عن المساحات القابلة لامتداد وظهور مجاري جديدة .وكلما كانت النسبة اكبر كلما دل ذلك على بعد الوادي عن مرحلة التوازن (ألغامدي ،2006 ،ص37).

الاستنتاجات

تبين من خلال البحث ما يأتي:

1- إن البيانات الرادارية بدقة تمييز (30) متر هي بديل ناجح للخرائط الطبوغرافية ذات المقياس1 /100000 في اشتقاق شبكات التصريف السطحي واحواضها المائيه ،اذ وجد بعد المعايرة ان هناك الكثير من المجاري المائية التي وضحتها الخريطة المنتجة في البحث وخصوصا للمراتب العليا لا تمثلها تلك الخرائط، وقد ترتب على ذلك اختلاف في شكل ومساحة ومحيط حوض التصريف لوادي ابو غار مقارنة بالحوض المنتج من الخرائط الطبوغرافية .

2- تعد نظم المعلومات الجغرافية (GIS) المتمثلة ببرنامج Arcgis-9.3 الوسيلة المثلى لمعالجة وتحليل نماذج الارتفاعات الرقمية(DEM) في اشتقاق شبكات التصريف السطحي للمياه ،من خلال المميزات التي تؤهلها على غيرها من التقنيات الاخرى ،والمتمثلة بالدقة في النتائج واختصار الوقت والجهد والكلفة والسرعة في اشتقاق المجاري المائية والقياسات المورفومترية ومناطق تقسيم المياه بين الأحواض ،مع إمكانية اختيار مستوى التفصيل او الدقة في مراتب الشبكة النهرية،حتى وان كان العمل على كامل المرئية الرادارية ،وهذا يعني امكانية العمل على مئات من الأحواض المائية في ان واحد مع توفر البيئة الحاسوبية المطلوبة.الى جانب ذلك إمكانيتها في طرح خيارات متعددة تمنح الباحث الفرصة للوصول الى نتائج دقيقة تتوافق مع توجهاته العلمية، مثلا اختيار طريقة تصنيف مجاري الشبكة النهرية المناسبة (طريقة هورتن ،طريقة شريف ،طريقة سترهلر،.....الخ) فضلا عن قابلية التحديث والتغيير لتحسين النتائج مع سرعة استخراج المتغيرات تبعا لذلك.

3- على الرغم من قدرة التكامل الموظفة في هذا البحث بين تقنية نظم المعلومات الجغرافية والتحسس النائي لاشتقاق شبكات التصريف السطحي ،الا انها تستلزم توافر معايرة للنتائج المستخلصة للحكم على صحة الشبكة المائية المشتقة على اساس ذلك التكامل.

4- توصل البحث الى نتائج متقدمة تتعلق بهيدرومورفومترية حوض ابو غار .اذ تبين ان الحوض يتكون من سبعة مراتب نهرية وفقا لنظام ستريهلر ،تتزايد في مجموع اطوالها واعدادها كل مع مراتبها بنسبة ثابتة بلغت في معدلها (4,03)، مما يشير الى تماثل بيئة الحوض الجيولوجية وظروفه الهيدرومناخية .حيث اتضح من البحث ان العلاقة بين المرتبة النهرية ومجموع اطوال واعداد مجاريها إنما تتبع متوالية هندسية تتوافق مع النموذج الرياضي المعروف بالدالة الاسية السالبة التي توضحها المعادلتين التاليتين المشتقتين من الرسم اللوغارتيمي المثبت في متن البحث واللتان يمكن التعويض فيهما ومعرفة اعداد واطوال مجاري كل مرتبة .

العلاقة بين المرتبة النهرية وعدد مجاريها في حوض ابو غار:-

$$y = 16931e^{-1.42x} \quad \text{.....(1)}$$

العلاقة بين المرتبة النهرية ومجموع أطوالها في حوض ابو غار:-

$$y = 9287e^{-0.68x} \quad \text{.....(2)}$$

التوصيات

يوصي البحث بالاتي:

1- تطبيق الية البحث على وديان الهضبة الغربية والقطر عموما لبناء قاعدة بيانات هيدرومورفومترية لتلك الاحواض، تخدم عملية تنمية الموارد المائية.

2- ضرورة توفر معيار او محك (Criterion) للحكم على صحة النتائج التي يمكن التوصل اليها وفق الية البحث الحالية،وبدون توفر هذا المحك ينبغي عدم اعتمادها .

