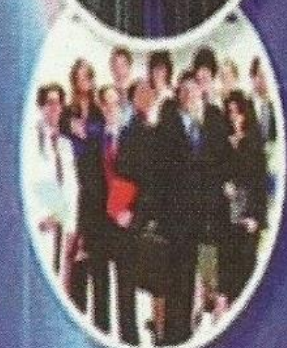
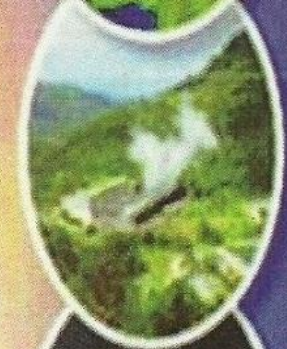
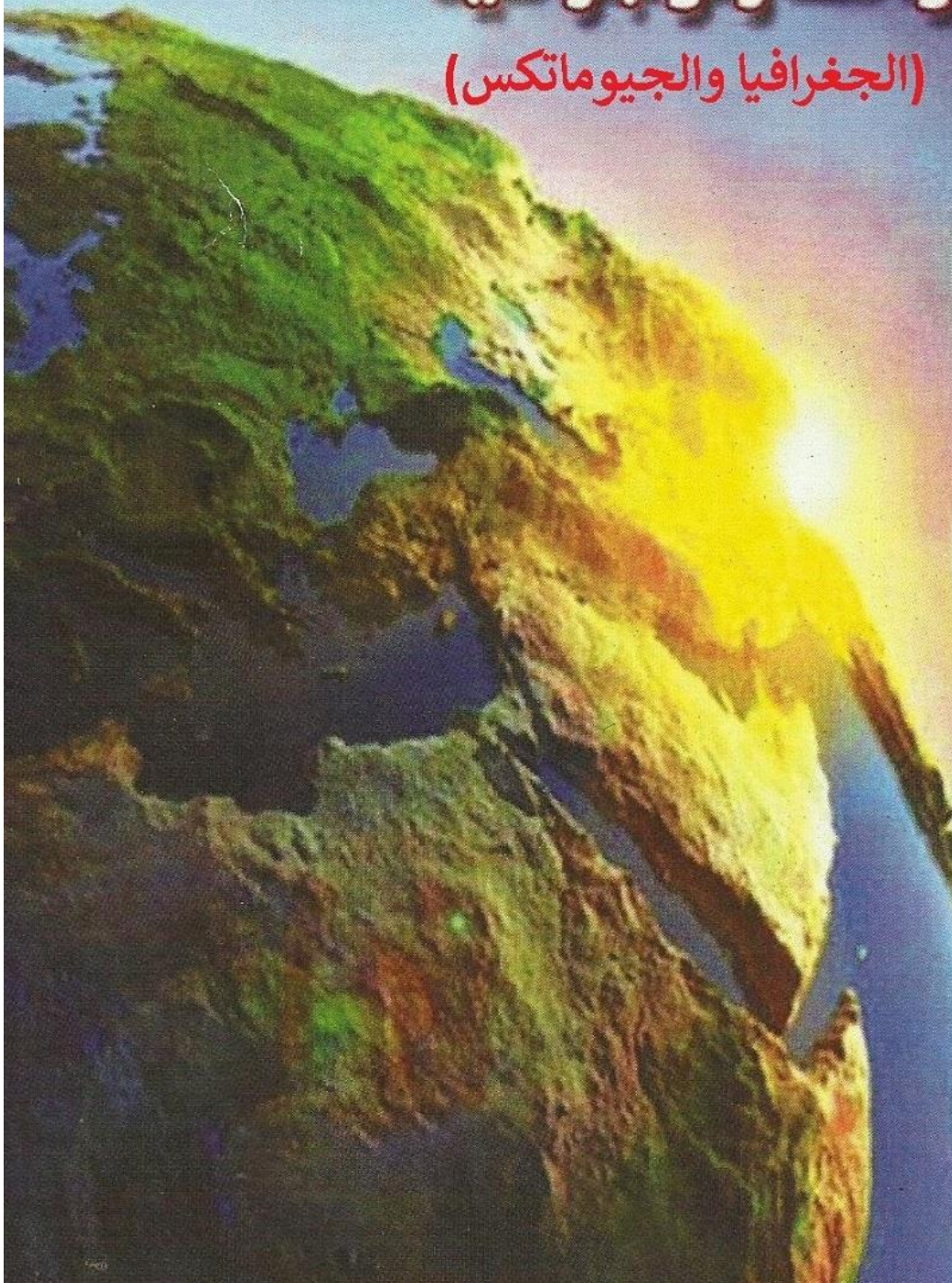




مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية

(الجغرافيا والجيوماتكس)



مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية بكلية الآداب – جامعة المنوفية

مجلة علمية محكمة

هيئة التحرير للمجلة	
رئيس التحرير	أ.د/ عواد حامد محمد موسى
نائب رئيس التحرير	أ.د/ إسماعيل يوسف إسماعيل
مساعد رئيس التحرير	أ.د/ عادل محمد شاويش
السادة أعضاء هيئة التحرير	أ.د/ عبدالله سيدى ولد محمد أبنو
	د. سالم خلف بن عبدالعزيز
	د. محمد فتح الله النتيقة
	د. طوفان سطات حسن البياتى
	د. سهام بنت صالح سليمان العلولا
	د. محمود فوزى محمود فرج
سكرتير التحرير	د. صابر عبدالسلام أحمد محمد د. صلاح محمد صلاح دياب

موقع المجلة على بنك المعرفة المصري: <https://mkgc.journals.ekb.eg/>

الترقيم الدولى الموحد للطباعة : 2357-0091

الترقيم الدولى الموحد الإلكتروني : 2735-5284

تتكون هيئة تحكيم إصدارات المجلة من السادة الأساتذة المحكمين من داخل وخارج اللجنة العلمية الدائمة لترقية الأساتذة والأساتذة المساعدين في جميع التخصصات الجغرافية

التحليل المورفومتري لحوض النيل الأزرق في القطاع المقابل لسد النهضة الإثيوبي باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية

د/ تامر يوسف عمرو

مدرس الجغرافيا الطبيعية ونظم المعلومات الجغرافية بقسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة بني سويف.

ملخص البحث:

تناول هذا البحث دراسة الخصائص المورفومترية لجزء من حوض وادي النيل الأزرق بدولة إثيوبيا، وهو ذلك الجزء الذي تنصرف مياهه إلى بحيرة تخزين المياه المتكونة أمام سد النهضة، وذلك باعتبار أن هذه البحيرة هي منطقة مصب صناعي لكل المياه الواردة إليها من الروافد العليا من حوض النيل الأزرق. وقد خلص البحث إلى أن مساحة حوض التصريف النهري في القطاع المقابل للسد تصل إلى 170723.67 كم^2 ، وطوله يصل إلى 530.86 كم ، ومتوسط عرضه يصل إلى 378.72 كم ؛ وهذه الأبعاد المتباينة تبرز الحوض في شكل منبعج وغير منتظم، حيث وصلت قيمة معامل انبعاث الحوض إلى 0.64 وهي قيمة منخفضة تعكس ميل خفيف في شكل الحوض إلى الاستطالة؛ وقد وصل أقصى ارتفاع في تضاريس الحوض إلى 4246 متر ، وذلك في شمال شرق المنطقة في حوض وادي (باسكيلا)، وانخفضت هذه المناسيب بالاتجاه نحو الغرب بشكل غير منتظم وصولاً إلى أقل منسوب وجد في غرب حوض (أبباي النيل الأزرق) حيث وصل منسوبها إلى 479 متر ، والتي تعد أخفض نقطة في منطقة الدراسة، وهي أيضاً المنطقة التي أنشئ بها سد النهضة؛ وقد انعكس هذا التباين الشديد في الارتفاعات على وجود معدلات انحدار متباينة بعضها شديد الانحدار جداً، يصل إلى 30 درجة كما في المناطق الغربية لحوض وادي (باسكيلا)، في حين كان الانحدار الأكثر انتشاراً فيما بين $10-18$ درجة.

أما بالنسبة لشبكة التصريف النهري للحوض محل الدراسة فقد وجد أنها تتوزع على عدد 12 حوض رئيسي (شكل 1)، وهذه الأحواض تمتلك عدد هائل من الروافد يصل إلى 1923063 مجرى، وتتركز أغلب هذه المجاري في وادي (أبباي النيل الأزرق - ديدسسا) حيث تصل نسبة الروافد فيهما إلى 50.12% من إجمالي روافد الحوض محل الدراسة؛ وقد وصل مجموع أطوال الروافد في إجمالي المنطقة إلى 663563.9 كم ، وذلك بمتوسط طول يصل إلى 55296.99 كم ، مع ميل للزيادة في أطوال المجاري في المنطقة الوسطى والغربية، وبالأخص في الأحواض ذات الرتب الأعلى مثل أحواض (أبباي النيل الأزرق)، (بالاس)، (ديبوس)، و(ديدسسا). هذا وقد وصلت رتبة المجري الرئيسي لإجمالي حوض النيل الأزرق محل الدراسة إلى الرتبة الحادية عشر، كما في حوض وادي (أبباي النيل الأزرق) وهو أعلى الأحواض في رتبة مجراه الرئيسي. وقد وصلت أعلى كثافة تصريف نهري إلى $4.15 \text{ كم}^2/\text{كم}^2$ كما في

حوض (فينجيار)، في حين وصل متوسط الكثافة إلى 3.92 كم²/كم²، وبذلك ظهرت شبكة التصريف النهري في نسيج خشن غير ناعم، يعكس كون أغلب روافد الحوض لازالت في مرحلة الشباب.

