

4-1-2018

Statistical relations analysis between morphometric variables of semi-arid basins (Wadi Al-Arab basin-Case Study)

Noah Muhammad Ali Al-Sabbaha
Yarmouk University - Irbid - Jordan

Follow this and additional works at: <https://jfa.cu.edu.eg/journal>



Part of the [Geography Commons](#)

Recommended Citation

Al-Sabbaha, Noah Muhammad Ali (2018) "Statistical relations analysis between morphometric variables of semi-arid basins (Wadi Al-Arab basin-Case Study)," *Journal of the Faculty of Arts (JFA)*: Vol. 78: Iss. 2, Article 9.

DOI: 10.21608/jarts.2018.82041

Available at: <https://jfa.cu.edu.eg/journal/vol78/iss2/9>

This Book Review is brought to you for free and open access by Journal of the Faculty of Arts (JFA). It has been accepted for inclusion in Journal of the Faculty of Arts (JFA) by an authorized editor of Journal of the Faculty of Arts (JFA).

تحليل العلاقات الإحصائية بين المتغيرات المورفومترية للأحواض المائية في الأقاليم شبه الجافة (حوض وادي العرب: دراسة حالة) (*)

د. محمد عبد الكريم زيتون
جامعة اليرموك - إربد - الأردن

د. نوح محمد علي الصبابة
جامعة اليرموك - إربد - الأردن

الملخص

تهدف الدراسة إلى تحليل العلاقات الإحصائية بين المتغيرات المورفومترية للأحواض المائية في الأقاليم الجافة وشبه الجافة والمتمثلة بالأحواض الثانوية لحوض وادي العرب (الروافد) والبالغ عددها ثمانية أحواض ثانوية باستخدام معامل ارتباط بيرسون (Pearson's Correlation) بهدف الوصول إلى نتائج قابلة للمقارنة في أماكن أخرى ضمن الأقاليم الجافة وشبه الجافة، بالإضافة لفهم الخصائص التضاريسية بهدف الإدارة والتخطيط للأحواض المائية. حيث اعتمد الباحث على تقنيات الاستشعار عن بعد (RS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) والقرائن والمعادلات الرياضية الخاصة بحساب قيم المتغيرات المورفومترية والتي تتضمن المتغيرات المساحية والطولية، والمتغيرات الشكلية، والمتغيرات التضاريسية، والمتغيرات المتعلقة بالشبكة المائية. كما تمت دراسة وتحليل الخصائص الطبيعية لحوض وادي العرب، إذ تعتبر المتغيرات المورفومترية للأحواض المائية انعكاساً لظروف البيئة الطبيعية ولا يمكن دراسة هذه المتغيرات بمعزل عن البيئة الطبيعية للحوض. وتبدو أهمية هذه الدراسة باعتبار التحليل المورفومتري للأحواض المائية من المعايير المهمة للدلالة على القياسات والخصائص الهندسية لسطح الأرض والتي تساهم الأنهار ونظمها المختلفة في تشكيلها. وتوصلت الدراسة إلى أن العلاقات الإحصائية بين المتغيرات المورفومترية عكست الظروف البيئية للحوض المتمثلة بنوع الصخر، والتباين المناخي، والغطاء الأرضي والعمليات التكتونية، حيث تبين وجود علاقة طردية قوية جداً بين مساحة الحوض النهري وكل من عدد المجاري النهرية والتي بلغت (١)، وتضرس الحوض التي بلغت (٠.٨٧)، والرقم الهندسي والتي بلغت (٠.٨٤) عند مستوى معنوية (٠.٠١). ويرتبط متوسط الانحدار بعلاقة طردية قوية

(*) مجلة كلية الآداب جامعة القاهرة المجلد (٧٨) العدد (٣) أبريل ٢٠١٨.

مع الخصائص الشكلية للحوض والتي بلغت (٠.٦-٠.٧١)، والمعامل الهيسومتري والتي بلغت (٠.٧١) عند مستوى معنوية (٠.٠٥). كذلك يرتبط متوسط انحدار الحوض بعلاقة طردية قوية جدا مع نسبة التضرس ودرجة انحدار الحوض والتي بلغت (٠.٨٣) لكل منهما عند مستوى (٠.٠١). كما توصلت الدراسة لوجود علاقة عكسية قوية جدا بين متوسط الارتفاع ومؤشر التقطع (٠.٨٠-) عند مستوى (٠.٠٥)، ووجود علاقة عكسية قوية ما بين محيط الحوض وكل من نسبة التضرس ودرجة انحدار الحوض (٠.٧٢-) عند مستوى معنوية (٠.٠٥) لكلا منهما.

Abstract

Statistical relations analysis between morphometric variables of semi-arid basins (Wadi Al-Arab basin-Case Study)

This study aims to evaluate the statistical relations between morphometric variables of eight semi-arid secondary basins of Wadi Al-Arab using Pearson's Correlation in order to understand their topographic characteristics for the proper basin management. For this purpose, various morphometric properties including areal, liner, shape and relief variables were mathematically calculated using remote sensing and geographic information system tools. In addition, we evaluated the physical properties of Wadi Al-Arab basin which highly shapes the morphometric variables.

Results showed that the statistical relation between morphometric variables reflected the physical proprieties such as rock types, climatic variations, land cover, and tectonic processes: strong positive relationships between basin area and number of streams (i.e., $r = 1$); relief (i.e., $r = 0.87$); and geometric number (i.e., $r = 0.84$), at 0.01 significance level. Moreover, results showed strong positive relationships between average slope and shape of the basin (i.e., $r = 0.6$ to 0.71); and hypsometric factor (i.e., $r = 0.71$) at 0.05 significance level. In addition, strong positive correlation was found between average slope and Relief ratio; and slope degree (i.e., $r = 0.83$) at 0.01 significance level. Strong negative correlation was also detected between average altitude and Dissection Index (i.e., $r = -0.80$). Finally, negative correlation was found between basin perimeter and both Relief ratio and basin slope degree (i.e., $r = -0.75$) at 0.05 significance level.

المقدمة:

يعد التحليل المورفومتري للأحواض المائية من المعايير المهمة للدلالة على القياسات والخصائص الهندسية لسطح الأرض والتي تساهم الأنهار ونظمها المختلفة في تشكيلها. ويمكن الاعتماد على تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية بالتكامل مع الطرق الإحصائية لاستخلاص وتحليل المتغيرات المورفومترية وإيجاد العلاقات ما بين هذه المتغيرات وتحديد دلالاتها الهيدرولوجية، الجيومورفولوجية، الجيولوجية، والمناخية.

تستخدم الأساليب والطرق الإحصائية بهدف إيجاد العلاقات المكانية بين المتغيرات المورفومترية لفهم الخصائص التضاريسية بهدف الإدارة والتخطيط للأحواض المائية (Yunus et al, 2014)، كما تعد تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية أدوات ذات فعالية لتحليل الخصائص المورفومترية للأحواض المائية والمتمثلة بخصائص الشبكة المائية، والخصائص التضاريسية والخصائص المساحية والطولية وغيرها من الخصائص الجيومورفولوجية، حيث أظهرت هذه التقنيات قدرة عالية في التحليل المورفومتري (Nag, 2003; Eze & Efiog, 2010; Gajbhiye, 2015; Shah & Pranay, 2017)، (الحسبان وزريقات، ٢٠١٥، حمدان وأبو عمرة، ٢٠١٠). حيث تعتبر الأحواض النهرية نظاماً مورفولوجية تحكمها وتضبط خواصها الهندسية قوانين ذات علاقات وظيفية متبادلة. إذ لا يمكن التعرف على تلك العلاقات إلا بعد دراسة وتحليل الخصائص المورفومترية بالطرق الإحصائية بهدف ضمان استدامة الموارد المائية والموارد الأرضية واستخدامها وإدارتها بطريقة متكاملة وشاملة، (Strahler & Chow, 1964; Singh & Dubey, 2014; Rai & Mohan, 2014; Sharma et al, 2017; Sangita, Nagarajan, 2010)

كما يعكس التباين في قيم المتغيرات المورفومترية مدى استجابة الخصائص البيئة الحوضية المتمثلة بجيولوجية الحوض، والمناخ، والغطاء

النباتي والطبوغرافيا، حيث يمكن استخدام الطرق الإحصائية بالتكامل مع نظم المعلومات الجغرافية للكشف عن العلاقات الإحصائية لخصائص الشبكة المائية وأهم دلالاتها الهيدرولوجية، والجيومورفولوجية، والجيولوجية، (Biswas, 2016). ذلك أن اتخاذ القرار المكاني يمكن تحقيقه بالتكامل ما بين النماذج الإحصائية ونظم المعلومات الجغرافية باعتبارها أدوات فعالة لفهم وإدارة الموارد الطبيعية. كما تعتبر عملية التحليل والكشف عن العلاقات ما بين المتغيرات المورفومترية بالإضافة للتفسير والتحليل الكمي ذات فعالية في التقييم المكاني لمناطق خطر الفيضان، وأهم المناطق لإقامة مشاريع الحصاد المائي، والمناطق الأكثر احتمالية للتعرض لانجراف التربة وحوادث الانزلاقات الأرضية، (Farhan & Anaba, 2016; El Shamy et al, 2014; Elmoustafa & Mohamed 2013; Abdel Ghaffar et al, 2015).

وتقوم هذه الدراسة على تحليل العلاقات الإحصائية بين المتغيرات المورفومترية للأحواض المائية في الأقاليم شبه الجافة والمتمثلة بروافد حوض وادي العرب في الأردن بالتكامل بين النماذج الإحصائية ونظم المعلومات الجغرافية، بالاعتماد على القرائن والمعادلات الرياضية الخاصة بحساب قيم المتغيرات المورفومترية.

٢. مشكلة الدراسة:

يسعى هذا البحث إلى دراسة وتحليل العلاقات الإحصائية بين المتغيرات المورفومترية للأحواض المائية في الأقاليم شبه الجافة والمتمثلة بروافد حوض وادي العرب، باستخدام معامل ارتباط بيرسون لتحديد مدى الارتباط بين القياسات المساحية والطولية نفسها ومدى ارتباط هذه المتغيرات بالقياسات المورفومترية الأخرى، وإيجاد العلاقات الارتباطية ما بين القياسات التضاريسية والشكلية، والقياسات المتعلقة بخصائص الشبكة المائية لثمانية أحواض فرعية تشكل الروافد الرئيسية لحوض وادي العرب، والتي تعكس خصائص الأقاليم الجافة وشبه الجافة.

٣. أهداف الدراسة:

تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية :

- استخراج القياسات المورفومترية للأحواض الثانوية في حوض وادي العرب بالإضافة للحوض الرئيسي باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) في التحليل المكاني والهيدرولوجي وبالاعتماد على (ARC GIS 10.4).
- الاعتماد على القرائن والمعادلات الرياضية لاستخراج وتحليل المتغيرات المورفومترية المساحية والطولية، والشكلية، والتضاريسية وخصائص الشبكة المائية لحوض وادي العرب.
- استخدام معامل ارتباط بيرسون (Pearson's Correlation) لإيجاد الارتباط بين المتغيرات المورفومترية المساحية والطولية، والشكلية، والتضاريسية وخصائص الشبكة المائية.

٤. تساؤلات الدراسة:

- ما الخصائص المورفومترية المميزة للأحواض المائية في الأقاليم الجافة وشبه الجافة؟
- ما علاقات الارتباط بين القياسات المورفومترية للأحواض المائية في الأقاليم الجافة وشبه الجافة؟

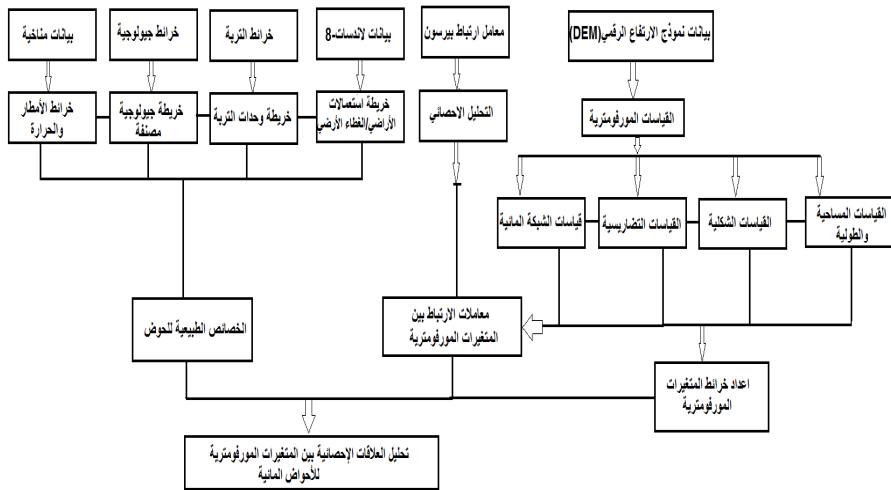
٥. منهجية الدراسة:

تم استخدام المنهج التحليلي لدراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي العرب، والأسلوب الإحصائي للكشف عن الارتباط بينها، الشكل رقم (١).

