



## التحليل المكاني للخصائص الهيسومترية لحوض وادي (تهگهران)

ID No. 424

(PP 116 - 131)

<https://doi.org/10.21271/zjhs.27.2.7>

تحسين عبدالرحيم عزيز

كلية الاداب، جامعة صلاح الدين-أربيل

tahseen.azeez@su.edu.krd

الاستلام : 2022/07/20

القبول : 2022/09/27

النشر : 2023/04/17

### ملخص

تهدف هذه الدراسة الى التحليل المكاني للخصائص الهيسومترية لحوض وادي (تهگهران)، وإيجاد العلاقة المكانية بين قيم هذه الخاصية وقيم الخصائص المورفومترية للاحواض الثانوية البالغة عددها (35) حوضاً. تم الاعتماد على المنهج الاستقرائي و الأسلوب الإحصاء المكاني للوصول الى هدف الدراسة، واستخدمت أدوات التحليل الاحصائي المكاني في برنامج (ArcMap) ومنها تحليل الانحدار المكاني. توصلت الدراسة الى أن شكل المنحنى الهيسومتري للحوض (تهگهران) الرئيسي يشير الى أن الحوض وصل إلى مرحلة متقدمة من الدورة الجيومورفولوجية، حيث نلاحظ التقعر الواضح لشكل المنحنى، كما بلغت قيمة التكامل الهيسومتري (0.28) وهذا دليل على وصول الحوض الى مرحلة متقدمة (monadnock) من مراحل دورة التعرية والنحت. وان اغلب الاحواض الثانوية (21) حوض ذات المنحنيات الهيسومترية المقعرة - المحدبة وهي مرحلة التوازن او النضج في الدورة الجيومورفية، تراوحت قيم التكامل الهيسومتري لها بين (0.36-0.47). ظهر ان قيم التكامل الهيسومتري لا تشكل نموذج مكاني محدد. والعلاقة المكانية بين قيم التكامل الهيسومتري والخصائص الكمية للاحواض الثانوية علاقة سلبية وغير قوية.

**الكلمات المفتاحية:** المنحنى الهيسومتري، التكامل الهيسومتري، الخصائص المورفومترية.

### 1. مقدمة

يعتبر التحليل المورفومتري للأحواض المائية من المعايير المهمة للدلالة على القياسات والخصائص الهندسية لسطح الأرض والتي تساهم الأنهار ونظمتها المختلفة في تشكيلها. وتحدد الخصائص المورفومترية مقدار استجابة مواد سطح الحوض وسرير مجراه وضافه للنشاط الحثي، كما أن اختلاف المساحة الحوضية للنهر، معامل شكل الحوض، الخصائص التضاريسية والانحدارية وكثافة شبكة تصريفه المائي، تلعب دوراً واضحاً في تحديد الطاقة النهرية للتصريف المائي، وقدرته على نقل حمولته الرسوبية. (ابوسليم 2010، ص 114).

يعكس خصائص الحوض النهري خاصة الخصائص التضاريسية الأوضاع الجيولوجية والخصائص الصخرية تحت سطح الأرض، والعمليات الجيومورفولوجية التي عملت مع مرور الوقت، وكذلك طبيعة ودرجة المنحدرات. وتبرز أهمية دراسة الخصائص التضاريسية في إلقاء الضوء على عمليتي ألت النهري والدورة الحثية وعلاقتها بتطور خصائص الحوض المساحية وشبكة الصرف المائي وتأثير هذه الخصائص على الجريان المائي. (الصحاف 1990، ص 43).

من بين الخصائص التضاريسية يعتبر التحليل الهيسومتري أفضل المتغيرات الكمية لفهم العلاقة ما بين طوبوغرافية الحوض النهري وتعرية المجاري المائية للسطح، بواسطة الجريان السطحي، ويهدف إلى تحديد الفترة الزمنية التي قطعها الأحواض من دورتها الجيومورفولوجية. (إبراهيم 2020، ص 429).

التحليل الهيسومتري Hypsometric كما حددها Strahler (1952, p1119) هو دراسة توزيع مساحة سطح الأرض، أو مساحة المقطع العرضي الأفقي، لكتلة اليابسة فيما يتعلق بالارتفاع. لقد بني التحليل الهيسومتري من قبل (Lanbein) وآخرين عام 1947 والذي طبقه لحوض نهر كبير. أما (Strahler) قد طبقه لحوض نهر صغير ذو ترتيب جدولي قليل لمعرفة كيف إن الكتلة تتوزع في حوض نهر من القاعدة الى القمة. (الجبوري 1988، ص 62).



هناك طريقتان لتحديد الخاصية الهيسومترية للحوض النهري، أحدهما بيانياً وتسمى المنحنى البياني الهيسومتري (Hypsometric curve). والأخرى حسابية وتسمى التكامل الهيسومتري (Hypsometric Integral). ويعبر المنحنى الهيسومتري عن حجم الكتل الصخرية المذالة ومقدار التآكل في الحوض النهري مقابل الكتل المتبقية. بينما يتم حساب التكامل الهيسومتري كنسبة مئوية للمساحة الواقعة تحت المنحنى (Farhan et al, 2016, p159).

تهدف هذه الدراسة الى تحديد الخصائص الهيسومترية لحوض (تهگران) واحواضه الثانوية، وإيجاد العلاقة المكانية بين هذه الخصائص والخصائص الكمية المورفومترية، متبعاً المنهج العلمي الاسقراطي للوصول الى الاستنتاجات، استخدم طريقتي الانحدار الاستكشافي (Exploratory Regression) و اقل المربعات (Squares Least Ordinary) ضمن صندوق (Modeling spatial Relationship) في برنامج (ArcMap) لاحتساب القيم الإحصائية المطلوبة.

تمثل مشكلة الدراسة بالتساؤل الاتي (هل تشكل قيم التكامل الهيسومتري للاحواض الثانوية نموذج مكاني محدد، وهل هناك ارتباط مكاني معنوية احصائياً بين هذه القيم، وقيم الخصائص الكمية الأخرى للاحواض). وبما ان الأسلوب المتبع هي التحليل الاحصائي فان ذلك يتطلب تحديد فرضيات إحصائية (فرضية العدم)، ومستوى الاحتمالية الإحصائية لرفضها وقبول الفرضية البديلة. عليه فان فرضية العدم اعتماداً على مشكلة الدراسة تكون (لا تشكل قيم التكامل الهيسومتري نموذج مكاني محدد، ولا توجد علاقة ارتباط مكاني بين قيم التكامل والخصائص الكمية للاحواض). وتم تحديد قيمة (0.1) كمستوى معنوي لاحتمال رفض او قبول فرضية العدم.

## 2/ منطقة الدراسة

تمثل منطقة الدراسة بحوض وادي (تهگه ران) وهي احدى روافد نهر (قه لاجولان) والذي بدوره يصب في نهر الزاب الصغير. يمتد الحوض بامتداد السفوح الشمالية الشرقية لسلسلة جبل (گؤيزه). بين دائرتي عرض (35°: 41' 47") و (35°: 27' 18") شمالاً. وخطي الطول (45°: 27' 04") و (45°: 43' 36") شرقاً. الشكل (1).

تبلغ مساحة الحوض (331.47) كم<sup>2</sup>. تم تحديد (35) حوضاً ثانوياً اتخذت كوحدات مكانية لغرض دراسة التباين المكاني للخصائص الهيسومترية للأحواض. اعتمد في تحديد الاحواض الثانوية على الشبكة التصريفية وتوزيع المراتب النهرية، حيث حدد المجرى التي وصل المرتبة الرابعة كحوض ثانوي، مع استبعاد الاحواض التي تقل مساحتها عن (1) كم<sup>2</sup>. تم ترقيم الأحواض اعتماداً على مساحتها من الأحواض الصغيرة الى الكبيرة واستخدم هذا الترقيم لتعريف الاحواض الثانوية.

بلغت مساحة الاحواض الثانوية (278.1) كم<sup>2</sup> وهي تشكل (83.9%) من المساحة الكلية للحوض الرئيسي، والمساحة المتبقية تشكل احواض ثانوية صغيرة الحجم والمساحات البينية التي تقع عند أطراف المجرى الرئيس للوادي. وتنقسم هذه الاحواض موقعياً الى قسمين بجانب الوادي الرئيسي (15) حوضاً في الجانب الأيمن من الوادي و (20) حوضاً ثانوياً في الجانب الايسر. وتتراوح مساحة الاحواض الثانوية بين (1) كم<sup>2</sup> في حوض رقم (1)، و (51.69) كم<sup>2</sup> في حوض رقم (35).

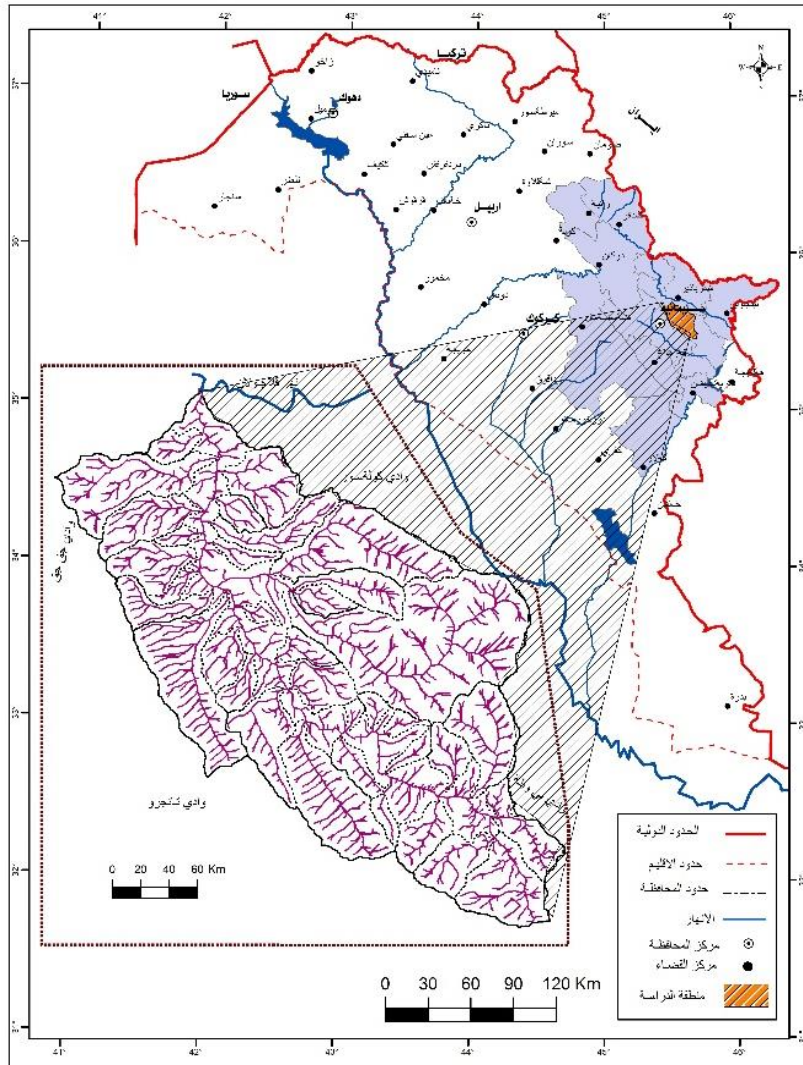
## 3/ البيانات المستخدمة

من البيانات التي اعتمد عليها في هذه الدراسة ما يأتي:

