

**التحليل الهبسومتري والتكامل  
الهبسومتري لأعلى حوض نهر الزاب  
الكبير**

**م. جنان رحمان ابراهيم**

**جامعة سوران، كلية الآداب، قسم الجغرافية**

E-mail: [jinanrahman2013@gmail.com](mailto:jinanrahman2013@gmail.com)

**Hypsometric analysis of Upper Great Zab Basin**

**Lect: jinan Rahman Ibrahim**

**.Sorani university, Arts Faculty, Geography Dep**

يعتبر تقييم حالة التعرية للاحواض المائية من الشروط الأساسية للإدارة المتكاملة لها. لاتخاذ التدابير المناسبة للحفاظ على المياه والتربة لمنع، او تقليل تاثيرعمليات التآكل. واحدى طرق تحديد حالة التعرية، هو تحديد المرحلة الجيومورفولوجية لتطور الحوض المائي باستخدام الصيغ التجريبية. في هذه الدراسة، تم رسم المنحنى الهبсомتري باستخدام طريقة (Strahler (1952)، (المساحة النسبية-الارتفاع النسبي)، تحديد شدة التضرس الحوضي بطريقة العبدان(2006)، (طول الخط الكنتوري- المساحة الكنتورية) وتقدير التكامل الهبсомتري بطريقة Pike & Wilson (1971)، [(متوسط الارتفاع-ادنى ارتفاع) / (اعلى ارتفاع- ادنى ارتفاع)]. اذ تبين المنطقة الدراسة مع احواضه الثانوية، تمر في مرحلة توازن ونضج، كما كشفت القيم التكاملية ان 50% من حجم الكتلة الارضية تمت ازلتها، بينما ماتزال 50% دورها للتعرية والتآكل. علاوة على ذلك، ان شدة التضرس الحوضي ذات القيم المعتدلة (المتوسطة)، أثبتت ان معدلات تعرية والتسوية لازالة التضاريس والتآكل في الحوض ضعيفة، او انها بطيئة. بسبب تحكم العامل الجيولوجي، الصخري والتريبي للمنطقة.

الكلمات الافتتاحية: حوض الزاب الاعلى، التحليل الهبسومتري، GIS.

## ABSTRACT

An assessment of the state of erosion of water basins is a prerequisite for integrated management. To take appropriate measures to conserve water and soil to prevent or reduce the impact of erosion. One way to determine the state of erosion is to determine the geomorphological (erosional) stage of the development of the water basin using experimental formulas. In this study, the hypsometric curve was drawn using the Strahler's method (1952), (Relative Area - Relative Height), Determination of the steepness of basin relief by the Abdan's method (2006), (Length of the contour line - Contour Area) and estimation of the hypsometric intergal using the Pike & Wilson's method (1971), (Average height - lowest height) / (highest height - lowest height). As the study area shows with its secondary basins, it passes in a phase of equilibrium and maturity, as the intergal values revealed that 50% of the size of the ground mass has been removed, while still Moreover, the steepness of basin relief with moderate (medium) values has proven that erosion and leveling rates to remove terrain or erosion in the basin are weak, or slow, due to the control of the geological, lithological and structural factors of the area.

**Keywords:** Hypsometric Analysis. Upper zap. GIS technique

## المقدمة

نتيجة لصعوبة تحديد وتفسير التغيرات الطبولوجية Topological Changes التي تمر بها الاحواض المائية، بسبب تعقد العمليات الهيدرولوجية وعمليات تشكيل السطح، كالتجوية، التعرية والنقل، ومدى مساهمتها في احداث هذه التغيرات، جرت محاولات لتقدير المرحلة التطورية الجيولوجية للاحواض. بتأثير العوامل المختلفة، كالعوامل التكتونية، المناخ والصخرية على طبولوجية الحوض، منها التحليل الهبسومتري ( ارتفاع - مساحة المنطقة او الحوض المائي ) للتمييز بين الأشكال الأرضية التآكلية خلال مراحلها التطورية المختلفة [1,2]. يعتبر التحليل الهبسومتري من أفضل المتغيرات الكمية لفهم العلاقة ما بين طبوغرافية الحوض النهري وتعرية المجاري المائية للسطح، بواسطة الجريان السطحي، ويهدف إلى تحديد الفترة الزمنية التي قطعها الاحواض من دورتها الجيومورفولوجية، [3، 4]. والتحليل الهبسومتري (تحليل ارتفاع المنطقة) هو دراسة توزيع المنطقة المستعرضة الأفقية للكتلة الأرضية حسب الارتفاع، وهي وظيفة مستمرة للتوزيع الغير البعدي (اللابعدي) لارتفاعات النسبية للحوض، مع مساحتها النسبية، للتمييز بين أشكالها الأرضية المتآكلة خلال مراحل مختلفة من تطورها [1]. وهي انعكاس التفاعل بين العوامل التكتونية والتعرية للمنطقة، مما يشكل مؤشراً جيومورفياً قيماً لفهم الأهمية النسبية لهذه العمليات [5]. Basil و Langbein هما اول من قدم التحليل الهبسومتري عام 1947 للتعبير عن الانحدار العام وأشكال الحوض التصريفي، ليطور لاحقاً من قبل سترلر (1952)، باستخدام النسبة المئوية للمنحنى الهبسومتري والتكامل الهبسومتري [6، 7]. وهما انعكاس للتفاعل بين القوى التآكلية والتكتونية، اذ ترتبط الاختلافات في شكل المنحنى وقيمة التكامل الهبسومتري بدرجة عدم التوازن في توازن هذه القوى، مما يشكل مؤشراً جيومورفياً قيماً لفهم الأهمية النسبية لهذه العمليات [5]. وعليه، يمكن استخدام التحليل الهبسومتري كمقياس للمرحلة الجيومورفولوجية للاحواض المائية، لاتخاذ تدابير والاجراءات الحفاظ على التربة والموارد المائية فيها، وهو اساس لاي مشروع لإدارة الاحواض وتنميتها. وكان لنظام المعلومات الجغرافية (GIS) ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM) دوراً مهماً في هذا المجال، اذ ساعدت في تحسين دقة النتائج وتوفير الوقت. وتم اختيار منطقة الدراسة (اعلى حوض الزاب الكبير) ولتقدير التكامل الهبسومتري ورسم المنحنى