١.٥ المتغيرات المورفومترية:

استخدم نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بقدرة تمييزية (٣٠×٣٠م) من خلال (Aster- GDEM) لاستخراج الخصائص الهيدرولوجية الخاصة بمنطقة الدراسة باستخدام برمجية (ArcGIS10.4.1)، على النحو التالي:

- 1- القياسات المساحية والخطية المتعلقة بشبكة التصريف النهري والمتمثلة بأعداد، وأطوال ورتب المجاري المائية.
- 2- القياسات الشكلية كمعامل شكل الحوض، ونسبة الاستدارة، ونسبة الاستطالة وغيرها.
- 3- القياسات المتعلقة بالخصائص التضاريسية كدرجات الانحدار، وتضرس الحوض ونسبة التضرس وغيرها.
٤. القياسات المتعلقة بالشبكة المائية كالرتب النهرية أطوالها وإعدادها، والكثافة التصريفية، والتكرار النهري وغيرها.



الشكل رقم (١) اجراءات الدراسة

كما تم استخراج القياسات المتعلقة بالمتغيرات المورفومترية اعتمادا على مجموعة من المعادلات والقرائن الرياضية، الجدول رقم (1).

د. نوح الصبابة، ود. محمد عبد الكريم زيتون: تحليل العلاقات الإحصائية ————— ٢١٧

الجدول رقم (١) المعادلات والقرائن الرياضية للمتغيرات المورفومترية

الرقم	المتغيرات المورفومترية	الرمز	المصدر	الطريقة
1	مساحة الحوض	A	Arc Gis 10.4.1	Gis
2	محيط الحوض	P	Arc Gis 10.4.1	Gis
3	طول الحوض	Lu	Arc Gis 10.4.1	Gis
4	متوسط عرض الحوض	Wb	(Horton,1932)	Wb=A/Lu
5	أعلى ارتفاع	Z	Arc Gis 10.4.1(by DEM)	Gis
6	أدنى ارتفاع	z	Arc Gis 10.4.1(by DEM)	Gis
7	الرتبة النهرية	u	Arc Gis 10.4.1(by DEM)	Gis
8	متوسط انحدار الحوض	Sm	Arc Gis 10.4.1(by DEM)	Gis
9	متوسط ارتفاع الحوض	Em	Arc Gis 10.4.1(by DEM)	Gis
10	طول المجرى الرئيسي الحقيقي	La	Arc Gis 10.4.1	Gis
11	طول المجرى الرئيسي النموذجي	Lt	Arc Gis 10.4.1	Gis
12	متوسط عدد النتوءات البارزة لخطوط الكنتور	Cp	Contour Map	Gis
13	مجموع أعداد المجاري المائية	Nu	Arc Gis 10.4.1	Gis
14	مجموع أطوال المجاري المائية	Lu	Arc Gis 10.4.1	Gis
15	معدل نسبة التشعب	Rbm	(Strahler,1957)	$R = N/N + 1$
16	تضرس الحوض	Br	(Strahler-1957)	$Br=Z-z$
17	نسبة التضرس	Rr	(Schumm,1956)	$Rh= H /Lb$
18	المعامل الهيسومتري	Hi	(wilson,2009)	$Hi= (H-H)/(H-h)$
19	الرقم الهندسي	Gn	Strahler, A. (1958)	$Gn= Bn \times Dd/ D$
20	نسبة الاستطالة	Re	(Schumm,1956)	$Re=(2/Lb)*(A/3.14)^{0.5}$

الرقم	المتغيرات المورفومترية	الرمز	المصدر	الطريقة
21	نسبة الاستدارة	Rc	(Miller, 1953)	$Rc=4*3.14(A/p^2)$
22	معامل شكل الحوض	Sf	(Horton, 1932)	$Fr=A/Lb^2$
23	الكثافة التصريفية	Dd	(Horton, 1932)	$Dd=Lu/A$
24	التكرار النهري	Fs	(Horton, 1932)	$Fs=Nu/A$
25	طول التدفق السطحي	Lo	(Horton, 1945)	$Lg=A/2*Lu$
26	معامل الاندماج	Cc	(Gravelius, 1914)	$C=0.2821*p/A^{0.5}$
27	النسيج التصريفي	T	(Horton, 1945)	$T=Nu/p$
28	الشدة التصريفية	Di	(Faniran, 1968)	$Di=Fs/Dd$
29	درجة انحدار الحوض	D		$D=Bh/(Lb*60)$
30	معامل التقطع	$Dind$	(Singh Dubey, 1994) &	$(Z-z)/Z$
31	متوسط طول الحوض	Lsm	(Horton, 1945)	$Lsm=Lu/Nu$
32	معامل الانعطاف	Dc		$Dc=La/Lt$
33	معدل القوام الحوضي	Tr	(Schumm, 1956)	$Rt=Cp/p$
34	قيمة الوعرة	Rn	(Strahler, 1957)	$Rn=Br*Dd$

٢.٥ معامل ارتباط بيرسون (Pearson's Correlation):

يعتبر معامل ارتباط بيرسون مقياساً خطياً للارتباط بين متغيرين (X, Y) له قيمة بين $(+1 - 1)$ ، حيث يمثل (1) مجموع الارتباط الخطي الإيجابي، (0) ليس هناك ارتباط خطي، و (-1) هو مجموع الارتباط الخطي السلبي وتم تطويره من قبل كارل بيرسون (Karl Pearson) عام ١٩٣٦م، حسب الصيغة الرياضية التالية:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

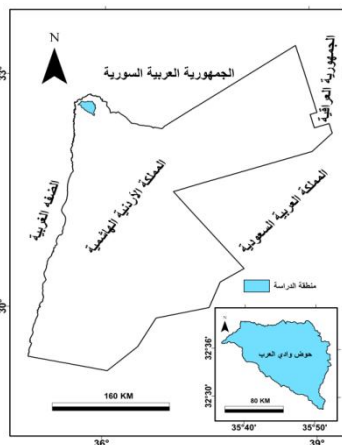
ويمكن تصنيف قوة الارتباط حسب الدليل الذي اقترحه (Evans, 1996) لقيم معامل الارتباط (r) ، على النحو التالي: $(0 - 0.19)$: علاقة طردية ضعيفة

جدا، (٠.٣٩ - ٠.٢٠): علاقة طردية ضعيفة، (٠.٥٩ - ٠.٤٠): علاقة طردية متوسطة، (٠.٧٩ - ٠.٦٠): علاقة طردية قوية، (١ - ٠.٨٠): علاقة طردية قوية جدا، وقد تم تعديل التصنيف السابق ليصبح على النحو التالي:

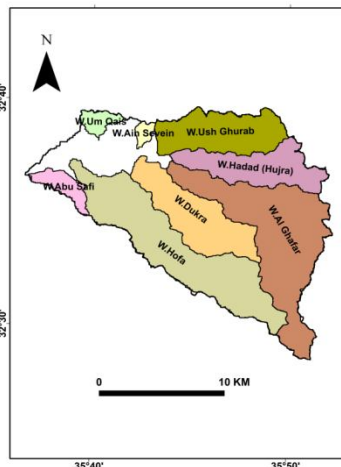
- (٠ - ٠.١٩): علاقة طردية ضعيفة جدا. - (٠.١٩ - ٠): علاقة عكسية ضعيفة جدا.
- (٠.٣٩ - ٠.٢٠): علاقة طردية ضعيفة. - (٠.٣٩ - ٠.٢٠): علاقة عكسية ضعيفة.
- (٠.٥٩ - ٠.٤٠): علاقة طردية متوسطة. - (٠.٥٩ - ٠.٤٠): علاقة عكسية متوسطة.
- (٠.٧٩ - ٠.٦٠): علاقة طردية قوية. - (٠.٧٩ - ٠.٦٠): علاقة عكسية قوية.
- (١ - ٠.٨٠): علاقة طردية قوية جدا. - (١ - ٠.٨٠): علاقة عكسية قوية جدا.

٦. منطقة الدراسة:

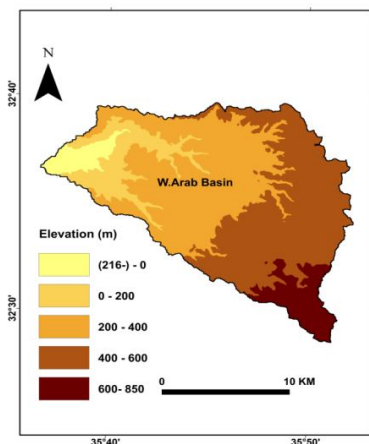
يعالج هذا البحث الخصائص المورفومترية لحوض وادي العرب والذي تبلغ مساحته (٢٧٣ كم²)، الذي يقع في الجزء الشمالي الغربي من الأردن، بين خطي عرض (32° 47' و 32° 66') شمالا، وبين خطي طول (35° 61' و 35° 87') شرقا، ويشكل الحوض الجزء الغربي لمحافظة أربد، الشكل رقم (٢). ويتضمن حوض وادي العرب ثمانية أحواض فرعية تضم أحواض أودية (حوفا، دوقرا، الغفر، الحداد، عش الغراب، أم قيس، عين سيفين، أبو صافي)، الشكل رقم (٣). كما يتراوح منسوب الارتفاع في حوض وادي العرب ما بين (850م) فوق مستوى سطح البحر و(2١٦م) دون مستوى سطح البحر، الشكل رقم (٤). وأدى تباين منسوب الحوض إلى تباين الخصائص المناخية للحوض مما أثر ذلك على الخصائص المورفومترية للحوض من خلال تباين نشاط العمليات الجيومورفولوجية. وتتراوح درجات الانحدار في حوض وادي العرب ما بين (0° و 53.3°)، وتزيد درجات الانحدار عن (18°) في الحافات الصخرية المطلة على الأودية النهرية للحوض، وتقل بشكل عام في الأجزاء العليا من الحوض عن (5°)، إلى الغرب من مدينة أربد، الشكل رقم (٥).



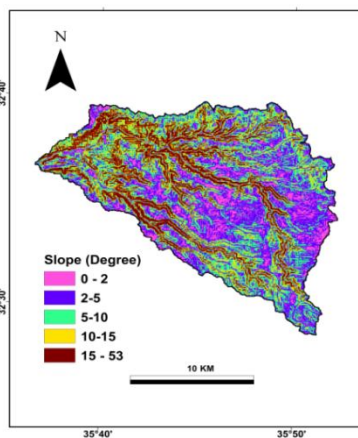
الشكل رقم (٣) الأحواض الفرعية



الشكل رقم (٢) موقع منطقة الدراسة



الشكل رقم (٥) درجة اتحدار



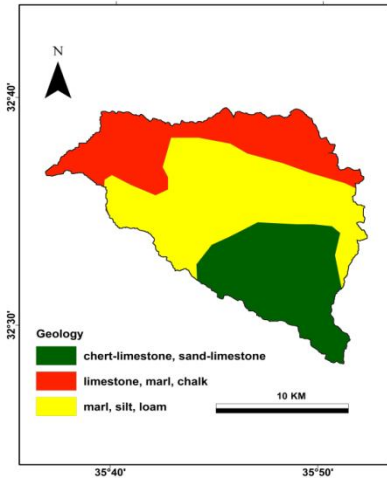
الشكل رقم (٤) مناسيب الارتفاع

٧. الجيولوجيا والتربة:

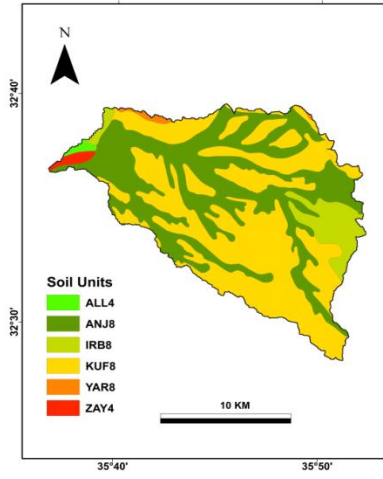
أدت الحركات الأرضية ممثلة بعمليات الرفع والهبوط والإزاحة، إلى تكوين أخدود وادي الأردن وروافده، ومن ضمنها وادي العرب (ياسين، 1996). وبدأت هذه الحركات في عصر الميوسين من حقبة الحياة الحديثة، واستمرت حتى العصر الرباعي في البلايستوسين (البحيري، 199٠). بدأ

وادي العرب كغيره من روافد نهر الأردن، بشق مجراه متعمقا نحو الغرب، ونتيجة لذلك تكشف عدة طبقات جيولوجية في حوض وادي العرب، فهي تكوينات بحرية، تعود إلى فترة الكريتاسي الأعلى، معظمها من الكلس والمارل والصوان، الشكل رقم (٦). كما أسهمت حركات الرفع في منطقة المنابع، والهبوط في بيئة المصب إلى إعادة تجديد شباب (تصابي) وادي العرب وروافده، وظهور عدد كبير من روافد الرتبة الأولى، مما أدى إلى تطور مورفومترية حوض وادي العرب.