أ- نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، من نوع المعروف بـ (SRTM) بدقة (30)م، اذ تقع منطقة الدراسة ضمن قطعتين المرقمين (SRTM1N35E045V3) و (SRTM1N35E046V3). وتم تنزيلها من الموقع الإلكتروني لهيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية المعروفة بـ (USGS) في قسم (earth explorer).

ب- الخرائط الطبوغرافية لمديرية المساحة العسكرية العراقية، 2001، المقياس 1:100000، القطع المرقمة (حلبجة I-38-D-SE، بنجوين I-38-D-NE، السليمانية I-38-D-NW).

ج- بيانات كميات الامطار الساقطة في منطقة الدراسة حسب بيانات الموقع الإلكتروني (climate.northwestknowledge).



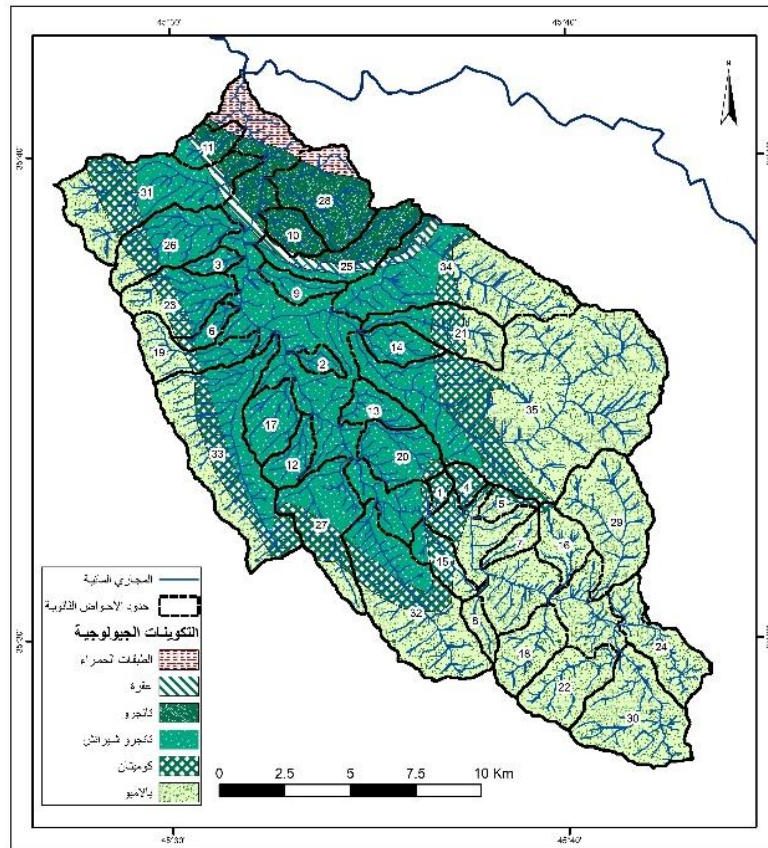
الشكل (1) منطقة الدراسة ضمن إقليم كردستان ومحافظة السليمانية (هيئة إحصاء إقليم كردستان)

تقع منطقة الدراسة من الناحية البنوية حسب (Aziz, B.K. Lawa, F.A., 2001.P91) على حزام (بالامبو - تانجرو) في نطاق الطيات العالية ضمن منطقة الرصيف غير المستقر. يظهر في منطقة الدراسة عدد من المكاشف الصخرية التابعة لتكوينات الجيولوجية مختلفة من حيث الصخرية والبيئة الترسيبية. أقدم هذه التكوينات هي تكوين بالامبو، يتكون من طبقات رقيقة متعاقبة من الحجر الجيري الأزرق متداخلة مع المارل الأخضر (حمه غريب 1983، ص8). يغطي هذا التكوين مساحة واسعة في الأجزاء الجنوبية الشرقية عند منابع الحوض ويمتد بامتداد جبال كويزة الشكل (2). يأتي بعدها تكوين كوميتان الذي يتألف من طبقات رقيقة فاتحة اللون من الحجر الجيري (المنمي 2002، ص6)، ويظهر على شكل شريط في وسط منطقة الدراسة. يظهر تكوينات تانجرو - شيرانش في وسط منطقة الدراسة، تكوين شيرانش يتكون من الحجر الجيري المارلي ويتعاقب المارل مع طبقات رقيقة من من الطفل، وتكوين تانجرو يتألف من المارل الغريني والحجر الجيري الفتاتي (Hama Amin. 2009, p59). ويظهر تكوينات عقرة على شكل شريط ضيق بين تكوينات تانجرو وهي تتكون من الصخور الجيرية، بينما الطبقات الحمراء التي تظهر في منطقة المصب من الحوض تتكون من الحجر الجيري المدملكاتي الفتاتي (محمد 1988، ص32). يلاحظ ان اغلب التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة تعود الى العصر الطباشيري (كريتاسي)، التي تسود فيها الصخور الجيرية والكلسية المشققة خاصة ضمن تكاوين بالامبو وكوميتان وعقرة، وهذا يساعد عملية النحت وتقطيع سطح المنطقة بالمجاري وتحويل أراضيها الى منحدرات جوانب الوديان.

تمتد منطقة الدراسة باتجاه جنوب شرق - شمال غرب، بامتداد سلسلة جبال كويزة الواقعة في حافة الحوض الجنوبية والغربية، بينما أطرافها الشرقية محاطة بجبال كورة كازاو و كجلي، وبين هذين السلسلتين يوجد داخل الحوض عدد من الجبال منها



كلاوبه رز، وشكه شيو، شوان كاره، قسم دول و اشكه وتة) الشكل (3). ويتراوح معدل ارتفاع الحوض بين (837) م فوق مستوى سطح البحر عند مصب الحوض، و (2175) م عند قمة جبل (كجلي) وبلغ معدل المجموع السنوي للامطار (723.84) ملم للفترة (2001 - 2000)

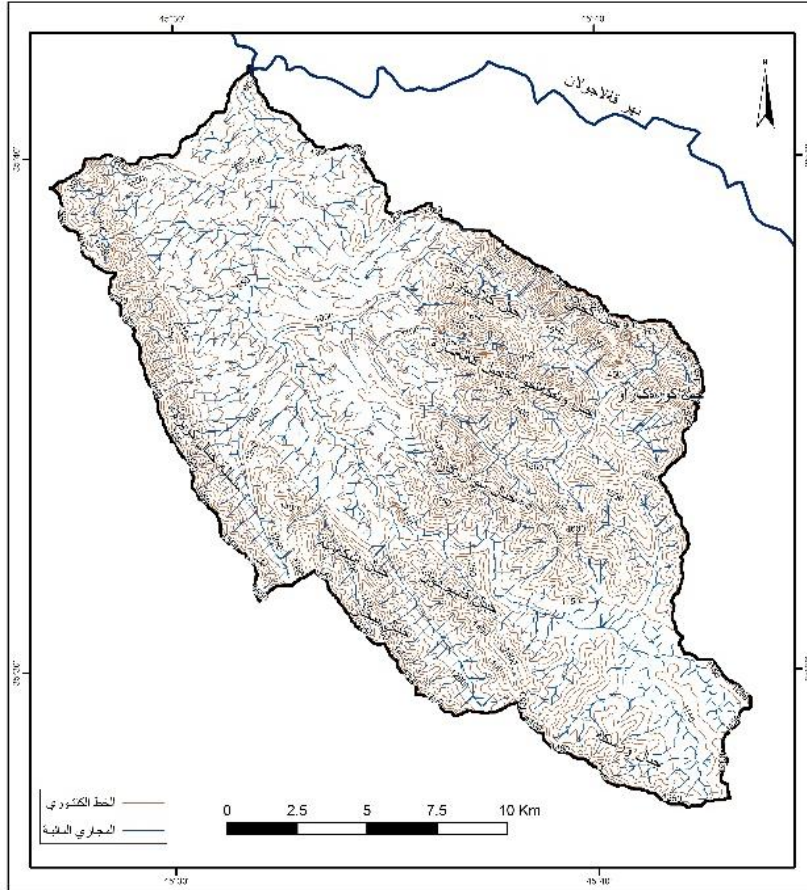


الشكل (2) التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة

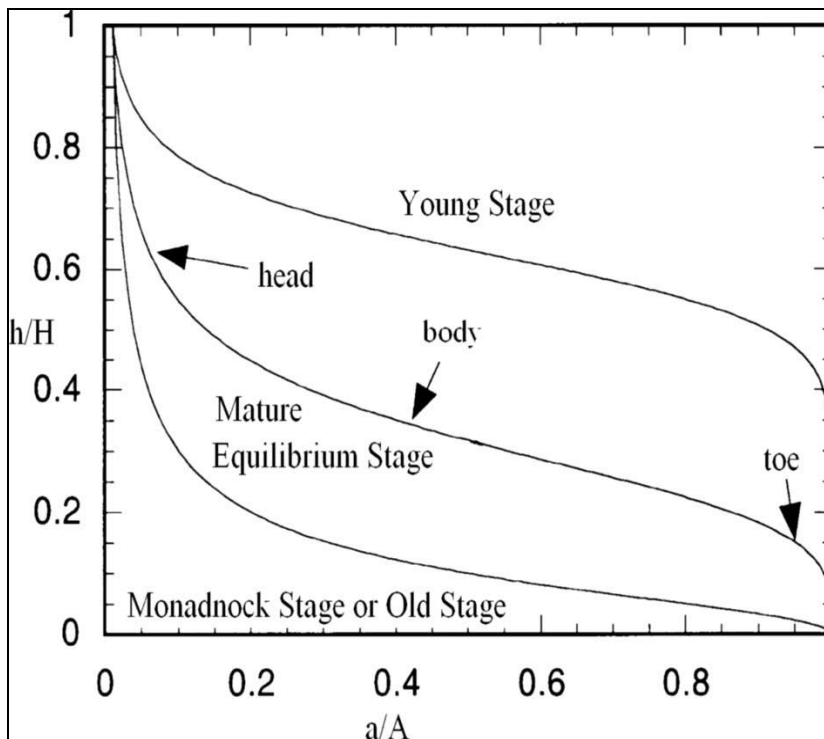
hydrogeology of Northern Iraq field document, FAO (UN) report. ) 2003(Stevanovitic, Z., Markovitic, M.Y.)  
(Erbil office, Annex 39