الهيسومري للحوض، وتحديد المرحلة الجيومورفولوجية لتطوره. ولحساسية موقعه والتنوع الجيولوجي والصخري، الذي انعكس على وضعه الطبوغرافي، كما ان هذا الجزء من الحوض، لم يأخذ نصيبه من الدراسة، باعتباره من الانهار العابرة للحدود، بل اقتصر على الحوض داخل الاراضي العراقية فقط، كدراسة [8] لجيومورفولوجية ومورفومترية حوض الزاب في العراق.

### منهجية البحث

في هذه الدراسة، تم ترسيم الاحواض المائية ورقمنة المعلومات الطبولوجية لها، والرجوع إليها جغرافياً باستخدام إمكانات أدوات ArcGIS (10.4.1). باستخدام وحدة التحليل المكاني لتوليد نموذج الارتفاع الرقمي SRTM-DEM ذي المرجع الجغرافي في نظام الإحداثيات WGS84\_UTM\_38N، بدقة (90)م، وهو يمثل طبولوجيا التضاريس. علاوة على ذلك، يتم الاعتماد على أدوات spatial analyst toolbox الذي وفر استخدام مجموعة واسعة من تنسيقات البيانات لدمج مجموعات البيانات وتفسيرها، تحليل التضاريس، التحليل الهيدرولوجي، والتحليل الإحصائي. ولأنتاج الخريطة الكنتورية الذي اعتمد استخدام الاداة Contour، وشبكة الصرف المائي، استنادا الى قانون المراتب النهريه Strahler [9]. كما تم ترسيم الارتفاعات ومساحتها المغلقة مع حدود الحوض التصريفي وقيم المنطقة المحيطة بها. ومن ثم استخدام هذه القيم لرسم منحني الهيسومري وتقدير التكامل الهيسومري للحوض الرئيسي واحواضه الفرعية. وايضا، لاسخراج المعدلات الحرارية السنوية والفصلية والتساقط المطري، تم الاعتماد على البيانات المناخية لمحطات (بارزان، ميركة سور والعمادية) للسنوات (2007-2018)، والصادرة عن حكومة اقليم كردستان العراق، وزارة الزراعة والري، المديرية العامة للأواء الجوية العراقية (أربيل)، قسم المناخ، (بيانات غير منشورة).

### منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة بين خطي طول (43.20 و 44.50)، ودائرتي عرض (36.45 و 38.25)، يعد نهر الزاب الكبير احد الروافد الرئيسة لنهر دجلة في العراق، وتشكل منطقة الدراسة، الحوض الاعلى لهذا النهر، من منبعه، الى نقطة التقائه بنهر ريزان (حاجي بك)، غرب سهل ديانا، محافظة اربيل- اقليم كردستان العراق. تتبع الروافد الاولى لنهر الزاب الكبير من اقليم الهكاري، جنوب شرق تركيا، ضمن المنطقة الواقعة بين بحيرة وان (تركيا)، وبحيرة اورميا (شمال غرب ايران)، ويسير باتجاه شمالي جنوبي حتى يصل منطقة مثلث الحدود العراقية- التركية -الايرائية، ويدخل اقليم كردستان العراق، شمال العمادية، عند قرية جال. ليلتقي باولى روافده، نهر صابنة الشرقي، داخل الاراضي العراقية، جنوب قضاء العمادية. وتشكل المرتفعات المحيطة بالقضاء منطقة تقسيم المياه بينه وبين حوض الخازر - كومل من جهة، وحوض الخابور (رافد نهر دجلة) من جهة اخرى. يقع هذا الحوض بين خطي طول (44.40 و 43.20)، ودائرتي عرض (36.50 و 38.25). ثم يكمل النهر مسيره باتجاه الجنوب الشرقي، وفي منطقة بارزان، عند خط طول (43.50 شرقا) ودائرة عرض (37.00 شمالا)، يلتقي بفرعه الثاني، شمدينان الذي يقع بين خطي طول (44.50 و 43.45) و دائرتي عرض (37.30 و 36.50)، وينبع من اقصى جنوب شرق اقليم الهكاري، ومن ثم يلتقي نهر الزاب الكبير بنهر ريزان (حاجي بك)، انظر خريطة (1). تبلغ مساحة الحوض من المنبع وحتى التقائه بنهر ريزان، (11684.08) كم<sup>2</sup>، منها (7908.9) كم<sup>2</sup> لحوض الزاب الاعلى، و(3332.96) كم<sup>2</sup> لحوض شمدينان، انظر جدول (1).