وارتبطت خصائص التربة في منطقة الدراسة بخصائص البيئة الطبيعية حيث صنف إلى ست وحدات رئيسية حسب تصنيف (الأكساد) تتضمن وحدة (ALI8) في الأجزاء الدنيا من الحوض ويغلب عليها التربة الطينية الغرينية (Silty Clay)، ووحدة (ANJ8) التي تنتشر على طول الأودية الرئيسية في الحوض ويغلب عليها التربة الطينية الغرينية والطينية، ثم وحدة (IRB8) في الجزء الأعلى من الحوض ويغلب عليها التربة الطينية الصخرية والطفلية والطينية. كما تنتشر التربة الطينية والغرينية التي تمثلها وحدة (KUF8) في معظم أجزاء الحوض وخاصة الأجزاء الوسطى والعليا. أما وحدة (YAR8) فتنتشر في أجزاء محدود من نطاق اللاتيرية في الأجزاء الشمالية الغربية ويغلب عليها التربة الطينية الصخرية والتربة الطفلية والطينية. والوحدة الأخيرة هي الترب الحديثة (ZAY4) الناتجة عن عمليات الترسيب لوادي العرب في منطقة المصب وتتكون من رواسب الطين والصخر والغرين الصخري والتربة الطفلية الطينية، الشكل رقم (٧).



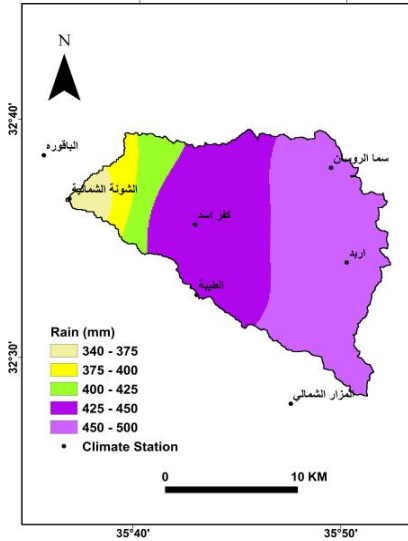
الشكل رقم (٧) وحدات التربة



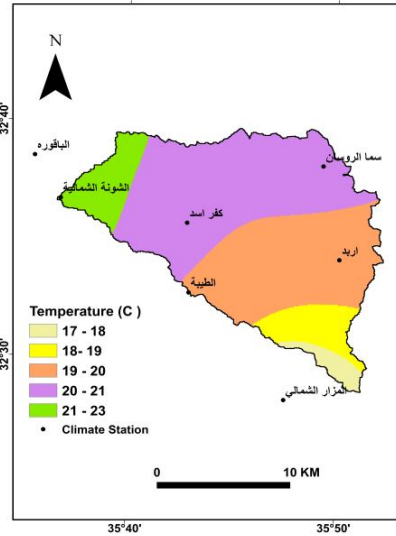
الشكل رقم (٦) جيولوجية منطقة الدراسة

٨. المناخ:

تتأثر هيدرولوجية ومورفومترية وادي العرب وروافده بالأمطار التي توفر له الصبيب المائي، إذ يتراوح المعدل السنوي للأمطار ٥٠٠ ملم في المزار الشمالي والتي تقع في الأجزاء العليا من الحوض، و ٣٤٠ ملم في الشونة الشمالية عند مستوى الأساس للحوض، الشكل رقم (٨). حيث تقع الأولى ضمن الإقليم المناخي شبه الرطب حسب تصنيف ثورنثويت والتي تبلغ القيمة الفعلية للأمطار فيها ٣٢.٣ ملم، والثانية ضمن الإقليم المناخي شبه الجاف، (الصباحة، ٢٠١٣) كما يبدو تأثير الطبوغرافيا على المناخ في عنصر الحرارة حيث يبلغ معدل درجة الحرارة في محطتي أربد والباقورة ١٧°م و ٢٣°م على التوالي، الشكل (٩). وبشكل عام تعتبر منطقة وادي العرب وفيرة الأمطار بالمقارنة بغيرها من الأحواض المائية في الأردن، مما يؤدي تكوين العديد من المسيلات المائية في المنابع العليا، وتطور روافد الرتبة الأولى، وبالتالي زيادة النشاط الجيومورفولوجي للنهر وروافده.



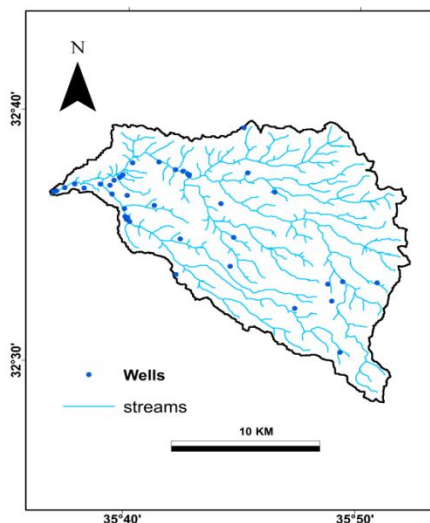
الشكل رقم (٩) معدل درجة الحرارة



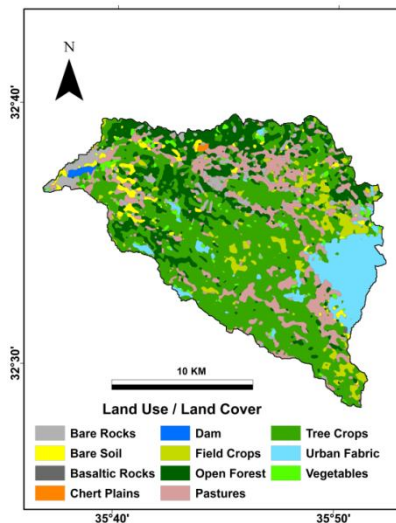
الشكل رقم (٨) معدل كمية الأمطار

٩. استعمالات الأرض والغطاء الأرضي:

تتنوع استعمالات الأرض والغطاء الأرضي في حوض وادي العرب مما ينعكس على نشاط العمليات الجيومورفولوجية في الحوض، ويؤثر ذلك بشكل مباشر أو غير مباشر في الخصائص المورفومترية للحوض، حيث تشكل الأشجار المثمرة أعلى نسبة للاستعمالات داخل الحوض حوالي (44%) من مساحة الحوض، وتشكل الغابات والمراعي والمناطق الحضرية (17%، 14% و 9%) على التوالي، كما تشكل مساحة سد وادي العرب حوالي (1 كم²) من مساحة الحوض الكلية، الشكل رقم (١٠) كما يعتبر حوض وادي العرب خزاناً للمياه الجوفية لطبيعة التركيب الصخري الرسوبي والجريان السطحي ووفرة الأمطار فيبلغ عدد الآبار الجوفية في حوض وادي العرب (41) بئراً يتركز معظمها في الحوض الأدنى للوادي، الشكل رقم (١١).



الشكل رقم (١١) الآبار الجوفية الأرضي
المصدر: وزارة المياه والري الأردنية



الشكل رقم (١٠) استعمالات الأرض والغطاء
المصدر: (Landsat 8 Image)

١.٠ التحليل والمناقشة:

تشمل الخصائص المورفومترية أربع خصائص أساسية تضم الخصائص الطولية والمساحية، والمتغيرات الشكلية، والمتغيرات التضاريسية والمتغيرات المتعلقة بالشبكة المائية. وبالتالي تعتبر الدراسة الجيومورفولوجية التفصيلية لحوض وادي العرب من خلال الخصائص المورفومترية من المدخلات (Inputs) في اتخاذ القرار المكاني المناسب.

١.١٠ القياسات المساحية والطولية (Linear Parameters): بلغت

المساحة الحوضية لوادي العرب (272.9 كم²)، ويمكن اعتبارها صغيرة نسبياً، مما يؤدي إلى زيادة التصريف المائي في الحوض، وانخفاض معدلات التبخر والتسرب مقارنة بالأحواض الكبيرة، ففي ظل الظروف الرطبة للحوض، تنشط الفعالية الجيومورفولوجية للأمطار، ويزداد النشاط الحثي لها وخاصة في مناطق التكوينات الصخرية اللينة، والمناطق التي تمتاز بغطاء نباتي

د. نوح الصباجة، ود. محمد عبد الكريم زيتون: تحليل العلاقات الإحصائية ————— ٢٢٥

فقير، حيث تتطور جريانات مائية بصبيب مائي مرتفع. وبلغت مساحة أكبر حوض فرعي ٦٩.٣ كم² لوادي الغفر، وأدناها ٢.٢٥ كم² لحوض وادي عين سيفين. كما بلغ طول حوض وادي العرب ٢٧.٢ كم، أما أطول حوض وادي فرعي فبلغ ٢١.٧ كم لحوض وادي حوفا، ومتوسط عرض الحوض ٧ كم، أما أعلى متوسط عرض حوض وادي فرعي فبلغ ٤.٦ كم لحوض وادي الغفر، أخيرا بلغ طول محيط حوض وادي العرب ١١٤ كم، الجدول رقم (٢).

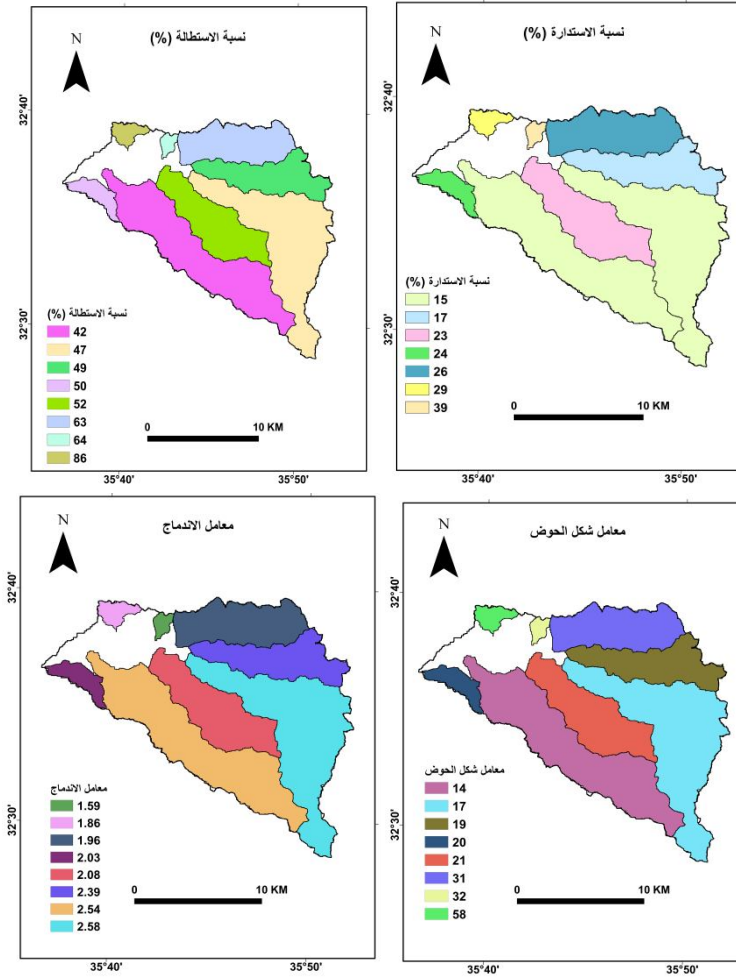
الجدول رقم (٢) المتغيرات المورفومترية المساحية والطولية

المتغيرات المورفومترية	وادي العرب	وادي أبو صافي	وادي حوفا	وادي دوقرا	وادي الغفر
مساحة الحوض	272.9	6.92	65.9	35.1	69.3
محيط الحوض	114	18.96	73.3	43.8	76.4
طول الحوض	27.2	5.9	21.7	12.8	20
متوسط عرض الحوض	7	2.1	2.3	2.8	4.6
المتغيرات المورفومترية	وادي أم قيس	وادي عين سيفين	وادي عش الغراب	وادي حداد	
مساحة الحوض	4.4	28.6	31	2.25	
محيط الحوض	13.9	45.4	38.8	8.5	
طول الحوض	2.75	12.2	10	2.65	
متوسط عرض الحوض	1.6	2.4	3	1	

٢.١٠ القياسات الشكلية (Form Parameters):

ترتبط الخصائص الشكلية للأحواض الثانوية لحوض وادي العرب التي تتضمن نسبة الاستدارة، ونسبة الاستطالة، ومعامل شكل الحوض، ومعامل الاندماج، الشكل رقم (١٢) بالبنية الجيولوجية، ونوع الصخر والمناخ، حيث

تفيد دراستها في فهم التطور الجيومورفولوجي للحوض، والعمليات التي شكلته، ومعرفة مدى تأثير تلك الخصائص على حجم التصريف النهري (سليم والشريعي، ١٩٩٦).