#### 4/ المنحنى الهيسومتري

تباين الاحواض المائية في شكل المنحنى الهيسومتري حيث قام (Strahler 1952, p1124) بتفسير شكل منحنيات الهيسومترية عن طريق تحليل العديد من الأحواض و صنفها على أنها شابة (مرحلة عدم التوازن) إذا ما كانت منحنياتها محدبة إلى الأعلى، ناضجة (مرحلة التوازن) إذا كانت منحنيات على شكل حرف S أي مقعرة، إلى الأعلى عند المناطق العالية من الحوض ومحدبة إلى الأسفل عند المناطق المنخفض (مع عدم وجود تقعر في الوسط)، و مشوهة او (Peneplain) منحنيات صاعدة مقعرة (إذا ما كان الحوض في مرحلة الشيخوخة). وتنقسم خط المنحنى الهيسومتري الى ثلاثة أجزاء، الجزء المقعر لأسفل من الجانب الأيمن من المنحنى الهابط يسمى إصبع القدم (toe)، والجزء المقعر لأعلى من الجانب الأيسر من المنحنى يسمى الرأس (head) والجزء المقعر لأعلى في وسط المنحنى بين إصبع القدم والرأس يسمى الجسم (body). الشكل (4).



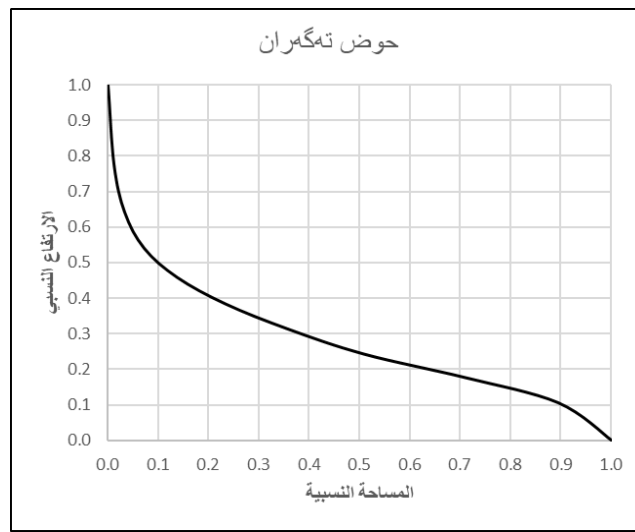
الشكل (3) خطوط الارتفاعات المتساوية (نموذج الارتفاع الرقمي DEM)



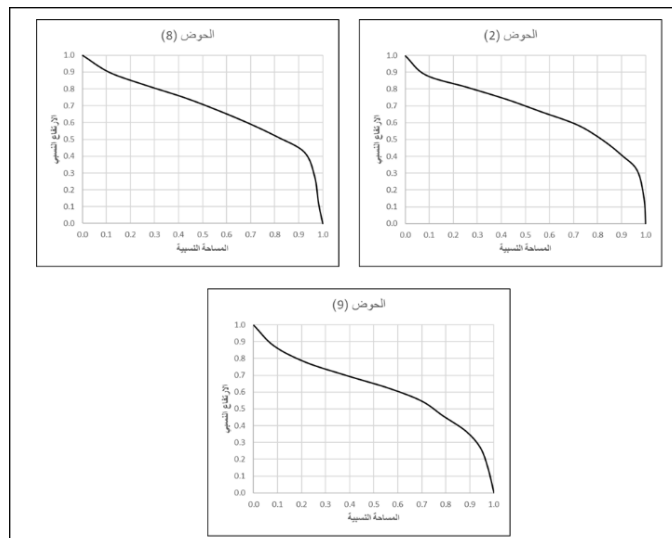
الشكل (4) أنواع المنحنيات الهيسومترية وأجزائها (Markose and Jayappa 2011,p.559)

يشير شكل المنحنى الهيسومتري للحوض (تهگه ران) الرئيسي الشكل (5)، إلى أن الحوض وصلت إلى مرحلة متقدمة من الدورة الجيومورفولوجية حيث نلاحظ التقعر الواضح للشكل خاصة في منطقة رأس المنحنى. بينما تتباين أشكال المنحنيات الهيسومترية للأحواض الثانوية، ويمكن تصنيف هذه الأحواض المائية بناء على شكل المنحنى الهيسومتري على النحو التالي:  
أ- المنحنيات الهيسومترية المحدبة:

يبلغ عدد الأحواض الثانوية ذات منحنى هيسومتري محدب (3) أحواض فقط، وهي الأحواض (2,8,9)، وهذا يدل على أن هذه الأحواض في مرحلة غير متوازنة ولم تتجاوز مرحلة الشباب من الناحية الجيومورفولوجية، إلا أن اعتدال تحذب خط المنحنى دليل على وصول هذه الأحواض إلى مرحلة الشباب المتقدم. وهي أحواض صغيرة نسبياً تقع في الجزء الداخلي من الحوض الرئيسي بعيداً عن الأطراف الخارجية، وتظهر التحذب في خط المنحنى لهذه الأحواض في الجزء الأوسط من الخط (جسم المنحنى) باتجاه المصب (إصبع القدم)، كما يظهر من الشكل (6). وهذا يدل على أن نسبة كبيرة من المساحة السطحية للمناطق الوسطى والدنيا من هذه الأحواض لم تتحول إلى منحدرات المشكلة لجدران الوديان. وقد أشار (Strahler) إلى أن الأحواض في هذه المرحلة تتميز أجزاؤها العليا بالانبساط وتباعد خطوط الكنتور من بعضها مقارنة بالأجزاء الدنيا منها.



الشكل (5) المنحنى الهيسومتري لحوض (تهگه ران) الرئيس



الشكل (6) المنحنيات الهيسومترية المحدبة للأحواض الثانوية

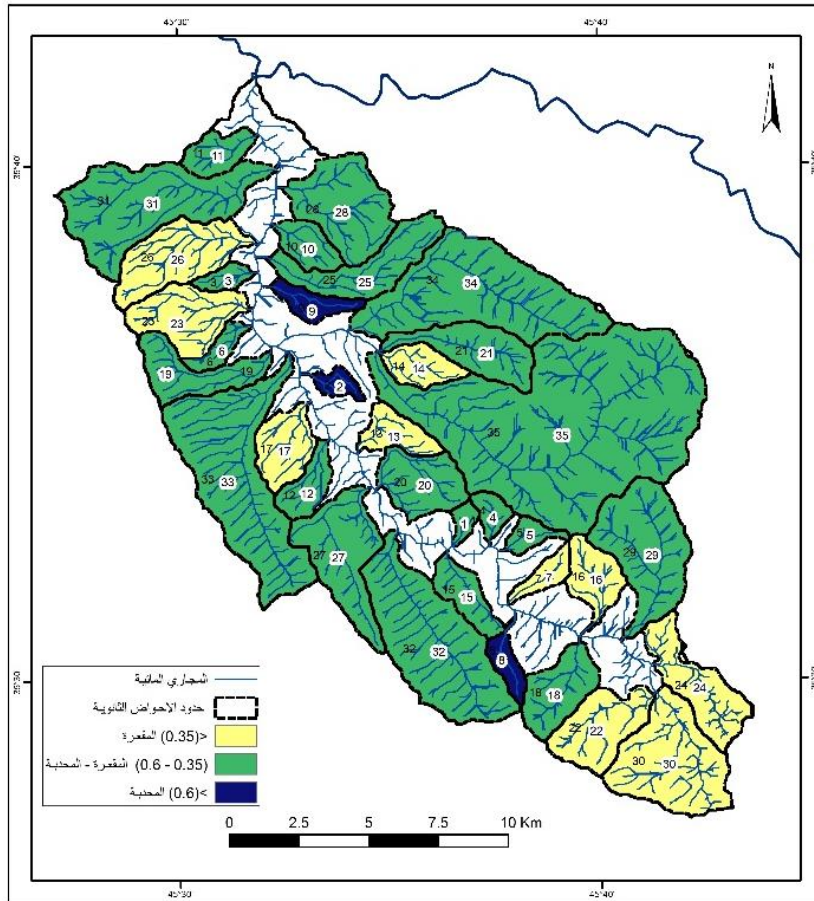
ب - المنحنيات الهيسومترية المقعرة:

ترتبط المنحنيات الهيسومترية المقعرة بالأحواض المائية التي وصلت الى مرحلة متقدمة، وان جزء كبير من المواد السطحية قد تحولت بفعل عمليات النحت الى الجوانب المنحدرة للوديان، توجد في منطقة الدراسة (11) حوضاً ثانوياً ذات