الحوض	المساحة الكلية كم <sup>2</sup>	مساحة الحوض في العراق كم <sup>2</sup>	نسبته من المساحة الكلية	مساحة الحوض في تركيا كم <sup>2</sup>	نسبته من المساحة الكلية
الزاب الاعلى	7908.9	1118.0	14,1	6790.9	85.9
شمدينان	3332.96	1158.5	34.8	2174.46	65.2
الزاب الكبير	11684.1	2718	23,3	8966.1	76.7

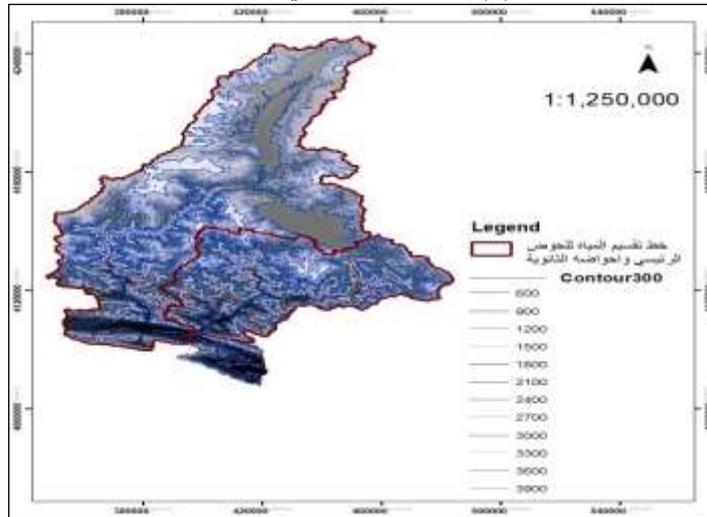
المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على برنامج GIS.

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة.

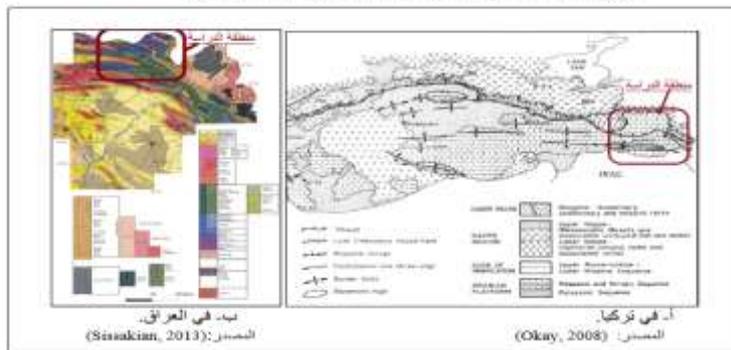


وقوع منطقة الدراسة وامتدادها ضمن نطاق زاكروس، نطاق الفوالق المندفعة ونطاق الطيات العالية، [١٠، ١١، ١٢، ١٣]. رسم طباعا جبليا وعرا جدا، ومشوها ومطويا على منطقة الدراسة، نتيجة تحكم العامل التكتوني على المظهر الطبوغرافي فيها، وامتداد الطيات فيها باتجاه شمال غربي-جنوب شرقي. تتراوح الارتفاعات في منطقة الدراسة، (٤٥١-٣٩٤٧)م، ولحوض الزاب الاعلى الثانوي(٥٥١-٣٨٩٤)م، و(٣٩٤٧-٥٤٧) م، في حوض شمدينان الثانوي انظر خريطة (٢). تنتشر في منطقة الدراسة، طبقات متتابعة من Clastic rocks، الصخور المتحولة، الصخور الجيرية، الجيري الدولوميتي، الحجر الطيني الصفحي، الحجر الرملي، الطفل الاسود والبنفي والارجواني والصخور الطفلية التي تعود الى الحقبة الوسطى Mesozoic Era، وتشكل الصخور الجوراسية والترياسية قلب الطيات المحدبة في المنطقة المحاذية لنطاق الاندفاع والتشوهات. اضافة الى الصخور الرسوبية-النارية، الصخور الكلسية، الرملية، الجيرية، الطفلية Shale، الحجر الجيري السلتي، الطباشيري، احجار طينية وطينية صفيحية، صخور صلصالية Silt، كونكولومرايت Conglomrite، وصخور غرينية حمراء اللون، التي تعود الى دهر الحياة الحديثة Cenozoic Era، وهي ايضا، تشكل الطيات المقعرة في المنطقة، غير انها مغطاة بترسبات الزمن الرابع Quaternary [10,11,12,14,15,16]. انظر خريطة (٣). مناخيا، تتميز منطقة الدراسة بالمناخ الرطب جدا، متوسط التساقط المطري السنوي ١١٠٠ ملم، وتساقط ثلجي ٣٠٠ ملم خلال موسم الشتاء والربيع. تتراوح معدل درجات الحرارة الشهرية ١.٧ درجة مئوية، شتاء، و21.3 درجة مئوية صيفا.