الكلمات الدالة:

أبباي وينزي - الاستشعار من البعد - الانحدار - التحليل المورفومتري - التشعب - التصريف النهري - الجيومورفولوجيا - الرتب النهريّة - حوض النيل الأزرق بإثيوبيا - نظم المعلومات الجغرافية.

أولاً - المقدمة والهدف من الدراسة:

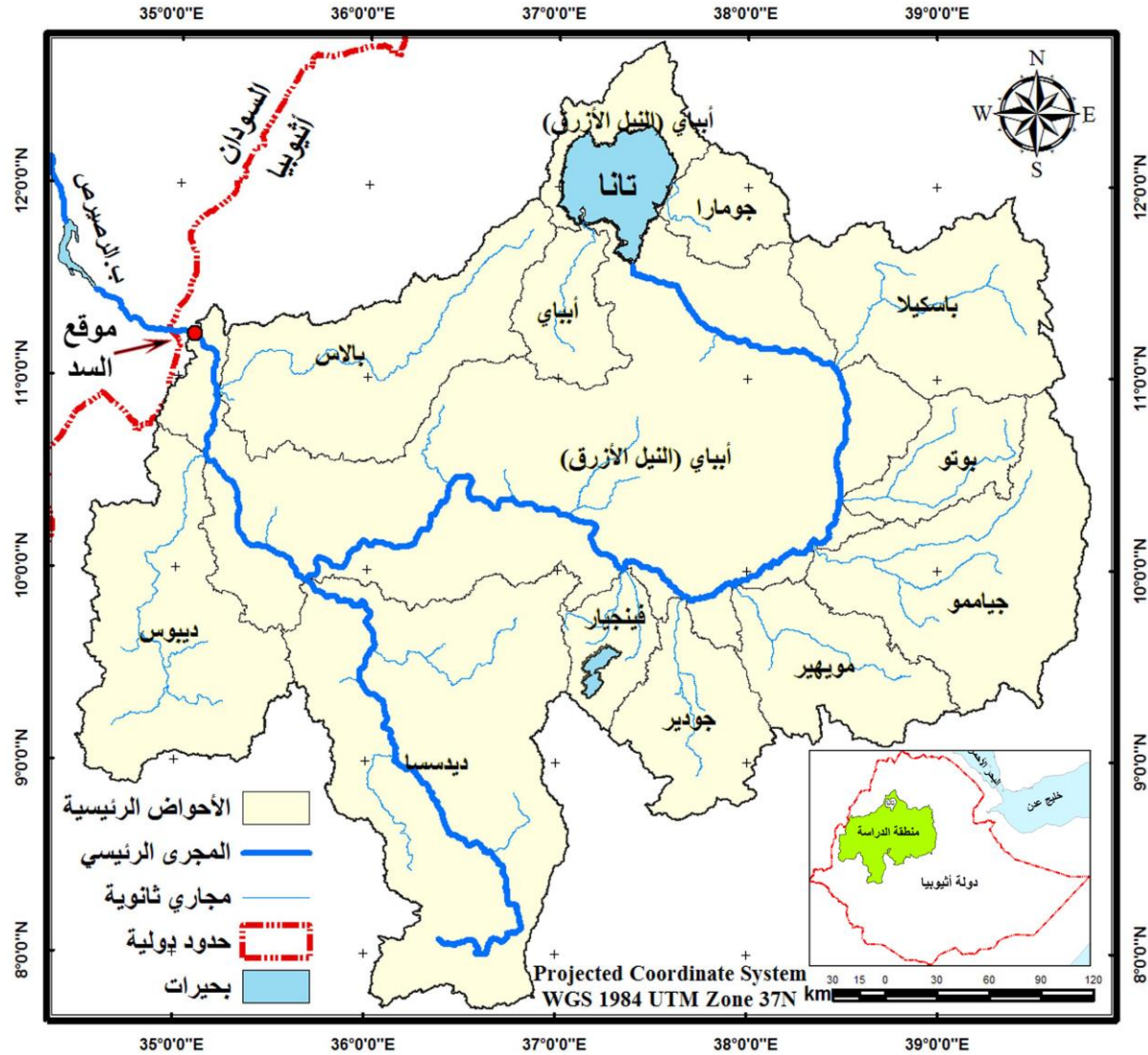
بالرغم من وجود دراسات متنوعة عن إجمالي حوض وادي النيل ككل، أو عن أحد قطاعاته في إحدى دول المنابع إلا أن الدراسات الحديثة عن حوض وادي النيل الأزرق -محل الدراسة- لم تكن متوفرة سابقاً، بحكم كونه جزء حديث تم استقطعه صناعياً من سياق التصريف الطبيعي لمياه الروافد الكلية لوادي النيل ككل؛ ومن وجدت الحاجة الماسة إلى توفير دراسات متنوعة مركزة عن هذا القطاع فقط من المنطقة. ولذا هدف هذا البحث إلى توفير قدر من المعلومات العلمية المورفومترية الرقمية الحديثة عن خصائص شبكات وأحواض التصريف النهري وخصائص الدورة التحاتية لأحواض هذا القطاع من حوض النيل. وبالتالي إمكانية استخدام هذه المعلومات كمدخلات علمية يمكن إدراجها ضمن قواعد البيانات الهيدرومورفولوجية المجمعّة من الجهات ذات الصلة، ليتم الاستفادة بها في إيجاد حلول لاي مشكلة مرتبطة بتصريف هذا السد، بحكم كون هذه المنطقة لازالت حديث الساعة، ومن الضروري السعي لتوفير أكبر قدر ممكن من البيانات والمعلومات عن الخصائص الطبيعية المتنوعة عن هذه المنطقة لتمكين متخذي القرار من التعامل مع هذا الموضوع بشكل جيد.

ويقع حوض وادي النيل الأزرق محل الدراسة (شكل 1) في الركن الشمالي الغربي لدولة إثيوبيا، ولا يشمل الحدود الطبيعية لكل حوض النيل الأزرق المتعارف عليه في إثيوبيا والسودان، وإنما فقط الجزء الذي يقابل -شرقاً- البحيرة التي تتجمع مياهها أمام جسم سد النهضة⁽¹⁾؛ ويتكون حوض وادي النيل الأزرق محل الدراسة من الأحواض الرئيسية التالية⁽²⁾ (أبباي - جومارا - باسكيلا - بوتو - جياممو - مويهير - جودير - فينجيار - ديدسسا - ديبوس - بالاس - أبباي النيل الأزرق). ويقع مجمل الحوض محل الدراسة فيما بين خطي طول 34-40 درجة شرقاً، وبين دائرتي عرض 7-13 شمالاً، وهو يدخل

(1) يقع سد النهضة على خط طول "35°05'16.3" شرقاً، ودائرة عرض "11°12'54.8" شمالاً، قبل الحدود الإثيوبية السودانية بنحو 18 كم غرباً (شكل 1).

(2) نظراً لوجود بعض الاختلافات في تسميات الأماكن والأحواض من خريطة محلية إلى أخرى، كون بعضها كتب حسب اللهجات المحلية التي ينطق به الاسم كالأهمرية مثلاً، لذا فقد تم الاعتماد في هذا البحث على الأسماء التي وردت في الخرائط الطبوغرافية مقياس 1:1000000 كونها خرائط عالمية موحدة وأكثر تداولاً من الخرائط المحلية؛ كما تم تعريب الأسماء من هذه الخرائط الطبوغرافية على أساس الحروف المدونة باللغة الإنجليزية وليست المكتوبة نقلاً عن لهجات محلية أخرى.

بذلك ضمن الإقليم المناخي شبه الاستوائي والمداري المطير حسب تصنيف كين (Peel, M.C., 2007)؛ حيث تصل متوسطات كميات الأمطار في المنطقة إلى 850 ملم سنويا، وتتركز في فترتين خلال شهري فبراير ومارس وخلال الفترة من يونيو إلى سبتمبر، مع متوسط لدرجات الحرارة يصل إلى 20 درجة مئوية (About Ethiopia, 2011).



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على البيانات المستخرجة من الخرائط الطبوغرافية.

شكل (1) موقع منطقة الدراسة وأحواض التصريف النهري والمجاري الرئيسية بها.