3- ضرورة اعتماد بيانات الارتفاع الرقمي (DEM) العالية الدقة (30 متر اواقل من ذلك) في اشتقاق شبكات التصريف السطحي من الاحواض المائية الصغيرة القليلة التضرس او تلك التي تقع في مناطق يطول فيها الانبساط بالنسبة للسطح.

4- تطبيق المعادلات التي توصل اليها البحث في معرفة اطوال واعداد المجاري في كل مرتبة نهرية بشكل اولي لتلك للاحواض المائية الواقعة في الهضبة الغربية والتي تشابة بيئة الحوض الهيدروجيولوجية.

المصادر

1- أبو العينين،حسن سيد احمد،أصول الجيومورفولوجيا،دار النهضة العربية، لبنان، 1967.
2- أبو راضي،فتحي عبد العزيز ،الاصول العامة في الجيومورفولوجيا،دار النهضة العربية ،لبنان،2004.
3- الفارس،اياد علي، تقدير دقة نموذج التضرس الارضي الرقمي المنتج من الخطوط الكنتورية الممشطة،مجلة التحسس النائي العراقية،2002.
4- خلف ،جاسم محمد , محاضرات في جغرافية العراق الطبيعية والأقتصادية والبشرية , ط2, معهد الدراسات, مطبعة البيان العربية , جامعة الدول العربية,1961.
5- الخشاب،وفيق حسين والصحاف ،مهدي وحديد،احمد سعيد،علم الجيومورفولوجيا، الجزء الأول،دار الكتب للطباعة والنشر،بغداد،1978.
6- سلامة ،أصول الجيومورفولوجيا،دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة،عمان ،2010.
7- الصالح،محمد بن عبد الله ،استخدام صور الماسح الموضوعي المحسنة والخرائط الطبوغرافية للتحليل المورفومتري لوادي عنان ووادي مزيرعة بوسط المملكة العربية السعودية،مجلة جامعة الملك سعود،المجلد (11)،1999.
8- الصحاف ،مهدي والحسن،كاظم موسى،هيدرومورفومترية حوض رافد الخوصر دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد ،1990.
9- صفي الدين،محمد،جيومورفولوجية قشرة الارض،دار النهضة العربية ،بيروت،1971.
10- ألغامدي، سعد ابو راس ،توظيف نظم المعلومات الجغرافية في استخراج بعض القياسات المورفومترية من نماذج الارتفاعات الرقمية-دراسة حالة وادي ذرى في المملكة العربية السعودية،مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية،قسم الجغرافيا،جامعة الكويت،العدد(317) ،2006.
11- ألغامدي، سعد ابو رأس ،استخلاص شبكة التصريف السطحي للمياه باستعمال المعالجة الإلية لبيانات صور الأقمار الصناعية-دراسة على منطقة جبال نعمان، مجلة جامعة ام القرى للعلوم التربوية والاجتماعية والإنسانية،المجلد السادس عشر،العدد الثاني،2004.
12- كورلي، ريتشارد جي،الماء والارض والانسان،ترجمة وفيق حسين الخشاب ،مطبعة جامعة بغداد ،1978.
13- محمد،وسام الدين،أساسيات نظم المعلومات الجغرافية،2008.
14- الانصاري ،نضير ،مبائ الهيدروجيولوجي،مطبعة كلية العلوم ،جامعة بغداد ،1979.
15- وزارة العلوم والتكنولوجيا،الهيئة العامة للانواء الجوية ،قسم المناخ ،بغداد ،بيانات غير منشورة،2007.
16- Anavberokhai ,Isah O.,Introducing GIS and Multi-criteria analysis in road path planning process in Nigeria A case study of lokoja, Kogi state, university of study of lokoja, Kogi state, university of Cavle,dep.technology and built environment ,2008.
17- C.P.LO. Albert K.W.,Yeung, Concepts and Techniques of geographic information systems,second edition,New Delhi,2009.
18- Maathuis,B.H.P.,Digital Elevation Model Based Hydro- -processing , Geocarto International ,published by Geocarto International Center,G.P.O.,Vol.21,No.1,Hong Kong,2006.
19- Saad Z.Jassim and Jeremye, Coff , Geology of Iraq ,first edition, publishers Dolin,Czech Republic,2006.
20- Strahler,A., N., Quantitative geomorphology of drainage basins and channel network, In a book of applied hydrology ,edited by Chow,V.T.,Mc Grow-hill, New York,1967.
21- Tucker, G., F.,Catani, A., Rinaldo,and R. Bars,statistical Analysis of drainage density from digital terrain data, Geomorpgology-36, 2001.
22- Karen K.,Kemp, Encyclopedia Of Geographic information science ,Sage publications,London,2008.