خريطة (٢) خطوط الكنتور في منطقة الدراسة



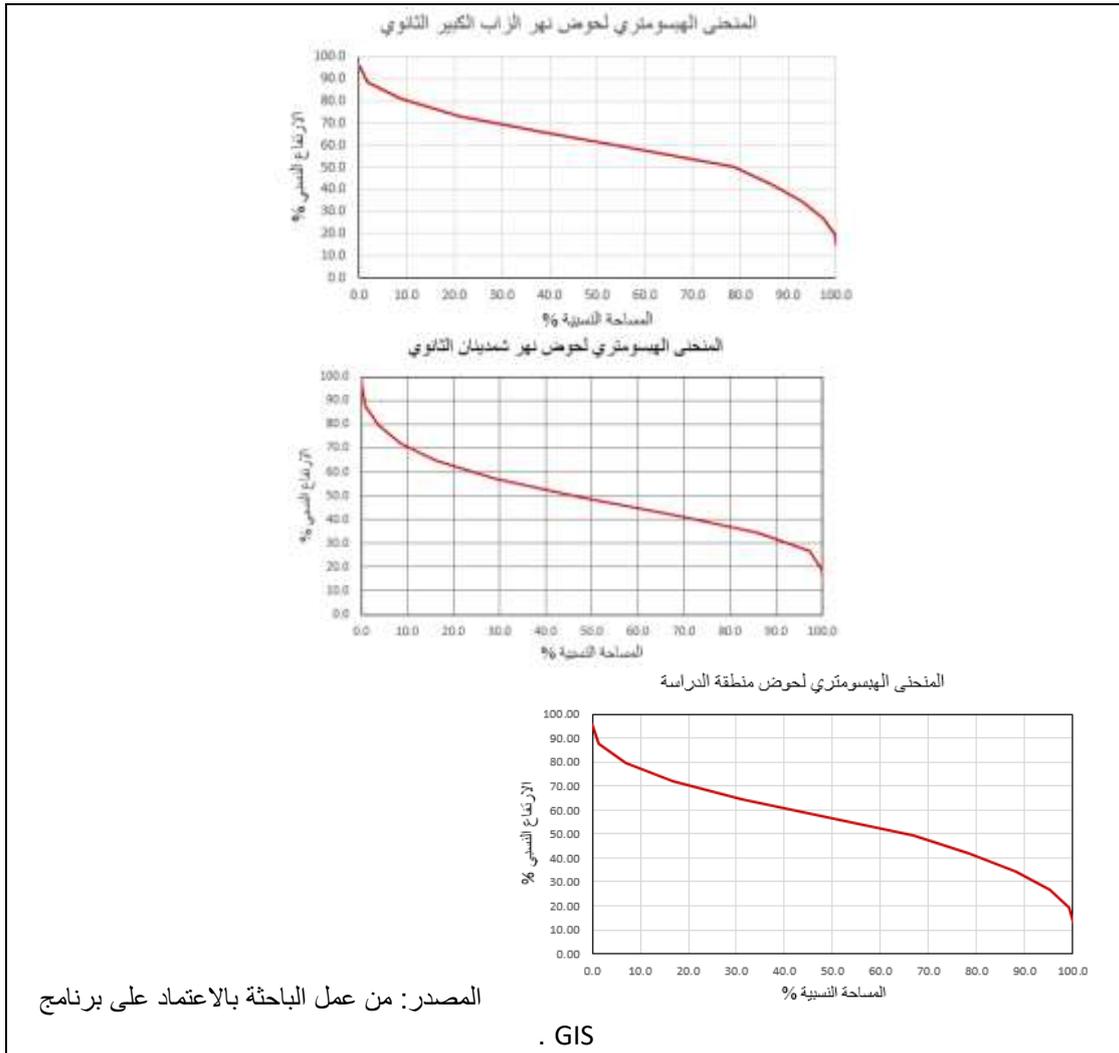
خريطة (3) التكتونات الجيولوجية لمنطقة الدراسة في تركيا والعراق.



١- المنحنى الهبسومتري (Hypsomeric Curve (HC)