وتسود في المنطقة التكوينات الجيولوجية الصلبة التي تتغلغل وتتناثر داخل أرجاء الحوض، والتي يتكون أغلبها من تكوينات قديمة جدا ترجع إلى ما قبل الكامبري، مثل تكوينات الكوارتز والأنديسايت الطفحي البركاني، وكذلك البازلت وقواطع الديولوريت والجابرو (Kazmin, V. 1972)، وهذه الصخور الشديدة الصلابة تحكم اتجاهات المجاري المائية وتجبرها على عدم الانتشار بشكل طبيعي؛ وقد

أثرت أيضا هذه البنية الجيولوجية على زيادة ارتفاعات التضاريس في المنطقة بشكل عام (شكل 6)، وحيث وصل متوسط الارتفاعات في المنطقة إلى 2299.20 متر (جدول 1)، مما انعكس على زيادة الانحدارات أيضا في مجمل المنطقة، حيث وصل متوسطها إلى ما بين 5-10 درجة (جدول 2، شكل 7)، مما يؤدي إلى زيادة سرعة الجريان وبالتالي تقليل أثر التبخر لحساب زيادة كثافة التصريف المائي.

ثانيا - منهج وأدوات الدراسة:

تم الاعتماد على المنهج الوصفي التحليلي للبيانات والمعاملات المورفومترية لشبكات وأحواض التصريف النهري، والتي تم استخلاصها من الأحواض الرئيسية المكونة لحوض النيل الأزرق محل الدراسة، ومن ثم إجراء المقارنات الارتباطية بين نتائج هذه المعاملات. وقد استخرجت وأجريت هذه المعاملات لكل حوض رئيسي على حدة، ثم أجملت على إجمالي حوض النيل محل الدراسة.

وقد شملت هذه المعاملات (قياس، واستخراج، وتحليل) البيانات الرقمية الإحصائية لكل من: رتب الأحواض، أعداد مجاريها، نسب تشعب مجاريها، خصائص أطوال مجاريها، وكثافات تصريف أحواضها؛ وكذلك قياس واستخراج مساحات أحواضها، محيطاتها، أبعاد الأحواض وأشكالها (الطول، العرض)، خصائص تضرسها (خصائص الارتفاع، الانحدار، الوعورة)، وأيضا استخراج بيانات التكامل الهبسومتري والذي يعكس الفترة الزمنية المقطوعة من الدورة التحتية لكل حوض. ومن ثم أجريت تحليلات ومقارنات رقمية بين مخرجات هذه المعاملات وعلاقتها الارتباطية، ثم وضعت كل هذه البيانات في صورة مصفوفة وجدول، ومن هذه الجداول تم إنشاء الأشكال البيانية والخرائط الرقمية للمنطقة.

وتمثلت أدوات الدراسة المستخدمة لاستخراج وتحليل جميع البيانات السابقة في كل من: مصادر المعلومات الأصولية المكتوبة - الخريطة الجيولوجية لإثيوبيا مقياس 1:2000000 لعام 1972 إنتاج المساحة الجيولوجية الإثيوبية (Kazmin, V. 1972) - الخرائط الطبوغرافية لإثيوبيا مقياس 1:1000000 لوحات (ADDIS ABEBA, KHARTOUM, MALAKAL, ASMARA, SOBAT) إنتاج المساحة العسكرية الأمريكية في سنوات مختلفة (U. S. Army., 1945-1960) - المرئيات الفضائية الرادارية ASTER بدقة مكانية 30متر، إصدار فبراير 2012⁽³⁾ والمحسنة في 2014 من إنتاج هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية ووكالة ناسا الفضائية (SRTM. 2012).

وقد أجريت التحليلات الرياضية والمقارنات باستخدام أساليب وأدوات التحليل المكاني Spatial Analyst Tools وأدوات إدارة البيانات Data Management Tools كأحد أدوات وتقنيات تطبيقات الاستشعار من البعد المتوفرة ببرنامجي ArcGIS, ERDAS IMAGINE، ومن الإجراءات التي تم

(3) اعتمد على هذا التاريخ 2012 ليكون إصدار هذه المرئيات قريب من تواريخ إصدار الخرائط الجيولوجية والطبوغرافية المتوفرة للمنطقة.

تنفيذها⁽⁴⁾: عمليات التصحيح الهندسي والجغرافي للمرئيات، إسقاط منطقة الدراسة ضمن المسقط الإنشائي Digital Elevation Models WGS 1984 UTM Zone 37N، استخراج نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، استخراج شبكات المجاري المائية وتحديد اتجاهاتها وانحداراتها، وبالتالي تحديد خط تقسيم المياه بين كل حوض وآخر، ثم استخراج حدود الأحواض الرئيسية بالمنطقة، ومن ثم تطبيق أشهر المعادلات المورفومترية المتعارف عليها على شبكات وأحواض هذه الأحواض، مما أعطى في النهاية صورة علمية عن الخصائص المورفومترية الطبيعية لحوض النيل الأزرق وأحواضه الرئيسية (راجع الأشكال والجدول).

ثالثاً - نتائج الدراسة وتحليلاتها:

1- خصائص أحواض التصريف النهري بمنطقة الدراسة:

أ- مساحات الأحواض:

يعد متغير المساحة من أهم المتغيرات في قياس خصائص الأحواض، حيث يترتب -ويبنى- عليه العديد من المتغيرات الأخرى؛ ومن خلال مراجعة (جدول 1) و(شكل 2) يتبين لنا ما يلي:

جدول (1) خصائص أحواض التصريف النهري لإجمالي حوض النيل الأزرق (الحوض محل الدراسة).

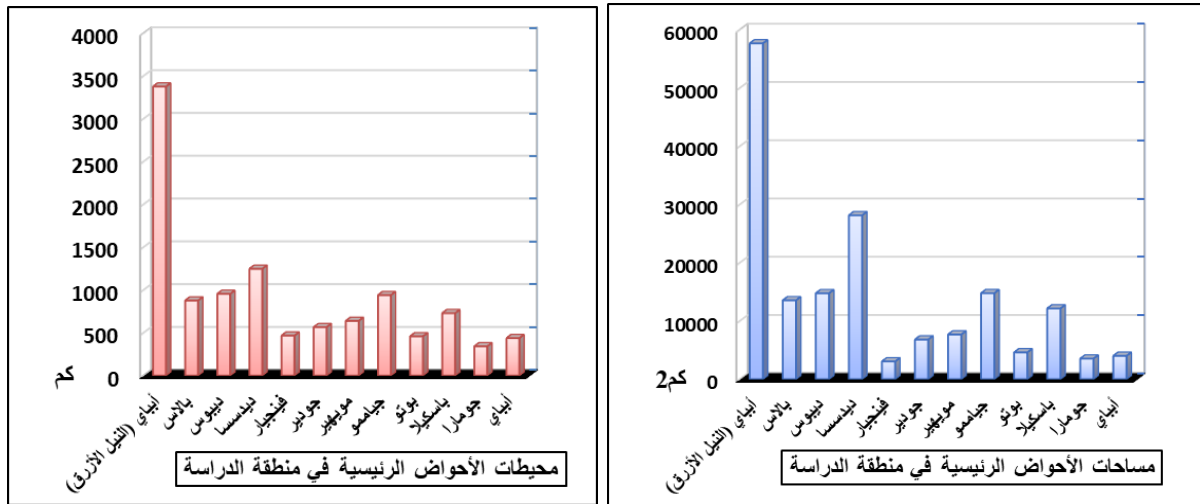
كثافة تصريف الحوض (كم/كم ²)	خصائص التضرس							معامل الانحدار	الأبعاد		المحيط		المساحة		الأحواض
	قيمة التكامل الهيسوميتري	معامل قيمة الوعورة	الانحدار الغالب (درجة)	نسبة متوسط ارتفاع الحوض إلى متوسط ارتفاع المنطقة	متوسط الارتفاع (متر)	أقل ارتفاع (متر)	أقصى ارتفاع (متر)		متوسط عرض الحوض (كم)	طول الحوض (كم)	المحيط (كم)	نسبة مساحة الحوض إلى مساحة الحوض الرئيسي	المساحة (كم ²)	نسبة مساحة الحوض إلى مساحة الحوض الرئيسي	
3.94	2.28	6.94	2-0	9.63	2657	1777	3537	0.58	38.58	96.81	3.97	437.71	2.35	4,017.55	أبيي
3.82	1.52	8.89	10-5	10.65	2939.5	1776	4103	0.43	56.19	78.24	3.10	342.19	2.07	3,534.47	جوسارا
3.75	4.00	11.39	30-10	9.89	2727.5	1209	4246	0.43	111.01	143.82	6.61	729.59	7.12	12,150.54	باسكيلا
3.81	1.47	11.94	18-10	9.70	2677.5	1110	4245	0.82	45.71	122.88	4.16	459.04	2.70	4,611.89	بوتو
3.93	5.40	10.77	موزعة	8.86	2445	1076	3814	0.45	108.11	162.47	8.52	940.56	8.65	14,772.89	جيامو
4.09	3.01	10.43	18-5	8.17	2253.5	978	3529	0.72	64.23	148.89	5.79	639.48	4.49	7,671.38	مويهير
4.03	2.77	9.90	18-5	7.82	2157.5	929	3386	0.60	64.25	127.41	5.13	565.86	3.99	6,814.10	جودير
4.15	1.30	9.75	10-0	7.37	2034	859	3209	0.71	39.23	93.24	4.24	467.54	1.79	3,050.61	فينجيار
3.83	10.91	9.87	18-5	6.96	1921.5	632	3211	0.67	117.28	274.05	11.30	1,247.74	16.48	28,139.04	ديسسا
3.96	5.75	10.17	10-0	6.70	1849.5	566	3133	0.63	79.80	192.14	8.65	955.25	8.65	14,760.15	ديبوس
3.79	6.14	8.35	10-2	5.95	1641	538	2744	0.89	56.42	219.22	7.95	877.42	7.94	13,548.07	بالاس
3.89	15.94	14.05	10-5	8.29	2287	479	4095	0.78	126.56	425.19	30.59	3,376.65	33.77	57,652.97	أبيي (النيل الأزرق)
46.99	60.49	122.46	10-5	100	27590.5	11929	43252	7.70	907.36	2,084.35	100	11,039.04	100	170,723.67	إجمالي حوض النيل الأزرق (الحوض الرئيسي)
3.92	5.04	10.21	10-5	8.33	2,299.21	994.08	3,604.33	0.64	75.61	173.70	8.33	919.92	8.33	14,226.97	متوسطات