الشكل رقم (١٢) الخصائص الشكلية لحوض وادي العرب

ويمكن توضيح تباين الخصائص الشكلية لحوض وادي العرب وأحواضه الثانوية، كما يلي، الجدول رقم (٣):

١.٢.١٠ نسبة الاستطالة (Elongation Ratio): تصف هذه النسبة

امتداد مساحة الحوض، مقارنة بالشكل المستطيل، وترتفع في الأحواض الطويلة، (سلامة، ١٩٨٠)، وتبلغ نسبة الاستطالة لحوض وادي العرب ٠.٦٩، مما يضعه في شكل قريب من الشكل المستطيل، مما يدل على أن الحوض في مرحلة الشباب، وأنه ذو تضرس مرتفع وانحدار أكثر اعتدالا إلى شديد، وهذا يندرج على معظم أحواض الأودية الفرعية كوادي عش الغراب، ووادي عين سيفين، ووادي أم قيس التي تبلغ نسبة استطالة أحواضها الثانوية (٠.٦٣، ٠.٦٤، ٠.٨٦) على التوالي.

الجدول رقم (٣) المتغيرات المورفومترية الشكلية

القياسات الشكلية	وادي العرب	وادي أبي صافي	وادي حوفا	وادي دوقرا	وادي الغفر
نسبة الاستطالة	0.69	0.50	0.42	0.52	0.47
نسبة الاستدارة	0.26	0.24	0.15	0.23	0.15
معامل شكل الحوض	0.37	0.20	0.14	0.21	0.17
معامل الاندماج	1.94	2.03	2.54	2.08	2.58
القياسات الشكلية	وادي أم قيس	وادي عين سيفين	وادي عش الغراب	وادي حداد	
نسبة الاستطالة	0.86	0.64	0.63	0.49	
نسبة الاستدارة	0.29	0.39	0.26	0.17	
معامل شكل الحوض	0.58	0.32	0.31	0.19	
معامل الاندماج	1.86	1.59	1.96	2.39	

٢.٢.١٠ نسبة الاستدارة (Circularity Ratio):

تشير نسبة الاستدارة للأحواض المائية إلى مدى تقارب أو تباعد شكل الحوض من الشكل الدائري المنتظم، والقيم المرتفعة لها تشير عادة إلى

وجود أحواض مائية مستديرة، (سلامة، ٢٠١٠)، وتبلغ استدارة حوض وادي العرب ٠.٢٦، ويعتبر بذلك قليل الاستدارة، وهذا يعبر عن صغر المساحة الحوضية وانخفاض التصريف المائي، وهذا ينطبق على أحواض الأودية الفرعية لحوض وادي العرب التي تنخفض نسبة استدارتها.

٣.٢.١٠ معامل شكل الحوض (Form Factor):

يعتبر معامل الشكل لحوض وادي العرب وأحواض الأودية الفرعية منخفضاً باستثناء حوض وادي أم قيس، حيث بلغ معامل الشكل لحوض وادي العرب ٠.٣٧، وهي نسبة منخفضة، تدل على أن عرض الحوض يتغير بشكل غير منتظم من منطقة المنابع باتجاه منطقة المصب، وهذا يشير إلى تفاوت صلابة الصخور السائدة في الحوض، وتفاوت الأحوال المناخية داخل الحوض المائي، وتمتاز معظم الأحواض الثانوية بعدم انتظام شكلها ما بين منطقة المنابع ومنطقة المصب باستثناء حوض وادي أم قيس والذي يبلغ معامل الشكل له (٠.٥٨).

٤.٢.١٠ معامل الاندماج (Compactness Coefficient Ratio):

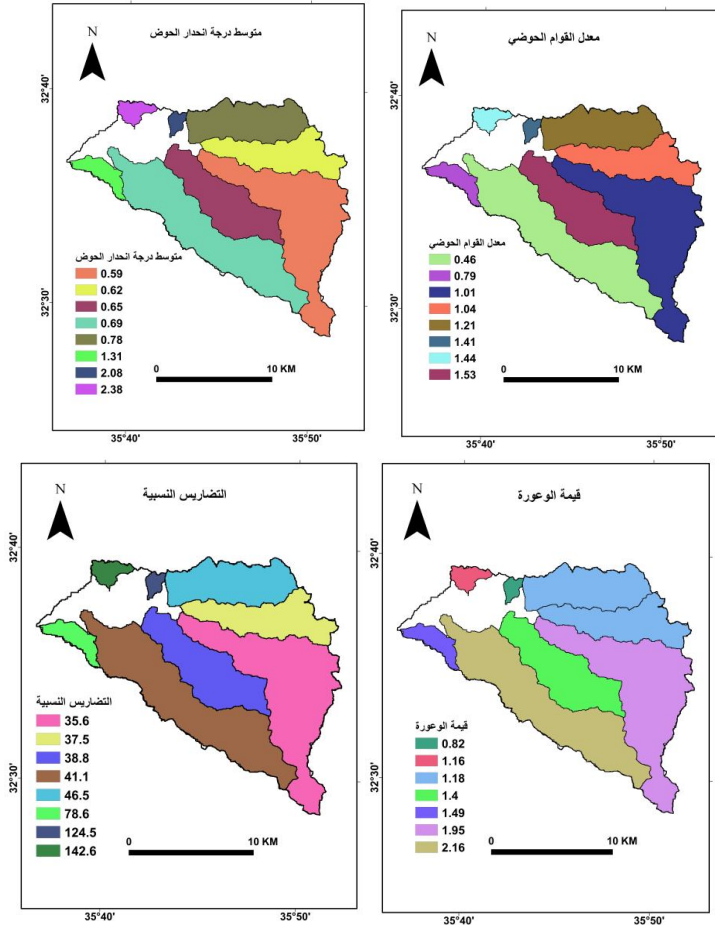
تدل قيمة معامل الاندماج لحوض وادي العرب وأحواضه الفرعية على أن الحوض يتميز بمحيط طويل على حساب مساحته، وأنها ذات محيط متعرج، وشكل أقل انتظاماً، حيث بلغ معامل الاندماج لحوض وادي العرب (١.٩٤)، وبالنسبة للأحواض الثانوية فقد بلغ أعلى معامل اندماج لأودية حوفاً، والغفر، وحداد (٢.٣٩، ٢.٥٤، ٢.٥٨) على التوالي، وبالتالي تمتاز هذه الأودية بمحيط طويل بالمقارنة بمساحة الحوض.

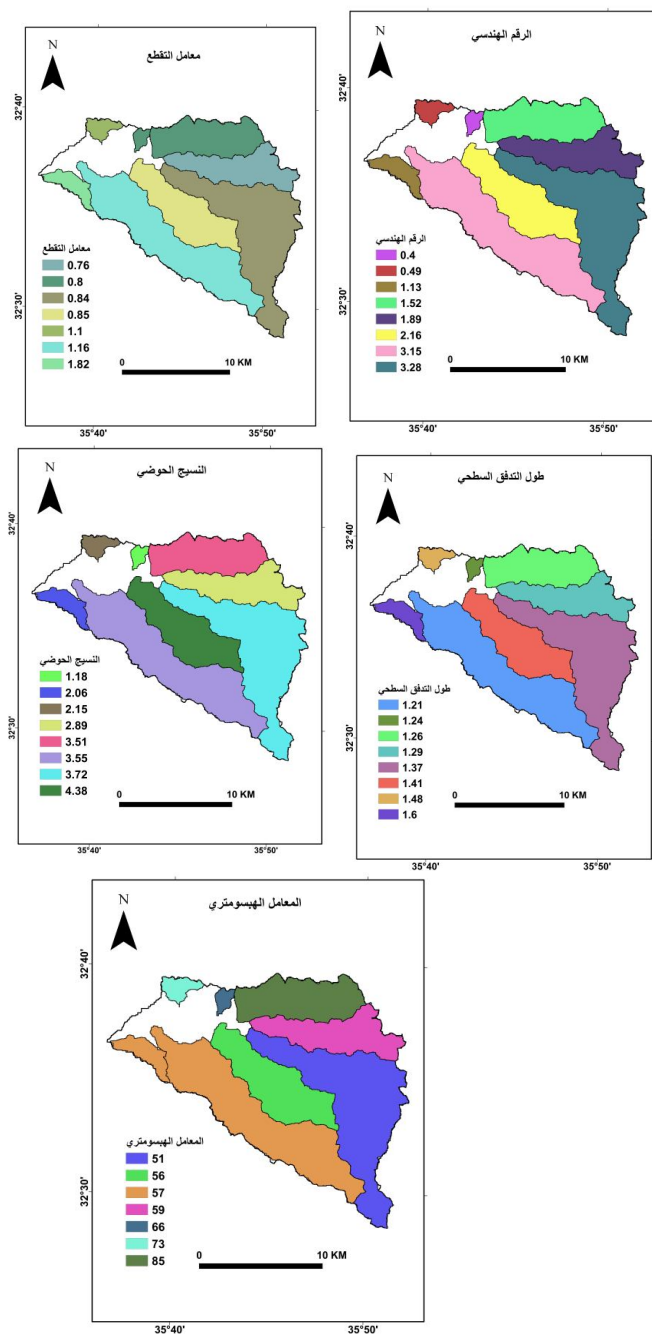
٣.١٠ القياسات التضاريسية لحوض وادي العرب (Relief Parameters):

تعبّر الخصائص التضاريسية، الشكل رقم (١٢) عن عملية الحث النهري والدورة الحثية، وتطور الخصائص الحوضية، خاصة المساحة

د. نوح الصبابة، ود. محمد عبد الكريم زيتون: تحليل العلاقات الإحصائية ————— ٢٢٩

الحوضية وخصائص الشبكة المائية، وإمكانية حدوث أسر نهري، (سلامة، ١٩٨٠)، فهي تعتبر انعكاساً لنشاط عملية التعرية، وأثرها في تشكيل سطح الأرض، داخل حدود الحوض، كما تبرز أثر أنواع الصخور وخصائصها الليثولوجية (سليم والشريعي، ١٩٩٦).





الشكل رقم (١٣) تباين الخصائص التضاريسية لحوض وادي العرب

د. نوح الصباجة، ود. محمد عبد الكريم زيتون: تحليل العلاقات الإحصائية ————— ٢٣١

ويمكن التعبير عن المتغيرات التضاريسية في حوض وادي العرب، الجدول رقم (٤) كما يلي:

١.٣.١٠ **تضرس الحوض (Basin Relief)**: تبلغ قيمة تضرس حوض وادي العرب ١٠٦٦م مما يعبر عن مدى التباين ما بين مناسيب الارتفاع في الحوض، حيث يتراوح المنسوب لحوض وادي العرب ما بين ٨٥٠م فوق مستوى سطح البحر و٢١٦م دون مستوى سطح البحر، بينما بلغ أعلى تضرس حوضي لحوض وادي حوفا ٨٩٢م.