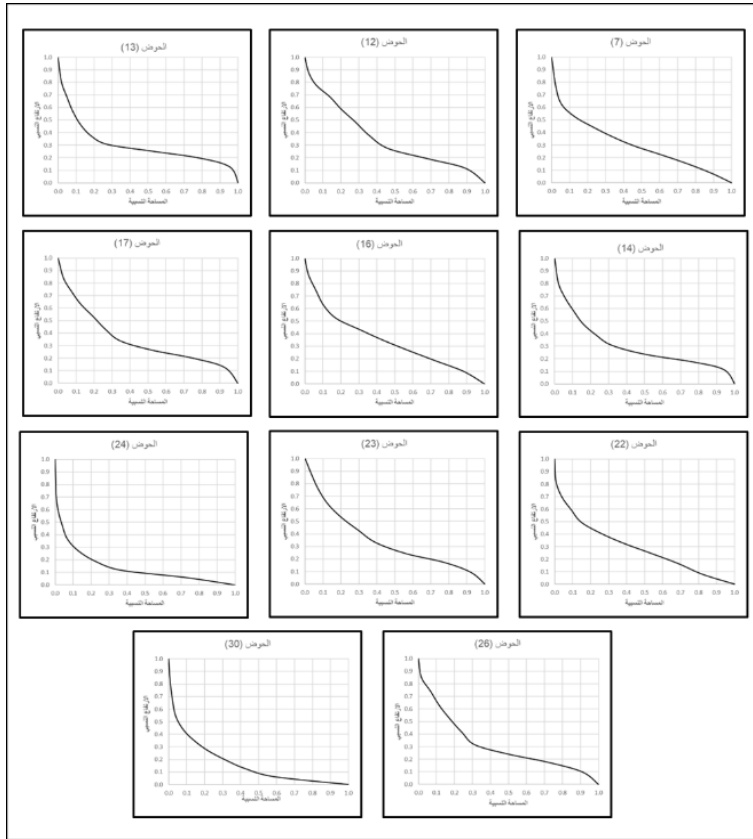
الأشكال الهيسومترية المقعرة، تقع (3) من هذه الأحواض بجانب البعض في الجزء الأعلى من الحوض في منطقة المنبع وهي أحواض (22، 24، 30). بينما الأحواض الثانوية الأخرى تقع في الأجزاء الداخلية من الحوض الرئيسي. الشكل (7) يظهر من خلال ملاحظة منحنيات الهيسومترية للأحواض المقعرة الشكل (8) ان تقعر المنحنيات تظهر بصورة واضحة في الأجزاء العليا (الرأس) من المنحنى، وهذا يدل على أن المساحة السطحية للأحواض الثانوية ضمن هذه الأجزاء قد تم أزلتها وتحولت الى ما سماه (Strahler) بـ (Peneplain) وهي سطح أرض مستوي إلى حد ما ناتج عن التعرية على مدى فترة طويلة، دون أن تتأثر بحركة القشرة الأرضية. (SEVON 1983, p.156)

تعتبر المنحنى الهيسومتري لأحواض (22، 24، 30) شديدة التقعر وهي دليل على وصول هذه الأحواض الى مرحلة متقدمة من الناحية الجيومورفولوجية وضعف عمليات ألت فيها.  
ج - المنحنيات الهيسومترية المقعرة - المحدبة:

يتمثل هذا النوع من المنحنيات في الأحواض التي تتميز بحالة التوازن او النضج في الدورة الجيومورفية، حيث تتوازن عمليتي النحت والترسيب الى حد ما. اغلب الأحواض الثانوية في منطقة الدراسة (21) حوضاً ثانوياً تظهر فيها هذا النوع من المنحنيات وهي تشكل (60%) من عدد الأحواض الثانوية، وتتوزع هذه الأحواض على شكل مجموعتين تمتدان بجانب الحوض الرئيسي على طول خط تقسيم المياه.



الشكل (7) نوع المنحنى وقيم التكامل الهيسومتري للأحواض الثانوية



الشكل (8) المنحنيات الهيسومترية المقعرة للأحواض الثانوية

يظهر من الشكل (9) ان المنحنيات الهيسومترية لهذه الاحواض تتميز بالتقعر في اجزائها العليا وهي دليل على نشاط عمليات النحت وإزالة المساحة السطحية لهذه الأجزاء، بينما تتجه خط المنحنى نحو التقذب في الأجزاء الدنيا من الاحواض بسبب تراكم الترسبات وتوسع المساحة السطحية في الارتفاعات النسبية المنخفضة ضمن هذه الاحواض. ويظهر الشكل النموذجي لهذا النوع من المنحنيات القريبة من شكل حرف (S) في احواض (6، 25، 28، 32).

5/ التكامل الهيسومتري: (Hypsometric Integrals (HI)

يمكن التعبير عن منحنى الهيسومتري كميًا بما يسمى بالتكامل الهيسومتري (hypsometric integral) وهي نسبة المساحة الواقعة تحت خط المنحنى الهيسومتري (Markose and Jayappa 2011, p553). وهو مؤشر على بقايا الحجم الحالي للحوض مقارنة بالحجم الأصلي للحوض (Singh, Sarangi and Sharma 2008, p1547). وجد (strahler) إن قيمة التكامل الهيسومتري ترتبط عكسيًا مع كل من التضاريس الكلية، شدة الانحدار، كثافة التصريف وتدرجات القناة. تم حساب التكامل الهيسومتري بطريقة نسبة الارتفاع التضاريسي (elevation-relief) التي تم وضعها من قبل كل من (Pike and Wilson، 1971)، تتمثل هذه الطريقة بالمعادلة الآتية: ( Mehar, Verma and Tripathi )

(2018,p117

HI = التكامل الهيسومتري.

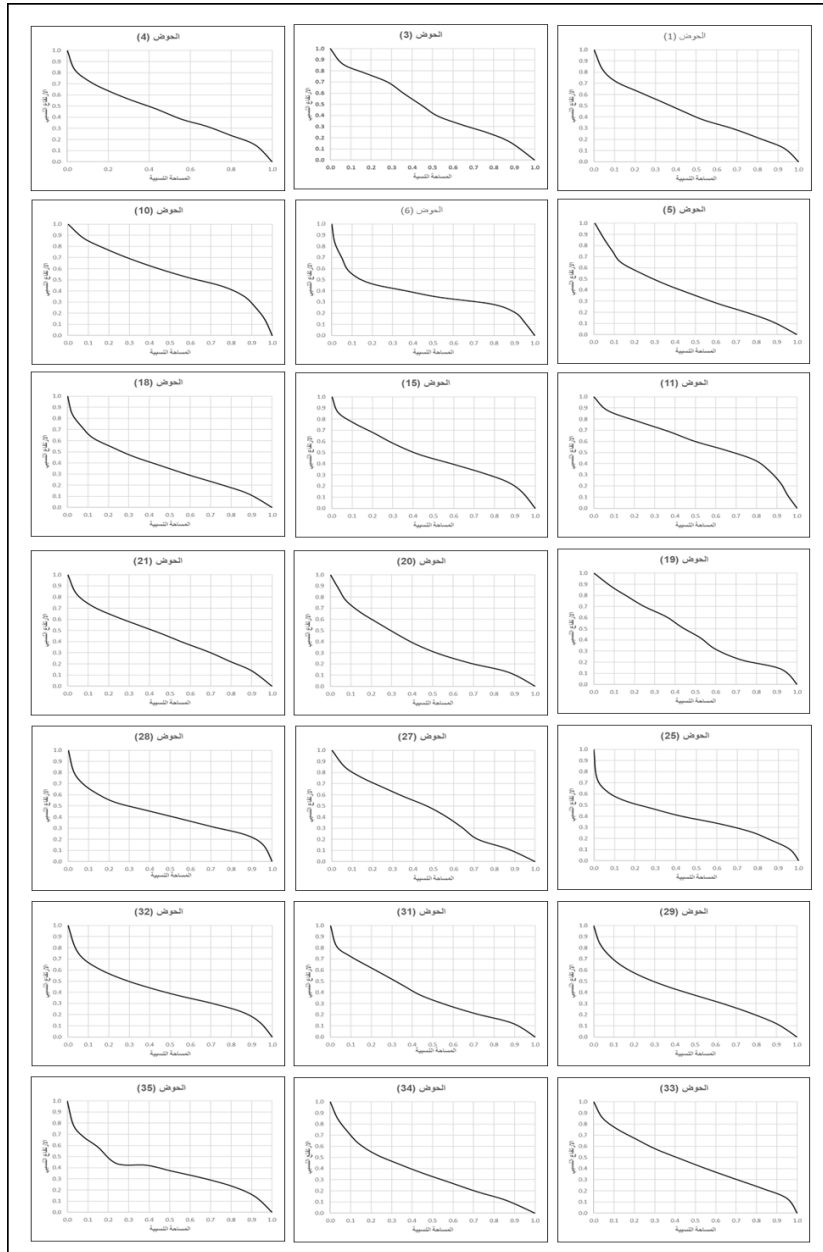
$$HI = \frac{H_{mean} - H_{min}}{H_{max} - H_{min}}$$

$H_{mean}$  = معدل الارتفاع في الحوض.

$H_{max}$  = اعلى الارتفاع في الحوض.

$H_{min}$  = أدنى الارتفاع في الحوض.





الشکل (9) المنحنیات الهیوسومتریة المقفرة - المحدثة للأحواض الثانوية

تعبر التکامل الهیوسومتری عن مستوى دورة التعرية والتاکل في الحوض النهري، ودورة التعرية هي الوقت الإجمالي المطلوب لتقليل مساحة الأرض إلى المستوى الأساسي أو المستوى القاعدة للحوض النهري، وقسم (Strahler) دورة التعرية إلى ثلاثة مراحل اعتماداً على قيمة التکامل الهیوسومتری للحوض النهري وهي: مرحلة عدم التوازن (in equilibrium) أو الشباب، التکامل الهیوسومتری أكبر من 0.6) حيث يكون الحوض النهري شديد التأثير بالتعرية النهرية. مرحلة التوازن (equilibrium) أو النضج، التکامل الهیوسومتری بين 0.35) إلى 0.6)، حيث يكون الحوض في مرحلة النضج. مرحلة (monadnock) أو القديمة، التکامل الهیوسومتری أصغر من 0.35)، حيث يكون الحوض مستقراً تماماً. (Aldharab et al 2018, p.3491)

تبلغ قيمة التکامل الهیوسومتری لحوض (تهگه‌ران) الرئيسي (0.28) كما يظهر من الجدول (1)، وهذا دليل على وصول الحوض إلى مرحلة متقدمة (monadnock) من مراحل دورة التعرية والنحت، وان الجزء الأكبر من الكتل الصخرية للحوض بنسبة (78%) تم ازلتها عن طريق عمليات التعرية والنحت، واقترب هذا الجزء من الحوض من مستوى القاعدة وبقيت نسبة (28%) من الكتل الصخرية في الحوض. تتباين قيمة التکامل الهیوسومتری ومرحلة دورة التعرية للأحواض الثانوية كما يأتي:

أ. الأحواض ذات التکامل الهیوسومتری مرتفع (أكثر من 0.6):



تتمثل الأحواض الثانوية التي ترتفع فيها قيمة التكامل الهيسومتری عن (0.6) ثلاثة أحواض فقط وهي (2، 8، 9)، تتميز هذه الأحواض بنشاط عمليات التعرية والنحت لأنها في مرحلة الشباب من دورة التعرية. إذ يبلغ معدل قيمة التكامل الهيسومتری للأحواض الثلاث (0.65) وهذا يعني أن نسبة (35%) فقط من الكتل الصخرية قد تم أزالته، وان النسبة الباقية (65%) باقية وتنشط فيها عمليات التعرية والنحت.