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على قياسات وتحليلات البيانات المستخرجة من المرئيات الفضائية الرادارية ASTER.

أن متوسط مساحات الأحواض في المنطقة يصل إلى 14226.97 كم²، وأن أكبر أحواض المنطقة مساحة هو حوض (أبيي النيل الأزرق) والذي تصل مساحته إلى 57652.97 كم² وهي مساحة كبيرة جداً إذا ما قورنت بمساحة أحواض أخرى؛ كحوض العريش بسيناء 19306 كم² (صالح، 1985)؛ أو حوض قنا 16000 كم² (شاور، 1982)، أو حوض العلاقي 44000 كم² (محسوب، 1990). وعموماً

(4) لتفاصيل الإجراءات راجع كل من (Lillesand, T. M., & Kiefer, R. W., 2000)، (Pike, R. J., 2006)، (Pratt, W. K., 2001)، (Schowengerdt, R. A., 2007)، (U.S. Army, Corps of Engineers., 2003)، (Willison, J., 2006).

يمثل (أبباي النيل الأزرق) ما يقارب 33.77% من مساحة منطقة الدراسة؛ ويليه في المراكز أحواض (ديدسا - جيامو - ديبوس - بالاس - باسكيلا) على التوالي بمساحات تتراوح بين 14000-28000 كم²، أما باقي أحواض المنطقة فنقل كل منها عن 10000 كم²، وصولاً إلى أصغرها وهو حوض (فينجيار) والذي يصل إلى قرابة 3000 كم² فقط. ويلاحظ من خلال (جدول 4 وشكل 15) أن أغلب العلاقات بين المساحة وبين المتغيرات الأخرى في أحواض المنطقة هي علاقة ارتباطية طردية قوية، وتصل ذروة قوتها بين المساحة وبين كل من (عدد مجاري الحوض - مجموع أطوال المجاري) حتى تكاد تكون علاقة طردية تامة، وأيضاً ترتبط بقوة مع متغيرات (المحيط - الطول - قيمة التكامل الهيسومتري).



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات جدول (1).

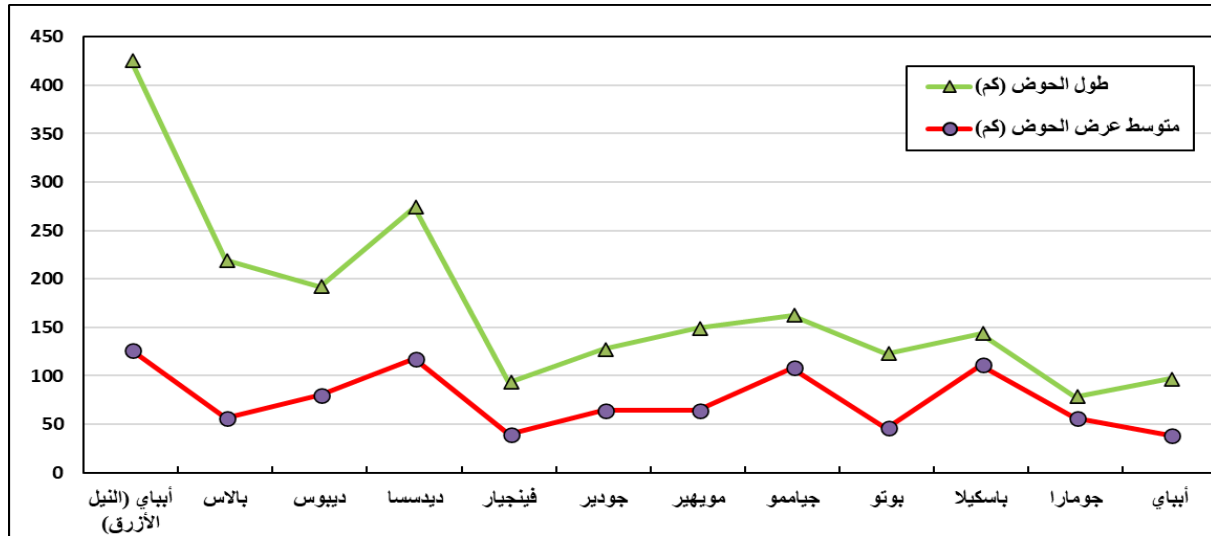
شكل (2) مساحات ومحيطات أحواض التصريف النهري الرئيسية بمنطقة الدراسة.

ب- محيطات الأحواض:

ترجع أهمية استخراج محيطات الأحواض في أن مؤشر المحيط يبني عليه العديد من متغيرات قياس أشكال الأحواض (عاشور، و تراب، 1991) والمساحات، فهو يمثل خط تقسيم المياه الذي يستخرج من خلاله المساحة ومن ثم أبعاد الطول ومتوسط العرض. ويمكننا من خلال (جدول 1) و(شكل 2) أن نتبين أن هناك تقارب كبير بين خصائص مساحات وبين محيطات الأحواض بالمنطقة. ومن خلال (جدول 1) يمكننا أن نتبين أن متوسط أطوال محيطات المنطقة يصل إلى 919.92 كم، وقد سجل حوضاً (أبباي النيل الأزرق - ديدسا) المركزين الأول والثاني على التوالي، حيث يمثلان معاً ما يقارب 42% من إجمالي محيطات أحواض منطقة الدراسة. في حين سجل كل من حوض (أبباي - جومارا - بوتو - فينجيار) أقل من 5% من محيطات الأحواض في المنطقة. وأيضاً سجل متغير المحيطات قيم ارتباط طردية قوية بينه وبين المتغيرات الأخرى وعلى الأخص (طول الحوض - عدد مجاري الحوض - مجموع أطوال المجاري) (جدول 4 وشكل 15).

ج- أبعاد وأشكال الأحواض:

من مؤشرات الأبعاد الأساسية للأحواض مؤشر طول الحوض، وعادة يقاس بعدة طرق⁽⁵⁾ لكن من أكثرها شيوعاً القياس من نقطة المصب والى أبعد نقطة على محيط الحوض؛ ومن مراجعة (جدول 1) و(شكل 3) يتبين لنا أنه قد وصل متوسط أطوال أحواض منطقة الدراسة إلى 173.70 كم، وكذلك وصل إجمالي متوسط عرض الأحواض إلى 75.61 كم، وهذه الأبعاد في مجملها متقاربة على مستوى المنطقة ككل، وأيضاً سجل تقارب ملحوظ بين كل من طول الحوض ومتوسط عرضه في أغلب أحواض المنطقة، وبالأخص في أحواض (جومارا - باسكيلا - فينجيار) مما يجعل شكلهم أقرب إلى الاستدارة منه إلى الاستطالة؛ وأخذ التباعد بين الطول ومتوسط العرض يظهر بوضوح في كل من أحواض (ديدسا - بالاس - أبيبي النيل الأزرق)، مما يشير إلى ميل هذه الأحواض إلى الاستطالة منها إلى الاستدارة مع زيادة واضحة في هذا الميل إلى الاستطالة في الحوض الأخير.