الجدول رقم (٤) المتغيرات المورفومترية التضاريسية

القياسات التضاريسية	وادي العرب	وادي أبي صافي	وادي حوفا	وادي دوقرا	وادي الغفر
متوسط انحدار الحوض	0.69	0.50	0.42	0.52	0.47
متوسط ارتفاع الحوض	0.26	0.24	0.15	0.23	0.15
متوسط عدد النتوءات البارزة لخطوط الكنتور	0.37	0.20	0.14	0.21	0.17
تضرس الحوض	1.94	2.03	2.54	2.08	2.58
نسبة التضرس	8.7	9.9	9.6	6.7	6.95
الرقم الهندسي	377	56	387	370	503.5
طول التدفق السطحي	170	15	34	67	77
معدل القوام الحوضي	1066	464	892	497	711
قيمة الوعورة	39.2	78.64	41.11	38.83	35.55
النسيج الحوضي	4.34	1.13	3.15	2.16	3.28
مؤشر التقطع	0.19	0.16	0.21	0.18	0.18
المعامل الهيسومتري	1.49	0.79	0.46	1.53	1.01

تابع الجدول رقم (٤) المتغيرات المورفومترية التضاريسية

القياسات التضاريسية	وادي حداد	وادي عيش الغراب	وادي عين سيفين	وادي أم قيس
متوسط انحدار الحوض	7.5	10.3	11.8	11.9
متوسط ارتفاع الحوض	412	503.5	303.7	251.8
متوسط عدد النتوءات البارزة لخطوط الكنتور	47	47	12	20
تضرس الحوض	457	465	330	392
نسبة التضرس	37.46	46.5	124.53	142.55
الرقم الهندسي	1.89	1.52	0.4	0.49
طول التدفق السطحي	0.19	0.20	0.20	0.17
معدل القوام الحوضي	1.04	1.21	1.41	1.44
قيمة الوعورة	1.18	1.18	0.82	1.16
النسيج الحوضي	2.89	3.51	1.18	2.16
مؤشر التقطع	0.76	0.81	0.80	1.10
المعامل الهيسومتري	0.59	0.85	0.66	0.73

٢.٣.١٠ نسبة التضرس (Relief Ratio): بلغت ٣٩.٢ م

/كم لحوض وادي العرب، وهي نسبة معتدلة نسبياً، تدل على أن الحوض متوسط الانحدار والتضرس، مع أنه يمر في المرحلة الأولى من دورته الحثية، أما أعلى نسبة تضرس فكانت لحوض وادي عين سيفين وحوض وادي أم قيس والتي بلغت (١٤٢.٥٥ م/كم، ١٢٤.٥٣ م/كم) على التوالي.

٣.٣.١٠ قيمة الوعورة (Ruggedness Number): تعبر هذه القيمة

عن زيادة التضرس الحوضي، أو عن زيادة أطوال المجاري على حساب المساحة الحوضية، وبما أن حوض وادي العرب ذو سطح متضرس، فإن ارتفاع قيمة الوعورة بلغت ٢.٨٤، ويعزى ذلك إلى زيادة أطوال المجاري

البالغة ٣٦٣ كم، على حساب مساحة الحوض، وبلغت أعلاها لحوض وادي حوفا (2.16).

٤.٣.١٠ النسيج الحوضي (Texture Ratio): يعبر النسيج الحوضي عن النسبة ما بين أعداد المجاري المائية ومحيط الحوض، وبلغت قيمتها لحوض وادي العرب (١٠.٧٪)، وهذا يشير إلى ازدياد عمليات الحث التراجعي في الحوض، ويمكن الاستدلال على ذلك من خلال العدد للمجاري المائية من الرتبة الأولى مقارنة ببقية الرتب، بالإضافة لطول المحيط مقارنة بمساحة الحوض.

٥.٣.١٠ معدل القوام الحوضي (Texture Ratio): يعبر عن أوضاع بقية خصائص الشبكة المائية، وفعاليتها الحثية (سلامة، ١٩٨٠). حيث بلغ معدل القوام الحوضي لحوض وادي العرب ١.٤٩. ويعتبر ذلك مؤشراً على أن طبوغرافية حوض وادي العرب ذات سطح معتدل الوعورة، حسب تصنيف "سميث"، وبلغ أعلى معدل قوام حوضي لحوض وادي دوقرا (١.٥٣).

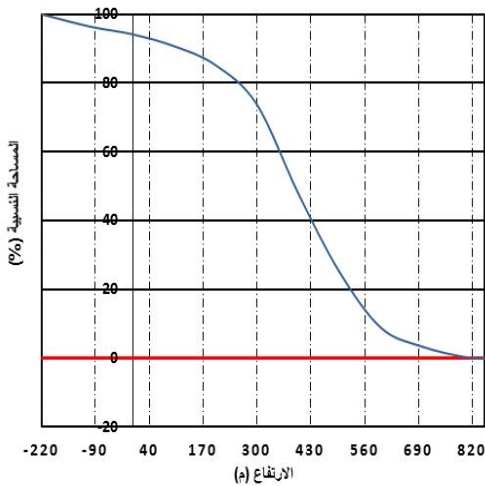
٦.٣.١٠ طول التدفق العلوي (Length of Overland flow): وتعبر عن العلاقة ما بين قطر الحوض والطول الكلي له وتتراوح القيمة ما بين (١-٠) ، وكلما اقتربت القيم من (١) فإن ذلك يعبر عن انخفاض تضرس الحوض ، وتبلغ قيمتها لحوض وادي العرب (٠.١٩) وبالتالي فإن هذا القيمة تدل أن حوض وادي العرب مرتفع التضرس، وهذا ينطبق على معظم الأحواض الثانوية.

٧.٣.١٠ الرقم الهندسي (Geometry Number): يمثل الرقم الهندسي حاصل ضرب تضرس الحوض الكلي بالكثافة التصريفية مقسوماً على متوسط درجة انحدار الحوض، وبناء على ذلك فإن الرقم الهندسي يقدم دلالة مورفولوجية للخصائص التضاريسية ومراحل تطورها من خلال تحديد

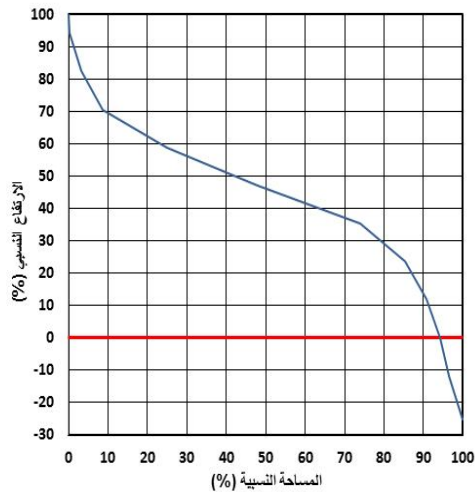
أبعاد المنحدر وشدة التقطع الحوضي، وبلغ الرقم الهندسي لحوض وادي العرب (٤.٣٤)، وللأحواض الثانوية تراوحت ما بين (٠.٤ و ٣.٢٨).

٨.٣.١٠ **مؤشر التقطع (Dissection Index):** يعبر عن العلاقة ما بين التضرس النسبي والتضرس المطلق لإعطاء أكثر أهمية لتضرس الحوض النهري، وتبلغ قيمتها لحوض وادي العرب (١.٢٥) وهذا يدل على أن حوض وادي العرب شديد التضرس.

٩.٣.١٠ **المعامل الهيسومتري (Hypsometric Integral):** يستعمل كمقياس زمني، يعبر عن المرحلة الحتية التي تمر بها الأحواض المائية، ويشير إلى كمية المواد الصخرية، التي لا تزال تنتظر دورها في العملية الحتية، (سلامة، ١٩٨٠)، وقد بلغ المعامل الهيسومتري لحوض وادي العرب ٠.٥٦، أي إن الحوض أتم نصف دورته الحتية، أو فقد نصف كمية ما اشتمله أصلاً من مواد صخرية قابلة للحت، الشكل رقم (١٤)، كما تمر معظم الأحواض الثانوية بهذه المرحلة من الشباب المتأخر باستثناء حوض وادي عش الغراب ووادي أم قيس والتي تمر في مرحلة الشباب المبكر.



الشكل رقم (١٥) المنحنى الأليومتري



الشكل رقم (١٤) المنحنى الهيسومتري

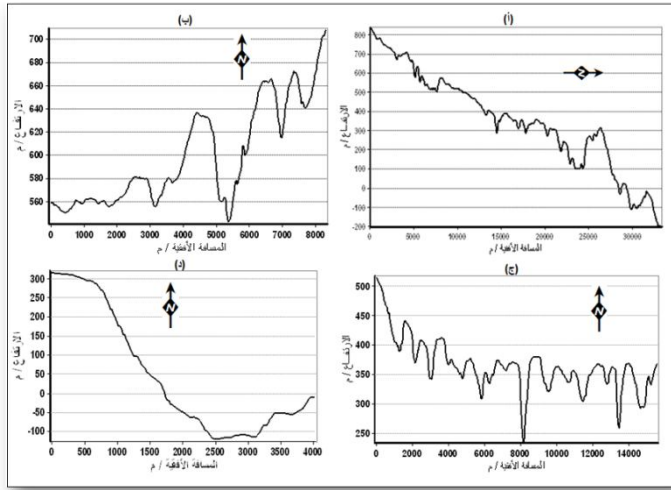
١٠.٣.١٠ المنحنى الأليمتري: يعبر عن العلاقة ما بين قيم الارتفاع والمساحة النسبية للحوض المائي، ويستخدم لتوضيح تأثير فعل المياه في حوض التصريف النهري، فوق نقطة مختارة على النهر الرئيسي (شاور، ١٩٨٢)، فهو يعبر عن نسبة الحجم الواقع أسفل المنحنى بالنسبة للحجم الكلي للحوض، وبناء على ذلك فإن حوض وادي العرب يمر في المرحلة الأولى من الدورة الحتية، أي إنه لا يزال في مرحلة الشباب، الشكل رقم (١٥).

١١.٣.١٠ متوسط درجة الانحدار الحوضي: تتراوح درجات الانحدار في حوض وادي العرب ما بين (0° و 53.3°) ، وتزداد درجات الانحدار أكثر من (18°) في الحافات الصخرية المطلة على الأودية النهرية في الحوض، وتقل درجات الانحدار بشكل عام في الأجزاء العليا من الحوض (أقل من 5°) ، ويؤثر ذلك إلى حد كبير في الخصائص المورفومترية في الحوض، كما يتراوح متوسط انحدار حوض وادي العرب (8.7° درجة).

١٢.٣.١٠ المقاطع التضاريسية لحوض وادي العرب (Relief Profile): تقدم هذه المقاطع مؤشرات هامة عن التغيرات التي طرأت على منطقة الدراسة والتي تعتبر استجابة للحركات التكوينية، ونوع الصخر والمناخ، وما يترتب على ذلك من تطبيقات هامة لدراسة استعمالات الأرض والدراسات البيئية الأخرى من خلال مقارنة مناسيب سطح الأرض، ومن أجل تحديد خصائص التضرس والانحدار.

يعبر المقطع الطولي لحوض وادي العرب عن التغيرات التي تطرأ على مناسيب سطح الأرض والتغيرات في التضرس والانحدار ما بين المرتفعات الجبلية والتالية في المناطق الشرقية على ارتفاع (865.75 م) فوق مستوى سطح البحر ومنطقة المصب (202 م) دون مستوى سطح البحر في الجزء الشرقي من الحوض الشكل رقم (١٦- أ). بينما تعبر المقاطع

العرضية لحوض وادي العرب عن التغيرات التي تطرأ على مناسيب سطح الأرض والتضرس والانحدار حيث تم توجيه المقاطع نحو الأجزاء العليا من الأودية لإبراز التغيرات التي تطرأ على مناسيب سطح الأرض بدقة عالية الشكل رقم (١٦ ب، ج، د).



الشكل رقم (١٦) مقاطع طولية وعرضية لحوض وادي العرب

١.١. خصائص الشبكة المائية (Drainage Texture Parameters):

تتكون الشبكة المائية لأي حوض مائي من الروافد الرئيسية والثانوية بالإضافة للمجرى الرئيسي في الحوض المائي، ويمثل الشكل رقم (١٧)، الشبكة المائية لحوض وادي العرب. كما يعتبر حوض وادي العرب من الأحواض المائية ذات الرتبة السادسة حسب تصنيف ستريلر (Strahler)، الشكل رقم (١٨). وتتباين خصائص الشبكة المائية من حوض ثانوي لآخر، الشكل رقم (١٩).