ب - الأحواض ذات التكامل الهيسومتری معتدل (بين 0.35 الى 0.6):

تقع قيمة التكامل الهيسومتری لأغلب الأحواض الثانوية بين (0.35 الى 0.6)، وهذا يعني أن هذه الأحواض تمر بمرحلة التوازن ووصلت الى مرحلة النضج من الناحية الجيومورفولوجية، يبلغ معدل قيمة التكامل الهيسومتری لهذه المجموعة من الأحواض (0.42) أي أن نسبة (58%) من الكتل الصخرية لهذه الأحواض قد تم أزالته، كما يدل على أن هذه الأحواض في مرحلة متقدمة من حالة التوازن حيث أن (9) من هذه الأحواض قيمة تكاملها الهيسومتری اقل من (0.4) وهي تشكل نسبة (42%) من عدد الاحواض الثانوية ضمن هذه المجموعة.

3- الأحواض ذات التكامل الهيسومتری منخفض (اقل من 0.35):

يبلغ عدد الأحواض الثانوية ذات قيم منخفضة للتكامل الهيسومتری (11) حوضاً، إذ يبلغ معدل قيم التكامل لهذه المجموعة (0.28) وهذا يعني أن النسبة الكبرى (72%) من الكتل الصخرية قد تم أزالته، ووصلت الأحواض الى المرحلة التي سماها (Strahler) بـ (monadnock) أو المرحلة القديمة من دورة التعرية التي تقل فيها نشاط النحت وتستقر الأحواض. وتبلغ قيمة التكامل الهيسومتری ادناه (0.14) في حوض رقم (24) وبهذا وصلت الى المراحل النهائية من دورة التعرية.

6/ التحليل الإحصائي المكاني لقيم التكامل الهيسومتری

تعتبر أدوات التحليل الإحصائي المكاني المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية (GIS) هي الآلية والوسيلة المثلى المستخدمة في عمليات التحليل الإحصائي المكاني لمجموعة الظواهر الجغرافية، والربط فيما بينها بقوانين لكشف مجموعة العلاقات والارتباطات التي تكون بصورة متبادلة بهدف الوصول إلى بناء نموذج تحليل إحصائي مكاني للظواهر الجغرافية، باستخدام مجموعة من الأساليب والوسائل الإحصائية المكانية القادرة على التعامل مع مجموعة من نظم قاعدة البيانات الجغرافية.

بهدف توضيح وفهم التوزيع المكاني لقيم التكامل الهيسومتری للأحواض الثانوية، قمنا باستخدام معامل الارتباط الذاتي المكاني (Spatial Autocorrelation (Moran Index) coefficients) الموجودة في برنامج (ArcMap) ضمن صندوق (Spatial Statistics Tools). تقوم أداة تحليل الارتباط المكاني بقياس مدى الارتباط المكاني بناءً على موقع مفردات الظاهرة وإحدى قيمها غير المكانية (داود 2018، ص 131).

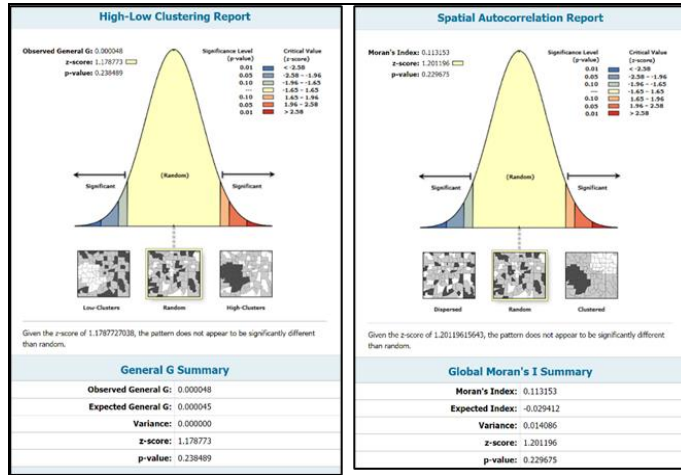
ظهر من خلال نتائج استخدام هذه الأداة جدول (1) والشكل (10) بأن الأحواض الثانوية في منطقة الدراسة لا تترابط مكانياً في قيمة التكامل الهيسومتری على مستوى منطقة الدراسة. إذ بلغت قيمة المعامل (0.1) وهي قريبة جداً من صفر، وقيمة الدرجة المعيارية (Z-score) أكثر من (1.2)، وتجاوز مستوى الثقة الإحصائية (p-value) الحد المسموح، وهذه الدلالات الإحصائية تشير الى عشوائية التوزيع و عدم ظهور نمط معين لقيم التكامل الهيسومتری في منطقة الدراسة. وهذا يعني اختلاف هذه الخاصية ضمن الاحواض المجاورة لبعضها. حيث ظهر التشتت المكاني للأحواض الثانوية ضمن كل فئة من الفئات قيم التكامل الهيسومتری. كما يدل أيضاً على تعدد العوامل المكانية المؤثرة على هذه الخاصية، وعدم سيادة عوامل محددة مكانياً. وكذلك تشير نتائج مقياس التجمع المكاني للقيم المرتفعة والمنخفضة (High/Low Clustering (Getis-Ord General G) الى عدم وجود تجمع مكاني للأحواض الثانوية في قيم التكامل الهيسومتری الكبرى او الصغرى على مستوى منطقة الدراسة.

الجدول (1) قيم التكامل الهيسومتری والمرحلة الجيومورفولوجية للأحواض الثانوية

رقم الحوض	المساحة/كم	اعلى الارتفاع/م	ادنى ارتفاع/م	معدل الارتفاع/م	التكامل الهيسومتری	مرحلة دورة التعرية
2	1.30	1106	941	1052.47	0.67	عدم التوازن
8	1.91	1412	1086	1308.67	0.68	عدم التوازن
9	2.42	1085	900	1015.4	0.62	عدم التوازن
المعدل	1.88	1201.00	975.67	1125.51	0.66	
1	1.00	1589	1028	1267.14	0.42	النضج
3	1.42	1112	897	999.42	0.47	النضج



النضج	0.44	1300.06	1058	1604	1.57	4
النضج	0.38	1308.71	1063	1701	1.63	5
النضج	0.37	1069.61	910	1338	1.69	6
النضج	0.57	994.07	884	1076	3.05	10
النضج	0.58	973.97	861	1053	3.04	11
النضج	0.46	1212.57	1029	1421	3.59	15
النضج	0.37	1236.86	1109	1452	5.64	18
النضج	0.46	1268.72	921	1663	5.73	19
النضج	0.37	1223.3	983	1625	6.14	20
النضج	0.44	1431.46	984	1993	6.77	21
النضج	0.37	1094.37	894	1426	7.85	25
النضج	0.44	1262.93	985	1606	9.94	27
النضج	0.42	1018.92	872	1220	9.73	28
النضج	0.39	1337.27	1126	1664	12.01	29
النضج	0.38	1159.61	865	1635	16.22	31
النضج	0.41	1244.47	1006	1587	18.21	32
النضج	0.44	1244.47	926	1641	20.43	33
النضج	0.36	1398.21	955	2175	20.88	34
النضج	0.39	1449.92	984	2172	51.69	35
	0.43	1214.10	968.57	1559.67	9.92	المعدل
القديمة	0.3	1267.12	1082	1695	1.92	7
القديمة	0.35	1132.53	963	1446	2.94	12
القديمة	0.29	1117.4	969	1468	3.26	13
القديمة	0.29	1156.51	984	1562	3.32	14
القديمة	0.34	1310.65	1108	1702	4.26	16
القديمة	0.34	1075.45	948	1319	4.81	17
القديمة	0.28	1243.77	1130	1525	7.06	22
القديمة	0.34	1177.09	905	1698	7.64	23
القديمة	0.14	1147.77	1124	1293	7.31	24
القديمة	0.3	1139.62	891	1696	8.80	26
القديمة	0.16	1192.01	1126	1528	12.73	30
	0.28	1178.17	1020.91	1539.27	5.82	المعدل
القديمة	0.28	1229.71	860	2175	331.47	حوض تکران الرئيس



الشكل (10) نتائج الارتباط المكاني و تجميع القيم للتكامل الهيسومتري للاحواض الثانوية (برنامج ArcMap)

7/ العلاقة المكانية بين قيم التكامل الهيسومتري والمتغيرات الكمية بغية تحديد العوامل المؤثرة في قيم التكامل الهيسومتري للاحواض الثانوية في منطقة الدراسة، ومدى الارتباط بين هذه القيم والخصائص الكمية المورفومترية لتلك الأحواض. تم محاولة بناء نموذج للانحدار المكاني الخطي بين قيم التكامل الهيسومتري كمتغير تابع، وجميع الخصائص الكمية البالغة عددها (20) خاصة كمتغيرات مستقلة الواردة في الجدول (2)، لكن نظراً لتعدد الخصائص وتعدد علاقاتها وتأثيراتها المتباينة، ظهر تداخل التأثيرات وعدم معنوية النتائج من الناحية الإحصائية. لذا احتسب معامل الانحدار المكاني بين قيم التكامل الهيسومتري وكل خصيصة من الخصائص على حدة من اجل إظهار تأثير كل واحدة منها بعيداً عن تأثيرات الخصائص الأخرى. وخضعت النتائج لعدة اختبارات الإحصائية لمعرفة مدى معنوية وموثوقية النتائج من الناحية الإحصائية المكانية بعد استبعاد بعض القيم الشاذة. استخدم طريقتي الانحدار الاستكشافي (Exploratory Regression)، واقل المربعات العادية (Squares Least Ordinary) ضمن صندوق ( Modeling spatial Relationship) في برنامج (ArcMap) لاحتساب القيم الإحصائية المطلوبة.