المنحنى الهبسومتري (HC)، فهو يرتبط بحجم كتلة السطح وكم التعرية التي حدثت في حوض، ضد الكتلة المتبقية منها، [17]. ولأن اشكال هذه منحنيات، تفسر التغيرات الزمنية في منحدر الحوض الاصلي، فقد قام [1] بتفسير شكل منحنيات الهبسومتريّة عن طريق تحليل العديد من الأحواض وصنفها على أنها شابة (إذا ماكانت منحنياتها محدبة إلى الأعلى)، ناضجة (إذا كانت منحنيات على شكل حرف S، أي مقعرة إلى الأعلى عند المناطق العالية من الحوض ومحدبة إلى الأسفل عند المناطق المنخفضة ومشوهة أو Penneplain) (منحنيات صاعدة مقعرة) إذا ماكان الحوض في مرحلة الشيخوخة، إذ يتغير انحدار المنحنى مع مرحلة التطور الذي يمر به الحوض، والتي لها تأثير أكبر على خصائص التعرية، وايضا الدورة التآكلية فيها. يتم الحصول على المنحنى الهبسومتري عن طريق رسم مساحة المنطقة النسبية (a/A) على طول المحور (X) والارتفاع النسبي على طول الإحداثي (Y). المساحة النسبية، هي نسبة مساحة المنطقة فوق خط كنتور معين إلى المساحة الكلية للحوض المائي (A). ويتم حساب الارتفاع النسبي، كنسبة ارتفاع خط كنتور معين (h) من مستوى القاعدة إلى الحد الأقصى لارتفاع الحوض (H) [18,19]. يجب أن ينشأ المنحنى دائماً في الزاوية العلوية اليسرى من المربع (س (X) = 0، ص (Y) = 1) ويصل إلى الركن الأيمن السفلي (س (X) = 1، ص (Y) = 0). ومع ذلك، فقد يأخذ أي المنحنى مسار من مجموعة متنوعة من المسارات بين هذه النقاط، اعتماداً على توزيع الكتلة الأرضية من القاعدة إلى القمة، [1]. بناءً على الشكل (1)، للمنحنيات الهبسومتريّة لحوض منطقة الدراسة، نجد كل من الحوض الرئيسي واحواضه الثانوية، في منتصف مرحلة النضج. متخذاً شكل حرف S، مع تحذب المنحنى نحو الاعلى في الاجزاء الوسطى والدنيا من الحوض، وهي المنطقة التي تتلقى كل المواد السطحية المتعراة والمنجرفة من الاجزاء الاعلى، او قد يعود ذلك الى النشاط البشري في بناء المستوطنات، الزراعة ومد شبكات الطرق في تلك المناطق الاقل ارتفاعا.

شكل (١) المنحنى الهبسومتري لحوض منطقة الدراسة واحواضه النهرية



التكامل الهبسونمري (Hsi)، هو المنطقة الموجودة أسفل المنحنى، وهو أيضًا مؤشر على دورة التآكل، والوقت الإجمالي اللازم لخفض مساحة الأرض إلى مستوى القاعدة، حيث أدنى مستوى منه كنسبة مئوية [1,20]. أي أنها، بقايا الحجم الحالي مقارنة بالحجم الأصلي للحوض [18]. ويمكن استخدامه في الجريان السطحي والتنبؤ بعائد الرواسب في الأحواض المائية، لأنه يتناول الارتفاع النسبي لتوزيع الارتفاعات داخل هذه الأحواض [19]. وهو يعد من أفضل الطرق الكمية لتوضيح الاختلافات بين الأقاليم المتباينة في مراحل تطورها الجيومورفولوجي أو بنائها الجيولوجي، ويقاس درجة تضرس سطح الحوض، والفترة الزمنية التي قطعها الحوض دورته التعرية، [4]. تتراوح قيم (Hsi) من (0-1) كمؤشر على القوة المهيمنة على الحوض، فهي في مرحلة الشيخوخة monadnock، إذا كانت قيمتها ( $0.3 <$ ) وفيها يكون الحوض المائي مستقرًا بالكامل؛ مرحلة التوازن أو النضج تتراوح قيمها (0.3-0.6)؛ ومرحلة التوازن أو الشباب ( $0.6 >$ )، حيث يخضع الحوض المائي إلى عمليات التعرية والتآكل وبشدة، [1,21]. ذكرت عدة دراسات، استخدمت التكامل الهبسونمري لفهم تغذية المياه الجوفية في الأحواض المائية، أن القيم Hsi العالية، يشير إلى رطوبة أعلى للتربة في الحوض المائي. بينما، قيم Hsi الأقل، تدل على تركيز رطوبة التربة في العمق الضحل. أي أن إجمالي جريانها أقل مساهمة في الجريان السطحي. في حين أن الأحواض التي ترتفع فيها قيم Hsi، تُظهر أن الجريان تحت السطحي هي عملية رئيسية تساهم في إجمالي الجريان السطحي، [22]. وهكذا يساعد Hsi في تفسير التآكل الذي حدث في الحوض المائي خلال الفترة الزمنية الجيولوجية بسبب العمليات الهيدرولوجية وعوامل تدهور الأراضي أي تأكلها [23]. تم تقدير التكامل الهبسونمري لحوض منطقة الدراسة، باعتماد قانون نسبة الارتفاع إلى الارتفاع، الذي قدمه Pike و Wilson (1971) في [24]، من خلال العلاقة النسبية بين الارتفاع المتوسط والادنى من جهة، والأعلى والادنى من جهة ثانية، على النحو التالي:  $H_{si} = (Elev_{max} - Elev_{min}) / (Elev_{mean} - Elev_{min})$  حيث  $H_{si}$  التكامل الهبسونمري؛  $Elev_{mean}$  هو متوسط الارتفاع؛  $Elev_{max}$  و  $Elev_{min}$  هما الحد الأدنى والأقصى للارتفاعات في الحوض المائي. بناءً على جدول (٢)، تبين أن التكامل الهبسونمري للحوض الرئيسي وأحواضه الثانوية، في مرحلة التوازن أو النضج. إذ أن قيمها بلغت (0.5). أي أن، قوى الرفع (التكتونية) والخفض (التآكل) في الحوض، متوازنان تقريباً [1,25]. وما زالت 50% من كتل الصخور الأصلية لهذه الأحواض موجودة فيها. وأن عملية جرف وتعرية المواد الصخرية القابلة للحت والجرف، معتدلة في الحوض، مما يساهم في إنتاج رسوبي متوسط، رغم توفر ظروف بيئية مناسبة كالتساقط العالي.