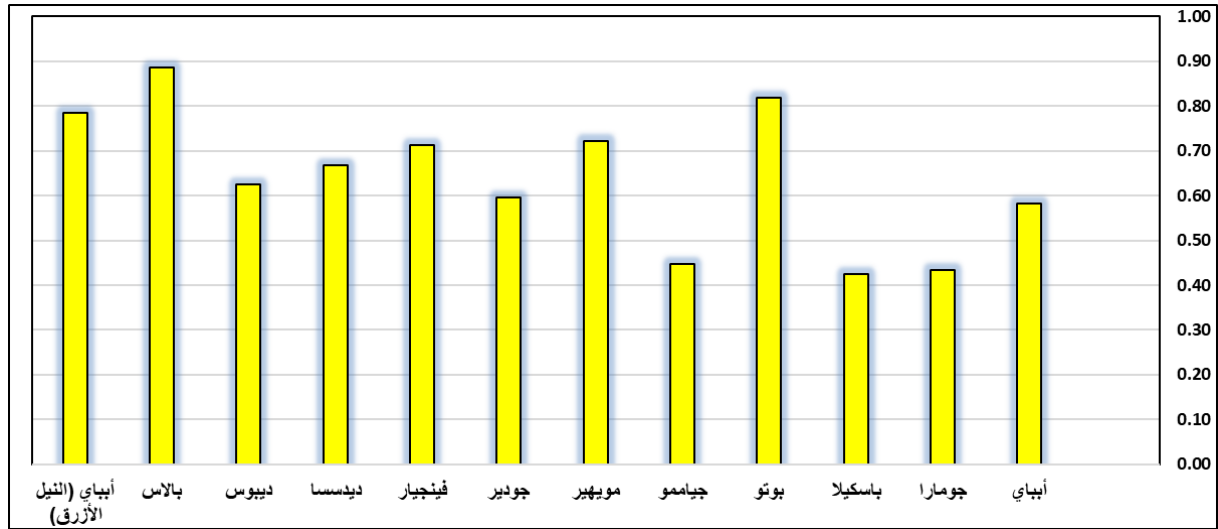
المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات جدول (1).

شكل (3) أبعاد أحواض التصريف النهري الرئيسية بمنطقة الدراسة.

ومن خلال (جدول 4 وشكل 15) نلاحظ وجود علاقات ارتباطية طردية قوية بين أطوال الأحواض وبين كل من (المساحة - المحيط - قيمة التكامل الهيسومتري - رتبة الحوض - عدد مجاري الحوض - مجموع أطوال المجاري) وكانت أقرب إلى العلاقة التامة مع آخر متغيرين؛ وكذلك وجدت نفس هذه العلاقة الطردية ولكنها بقوة متوسطة بين كل من متوسط العرض وبين كل من (قيمة التكامل الهيسومتري - رتبة الحوض - عدد مجاري الحوض - مجموع أطوال المجاري).

(5) للتفاصيل يمكن مراجعة (Chorley, R. J. 1969).

وأما بالنسبة لمعاملات قياس أشكال الأحواض فهي كثيرة، ومنها ما يقيس نسبة الاستطالة (Schumm, S. A., 1956)، ومنها ما يقيس نسبة الاستدارة (Morisawa, M., 1985)، ومنها ما يقيس معاملات كالاندماج أو الانبعاج. ويعالج معامل الانبعاج بعض السلبيات التي ظهرت على معدل الاستدارة (عاشور، و تراب، 1991) أو حتى الاستطالة، حيث هنالك أحواض لا يمكن تطبيق معدل الاستطالة عليها، وأحواض أخرى لا يمكن تطبيق معدل الاستدارة عليها، وكل ذلك يتحدد في الأساس حسب الشكل الطبيعي للحوض؛ ولذا فقد استخدم الباحث معامل الانبعاج فقط لإمكانية تطبيقه على جميع أشكال الأحواض، وإمكانية التعرف على مقادير الاستطالة وكذلك الاستدارة من خلال استخراج ناتج واحد فقط، وهذا المعامل يستخرج من خلال المعادلة: (مربع الطول الحوضي ÷ مساحة الحوض×4)؛ وكلما زادت قيمة الناتج دل ذلك على الاقتراب إلى الاستطالة، وأيضاً العكس صحيح، كلما قلت قيمة الناتج دل على الاقتراب إلى الاستدارة (Gregory, K. J., & Walling, D. E., 1979).



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات معامل الانبعاج جدول (1).

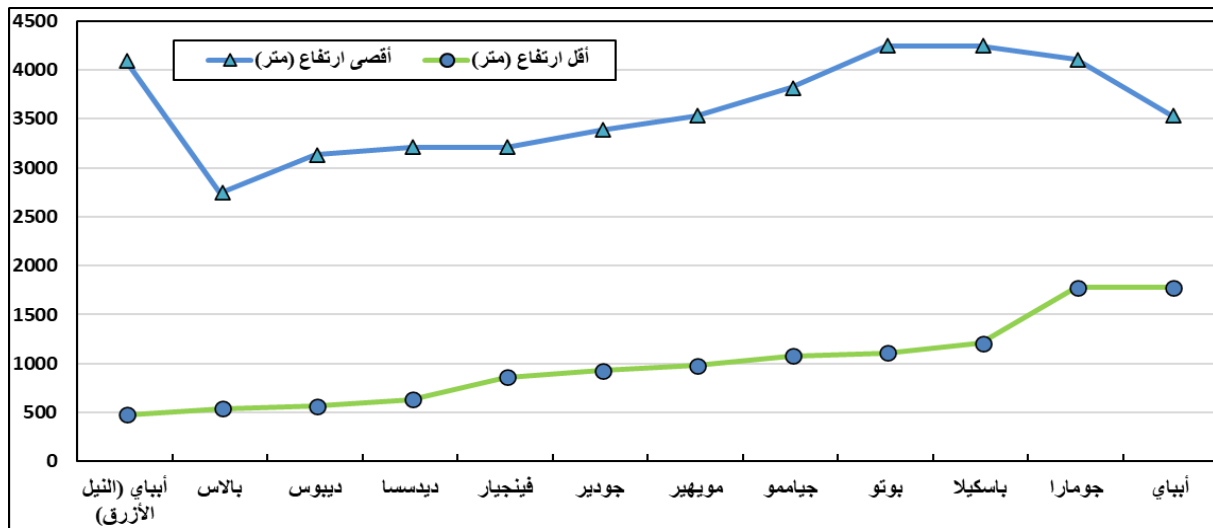
شكل (4) خصائص استطالة أحواض منطقة الدراسة.

ومن هنا نستخلص من (جدول 1) و(شكل 4) أن متوسط معامل الانبعاج لإجمالي منطقة الدراسة يصل إلى 0.64، وبالرغم من انخفاض هذه القيمة إلا أنها تشير إلى الميل العام الخفيف لأحواض منطقة الدراسة نحو الاستطالة. وبلغ أقرب الأحواض إلى الاستطالة حوض (بالاس) حيث بلغ معامل انبعاجه 0.89، وتلاه حوض (بوتو) ومعامله كان 0.82، وكان في المراكز الثلاثة التالية أحواض (أبيبي النيل الأزرق - مويهير - فينجيار) على التوالي؛ أما حوضي (جومارا - باسكيلا) فقد سجلا أقل قيمة انبعاج، مما يشير إلى قربهم إلى شكل الاستدارة. وأيضاً من خلال (جدول 4 وشكل 15) لم يلاحظ وجود علاقات قوية بين معامل الانبعاج وبين باقي متغيرات الأحواض، باستثناء طول الحوض والانحدار الغلب اللذان سجلا قيم ارتباط طردية أقل من المتوسطة بقليل.

د - خصائص تضرس الأحواض:

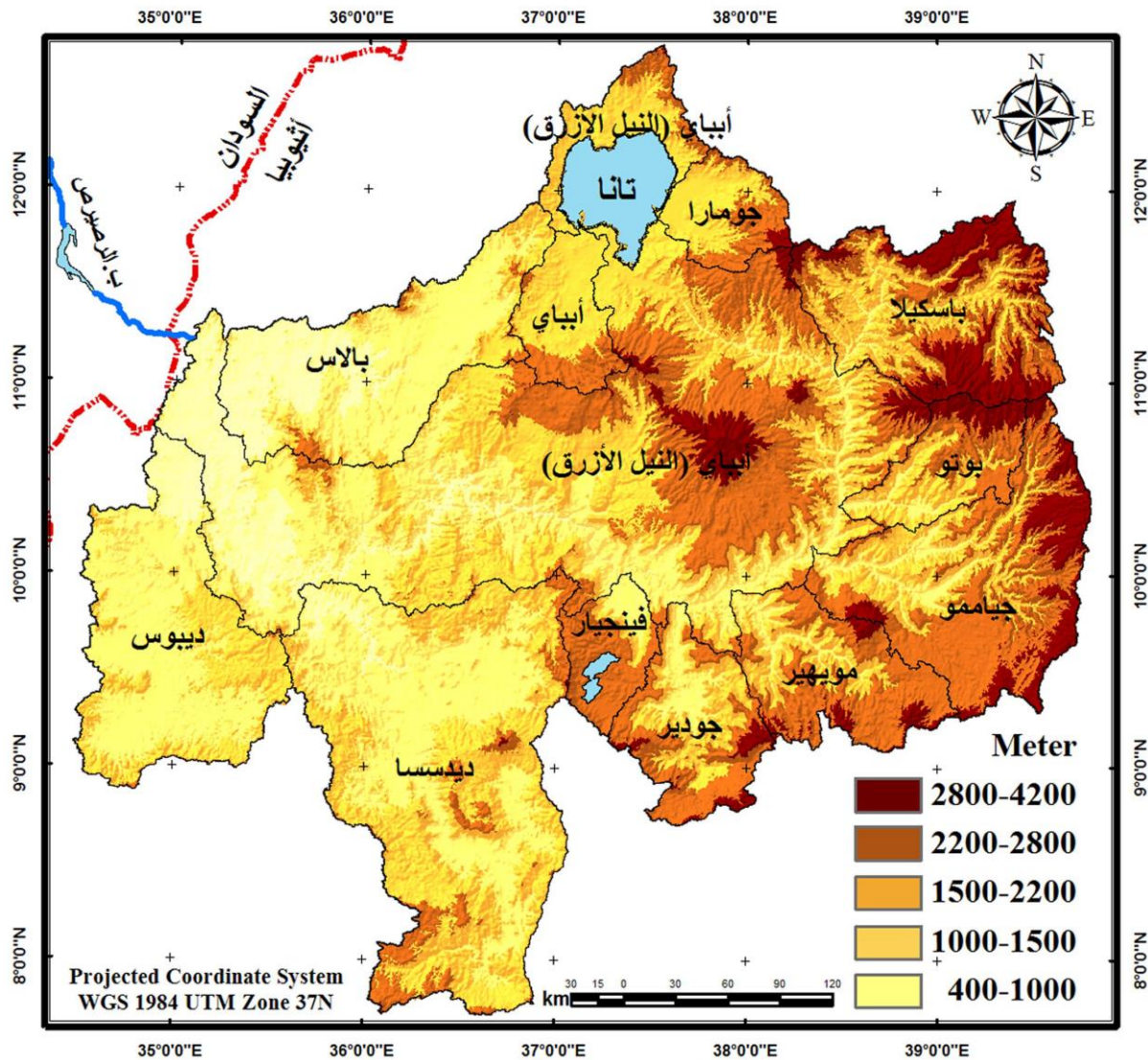
تعد خصائص التضرس بمثابة السجل التاريخي للأحداث التي مر بها الحوض أثناء مراحل نموه الحوض، فهي تعالج العديد من المتغيرات مثل خصائص الارتفاع، والانحدار، ومقدار وعورة السطح، وكذلك قيمة التكامل الهبومتري والتي يعبر بها عن الفترة الزمنية المقطوعة من الدورة التحاتية للحوض، وفي المجمل تعطي مؤشرات التضرس فكرة جيدة على نشاط عملية التعرية داخل الحوض. ومن خلال تحليل (جدول 1) و(شكل 5) نلاحظ أن متوسط الارتفاعات في أحواض المنطقة قد وصل إلى 2299.21 متر، وقد أقرب هذا المتوسط من متوسط ارتفاع أحواض كل من (جياممو - مويهير - أبيبي النيل الأزرق)، وأكثر الأحواض ابتعاد عن هذا المتوسط كان حوضي (جومارا - بالاس) والأول كانت نسبة متوسط ارتفاعه إلى متوسط ارتفاع المنطقة 10.65% بالزيادة، في حين وصل الثاني إلى 5.95% بالتناقص.

أما بالنسبة إلى أقصى وأدنى ارتفاع لتضاريس أحواض المنطقة، فقد زاد الفاصل التضاريسي بشكل واضح في أحواض (أبيبي النيل الأزرق - بوتو - باسكيلا) حيث سجل المدى التضاريسي فيهم 3616، 3135، 3037 متر على التوالي؛ كما سجل آخر حوضان أقصى ارتفاع وجد في أحواض المنطقة على الإطلاق 4246 متر، في حين سجل أقل ارتفاع 479 متر في حوض (أبيبي النيل الأزرق)، ولعل ذلك بسبب اتساع مساحته. ويجب الإشارة إلى أن أقل الارتفاعات المسجلة في أحواض (أبيبي - جومارا - باسكيلا - بوتو - جياممو) كانت مرتفعة بشكل ملحوظ، حيث لم تقل عن 1000 متر بل وصلت إلى 1777 متر، ومن مراجعة تضاريس المنطقة (شكل 6) يلاحظ وجودهم في أقصى شرق وشمال منطقة الدراسة حيث الارتفاعات الشاهقة التي يمكن أن تغطي أغلب مساحة كل حوض.



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات جدول (1).

شكل (5) ارتفاعات تضاريس الأحواض بمنطقة الدراسة.



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على البيانات المستخرجة من المرئيات الفضائية الرادارية ASTER بدقة مكانية 30متر.

شكل (6) تضاريس أحواض التصريف النهري بمنطقة الدراسة.

وقد أكدت تحليلات خصائص الانحدار على ما سبق عرضه عن خصائص التضاريس؛ كما في (جدول 2) و(شكل 7) اللذان يشيران إلى أن أعلى درجات الانحدار سجلت في حوض (باسكيلا) حيث تتراوح الانحدار الغالب فيه بين 10-30 درجة، وكذلك حوض (بوتو) الذي تتراوح بين 10-18 درجة، وتتدخل هذه الانحدارات حسب تصنيف (Young, A., 1972) إلى فئات الانحدار المتوسط لحوض (بوتو) والانحدار الشديد لحوض (باسكيلا). بل وجد في المنطقة أشد الفئات انحدارا على الإطلاق (الحافات الرأسية 45-75 درجة) ⁽⁶⁾ وبالرغم من محدوديتها فقد وجدت في أغلب أحواض المنطقة (جدول 2) و(شكل 8) وخاصة في شرق وشمال شرق المنطقة، وعلى الأخص في أحواض (باسكيلا -

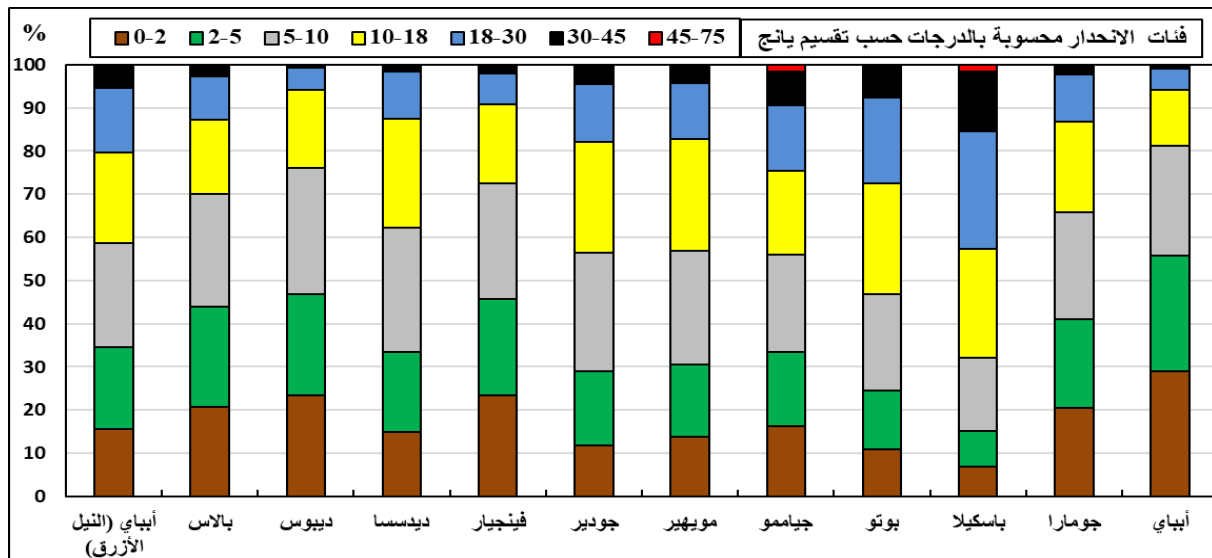
(6) فئة الحافات الرأسية حسب تصنيف (Young, A., 1972) هي من 45 درجة فأكثر، ولكن أغلقت هذه الفئة هنا لأنه لا يوجد في منطقة الدراسة أعلى من انحدار 75 درجة، وذلك حسب المستخرج من نموذج الارتفاعات الرقمية DEM لمنطقة الدراسة.

جياممو - بوتو - مويهير - جودير) على الترتيب، وكذلك الأمر بالنسبة إلى فئة الانحدار الشديد جدا (30-45 درجة) ظهرت بمحدودية في كل الأحواض، وبرزت في حوض (باسكيلا)، كما أن أغلب الانحدارات انتشارا على مستوى الحوض، كان في فئة انحدار 5-10 درجة وذلك بنسبة 29% من إجمالي انحدارات الحوض، وقد وجد ذلك في أحواض (ديدسا - ديبوس) ووجدت أيضا نفس النسبة في حوض (أبباي) في فئة الانحدار المستوي جدا؛ في حين أن حوض (جياممو) هو الحوض الوحيد الذي لم يسجل أي تركيز انحداري⁽⁷⁾ لأي فئة من فئات الانحدار، بل وزعت انحداراته على جميع فئات الانحدار.

جدول (2) خصائص فئات الانحدار للأحواض الرئيسية في منطقة الدراسة.