الجدول (2) قيم التكامل الهيسومتري والخصائص الكمية المورفومترية للاحواض الثانوية

رقم الحوض	قيمة التكاملي الهيسومتري	مساحة الحوض/ 2	طول الحوض/ كم	محيط الحوض/ كم	عرض الحوض/ كم	معامل الاستدرا	معامل الاستطالة	معامل شكل الحوض	ارترفاع في الحوض/ م	ارترفاع في الحوض/ م	ارترفاع في التضرير/ م	معدل التضاريس/ النسبية	قيمة الوعورة	انحدار الحوض/ المئوية	عدد المجاري	مجموع اطوال المجاري/ م	الكثافة التصريفية الطولية	الكثافة التصريفية العرضية	معدل الانعطاف الحوضي	معامل					
0.67	0.82	5	1731.58	1733.31	5	20.76	560.72	91.93	308.61	561	1028	1561	66.95	165	941	1106	4.66	0.52	0.28	0.53	7.65	2.46	1.3	0.67	2
1.01	1.05	6.13	3067.66	4000.23	8	6.57	144.49	21.58	66.95	165	941	1106	4.66	0.52	0.28	0.53	7.65	2.46	1.3	0.67	2				
0.79	1.12	5.65	2795.16	3960.74	8	7.99	180.61	30.09	87.73	215	897	1112	4.24	0.55	0.35	0.58	7.15	2.45	1.42	0.47	3				
0.98	1.09	5.11	1371.57	2147.87	8	21.32	436.31	74.49	277.33	546	1058	1604	2.47	0.72	0.37	0.8	7.33	1.97	1.57	0.44	4				
0.86	1.55	8.26	2039.9	3210.8	13	19.16	508.53	75.94	247.7	638	1063	1701	4.21	0.55	0.28	0.61	8.4	2.58	1.57	0.39	5				
0.91	0.99	5.31	1858.99	3149.13	9	8.51	328.84	46.98	151.62	428	910	1338	4.71	0.52	0.26	0.6	9.11	2.82	1.69	0.42	6				
0.87	1.6	7.89	1286.61	2447.14	15	16.6	444.48	65.32	193.46	613	1082	1695	5.28	0.49	0.27	0.6	9.39	3.17	1.9	0.32	7				
0.99	1.01	5.76	805.1	1537.74	11	15.8	235.89	29.94	93.15	326	1086	1412	6.41	0.45	0.2	0.55	10.89	3.5	1.91	0.68	8				
0.97	0.92	4.16	1663.36	3997.05	10	5.92	119.34	16.96	49.65	185	900	1085	5.78	0.47	0.25	0.64	10.91	3.73	2.4	0.62	9				
0.9	1.47	4.64	1458.12	4402.05	14	6.28	110.5	20.19	63.95	192	884	1076	2.99	0.65	0.42	1.01	9.51	3	3.02	0.56	10				
0.91	1.39	4.61	1251.19	3798.6	14	7.28	110.19	19.12	64.68	192	861	1053	2.9	0.66	0.38	1.02	10.04	2.97	3.04	0.58	11				
0.97	1.04	3.62	1956.39	5951.34	11	12.03	276.93	45.75	152.06	483	963	1446	3.32	0.62	0.34	0.96	10.56	3.18	3.04	0.36	12				
1.1	1.64	5.75	1657.48	5476.31	19	8.35	274.52	43.15	156.7	499	969	1468	3.07	0.64	0.31	1.04	11.57	3.18	3.3	0.3	13				
1.01	1.17	3.61	1668.8	5543.76	12	13.01	317.12	56.28	172.87	578	984	1562	3.37	0.62	0.4	0.99	10.27	3.34	3.32	0.3	14				
1.01	2.01	6.82	1465.54	5158.7	24	19.08	208.94	32.76	110.24	392	1029	1421	3.59	0.6	0.31	0.99	11.97	3.56	3.52	0.47	15				
1.15	2.25	6.93	1943.81	8132.91	29	15.33	290.4	45.99	164.57	594	1108	1702	3.11	0.64	0.31	1.16	12.92	3.61	4.18	0.34	16				
1.09	2.17	5.35	1670.89	8115.51	26	8.48	168.34	30.96	104.26	371	948	1319	2.61	0.7	0.42	1.36	11.98	3.56	4.86	0.33	17				
1.2	2.45	5.8	1570.41	8932.52	33	13.07	143.82	25.46	86.67	343	1109	1452	2.75	0.68	0.39	1.44	13.47	3.96	5.69	0.37	18				
1.3	1	3.11	1697.41	9814.45	18	16.17	308.58	41.19	155.29	742	921	1663	3.95	0.57	0.22	1.21	18.02	4.78	5.78	0.46	19				
1.47	2.31	5.14	1746.76	10527.7	31	16.06	261.51	47.94	190.79	642	983	1625	1.88	0.82	0.42	1.79	13.39	3.36	6.03	0.37	20				
1.12	2.15	5.61	1476.74	9996.04	38	22.95	387.82	57.02	180.48	1009	984	1993	4.62	0.53	0.27	1.21	17.69	5.59	6.77	0.44	21				
1.08	3.5	7.65	1345.9	9506.11	54	11.72	148.63	25.62	91.12	395	1130	1525	2.66	0.69	0.37	1.63	15.42	4.34	7.06	0.28	22				
1.08	2.89	6.31	1952.56	14236.1	46	14.89	293.68	49.88	171.55	793	905	1698	2.93	0.66	0.36	1.58	15.9	4.62	7.29	0.34	23				
1.09	2.77	7.39	1763.01	12883.5	54	4.32	62.52	8.66	40.38	169	1124	1293	2.4	0.73	0.24	1.75	19.52	4.19	7.31	0.18	24				
1.22	1.69	4.98	1735.22	13229.3	38	6.4	192.67	23.64	77.55	532	894	1426	6.17	0.45	0.19	1.11	22.51	6.86	7.62	0.4	25				
1.14	2.97	6.25	2307.38	20314.2	55	11.25	271.3	43.53	145	805	891	1696	3.5	0.6	0.32	1.59	18.49	5.55	8.8	0.3	26				
1.3	2.76	6.14	1449.26	14155	60	16.43	198.71	28.57	104.64	621	985	1606	3.61	0.59	0.26	1.65	21.74	5.93	9.77	0.44	27				
1.24	3.6	6.39	1660.26	16363.5	63	7.36	110.85	19.91	77.16	348	872	1220	2.06	0.79	0.41	2.19	17.48	4.51	9.86	0.42	28				
1.11	3.9	6.91	1744.74	20954.3	83	15.06	155.24	25.3	91.38	538	1126	1664	2.89	0.66	0.33	2.04	21.26	5.89	12.01	0.39	29				
1.36	4.41	6.84	1574.77	20037.4	87	8.25	112.7	20.37	81.01	402	1126	1528	1.94	0.81	0.41	2.56	19.74	4.96	12.72	0.17	30				
1.14	3.63	6.47	1590.02	25809.2	105	13.88	191.12	26.66	94.86	770	865	1635	4.06	0.56	0.24	2	28.89	8.12	16.23	0.38	31				
1.17	4.31	6.35	1900.16	34432.8	115	16.21	136.49	21.8	74.26	581	1006	1587	3.38	0.61	0.32	2.32	26.65	7.82	18.12	0.41	32				
1.15	3.36	5.66	1985.01	40665	116	15.5	157.97	20.68	77.04	715	926	1641	4.2	0.55	0.22	2.21	34.57	9.28	20.49	0.45	33				
1.23	4.27	6.32	1974.4	40945	131	19.41	267.9	39.77	128.81	1220	955	2175	4.33	0.54	0.28	2.19	30.68	9.47	20.74	0.36	34				
1.43	7.42	6.86	1845.87	95462.9	355	20.09	165.2	24.83	100.01	1188	984	2172	2.73	0.68	0.28	4.35	47.84	11.88	51.72	0.39	35				



اعتماداً على البيانات الواردة في الجدول (3) نستطيع تحليل العلاقة المكانية بين قيمة التكامل الهيسومتري والخصائص الكمية للأحواض الثانوية كما يأتي:

أظهرت علاقة ارتباط معنوية إحصائياً بين قيمة التكامل الهيسومتري للأحواض الثانوية و (18) من الخصائص الكمية لتلك الأحواض من مجموع (20) خاصية، حيث أن قيمة الاحتمالية ( $p_{value}$ ) لعلاقة الارتباط لهذه الخصائص اقل من (0.1) المعتمدة في الدراسة. وهذا يعني من الناحية الإحصائية إمكانية رفض فرضية العدم (عدم وجود علاقة ارتباط)، وقبول الفرضية البديلة (وجود علاقة الارتباط). بينما لم تكن العلاقة معنوية إحصائياً بين قيمة التكامل الهيسومتري وكل من (طول الحوض والكثافة التصريفية الطولية) في منطقة الدراسة.

ب - إن نوعية الارتباط بين قيم التكامل الهيسومتري والخصائص الكمية للأحواض الثانوية ارتباط سلبي، وهذا النوع من الارتباط له دلالاته الخاصة مع كل خاصية من الخصائص المستخدمة التي تأتي الى ذكرها في وقتها. كما ان قوة الارتباط ليست قوية بصورة عامة مع جميع الخصائص، حيث لم يتجاوز معامل الارتباط (-0.56) كحد الأقصى مع خاصية معدل التضرس وكذلك لم يتجاوز معامل التحديد (0.32) لنفس الخاصية، ان ضعف قوة الارتباط يرجع الى تعقد الخاصية الهيسومترية للأحواض وتعدد العوامل المؤثرة فيها، بالإضافة الى تأثيرها بالعوامل الغير الكمية الأخرى ومنها الخصائص الجيولوجية بصورة خاصة، وكذلك الخصائص المناخية للعصور الجيولوجية السابقة.