جدول (٢) قيم التكامل الهبسونمري لحوض منطقة الدراسة وأحواضه الثانوية.

الحوض	المساحة كم <sup>٢</sup>	أعلى ارتفاع (م)	أدنى ارتفاع (م)	متوسط الارتفاع (م)	التكامل الهبسونمري
الزاب الكبير الثانوي	7908.9	3894	551	2222.5	0.5
شمدينان	3332.96	3947	547	2247	0.5
الحوض الرئيسي	11684.1	3947	451	2199	0.5

### ٣- التضرس الحوضي

لايجاد التضرس الحوضي، تم اعتماد طريقة العبدان [26] للتضرس الحوضي. إذ يرى العبدان، أنه، كلما زاد طول الخط الكنتوري وقلت المساحة المحصورة بينه وبين الخط الكنتوري الذي يليه ضمن الحوض، كلما زادت شدة التضرس والتقطيع الحوضي. وهي كالآتي: طريقة رحيم للتضرس الحوضي = طول الخط الكنتوري (كم) / المساحة المحصورة بينه وبين الخط الكنتوري الذي يليه. إن مرحلة النضج التي يمر بها الحوض، يدل على قلة عمليات التسوية وإزالة التضاريس والحت فيها، مما انعكس على قيم تضرسها المتوسطة (المعتدلة)، إذ تراوحت بين 1-3، حيث تزداد أطوال الخطوط الكنتورية ومساحاتها، لتبلغ أقصاها عند الخط الكنتوري 1800-2100م و 2100-2400م، بمساحة 2675.7 كم<sup>٢</sup> و 2063.8 كم<sup>٢</sup> على التوالي. بينما تقل الأطوال والمساحات في أعالي الحوض، وانخفاض قيمها إلى أقل من 1، بسبب قلة اتساع الحوض، لانخفاض عمليات التعرية التراجعية نحو المنابع، وسيادة النحت الرأسي. وهذا ينطبق على حوض شمدينان الثانوي أيضاً. على العكس من ذلك، إن حوض الزاب الكبير الثانوي، يتميز بارتفاع قيم التضرس الحوضي فيه إلى أكثر من 8، في منطقة المنابع العليا. وذلك بسبب، نشاط عمليات التعرية والحت فيها، وقد يعود ذلك إلى الاستجابات الصخرية لعوامل التعرية، فمع سيادة التكوينات الكلسية، وانتشار نظام الفواصل والشقوق والفوالق المتعامدة على طول الطيات المحدبة ساعدت عن طريق نشاط عمليات النحت

والتعرية فيها الى قطع الطبقات الصخرية ضمن هذا النطاق، وامتداده الى اسفل حوض نهر شمدنيان، اذ بلغت شدة التضرر فيه اكثر من ٦، انظر جدول (٣).

### الاستنتاجات

حددت الدراسة الهيسومترية، المراحل الجيومورفولوجية والجيولوجية لتطور الاحواض المائية ومرحلة التعرية والتآكل لحوض النهر. ان منطقة الدراسة وأحواضه الفرعية في مرحلة النضج، وفي طريقها الى مرحلة الشيخوخة أو مرحلة monadnock حسب تصنيف [1]. اذ تمت ازالة ٥٠٪ من الكتلة الارضية الاصلية. فتآكل التربة فيها ناتجة عن التعرية القنوية للمجري المائية، وحركة مواد السطح نحو اسفل المنحدرات، سواء كانت للتربة السطحية او المواد تحت السطحية. ويعد الجريان السطحي والرواسب هما الاستجابتين الهيدرولوجيتين المهمتين من عمليات تساقط الأمطار التي تحدث على الاحواض المائية من المفهوم أن الاستجابة الهيدرولوجية (الجريان السطحي والرواسب) للأحواض ذات المراحل الناضجة يكون لها معدل تآكل بطيء، ما لم تكن هناك عواصف مطرية شديدة للغاية تؤدي إلى ارتفاع قمم الجريان السطحي [18]. اذ يلاحظ ان التحدب في المنحنى الهيسومري يكون في الجزء الاوسط والاسفل من الحوض، وقد يعود ذلك الى اتساع الاحواض في هذه الاجزاء، مما ادى الى اعتدال بقيم تضررها الحوضي. مما يدل على معدلات تعرية وتآكل اقل فيها. قد يعود السبب في ذلك الى وقوع هذا الجزء في نطاق الفوالق المندفعة والطيات العالية، حيث الصخور النارية والمتحولة، التي قاومت عمليات التعرية والجرف الشديد الذي تتعرض له في بيئة جبلية معقدة تتميز بوفرة التساقط المطري (بكميات تتجاوز ١٠٠٠ ملم سنويا). الا ان هذا لا يمنع من اهمية اتخاذ التدابير اللازمة لوقف فقدان التربة والرواسب، والموارد المائية عن طريق الحصاد المائي.