الفئات الأكثر انتشاراً (درجة)	75-45	45-30	30-18	18-10	10-5	5-2	2-0	النسب المئوية لانحدارات الحوض (%)
2-0	0.03	0.88	4.95	13.03	25.25	26.84	29.02	أبباي
10-5	0.10	2.28	10.82	21.00	24.70	20.70	20.40	جومارا
30-10	1.65	13.90	27.08	25.39	16.75	8.32	6.91	باسكيلا
18-10	0.58	7.04	19.89	25.62	22.27	13.74	10.85	بوتو
موزعة	1.61	7.79	15.14	19.51	22.44	17.38	16.14	جياممو
18-5	0.48	3.86	12.87	25.86	26.50	16.64	13.78	مويهير
18-5	0.46	4.13	13.37	25.55	27.54	17.13	11.82	جودير
10-0	0.22	1.81	7.19	18.39	26.57	22.49	23.32	فينجيار
18-5	0.04	1.50	10.92	25.27	28.77	18.65	14.85	ديدسا
10-0	0.02	0.64	5.17	18.09	29.29	23.48	23.31	ديبوس
10-2	0.19	2.62	9.92	17.32	25.95	23.40	20.60	بالاس
10-5	0.32	5.06	14.92	21.08	24.04	18.92	15.67	أبباي (النيل الأزرق)
10-5	0.45	4.50	13.41	21.64	25.05	18.72	16.23	إجمالي حوض النيل الأزرق

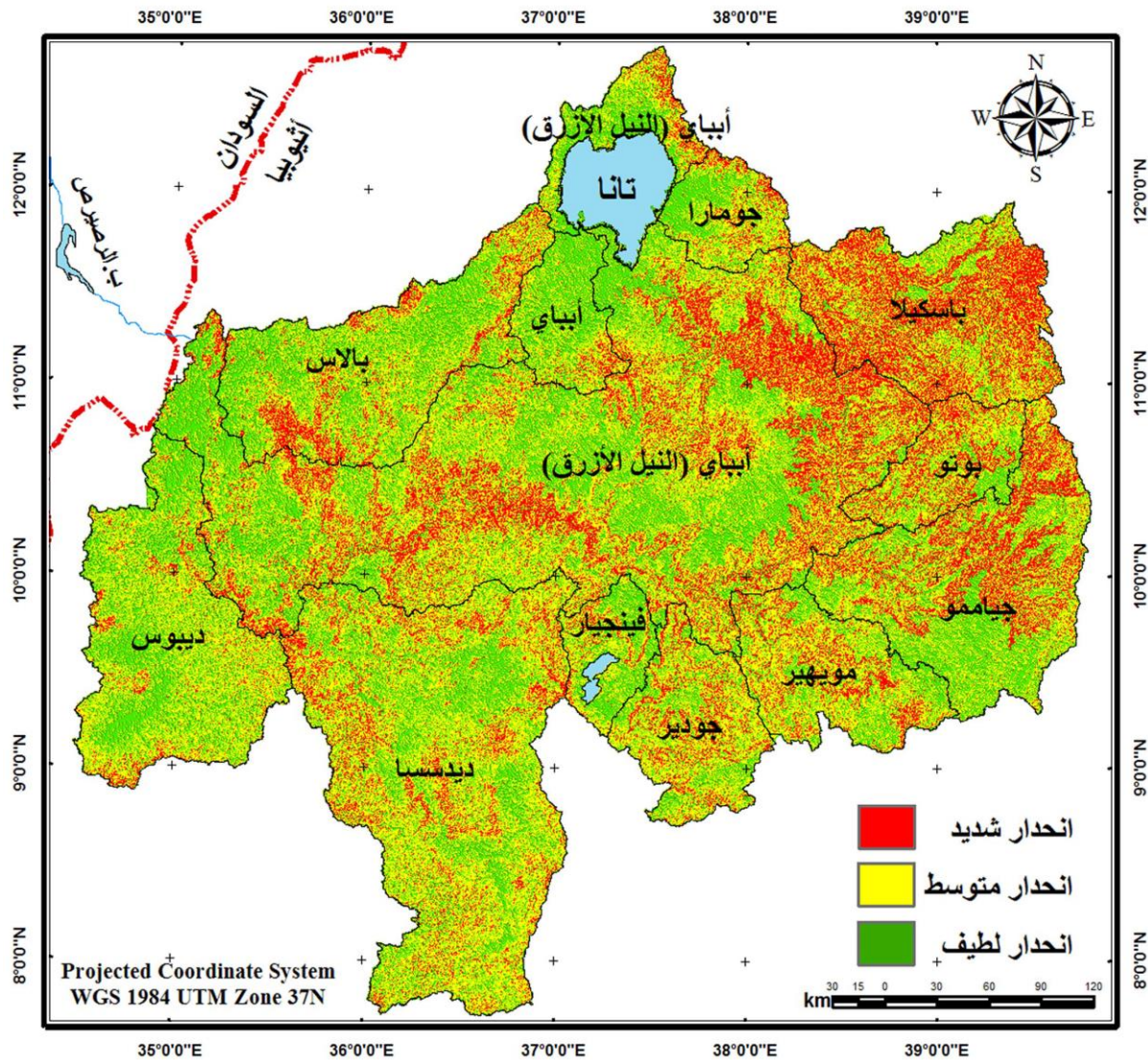
المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على قياسات وتحليلات البيانات المستخرجة من المرئيات الفضائية الرادارية ASTER.



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات جدول (2).

شكل (7) فئات الانحدارات بأحواض التصريف النهرية بمنطقة الدراسة.

(7) يحسب التركيز الانحداري للفئة التي تتعدى نسبة تركيز الانحدارات بها 25% من إجمالي انحدارات الحوض.

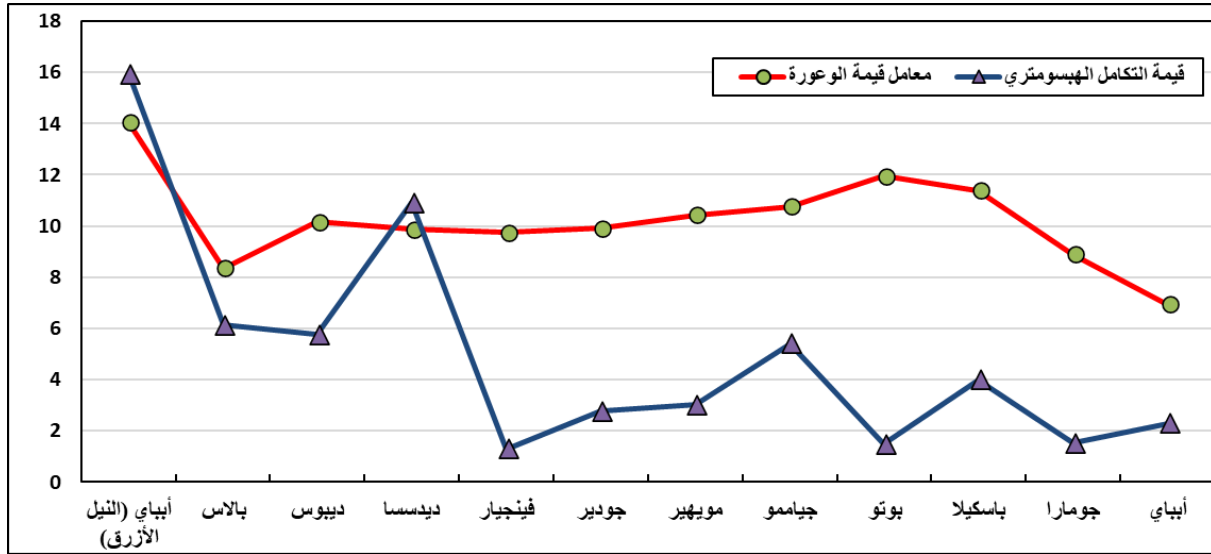


المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات جدول رقم (2)، وتم دمج الفئات وتعميمها إلى ثلاثة فقط، لتفاد تشويش الألوان على الخريطة.

شكل (8) خصائص انحدارات أحواض التصريف النهرية بمنطقة الدراسة.

وتستخرج قيمة الوعورة حسب (Strahler, A. N. 1964) من المعادلة التالية: ((كثافة التصريف \times المدى التضاريسي) \div 1000)، وقد جاءت النتائج المستخرجة عن خصائص الوعورة لتؤكد على النتائج المتحصل عليها من التحليلات السابقة لارتفاعات التضاريس، فحدث تطابق كبير بين كلا منحني الوعورة (شكل 9) وبين منحنى أقصى ارتفاع (شكل 5) مما يعكس مدى الترابط الشديد بينهما؛ وأيضاً وجد تشابه ملحوظ بين النتائج المستخرجة عن انحدارات الأحواض وبين خصائص الوعورة كما في (جدول 1)، مع بروز حوضين لم يكونا بارزين عند تحليل خصائص الانحدارات، ألا وهما حوض (ديبوس) الذي سجل قيمة وعورة مقدارها (10.17)، وحوض (أبيي النيل الأزرق) الذي سجل أعلى قيمة وعورة (14.05) على مستوى أحواض المنطقة، ولعل ذلك يرجع إلى اختلاف وتباين التكوينات

الجيولوجية (Kazmin, V. 1972) لكلا الحوضين، مما انعكس على تباين درجات تماسك وصلابة تكوينتهما، وبالتالي اختلاف وتباين عمليات النحت والتعرية ومن ثم زيادة درجة الوعورة في كليهما.