ت - يدل الارتباط السلبي بين قيم التكامل الهيسومتري والخصائص المساحية للأحواض الثانوية، على أن الأحواض ذات قيم التكامل الهيسومتري العالي التي لازال في مرحلة مبكرة من التطور الجيومورفولوجية، تتميز بصغر مساحتها وعدم توسع عرضها وامتداد محيطها بينما الاحواض التي تطورت من الناحية الجيومورفولوجية وبلغت مرحلة متقدمة تتميز بكون مساحتها وتوسع عرضها وامتداد محيطها. واكثر الخصائص المساحية تأثيراً في التباين المكاني لقيم التكامل الهيسومتري هي خاصية عرض الحوض حيث بلغ معامل ارتباطها (-0.38) وقيمة معامل تأثيرها (0.15).

ث - ان العلاقة السلبية لقيم التكامل الهيسومتري مع خاصية نسبة تماسك المساحة تدل على ان الاحواض التي تمر بمرحلة مبكرة من الدورة الجيومورفولوجية أشكالها قريبة من الشكل الدائري حيث ان الحوض في مرحلة غير مستقرة ولم تصل الى اتخاذ شكلها النهائي، بينما الأحواض التي وصلت مراحل متقدمة تطورت اشكلها وابتعدت عن الشكل الدائري. و ان سلبية العلاقة مع كل من معامل الاستطالة ومعامل شكل الحوض دليل على ان الاحواض التي تمر بمرحلة الشباب (تبتعد عن الاستطالة وشكل المثلث، بينما الأحواض التي وصلت مرحلة النضج والاستقرار الجيومورفولوجي تتميز باستطالتها واقترب اشكلها من الشكل المثلث، وذلك لان الحوض في مرحلة الاستقرار قد طور مجاره الرئيسي واتخذ شكلاً طويلاً ويصب فيه المجاري الثانوية من الجانبين. يأتي خاصية معامل شكل الحوض في مقدمة الخصائص الشكلية الأخرى من حيث قوة العلاقة (-0.51) ومعامل التحديد (0.26) وهذا يدل على ان الاحواض التي وصلت مرحلة متقدمة تقترب اشكالها من الشكل المثلث.

ج - تشير العلاقة السلبية لقيم التكامل الهيسومتري مع الخصائص التضاريسية للأحواض الثانوية الى ان الاحواض التي تمر بالمرحلة المبكرة من التطور الجيومورفولوجي تنخفض فيها الخصائص التضاريسية بصورة عامة، بعكس الاحواض التي وصلت الى مرحلة متقدمة من التطور، وهذا ما توصل اليه (Stahler 1952) ايضاً، حيث اكد ان الاحواض التي ترتفع فيها قيم التكامل الهيسومتري هي الاحواض التي بقيت نسبة كبيرة من مساحتها السطحية، و لم تقطع سطحها بالمجاري المائية، وعملية تعميق المجاري لوديانها في بدايتها، لذا الخصائص التضاريسية بصورة عامة منخفضة لان اغلبها تعتمد على الفرق في الارتفاع. بينما في الاحواض التي وصلت الى مرحلة متقدمة عملت المجاري الى تعميق وديانها وإبقاء الكتل البارزة والتي سمهاها (monadnock) وتحولت بذلك سطحها الى منحدرات مشكلاً جدران الودية، وهذا يؤدي الى ارتفاع الخصائص التضاريسية.

سجلت خاصية معدل التضرس م/م من بين الخصائص التضاريسية و الخصائص الكمية جميعها اعلى قيمة لمعامل الارتباط وهي (-0.56) بمعامل التحديد (0.32)، وتأتي بعدها التضاريس النسبية بمعامل الارتباط (-0.51) و معامل التحديد (0.26)، ثم معدل الانحدار بمعامل الارتباط (-0.5) بمعامل التحديد (0.01).

الجدول (3) قيم (معامل الارتباط، معامل التحديد، معامل التأثير و الاحتمالية) للعلاقة بين قيم التكامل الهيسومتری والخصائص المورفومترية

الاحتمالية	معامل التأثير	قيمة معامل التحديد	قيمة معامل الارتباط	الخصائص	
0.03	-0.010	0.14	0.38	مساحة الحوض كم <sup>2</sup>	الخصائص المساحية
0.3	-0.008	0.03	0.17	طول الحوض كم	
0.1	-0.003	0.05	0.23	محيط الحوض كم	
0.02	-0.057	0.15	0.39	عرض الحوض كم	
0.1	-0.424	0.06	0.25	نسبة تماسك المساحة	الخصائص الشكلية
0.1	-0.424	0.06	0.25	معامل الاستطالة	
0.001	0.052	0.26	0.51	معامل شكل الحوض	
0.01	0.000	0.16	0.40	اعلى ارتفاع في الحوض/م	الخصائص التضاريسية
0.02	-0.001	0.15	0.39	ادنى ارتفاع في الحوض/م	
0.09	0.000	0.08	0.29	الفرق في الارتفاع/م	
0.001	-0.001	0.32	0.57	معدل التضرس/م م	
0.004	-0.004	0.26	0.51	التضاريس النسبية	
0.02	-0.001	0.16	0.40	قيمة الوعورة	
0.009	-0.011	0.24	0.49	معدل انحدار الحوض درجة	
0.04	-0.001	0.12	0.34	عدد المجاري المائية	
0.03	0.000	0.14	0.38	مجموع المجاري	خصائص الشبكة التصريفية
0.9	0.000	0.00	0.01	الكثافة التصريفية الطولية	
0.02	-0.035	0.13	0.37	الكثافة التصريفية العددية	
0.01	-0.033	0.16	0.40	معدل النسيج الحوضي	
0.06	-0.208	0.10	0.32	معامل الانعطاف	

ح - يظهر من خلال العلاقة السلبية لقيم التكامل الهيسومتری وخصائص الشبكة التصريفية للاحواض الثانوية ان الاحواض التي تمر بمرحلة الشباب تنخفض فيها قيم الخصائص الشبكية بسبب عدم تطور الشبكة التصريفية لهذه الاحواض، بينما في الاحواض الأخرى والتي وصلت الى مرحلة متقدمة تتميز بارتفاع عدد اوديتها وتطور تفرعاتها وارتفاع درجة تقطع سطحها بالمجاري المائية بالإضافة الى زيادة الطول الحقيقي للمجرى بسبب الالتواءات في المجاري المائية. ظهر ان خاصية معدل النسيج الحوضي وهي تعبر عن درجة تقطع سطح الحوض بالمجاري تأتي في مقدمة خصائص الشبكة التصريفية في قوة العلاقة البالغة (-0.4) وبمعامل التحديد (0.16).

## 8/ الاستنتاجات

1- يشير شكل المنحنى الهيسومتری المقعر للحوض (تهگه ران) الرئيسي، إلى أن الحوض وصلت إلى مرحلة متقدمة من الدورة الجيومورفولوجية. وبلغ عدد الأحواض الثانوية في مرحلة الشباب ذات منحنى هيسومتری محدب (3) أحواض فقط. والاحواض ذات الأشكال الهيسومترية المقعرة (11) حوضاً والتي وصلت الى المرحلة المتقدمة من التطور الجيومورفولوجي. واغلب الاحواض الثانوية في منطقة الدراسة (21) حوضاً ظهر فيها المنحنى المحدبة - المقعرة وهي في مرحلة النضج والتوازن. 2- بلغت قيمة التكامل الهيسومتری لحوض (تهگه ران) الرئيسي (0.28)، وهذا دليل على وصول الحوض الى مرحلة متقدمة (monadnock) من مراحل دورة التعرية والنحت، وان الجزء الأكبر من الكتل الصخرية للحوض بنسبة (78%) تم ازالته عن طريق عمليات التعرية والنحت. تتمثل الأحواض الثانوية التي ترتفع فيها قيمة التكامل الهيسومتری (مرحلة الشباب) عن (0.6) ثلاثة أحواض فقط وهي (2، 8، 9). وتقع قيمة التكامل الهيسومتری لأغلب الأحواض الثانوية (21) حوض بين (0.35 الى 0.6)، وهذا يعني أن هذه الأحواض تمر بمرحلة التوازن ووصلت الى مرحلة النضج من الناحية الجيومورفولوجية. وبلغ عدد الأحواض ذات قيم منخفضة للتكامل الهيسومتری (11) حوضاً، وصلت هذه الاحواض إلى المرحلة التي سماها (Strahler) بـ (monadnock) أو المرحلة القديمة من دورة التعرية.



3- إن الأحواض الثانوية في منطقة الدراسة لاتشكل نموذجاً مكانياً محدداً في قيمة التكامل الهيسومتري على مستوى منطقة الدراسة، اذ بلغت قيمة معامل الارتباط المكاني الذاتي (0.1)، والدرجة المعيارية (Z-score) اكثر من (1.2)، وتجاوز مستوى الثقة الإحصائية (p-value) الحد المسموح (0.1). وبهذا لايمكن رفض فرضية العدم التي تنص على (عدم وجود نموذج مكاني محدد) بين الاحواض الثانوية في قيمة التكامل الهيسومتري. وكذلك عدم وجود تجمع مكاني للأحواض الثانوية في قيم التكامل الهيسومتري الكبرى او الصغرى على مستوى منطقة الدراسة.

4- ظهرت علاقة ارتباط معنوية إحصائياً بين قيمة التكامل الهيسومتري للأحواض الثانوية و (18) من الخصائص الكمية لتلك الأحواض من مجموع (20) خاصية. وإن نوعية الارتباط سلبية، كما ان قوة الارتباط ليست قوية بصورة عامة مع جميع الخصائص، حيث لم يتجاوز معامل الارتباط (-0.56) كحد الأقصى مع خاصية معدل التضرس وكذلك لم يتجاوز معامل التحديد (0.32) لنفس الخاصية. وهذا يرجع الى تعقد الخاصية الهيسومتريه للاحواض وتعدد العوامل المؤثرة فيها.