جدول (٣) شدة التضرر الحوضي لحوض منطقة الدراسة واحواضه الثانوية

مجموع	3600-3947	3300-3600	3000-3300	2700-3000	٢٤٠٠-٢٧٠٠	٢١٠٠-٢٤٠٠	١٨٠٠-٢١٠٠	١٥٠٠-١٨٠٠	١٢٠٠-١٥٠٠	٩٠٠-١٢٠٠	٦٠٠-٩٠٠	٥47-٦٠٠	ارتفاع الخط الكنتوري (م)
	5340.4	1.0	17.0	101.1	259.7	356.6	601.0	899.1	1122.4	979.3	716.9	267.8	18.5
	٠,٠٢	0.3	1.9	4.9	6.7	11.3	16.8	21.0	18.3	13.4	5.0	0.3	نسبتها من مج أطوالها
3332.0	3.7	24.0	93.0	161.3	255.9	432.2	613.2	697.2	586.0	370.7	92.1	2.8	المساحة بين الخطين (كم <sup>٢</sup> )
	٠,٠١	0.7	2.8	4.8	7.7	13.0	18.4	20.9	17.6	11.1	2.8	0.1	نسبتها من المساحة الكلية
1.6	0.3	0.7	1.1	1.6	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7	1.9	2.9	6.6	شدة التعرية
	متوسطة	كأبلة	كأبلة	متوسطة	متوسطة	متوسطة	متوسطة	متوسطة	متوسطة	متوسطة	متوسطة	شديدة	نوع التعرية
	٣٦٠٠-3894	٣٣٠٠-٣٦٠٠	٣٠٠٠-٣٣٠٠	٢٧٠٠-٣٠٠٠	٢٤٠٠-٢٧٠٠	٢١٠٠-٢٤٠٠	١٨٠٠-٢١٠٠	١٥٠٠-١٨٠٠	١٢٠٠-١٥٠٠	٩٠٠-١٢٠٠	٦٠٠-٩٠٠	551-600	ارتفاع الخط الكنتوري (م)
18923.7	46.5	515.2	1446.3	2541.2	3261.8	3491.8	2838.3	2002.4	1521.0	895.5	333.7	30.0	طول الخط الكنتوري (كم)
	0.25	2.72	7.64	13.43	17.24	18.45	15.00	10.58	8.04	4.73	1.76	0.16	نسبتها من مج أطوالها
7905.3	5.5	131.3	552.5	984.9	1422.2	1628.9	1475.4	631.3	486.8	369.4	207.1	10.0	المساحة بين الخطين (كم <sup>٢</sup> )
	0.07	1.66	6.99	12.45	17.98	20.60	18.66	7.98	6.16	4.67	2.62	0.13	نسبتها من المساحة الكلية
2.4	8.4	3.9	2.6	2.6	2.3	2.1	1.9	3.2	3.1	2.4	1.6	3.0	شدة التعرية
	متوسطة	شديدة	شديدة	متوسطة	متوسطة	متوسطة	متوسطة	شديدة	شديدة	متوسطة	متوسطة	شديدة	نوع التعرية
	٣٦٠٠-٣٩٤٧	٣٣٠٠-٣٦٠٠	٣٠٠٠-٣٣٠٠	٢٧٠٠-٣٠٠٠	٢٤٠٠-٢٧٠٠	٢١٠٠-٢٤٠٠	١٨٠٠-٢١٠٠	١٥٠٠-١٨٠٠	١٢٠٠-١٥٠٠	٩٠٠-١٢٠٠	٦٠٠-٩٠٠	٤٥١-٦٠٠	ارتفاع الخط الكنتوري (م)
15237.2	1.3	50.7	523.4	1189.3	1824.1	2369.7	2675.7	2221.9	1991.4	1444.9	745.5	199.3	طول الخط الكنتوري (كم)
	٠,٠١	0.3	3.4	7.8	12.0	15.6	17.6	14.6	13.1	9.5	4.9	1.3	نسبتها من مج أطوالها
11680.4	9.5	155.6	646.5	1146.6	1678.7	2063.8	2097.4	1364.2	1128.6	834.9	457.4	97.1	المساحة بين الخطين (كم <sup>٢</sup> )
	٠,٠١	1.3	5.5	9.8	14.4	17.7	18.0	11.7	9.7	7.1	3.9	0.8	نسبتها من المساحة الكلية
1.3	0.1	0.3	0.8	1.0	1.1	1.1	1.3	1.6	1.8	1.7	1.6	2.1	شدة التعرية
	متوسطة	كأبلة	كأبلة	متوسطة	متوسطة	متوسطة	متوسطة	متوسطة	متوسطة	متوسطة	متوسطة	متوسطة	نوع التعرية