الجدول رقم (٥) القياسات المورفومترية للشبكة المائية

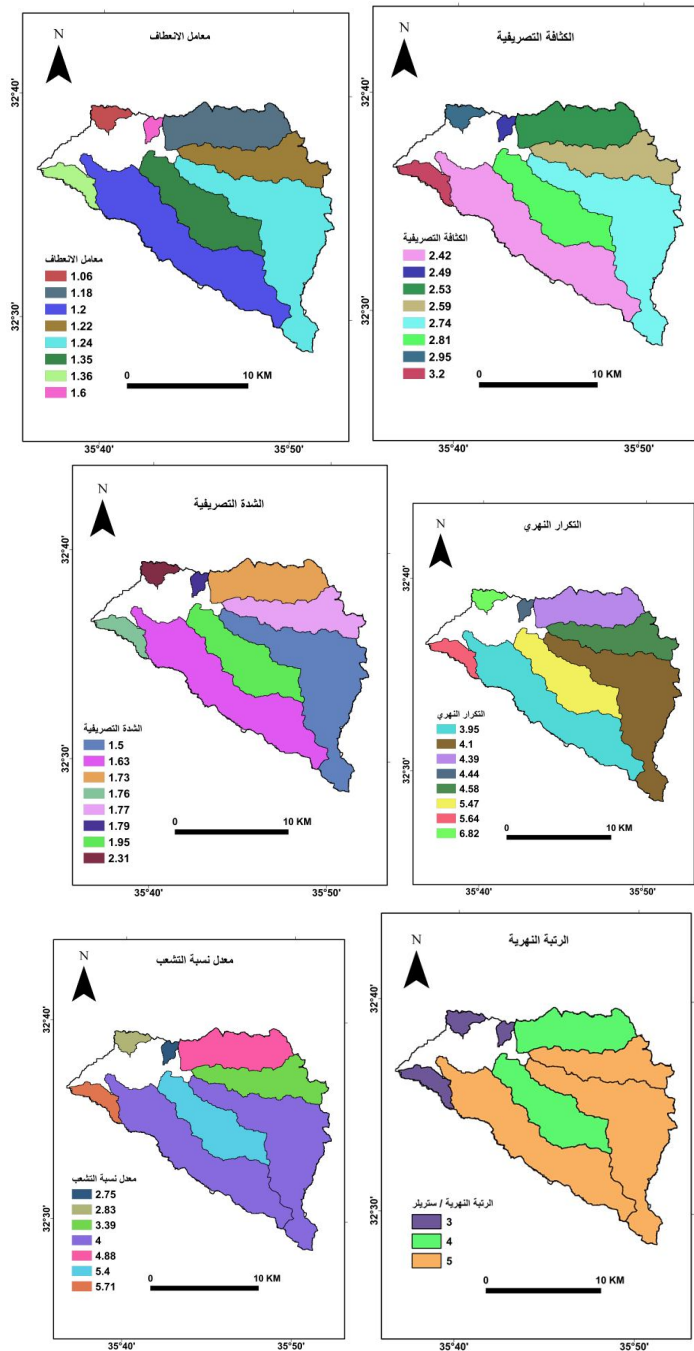
متغيرات الشبكة المائية	وادي العرب	وادي أبو صافي	وادي حوفا	وادي دوقرا	وادي الففر	وادي حداد	وادي عشا	وادي عين	وادي أم قيس
الرتبة النهرية	6	3	5	4	5	5	4	3	3
طول المجرى الرئيسي الحقيقي	16	5.44	7.3	10	9.3	3.9	8.4	1.16	1.27
طول المجرى الرئيسي النموذجي	11.5	4	6.1	7.4	7.5	3.2	7.1	0.85	1.2
مجموع أعداد المجاري	1217	39	260	192	284	131	136	10	30
مجموع أطوال المجاري	726.3	22.15	159.6	98.7	189.6	74	78.4	5.6	13
معدل نسبة التشعب	4.03	5.71	4.04	5.4	4	3.39	4.88	2.75	2.83
الكثافة التصريفية	2.66	3.20	2.42	2.81	2.74	2.59	2.53	2.49	2.95
التكرار النهرى	4.46	5.64	3.95	5.47	4.10	4.58	4.39	4.44	6.82
الشدة التصريفية	1.68	1.76	1.63	1.95	1.50	1.77	1.73	1.79	2.31
معامل الانعطاف	1.39	1.36	1.20	1.35	1.24	1.22	1.18	1.36	1.06

١.١١ نسبة التشعب النهرى:

تعبر هذه النسبة بين عدد القنوات المائية لرتبة ما، وعدد القنوات المائية للرتبة التالية، (سليم والشريعي، 1996). وبلغ متوسط نسبة التشعب لحوض وادي العرب (٤.٠٣) مجرى، الجدول رقم (٦). وتعتبر مجاري الرتبة الأولى والثانية السائدة في الحوض، ويمكن القول بأن ذلك يدل على وجود حث تراجعى في مناطق المنابع، وأن الوادى يسعى لزيادة المساحة الحوضية، كما أن تقارب نسب التشعب بشكل عام يدل على وجود تراكيب صخرية متجانسة نوعاً ما.

الجدول رقم (٦) نسبة التشعب النهرى لحوض وادي العرب

الرتبة	عدد المجاري	(%)	نسبة التشعب
1	957	78.6	4.62
2	207	17	5.31
3	39	3.2	3.90
4	10	0.8	3.33
5	3	0.2	3.00
6	1	0.1	
	المجموع=1217	100	المعدل=4.03



الشكل رقم (١٩) التباين المكاني لخصائص الشبكة المائية

٢.١١ الكثافة التصريفية (Drainage Density): تعبر الكثافة

التصريفية عن مدى تقطع سطح الأرض بالمجري المائية، إذ تزداد المجاري طولاً مع تزايد كمية الأمطار، وتتناقص نسبة ما يتسرب منها بسبب شدة الانحدار، وانخفاض نفاذية الصخر، (سلامة، ١٩٨٠). وبلغت الكثافة التصريفية لحوض ووادي العرب ٢.٦٦ كم^٢/كم^٢، الجدول رقم (٦). وهي كثافة متوسطة، كما تتراوح الكثافة التصريفية للأحواض الثانوية (٢.٤٥ - ٣.٢) كم/كم^٢، ويعود ذلك إلى التكوينات الجيرية، التي تشكل معظم أجزاء الحوض، والتي يزيد فوقها النشاط الحثي مما يزيد نسبياً من تكوين جريانات مائية سطحية في الحوض.

٣.١١ التكرار النهري (Stream Frequency): بلغ معدل التكرار

النهري لحوض وادي العرب ٤.٤٦ مجرى/كم^٢، ويفسر انخفاضه بامتداد الانحدار بشكل عام، والنفاذية العالية للصخور الجيرية، التي تسمح بتسرب جزء من مياه الأمطار، فتقلل من تطور جريانات مائية سطحية، إلا أن ذلك لا يعبر عن جميع أجزاء الحوض، فمناطق المنابع تتميز بارتفاع عدد المجاري المائية فيها، على عكس الأجزاء الوسطى والدنيا من الحوض، ويعود ذلك لارتفاع كميات الأمطار في مناطق المنابع، الجدول رقم (٦).

٤.١١ الشدة التصريفية (Drainage Intensity): تعبر النسبة ما بين

التكرار النهري والكثافة التصريفية، حيث ترتبط هذه القيمة باحتمالية ارتفاع معدلات التصريف المائي للحوض، وبلغت قيمتها لحوض وادي العرب (١.٦٨)، الجدول رقم (٦)، وهي قيمة منخفضة تدل على انخفاض احتمالية حدوث الفيضانات.

٥.١١ معامل الانعطاف (Detour Coefficient): تتعطف وتتولى

المجري المائية مشكلة ما يسمى بالأكواع النهريّة البدائية والمتطورة ، ويعبر معامل الانعطاف عن العلاقة القائمة بين طول النهر الحقيقي بكل تعرجاته

د. نوح الصباجة، ود. محمد عبد الكريم زيتون: تحليل العلاقات الإحصائية ————— ٢٤١

في منطقة ما والذي بلغ لحوض وادي العرب (١٦) كم، وما بين طول النهر النموذجي على طول خط مستقيم ، والذي بلغ (١١.٥) كم .

١٢. التحليل الإحصائي للعلاقات المتبادلة بين المتغيرات المورفومترية باستخدام معامل ارتباط (بيرسون):

يمكننا التحليل الإحصائي للعلاقات المتبادلة بين المتغيرات المورفومترية من فهم الخصائص التضاريسية بهدف الإدارة والتخطيط للأحواض المائية، حيث تم إعداد مصفوفة الارتباط بيرسون (Pearson's Correlation Matrix) معامل ارتباط بيرسون لـ ٢٨ متغير مورفومتري عند مستوى (٠.٠٠١**) ومستوى (٠.٠٠٥*) للأحواض الفرعية بحوض وادي العرب والبالغ عددها ثمانية أحواض، الجدول (٧).

حيث تبين وجود علاقة طردية قوية جدا بين مساحة الحوض النهري وكل من محيط الحوض (٠.٨٩)، وطول الحوض (٠.٨٢)، ومتوسط عرض الحوض (٠.٩٢)، عدد المجاري النهرية (١)، ومجموع أطوال المجاري النهرية (١)، وتضرس الحوض (٠.٨٧)، والرقم الهندسي (٠.٨٤)، وقيمة الوعورة (٠.٨٨)، وعلاقة قوية مع الرتبة النهرية (٠.٧٩). عند مستوى (١٪) ويعود ذلك إلى طبيعة الأجزاء العليا من الحوض التي تتصف بارتفاع معدلات الأمطار ونوع الصخر السائد في الحوض التي تزيد من النشاط حتي وعمليات الخندقة، بالإضافة للحركات التكتونية التي زادت من فرق المنسوب ما بين منطقة المنابع ومنطقة المصب، كما تتنوع استعمالات الأرض والغطاء الأرضي في حوض وادي العرب وهذا يرتبط بطبيعة الخصائص الطبيعية، الأمر الذي ينعكس على تطور أو تراجع العمليات الجيومورفولوجية في الحوض، كما تبين وجود علاقة طردية قوية جدا بين محيط الحوض والتي يرتبط بعلاقة طردية قوية مع مساحة الحوض وكل من طول الحوض (٠.٩٩)، ومتوسط عرض الحوض (٠.٩٠)، والرتبة

النهرية (٠.٩٥)، ومجموع عدد المجاري (٠.٨٧)، ومجموع أطوال المجاري (٠.٨٨)، وتضرس الحوض (٠.٩٥)، والنسيج التصريفي (٠.٨٦) وقيمة الوعورة (٠.٨٨) عند مستوى (١ %) كما تبين وجود علاقة عكسية قوية ما بين محيط الحوض وكلا من نسبة التضرس ودرجة انحدار الحوض (٠.٧٢-) عند مستوى (٥ %). كما ترتبط الرتبة النهرية بعلاقة طردية قوية جدا مع التضرس الكلي للحوض (٠.٨٤) والرقم الهندسي (٠.٩٣) عند مستوى (٠.٠٥) بالإضافة لمساحة الحوض، طول الحوض، متوسط عرض الحوض ومحيط الحوض، وترتبط أيضا بعلاقة طردية قوية مع متوسط الارتفاع (٠.٦٢)، عدد المجاري (٠.٧٧)، أطوال المجاري (٠.٧٨)، النسيج الحوضي (٠.٧٩) وقيمة الوعورة (٠.٧٧) عند مستوى (٠.٠١) وهذا يفسر تعاضد النشاط الحثي لحوض وادي العرب الذي تزداد فيه الطاقة الحثية مع تزايد المسافة بزيادة التصريف المائي مما يسمح بنشأة أودية بكثافة متزايدة وبالتالي التقطع الحوضي. ويرتبط متوسط الانحدار بعلاقة عكسية مع الخصائص المساحية والطولية والخصائص التضاريسية وخصائص الشبكة المائية بشكل عام. بينما ترتبط بعلاقة طردية قوية مع الخصائص الشكلية للحوض (٠.٦-٠.٧١)، والمعامل الهيسومتري (٠.٧١) عند مستوى (٠.١) كذلك يرتبط متوسط انحدار الحوض بعلاقة طردية قوية جدا مع نسبة التضرس ودرجة انحدار الحوض (٠.٨٣) لكل منهما عند مستوى (٠.٠٥). ويمكن تفسير ذلك بصغر المساحة الحوضية بشكل عام وبأن الأحواض النهرية ما زالت تمر في مرحلة الشباب المتأخر وأن الأودية تبدأ بحفر مجاريها عن طريق الحث التراجعي، بالإضافة لأهمية العمليات التكتونية كما يساهم التنوع المناخي على امتداد حوض وادي العرب والذي أثر في عامل التضاريس. ويرتبط متوسط الارتفاع بعلاقة عكسية قوية جدا مع مؤشر التقطع (٠.٨٠-) عند مستوى (٠.٠٥)، كما يرتبط بعلاقة طردية متوسطة مع محيط، طول وعرض الحوض (٠.٣٩-٠.٥١) مما يدل على أن حوض

وادي العرب عالي التضرس. كما ترتبط أعداد المجاري بعلاقة طردية قوية جدا مع الخصائص المساحية والطولية للحوض، بالإضافة للخصائص التضاريسية كتضرس الحوض، والرقم الهندسي، والنسيج التصريفي وقيمة الوعورة (٠.٨٢ - ٠.٩٨) عند مستوى (٠.٠٥). ويرتبط متوسط نسبة التشعب بعلاقة طردية متوسطة مع الكثافة التصريفية، وطول التدفق السطحي ومؤشر النقطع. أما أطوال المجاري فترتبط بعلاقة طردية قوية جدا مع الخصائص التضاريسية للحوض كتضرس الحوض، والرقم الهندسي، وقيمة الوعورة والنسيج التصريفي.