5- تتميز الأحواض التي لازالت في مرحلة مبكرة بصغر مساحتها، عدم توسع عرضها وامتداد محيطها، أشكالها قريبة من الشكل الدائري وتبتعد عن الاستطالة وشكل المثلث، تنخفض فيها الخصائص التضاريسية بصورة عامة، تنخفض فيها قيم الخصائص الشبكية بسبب عدم تطور الشبكة التصريفية لهذه الاحواض. عكس الاحواض التي وصلت الى مرحلتها النضج والقديمة.

6- أكثر الخصائص المساحية تأثيراً في التباين المكاني لقيم التكامل الهيسومتري هي خاصية عرض الحوض بمعامل الارتباط (-0.38) ومعامل التأثير (0.15). يأتي خاصية معامل شكل الحوض في مقدمة الخصائص الشبكية الاخرى من حيث قوة العلاقة (-0.51) ومعامل التحديد (0.26). وسجلت خاصية معدل التضرس م/م من بين الخصائص التضاريسية و الخصائص الكمية جميعها اعلى قيمة لمعامل الارتباط وهي (-0.56) بمعامل التحديد (0.32). وان خاصية معدل النسيج الحوضي تأتي في مقدمة خصائص الشبكة التصريفية في قوة العلاقة البالغة (-0.4)، وبمعامل التحديد (0.16).

## 9/ المصادر والمراجع

- 1- ابراهيم، ج. ر. (2020) التحليل الهيسومتري والتكامل الهيسومتري لاعلى حوض نهر الزاب الكبير، *مجلة الجامعة العراقية*، 47(3)، ص 428-436.
- 2- ابوسليم، ع. ح. (2010) الدور الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية والتصريف المائي، *المجلة الاردنية للعلوم الاجتماعية*، 3 (2)، ص 114-134.
- 3- Aziz, B.K. and Lawa, F.A. (2001) Sulaimani seismic swarm during spring 1999 NE Iraq. *J Zankoy Sulaimani*, 4 (1), p 87-100.
- 4- الجبوري، ص. ت. (1988) *علم المياه وادارة احواض الأنهر*، الموصل، دار الكتب للطباعة والنشر.
- 5- الجمهورية العراقية. (2001)، خرائط (السليمانية، حلبجة وبنجوين) مقياس 1:100000، مديرية المساحة العسكرية، بغداد.
- 6- حكومة إقليم كردستان العراق. (2022)، الخارطة الإدارية لمحافظة السليمانية، هيئة إحصاء إقليم كردستان. (<https://krso.gov.krd/ar/map>)
- 7- حمه غريب، ع. (1983) *جيومورفولوجية منطقة بيرمكرون الجبلية في الجمهورية العراقية*، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
- 8- داود، ج. (2018) تطبيقات إحصائية ومكانية متقدمة، القاهرة، مصر.
- 9- Strahler, A.N. (1952a) Hypsometric (Area-Altitude) Analysis of Erosional Topography, *Geological Society of America Bulletin*, 63, 1117-1141.
- 10- Sevon, D. (1983) "APPALACHIAN PENEPLAINS: AN HISTORICAL REVIEW." *Earth Sciences History* 2, no. 2, p 156-64.
- 11- Singh, O. Sarangi, A. Sharma, M (2008). Hypsometric Integral Estimation Methods and Its Relevance on Erosion Status of North-Western Lesser Himalayan Watersheds. *Water Resources Management*. 22. 1545-1560.
- 12- Stevanovitic, Z., Markovitic, M.Y. (2003) *hydrogeology of Northern Iraq field document*, FAO (UN) report. Erbil office, Annex 39.
- 13- الصحاف، م. وموسى، ك. (1990) هيدرومورفومترية حوض رافد خوصر دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، *مجلة الجمعية الجغرافية العراقية*، العددان (24-25)، ص 43-54.
- 14- Farhan, Y., Elgaziri, A., Elmaji, I. and Ali, I. (2016) Hypsometric Analysis of Wadi Mujib-Wala Watershed (Southern Jordan) Using Remote Sensing and GIS Techniques. *International Journal of Geosciences*, 7, 158-176 pp.
- 15- Markose, V. and K.S. Jayappa. (2011) Hypsometric Analysis of Kali River Basin, Karnataka, India, using Geographic Information System. *Geocarto International*. Vol 26. No7. pp553-568.
- 16- Mehar, R. Verma, M. Tripathi, R. (2018) Hypsometric analysis of Sheonath River Basin, Chhatisgarh, India: A remote sensing And GIS Approach, *International Journal of Engineering & Tacnology*, 7(10), p 116-121.
- 17- محمد، ن. (1988) *دراسة التراكيب الخطية باستخدام معطيات التحسس النائي و علاقتها بالنشاط الزلزالي في شمال شرق العراق*، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بغداد.



18- المنى، د. (2002) دراسة كيميائية و بيئية للمياه الجوفية في مدينة السلیمانیه و ضواحيها، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بغداد.

19- Hama Amin, D. (2009) HYDROGEOLOGICAL ASSESSMENT OF THE CRETACEOUS STRATIGRAPHIC UNITS EXPOSED ALONG THE NORTH-EASTERN LIMB OF AZMAR ANTICLINORIUM, SULAIMANY, NE IRAQ, Iraqi Journal of Science, Vol.50, No.1, 2009, PP. 56 – 66.

20- Hamdi, S. Aldharab, S. Javed, I. Saleh, G. (2018) GIS and Hypsometry based Analysis on the Evolution of Sub-basins in Ataq Area-Shabwah, Yemen, *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, 6 (1), p 3489-3497.

21- USGS science for changing world (2022), Earth explorer. (Online) <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

### شیکردنه‌وی شوینی خه‌سلته هیسۆمه‌تریه‌کانی ئاویژلی چه‌می (ته‌گه‌ران)

تحسین عبدالرحیم عزیز

کۆلیژی ئاداب / زانکۆی سه‌لاحه‌ددین-هه‌ولیر

tahseen.azeez@su.edu.krd

#### پوخته

ئامانجی ئەم توێژینه‌وه‌یه بریتیه له شیکردنه‌وه‌ی شوینی خه‌سلته هیسۆمه‌تریه‌کانی ئاویژلی چه‌می (ته‌گه‌ران) و دۆزینه‌وه‌ی په‌یوه‌ندی شوینی له ئیوان به‌های ئەم خه‌سلته‌تانه‌و به‌های خه‌سلته‌ته‌ مۆرفۆمه‌تریه‌کانی ئاویژله‌ لاهه‌کیه‌کان، که ژماره‌یان (35) ئاویژله‌. بۆ گه‌یشتن به ئامانجی توێژینه‌وه‌، پشت به‌ستراوه به‌ میتۆدی به‌دواداچوون و شیوازی ئاماری، که‌ره‌سته‌کانی شیکردنه‌وه‌ی ئاماری شوینی له به‌رنامه‌ی (ArcMap) له ئیواندا شیکردنه‌وه‌ی لێژی شوینی به‌کار هاتوه‌.

توێژینه‌وه‌که گه‌یشتۆته ئه‌وه‌ی که شیوه‌ی چه‌مانه‌وه‌ی هیسۆمه‌تری ئاویژلی ته‌گه‌رانی سه‌ره‌کی ئاماژه‌یه بۆ ئه‌وه‌ی ئاویژله‌که گه‌یشتۆته قۆناغی پێشکه‌وتوی جیومورفولوجی، پوچاله‌کی پوون به‌دی ده‌کریت له شیوه‌ی چه‌مانه‌وه‌که. هه‌روه‌ها به‌های په‌کگرتنی هیسۆمه‌تری گه‌یشتۆته (0.28) ئەمه‌ش به‌لگه‌یه له‌سه‌ر گه‌یشتنی ئاویژله‌که به قۆناغی (monadnock) له قۆناغه‌کانی سو‌ری دارووتان. زۆریه‌ی ئاویژله‌ لاهه‌کیه‌کان (21) ئاویژله‌ چه‌مانه‌وکانیان له شیوه‌ی رووچال - (monadnock) ووبه‌رزه ئەمه‌ش واته قۆناغی هاوسه‌نگی و پێگه‌یشتن له خولی جیومورفولوجی، به‌های په‌کگرتنی هیسۆمه‌تریان له ئیوان (0.36 – 0.47) دایه. له‌م توێژینه‌وه‌یه به‌دیاری که‌وت به‌های په‌کگرتنی هیسۆمه‌تری ئاویژله‌کان مودێلیکی شوینی دیاریکراو دروست ناکه‌ن. وه په‌یوه‌ندی شوینی له ئیوان به‌هاکانی په‌کگرتنی هیسۆمه‌تری و خه‌سلته‌ته بریه‌کانی ئاویژله‌ لاهه‌کیه‌کان په‌یوه‌ندیه‌کی نه‌رێنی لاهه‌.

وو‌شه سه‌ره‌تاییه‌کان: چه‌ماوه‌ی هیسۆمه‌تری، په‌کگرتنی هیسۆمه‌تری، خه‌سلته‌ته مۆرفۆمه‌تریه‌کان.

### Spatial Analysis of Hypsometric Characteristics of the Wadi (Tagharan) Basin

Tahseen Abdulrahim Azeez

College of Arts, Salahaddin University-Erbil

tahseen.azeez@su.edu.krd

#### Abstract

This study aims to analyze the spatial variation of the Hypsometric characteristics of the Wadi (Tegran) basin, and to find the spatial relationship between the values of this characteristic and the values of the morphometric characteristics of the 35 secondary basins. The inductive approach and the spatial statistics method were relied upon to reach the goal of the study, and the tools of spatial statistical analysis in the (ArcMap) program were used, including spatial regression analysis.

The study concluded that the shape of the main Hypsometric curve of the basin (Tagaran) indicates that the basin has reached an advanced stage of the geomorphological cycle, where we notice the clear concavity of the curve shape. the value of the Hypsometric integration was (0.28), which is evidence that the basin reached an advanced stage (monadnock) of the stages of the erosion and sculpting cycle.

Most of the secondary basins (21) have concave-convex Hypsometric curves, which are the equilibrium or maturation stage in the geomorphic cycle, The values of the hypsometric integration ranged between (0.36-0.47). It turns out that the values of the Hypsometric integration do not form a specific spatial model, And the spatial relationship between the values of the hypsometric integration and the quantitative characteristics of the secondary basins is negative and not strong.

**Keywords:** Hypsometric curve, Hypsometric integration, morphometric properties.