- [1] Strahler, A.N. (1952) Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography, Geological society of America bulletin, 63, 1117–1141.
- [2] Schumm, S.A. (1956) Evolution of drainage systems and slopes in bad-lands at Perth Amboy, New Jersey, Geol. Soc. Am. Bull., 67, pp 597–646.
- [3] المغاري، باسم عبد الرحمن (2015) الخصائص المورفومترية لحوض وادي الحسى باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، الجامعة الإسلامية، غزة-فلسطين، رسالة ماجستير غير منشورة.
- [4] تيم، فيروز كامل محمد (2015) حوض وادي زقلاب (الأردن) " دراسة جيومورفولوجية"، الجامعة الإسلامية، غزة-فلسطين، كلية الآداب، قسم الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة.
- [5] Weissel, J.K., Pratson, L.F., and Malinverno, A. (1994) The length-scaling properties of topography, Journal of Geophysical Research, 99, 13997–14012.
- [6] Ahmed, F. and Srinivasa Rao, K.S. (2016) Hypsometric analysis of the Tuirini drainage basin: A geographic information system approach, International Journal of Geomatics and Geoscience, Vo. 6, No. 3, p.p. 1685-1695.
- [7] Al-Ali, A.K. (2015) Hypsometric Analysis of Jabal Sanam-Southern Iraq Using GIS, Journal of Basrah Researches ((Sciences)) Vol. (41). No. (2) A, pp.16-25.
- [8] Sissakian, V.K., 2013. Geomorphology and morphometry of the Greater Zab River Basin, north of Iraq. Iraqi Bulletin of Geology and Mining, Vol. 9, No. 3, p. 21 -49.
- [9] Strahler AN (1964) Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks, In: Chow VT (ed) Handbook of applied hydrology, McGraw-Hill, New York, pp 439–476.
- [10] العمري، فاروق و صادق، علي، (1977)، جيولوجية شمال العراق، مطبعة جامعة الموصل، الموصل، ص 66-69.
- [11] Okay, Aral I. (2008) Geology of Turkey: A Synopsis, Ansnitt, 21, 19-42. [https://web.itu.edu.tr/~okay/makalelerim/91\\_geology\\_of\\_turkey\\_anschnitt\\_2008.pdf](https://web.itu.edu.tr/~okay/makalelerim/91_geology_of_turkey_anschnitt_2008.pdf).
- [12] Koshnaw, Renas I., Horton, Brian K., Stockli, Daniel F., Barber, Douglas E., Tamar-Agha, Mazin Y. and Kendall, Jerome J. (2016) Neogene shortening and exhumation of the Zagros fold-thrust belt and foreland basin in the Kurdistan region of northern Iraq, Tectonophysics 694, p.p.332–355. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2016.11.016>.
- [13] English, Joseph M., Lunn, Grenville, Ferreira, Luke and Yacu, George (2015) Geologic Evolution of the Iraqi Zagros, and its Influence on the Distribution of Hydrocarbons in the Kurdistan Region, AAPG Bulletin, v. 99, no. 2, pp. 231–272.
- [14] Sissakian, V., Al-Ansari, N., Adamo, N., Knutsson, S. and Laue, J. (2018) Geology of the Tigris River with Emphasize on the Iraqi Part, Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering, vol . 8, no. 3, p.p.145-166.
- [15] Zebari, Mjahid (2013) Geometry and Evolution of Fold Structures within the High Folded Zone: Zagros Fold-Thrust Belt, Kurdistan Region-Iraq, Dissertations & Theses in Earth and Atmospheric Sciences University of Nebraska, p.12. Paper 41. <http://digitalcommons.unl.edu/geoscidiss/41>.
- [16] Jassim, Saad Z. and Goff, Jeremy C. (2006), Geology of Iraq, Dolin, Prague and Moravian Museum, Brno.
- [17] Hurtez, J.E., Sol, C., and Lucazeau, F. (1999) Effect of drainage area on Hypsometry from an analysis of small-scale drainage basins in the Siwalik Hills (Central Nepal), Earth surface processes and landforms, 24, 799–808.
- [18] Ritter, D.F., Kochel, R.C. and Miller, J.R. (2002) Process geomorphology. McGraw Hill, Boston.
- [19] Sarangi, A. and Bhattacharya, A.K. (2000) Use of geomorphological parameters for sediment yield prediction from watersheds, Journal of Soil and Water Conserv., No. 44, p.p.99-106.
- [20] Garg, S.K. (1983) Geology the Science of the earth. Khanna Publishers, New Delhi.
- [21] Ibrahim, Sawsan A.R. (2019) Morphometric Analysis of The Al-teeb River Basin, SE Iraq, Using Digital Elevation Models and GIS, Iraqi Bulletin of Geology and Mining Vol.15, No.1, p.p.59-69.

[2٢] Golekar, R. B., Baride, M. V., Patil, S. N. and Adil S. H (2015) Altimetric and hypsometric analysis for soil and water conservation: A case study of Anjani and Jhiri river basin, Northern Maharashtra, India, Eart Sci. Res. J. Vo. 19, No. 1, p.p. 51-58. <http://dx.doi.org/10.15446/esrj.v19n1.45175>.

[2٣] Pradeep, P. and Vinaya, M.S. (2016) GIS and Hypsometry based Analysis on the Evolution of Sub Basins of Ponnaiyar River, Krishnagiri District, Tamil Nadu, International Journal for Innovative Research in Science & Technology (IJIRST),Vo. 2, Issue 10,p.p. 210–217.

[2٤] Dikpal, R.L., Prasad, T. J. R. and Satish, K. (2017) Evaluation of morphometric parameters derived from Cartosat-1 DEM using remote sensing and GIS techniques for Budigere Amanikere watershed, Dakshina Pinakini Basin, Karnataka, India, Appl. Water Sci. (7), p.p.4399–4414. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s13201-017-0585-6.pdf>

[2٥] Davis,W.M. (1899) The geographical cycle, Geogr. Journal: 14, p.p.481–504.

[26] العبدان، رحيم حميد (٢٠٠٦) شدة تضرس الحوض النهري باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة كلية الاداب، جامعة بغداد، العدد٧٣، ص ١-١٩.