ويرتبط تضرس الحوض بعلاقات طردية قوية جدا مع الخصائص التضاريسية الأخرى كالرقم الهندسي، والنسيج التصريفي وقيمة الوعورة. وترتبط نسبة التضرس بعلاقة طردية قوية مع الخصائص الشكلية للحوض، والتكرار النهري، الشدة التصريفية ودرجة انحدار الحوض، ويعود ذلك إلى التكوينات الجيرية، التي تشكل معظم أجزاء الحوض، والتي يزيد فوقها النشاط الحثي مما يزيد نسبياً من تكوين جريانات مائية سطحية في الحوض. كما يرتبط بعلاقة عكسية قوية مع الرقم الهندسي (٠.٧٦-) وطول التدفق السطحي (٠.٧٠-) عند مستوى (٠.٠١). ويرتبط المعامل الهيسومتري بعلاقات طردية متوسطة مع الخصائص الشكلية للحوض بالإضافة للشدة التصريفية ودرجة انحدار الحوض، ويرتبط ذلك بتكشف عدة طبقات جيولوجية والتكشفات في حوض وادي العرب ليست معقدة، فهي تكوينات من ترسبات بحرية، تعود إلى فترة الكريستاسي الأعلى والفترة الرباعية، وهي معظمها ترسبات من الكلس والمارل والصوان، على شكل طبقات أفقية معرضة لطبقات وانكسارات موضعية محدودة، كما لوحظ وجود علاقة طردية قوية جدا ما بين الرقم الهندسي وكلا من النسيج التصريفي وقيمة الوعورة، وعلاقة عكسية قوية مع الشدة التصريفية ودرجة انحدار الحوض. وترتبط نسبة الاستطالة بعلاقة طردية قوية مع الشدة التصريفية، ودرجة

انحدار الحوض ومعدل القوام الحوضي، كما ترتبط بعلاقة عكسية مع نسبة الاستدارة، ومعامل شكل الحوض ومعامل الاندماج. وترتبط نسبة الاستدارة بعلاقة طردية مع درجة انحدار الحوض ومعدل القوام الحوضي. وبالعلاقة عكسية مع معامل شكل الحوض ومعامل الاندماج. أما معامل شكل الحوض فيرتبط بعلاقة طردية مع التكرار النهري، والشدة التصريفية، ودرجة انحدار الحوض ومعدل القوام الحوضي، وبالعلاقة عكسية مع معامل الاندماج.

كما ترتبط الكثافة التصريفية بعلاقة طردية مع التكرار النهري، وطول التدفق السطحي ومؤشر التقطع. ويرتبط التكرار النهري بعلاقة طردية مع طول التدفق السطحي، والشدة التصريفية، ودرجة انحدار الحوض، حيث تعتبر منطقة وادي العرب وفيرة الأمطار بالمقارنة بغيرها من الأحواض المائية في الأردن، مما يؤدي تكوين العديد من المسيلات المائية في مناطق المنابع، وتطور روافد الرتبة الأولى، وبالتالي زيادة النشاط الجيومورفولوجي للنهر وروافده. أما طول التدفق السطحي فيرتبط بعلاقة طردية مع مؤشر التقطع. كما يرتبط معامل الاندماج بعلاقة عكسية مع الشدة التصريفية، ودرجة انحدار الحوض ومعدل القوام الحوضي. وأخيرا يرتبط النسيج الحوضي بعلاقة طردية مع قيمة الوعورة، وترتبط الشدة التصريفية بعلاقة طردية مع درجة انحدار الحوض.

د. نوح الصبابة، ود. محمد عبد الكريم زيتون: تحليل العلاقات الإحصائية ————— ٢٤٥

الجدول رقم (٧) مصفوفة معامل ارتباط بيرسون لـ ٢٨ متغير مورفومتري

parameters	A	P	Lb	Wb	U	Sm	Em	Nu	Rbm	Lu	Br	Rr	Hi	Gn	Re	Rc	Sf	Dd	Fs	Lo	Cc	T	Dint	D	Dind	Dc	Tr	Rn
A	1																											
P	0.89	1																										
Lb	0.82	0.99	1																									
Wb	0.92	0.90	0.83	1																								
U	0.79	0.95	0.94	0.80	1																							
Sm	-0.3	-0.6	-0.6	-0.5	-0.6	1																						
Em	0.26	0.5	0.51	0.39	0.62	-0.4	1																					
Nu	1	0.87	0.80	0.92	0.77	-0.3	0.24	1																				
Rbm	0.82	0.1	0.16	0.16	0	-0.4	-0.18	0.04	1																			
Lu	1	0.88	0.81	0.93	0.78	-0.3	0.25	1	0.03	1																		
Br	0.87	0.95	0.95	0.80	0.84	-0.4	0.3	0.85	0.1	0.86	1																	
Rr	-0.4	-0.72	-0.77	-0.6	-0.78	0.83	-0.56	-0.43	-0.52	-0.44	-0.57	1																
Hi	-0.3	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	0.7	0.12	-0.33	-0.15	-0.34	-0.48	0.41	1															
Gn	0.84	0.99	1	0.87	0.93	-0.6	0.48	0.820	0.2	0.83	0.94	-0.76	-0.56	1														
Re	0.1	-0.3	-0.4	0	-0.3	0.6	-0.17	0.12	-0.45	0.11	-0.21	0.70	0.58	-0.37	1													
Rc	-0.1	-0.5	-0.6	-0.3	-0.6	0.71	-0.35	-0.11	-0.31	-0.12	-0.46	0.75	0.49	-0.6	0.68	1												
Sf	0.07	-0.3	-0.4	-0	-0.3	0.6	-0.2	0.08	-0.48	0.07	-0.21	0.72	0.56	-0.38	0.99	0.63	1											
Dd	-0.2	-0.3	-0.4	-0.1	-0.5	0	-0.73	-0.17	0.42	-0.17	-0.26	0.29	-0.17	-0.28	0.18	0.03	0.2	1										
Fs	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	0.3	-0.63	-0.31	0.01	-0.33	-0.48	0.63	0.22	-0.56	0.6	0.32	0.64	0.76	1									
Lo	-0.2	-0.3	-0.4	-0.1	-0.5	0	-0.72	-0.16	0.42	-0.17	-0.26	0.29	-0.18	-0.27	0.18	0.03	0.21	1	0.76	1								
Cc	0.87	0.5	0.58	0.22	0.59	-0.76	0.41	0.04	0.17	0.86	0.43	-0.70	-0.52	0.57	-0.73	-0.98	-0.67	-0.18	-0.42	-0.14	1							
T	0.97	0.86	0.80	0.93	0.77	-0.4	0.28	0.98	0.15	0.98	0.82	-0.5	-0.28	0.82	0.12	-0.15	0.08	-0.13	-0.25	-0.12	0.09	1						
Dint	-0.4	-0.6	-0.6	-0.5	-0.6	0.5	-0.41	-0.33	-0.25	-0.35	-0.52	0.69	0.42	-0.62	0.719	0.45	0.76	0.4	0.90	0.41	-0.52	-0.27	1					
D	-0.4	-0.72	-0.77	-0.6	-0.78	0.83	-0.56	-0.44	-0.52	-0.44	-0.57	1	0.41	-0.78	0.69	0.75	0.72	0.29	0.63	0.29	-0.69	-0.51	0.69	1				
Dind	0.14	0	0	0.07	-0.2	0.2	-0.80	0.14	0.44	0.14	0.22	0.14	-0.24	0.03	-0.02	-0.02	0	0.670	0.34	0.67	-0.08	0.11	0.02	0.14	1			
Dc	0.39	0.23	0.23	0.33	0.14	-0.3	-0.24	0.4	0.39	0.39	0.22	-0.36	-0.51	0.27	-0.31	0.22	-0.39	0.08	-0.29	0.07	-0.24	0.39	-0.42	-0.26	0.26	1		
Tr	0.19	-0.1	-0.2	0.19	-0.1	0.1	0.09	0.23	-0.21	0.21	-0.24	0.31	0.27	-0.17	0.70	0.63	0.64	0.08	0.38	0.08	-0.68	0.29	0.5	0.31	-0.37	0.17	1	
Rn	0.88	0.93	0.92	0.84	0.79	-0.4	0.18	0.87	0.19	0.88	0.98	-0.54	-0.53	0.92	-0.18	-0.45	0.18	-0.08	-0.36	-0.07	0.4	0.84	-0.48	-0.54	0.34	0.27	-0.2	1
			علاقة إيجابية قوية جدا		علاقة إيجابية قوية		علاقة إيجابية متوسطة		علاقة إيجابية ضعيفة		علاقة إيجابية ضعيفة جدا		علاقة إيجابية ضعيفة جدا		علاقة سلبية قوية جدا		علاقة سلبية قوية		علاقة سلبية متوسطة		علاقة سلبية ضعيفة		علاقة سلبية ضعيفة جدا					

حيث تمثل (A) مساحة الحوض، (P) محيط الحوض، (Lb) طول الحوض، (Wb) متوسط عرض الحوض، (Wb) متوسط عرض الحوض، (U) الرتبة النهرية، (Sm) متوسط انحدار الحوض، (Em) متوسط ارتفاع الحوض، (Nu) مجموع أعداد المجاري المائية، (Lu) مجموع أطوال المجاري المائية، (Rbm) معدل نسبة التشعب، (Br) تضرس الحوض، (Rr) نسبة التضرس، (Hi) المعامل الهيسومتري، (Gn) الرقم الهندسي، (Re) نسبة الاستطالة، (Rc) نسبة الاستدارة، (Sf) معامل شكل الحوض، (Dd) الكثافة التصريفية، (Fs) التكرار النهرية، (Lo) طول التدفق السطحي، (Cc) معامل الاندماج، (T) النسيج التصريفي، (Dint) الشدة التصريفية، (D) درجة انحدار الحوض، (Dind) مؤشر التقطع، (Dc) معامل الانعطاف، (Tr) معدل القوام الحوضي، (Rn) قيمة الوعورة.

١٣. ملخص النتائج:

- يمكن تلخيص أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة على النحو الآتي:
١. يتراوح منسوب الارتفاع في حوض وادي العرب ما بين ٨٥٥م فوق مستوى سطح البحر و (-٢١٦م) دون مستوى سطح البحر.
 ٢. تتراوح درجات الانحدار في حوض وادي العرب ما بين (٠° و ٥٣.٣°).
 ٣. تتأثر هيدرولوجية ومورفومترية وادي العرب وروافده بالأمطار التي توفر له الصبيب المائي الذي يجري في روافده ، إذ يتراوح المعدل السنوي للأمطار ٥٠٠ملم في المزار الشمالي والتي تقع في الأجزاء العليا من الحوض، و ٣٤٠ ملم في الشونة الشمالية عند مستوى الأساس للحوض.
 ٤. تتنوع استعمالات الأرض والغطاء الأرضي في حوض وادي العرب وهذا يرتبط بطبيعة الخصائص الطبيعية، الأمر الذي ينعكس على تطور أو تراجع العمليات الجيومورفولوجية في الحوض.
 ٥. بلغت المساحة الحوضية لوادي العرب (٢٧٢.٩ كم^٢)، ويمكن اعتبارها صغيرة نسبياً، مما يؤدي إلى زيادة التصريف المائي في الحوض، وانخفاض معدلات التبخر والتسرب مقارنة بالأحواض الكبيرة .
 ٦. بلغت نسبة الاستطالة لحوض وادي العرب ٠.٦٩ ، مما يضعه في شكل قريب من الشكل المستطيل، وهذا يدل على أن الحوض في مرحلة الشباب، كما بلغت نسبة استدارة حوض وادي العرب ٠.٢٦ ، ويعتبر بذلك قليل الاستدارة، وهذا يعبر عن صغر المساحة الحوضية وانخفاض التصريف المائي بالمقارنة بالأحواض عالية الاستدارة، وبلغ معامل الشكل لحوض وادي العرب ٠.٣٧ ، وهي نسبة منخفضة، تدل على أن عرض الحوض يتغير بشكل غير منتظم من منطقة المنابع باتجاه منطقة المصب .
 ٧. يتراوح منسوب الارتفاع لحوض وادي العرب ما بين ٨٥٠م فوق مستوى سطح البحر و ٢١٦م دون مستوى سطح البحر، وبلغ أعلى تضرس

د. نوح الصبابة، ود. محمد عبد الكريم زيتون: تحليل العلاقات الإحصائية ————— ٢٤٧

حوضي لحوض وادي حوفا ٨٩٢م. وبلغ معدل القوام الحوضي لحوض وادي العرب ١.٤٩. ويعتبر ذلك مؤشراً على أن طبوغرافية حوض وادي العرب ذات سطح معتدل الوعورة، حسب تصنيف "سميث"، وبلغ أعلى معدل قوام حوضي لحوض وادي دوقرا 1.53 .

٨. بلغ المعامل الهيسومتري لحوض وادي العرب ٠.٥٦؛ أي إن الحوض أتم نصف دورته الحتية، أو فقد نصف كمية ما اشتمله أصلاً من مواد صخرية قابلة للحت، كما تمر معظم الأحواض الثانوية بهذه المرحلة من الشباب المتأخر باستثناء حوض وادي عش الغراب ووادي أم قيس والتي تمر في مرحلة الشباب المبكر.

٩. بلغ طول المجرى الرئيسي لحوض وادي العرب من الرتبة السادسة (١٦ كم)، كما بلغ عدد المجاري المائية (١٢١٧) مجرى، كما بلغ مجموع أطوالها (726.3) كم، واحتلت الرتبة الأولى أكبر عدد للمجاري بنسبة (٧٨.٦٪) من مجموع أعداد المجاري النهرية لحوض وادي العرب، وهذا يعبر عن ازدياد النشاط الحتي في الجزء الأعلى من الحوض والذي يعتبر الأعلى رطوبة، كذلك يشير إلى أن الحوض ما زال يمر في مرحلة الشباب، أما الرتبة الثانية فشكلت (١٧٪).

١٠. تبين وجود علاقة طردية قوية جداً بين مساحة الحوض النهرية وكل من محيط الحوض (٠.٨٩)، وطول الحوض (٠.٨٢)، ومتوسط عرض الحوض (٠.٩٢)، وعدد المجاري النهرية (١)، ومجموع أطوال المجاري النهرية (١)، وتضرس الحوض (٠.٨٧)، والرقم الهندسي (٠.٨٤)، وقيمة الوعورة (٠.٨٨)، وعلاقة قوية مع الرتبة النهرية (٠.٧٩) عند مستوى (١٪).

١١. ترتبط الرتبة النهرية بعلاقة طردية قوية جداً مع التضرس الكلي للحوض (٠.٨٤) والرقم الهندسي (٠.٩٣) عند مستوى (٠.٠٥) بالإضافة لمساحة الحوض، وطول الحوض، متوسط عرض الحوض ومحيط الحوض،

وترتبط أيضا بعلاقة طردية قوية مع متوسط الارتفاع (٠.٦٢)، وعدد المجاري (٠.٧٧)، وأطوال المجاري (٠.٧٨)، والنسيج الحوضي (٠.٧٩)، وقيمة الوعورة (٠.٧٧) عند مستوى (٠.٠١).

١٢. يرتبط متوسط انحدار الحوض بعلاقة طردية قوية جدا مع نسبة التضرس و درجة انحدار الحوض (٠.٨٣) لكل منهما عند مستوى (٠.٠٥).

١٣. ترتبط نسبة التضرس بعلاقة طردية قوية مع الخصائص الشكلية للحوض، والتكرار النهري، والشدة التصريفية ودرجة انحدار الحوض، كما يرتبط بعلاقة عكسية قوية مع الرقم الهندسي (٠.٧٦-) وطول التدفق السطحي (٠.٧٠-) عند مستوى (٠.٠١).

١٤. ترتبط الكثافة التصريفية بعلاقة طردية مع التكرار النهري، وطول التدفق السطحي ومؤشر التقطع.

١٥. ويرتبط التكرار النهري بعلاقة طردية مع طول التدفق السطحي والشدة التصريفية ودرجة انحدار الحوض.

قائمة المصادر والمراجع

- بحيري، صلاح الدين، ١٩٩١، جغرافية الأردن، مكتبة الجامع الحسيني، عمان.
- الحسبان، يسرى وزريقات، دلال، ٢٠١٥، الخصائص المورفومترية لحوض نهر الزرقاء في الأردن باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونموذج التضرس الرقمي، دراسات، العلوم الانسانية والاجتماعية، المجلد ٤٢، ملحق ١، ٢٠١٥.
- حمدان، صبري وأبو عمرة، صالح، ٢٠١٠، بعض الخصائص المورفومترية للجزء الأعلى من حوض الرميمين وسط غرب الأردن باستخدام الطرق التقليدية وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية، مجلة جامعة الأزهر بغزة، سلسلة العلوم الإنسانية 2010، المجلد 12، العدد 2.
- الخارطة الطبوغرافية، لوحة إربد، هيئة المساحة البريطانية، ١٩٥١، بقياس ١ : ١٠٠.٠٠٠.
- دائرة الأرصاد الجوية (١٩٩٤)، بيانات الحرارة والأمطار (١٩٨٠-٢٠١٥)، عمان، الأردن.
- سلامة، حسن، ١٩٨٠، التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأردن، مجلة دراسات، الجامعة الأردنية، مجلد ٧، عدد: ١.
- سلامة، حسن، ٢٠١٠، أصول الجيومورفولوجيا، الطبعة الأولى، عمان، الأردن.
- سلطة المصادر الطبيعية (٢٠١٠)، خرائط جيولوجية مقاييس (١ : ١٠٠.٠٠٠، ١ : ٥٠.٠٠٠). عمان، الأردن .
- سليم، محمد والشريعي، أحمد، ١٩٩٦، الخريطة الكنتورية - قراءة وتحليل، دار الفكر العربي، القاهرة.

- شاور، آمال، ١٩٨٢، التعبير الكمي لدورة التعرية عند ديفيز مع التطبيق على بعض الأودية في مصر، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد: ١٤.
- شحادة، نعمان، ١٩٩١، مناخ الأردن، دار البشير، عمان.
- الصبابة، نوح، ٢٠١٣، تقييم احتمالية الحصاد المائي في حوض الجفر جنوب شرق الأردن باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة دكتوراه غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.
- عبد الهادي، يوسف، ١٩٧٨، مسح المرحلة الأولى من أراضي مدينة إربد، وزارة الزراعة، عمان.
- وزارة الزراعة الأردنية (١٩٩٤)، خرائط تربة مقياس (١: ٢٥٠٠٠٠) لوحات رقم (٢، ٣، ٥، ٦)، (ط١)، عمان، الأردن .
- وزارة المياه والري (٢٠١٥)، بيانات هيدرولوجية ومناخية، عمان، الأردن.
- ياسين، محمد، ١٩٩٦، تقييم استعمالات الأراضي الزراعية في حوض وادي العرب في الأردن، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.
- Abdel Ghaffar, M.K., Abdellatif, A.D., Azzam, M.A. and Riad, M.H., 2015, Watershed Characteristic and Potentiality of Wadi El-Arish, Sinai, Egypt, International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS, Volume 4, Issue 1, pp. 1070-1091. Soils, Water and Environment Research Institute, ARC, Giza, Egypt.
- Ashraf M. Elmoustafa, Mona M. Mohamed, 2013, Flash Flood Risk Assessment Using Morphological Parameters in Sinai Peninsula, Open Journal of Modern Hydrology, 3, 122-129
- Biswas, J Geogr Nat Disast, 2016, Analysis of GIS Based Morphometric Parameters and Hydrological Changes in Parbati River Basin, Himachal Pradesh, India, Journal of Geography & Natural Disasters, Volume 6 , Issue 2, Centre for the Study of Regional Development, Jawaharlal Nehru University, New Delhi, India.
- Evans, J. D. (1996). Straightforward statistics for the behavioral sciences. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Publishing.

- Eze, E.B. and Effiong, J. (2010). Morphometric Parameters of the Calabar River Basin: Implication for Hydrologic Processes. *Journal of Geography and Geology*, 1(2):18-26
- Faniran A, 1968. The Index of Drainage Intensity - A Provisional New Drainage Factor. *Australian Journal of Science*, 31: 328-330.
- Farhan, Y. and Anaba, O. (2016) Flash Flood Risk Estimation of Wadi Yutum (Southern Jordan) Watershed Using GIS Based Morphometric Analysis and Remote Sensing Techniques. *Open Journal of Modern Hydrology*, Vo 6, 79-100,
- Gravelius, IL (1914) *Grundrifi der gesamtenGewcisserkunde*. Band I: *Flufikunde* (Compendium of Hydrology, vol. I. Rivers, in German). Goschen, Berlin, Germany.
- Horton RE (1932) Drainage basin characteristics. *American Geophysical Union of Transactions* 13: 350-361.
- Horton RE (1940) An approach towards physical interpretation of infiltration capacity. *Proceedings of the Soil Science Society of America* 5: 399-417.
- Horton RE (1945) Erosional Development of streams and their drainage basins,Hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geological Society of American Bulletin* 56: 275-370.
- International Journal of Geosciences, 2014, 5, 971-982 Abdalla, F., El Shamy, I., Bamousa, A.O., Mansour, A., Mohamed, A. and Tahoona, M. (2014) Flash Floods and Groundwater Recharge Potentials in Arid Land Alluvial Basins, Southern Red Sea Coast, Egypt. *International Journal of Geosciences*, 5, 971-982.
- Miller VC (1953) A Quantitative Geomorphic Study of Drainage Basin Characteristics in the Clinch Mountain Area, Virginia and Tennessee.Department of Geology, Columbia University.
- Ministry of Water Agriculture .(1993),Soil Map and Land Use
- Ministry of Water Agriculture .(1993),Soil Map and Land Use
- Nag SK, Chakraborty S, 2003, Influence of rock types and structures in the development of drainage network in hard rock area. *Journal of the Indian, Society of Remote Sensing* 31: 25-35.
- Prasad.G. (1987),MORPHOMETRIC EXPRESSIONS OF LAWS OF GEOMETRY NUMBER Gn FOR THE EVALUATION OF TERRAIN CHARACTERISTICS OF CHITRAKUT UPLAND (U. P. & M. P.), INDIA.
- Project for Jordan,Hunting Technical Services LTD in Associatedwith Soil Survey and Land Research Center,Uk,Level.1,Vol.2.
- Project for Jordan,Hunting Technical Services LTD in Associatedwith Soil Survey and Land Research Center,Uk,Level.1,Vol.2.
- Sangita Mishra.S, Nagarajan.R., (2010), Morphometric analysis and prioritization of sub-watersheds using GIS and Remote Sensing techniques: a case study of Odisha, India *international journal of geomatics and geosciences*, 1(3), pp 501-510.

- Sarita G. M, Sharma. S. K, 2017, Prioritization of watershed through morphometric parameters: a PCA-based approach, Appl Water Sci (2017) 7:1505–1519.
- Sarita Gajbhiye, 2015, Morphometric Analysis of a Shakkar River Catchment Using RS and GIS, International Journal of u- and e- Service, Science and Technology Vol.8, No.2, pp.11-24
- Schumn SA (1956) Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. Geological Society of American Bulletin 67: 597-646.
- Shah, K.C., Pranay, R. Pali, 2017, A Case Study: Morphometric Characteristics of Sub-Watershed (P-17) in Paras Region, Akola District, Maharashtra, India – using Remote Sensing & GIS International Journal of Advanced Earth Science and Engineering 2017, Volume 6, Issue 1, pp. 492–499
- Singh, S. and Dubey, A. (1994) Geoenvironmental Planning of Watersheds in Indian. Chugh Publications, Allahabad, 28-69.
- Smith GH (1939) The Morphometry of Ohio, the average slope of the land (abstract). Annals of the Association of American Geographers 29: 94.
- Strahler AN (1952) Dynamic basis of geomorphology. Bulletin of the Geological Society of America 63: 923-938.
- Strahler AN (1957) Quantitative analysis of watershed geomorphology. American Geophysical Union Transactions 38: 912-920.
- Strahler AN, Chow VT (1964) Quantitative geomorphology of drainage basins and channel network, In. Handbook of Applied Hydrology, McGraw Hill Book Company, New York, USA.
- Wilson ,L.J, Vallee.,M., Montpetit ,J. (2009). Comments on hydrometeorological accuracy enhancement via postprocessing of numerical weather forecasts in complex terrain. WeatherForecast ,24: 892–894.
- Yunus, A. P., Oguchi, T., Hayakawa, Yi. S, 2014, Morphometric Analysis of Drainage Basins in the Western Arabian Peninsula Using Multivariate Statistics , International Journal of Geosciences, 5, 527-539 .
- <http://gdem.aster.erdas.or.jp/>
- <https://www.usgs.gov/>