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على مخرجات جدول (1).

شكل (9) قيم الوعورة والتكامل الهيسومتري في الأحواض بمنطقة الدراسة.

من الجدير بالذكر هنا أن نشير إلى أن؛ في كل جزء من أجزاء الوادي تسود عملية مورفولوجية مختلفة عن الجزء المجاور لها، وبدرجة مختلفة أيضا، وفي نفس الجزء يختلف نوع العملية بعد مرور فترة زمنية؛ بسبب المحاولة المستمرة للنظام الكلي للوادي إلى تحقيق مرحلة التعادل أو التوازن بين النحت والإرساب (الحسيني، 1996)، وهذه الديناميكية الدائمة تتطلب مرور الأحواض بمراحل مورفولوجية متتابعة؛ وهنا يأتي دور التعرف على خصائص التكامل الهيسومتري الذي يساعد على تحديد هذه المراحل⁽⁸⁾. بل ويعد من أدق المعاملات المورفومترية التي تمثل الفترة الزمنية المقطوعة من الدورة التحتانية للأحواض التصريفية (تراب، 1984). وقد استخرجت قيم التكامل الهيسومتري حسب (مصطفى، 1982) من خلال المعادلة التالية: (المساحة الحوضية ÷ المدى التضاريسي)، وكلما زادت قيمة التكامل كلما زادت مرحلة الفترة الزمنية المقطوعة من الدورة التحتانية للحوض؛ ويظهر لنا من (جدول 1) و(شكل 9) أن أكثر أحواض المنطقة تقدما في الفترة الزمنية المقطوعة من الدورة التحتانية لإجمالي حوض منطقة الدراسة هو حوض (أبباي النيل الأزرق) بقيمة تكامل بلغت 15.94، يليه في المركز الثاني حوض (ديدسا) والذي بلغت قيمة تكامله 10.91، ثم يأتي أحواض (بالاس - ديبوس - جيامو) في المركز الثالث، بقيمة تكامل انخفضت إلى 6.14، 5.75، 5.40 على التوالي؛ كما تعد الأحواض (جومارا - بوتو - فينجيار) أقل أحواض منطقة الدراسة تقدما في دورتها التحتانية، حيث

(8) للتفاصيل راجع (جاد، 1984).

سجلت على التوالي قيم 1.52، 1.47، 1.30 وهي أقل القيم المسجلة في المنطقة. ومن خلال (جدول 4 وشكل 15) يظهر لنا وجود علاقة ارتباطية طردية قوية بين قيم التكامل الهيسومتري وبين كل من (المساحة 0.978 - المحيط 0.934 - طول الحوض 0.983 - متوسط عرض الحوض 0.789)، في حين تحولت العلاقة إلى طردية متوسطة مع (معامل قيمة الوعورة 0.532)، ومن ثم أصبحت العلاقة ضعيفة مع (معامل الانبعاث) وعكسية ضعيفة مع (الانحدار).

2- خصائص شبكات التصريف النهري لأحواض منطقة الدراسة:

تم استخراج خصائص شبكات التصريف النهري لجميع أحواض منطقة الدراسة من المرئيات الفضائية الرادارية ASTER بدقة مكانية 30متر، وتم حصرها في الملاحق (من 1 إلى 12)، ومن هذه الملاحق تم استخلاص خصائص شبكات التصريف النهري لمجمل حوض النيل الأزرق (الحوض محل الدراسة) كما يظهر في (جدول 3)، ومن هذا الجدول وملاحقه تم التفصيل لجميع العناصر التالية:

أ- رتب الأحواض: (9)

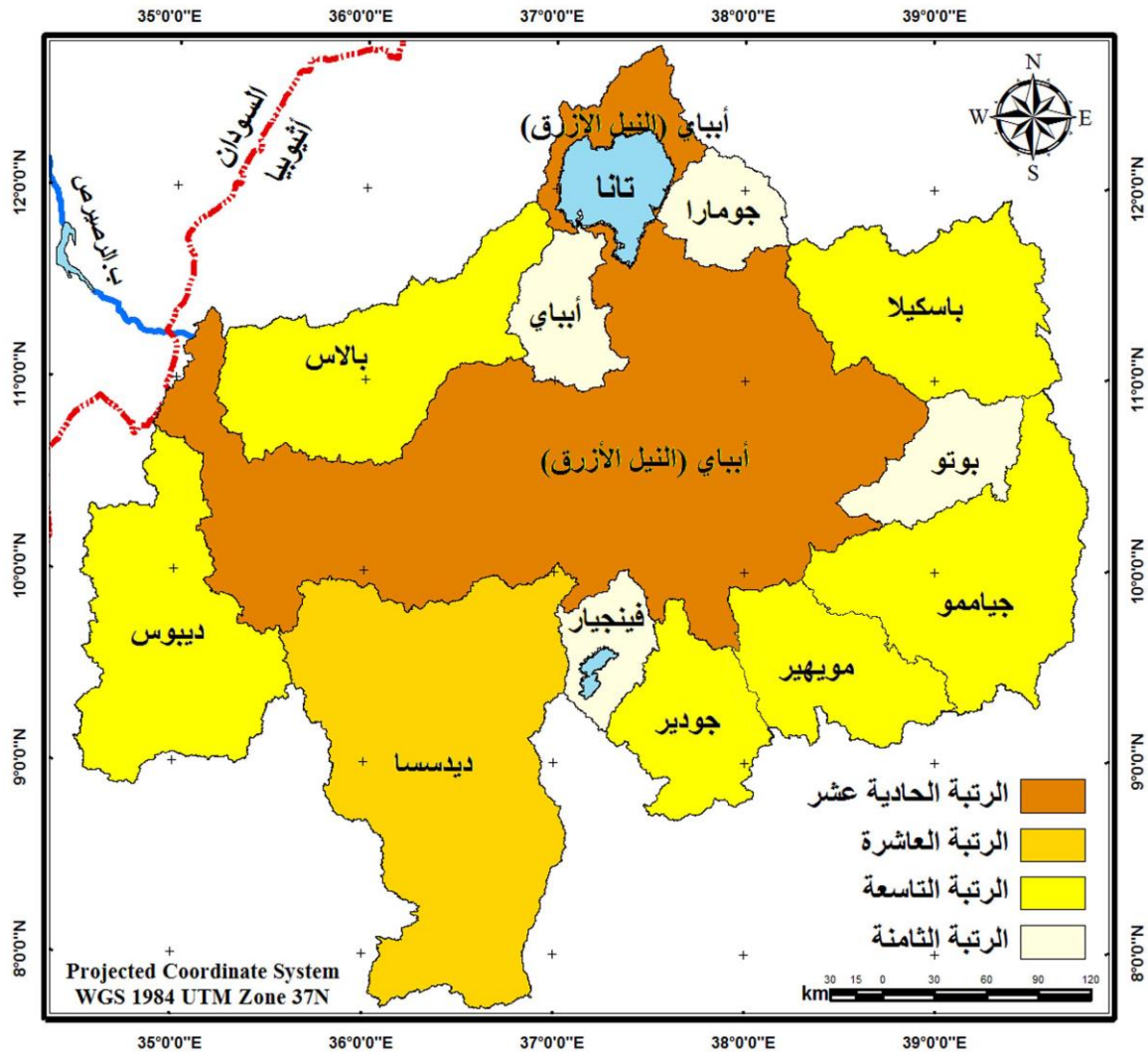
يظهر لنا من (جدول 3) و(شكل 10) أن أحواض منطقة الدراسة تصل إلى الرتبة الحادية عشر، وتظهر هذه الرتبة في المجرى الرئيسي لحوض (أبباي النيل الأزرق) وهو أكبر الأحواض من حيث المساحة (جدول 1)، ولا يصل من أحواض منطقة الدراسة إلى الرتبة العاشرة إلا حوض (ديدسا) وهو ثاني أحواض المنطقة من حيث المساحة، أما أغلب أحواض المنطقة فتصل إلى الرتبة التاسعة (الملاحق من 1 إلى 15)، ويمثلها أحواض كل من (باسكيلا - جياممو - مويهير - جودير - ديبوس - بالاس) وهم من أصحاب المساحات المتوسطة، ويتبقى من أحواض المنطقة الأحواض ذات المساحات الصغيرة مثل أحواض (أبباي - جومارا - بوتو - فينجيار). ويلاحظ أن الروافد الشمالية والشرقية لحوض (أبباي النيل الأزرق) تصل إلى رتب مرتفعة كالرتبة الثامنة والتاسعة خلال مسافة قصيرة من طول المجرى، وهذا يعكس شدة ارتفاع وانحدار الروافد العليا لهذه المجاري. ومن هنا يتضح لنا أن هناك صلة بين كل من مساحات الأحواض وبين الرتب التي وصلت إليها الأحواض، بل إن هذه الصلة هي صلة ارتباطية طردية قوية تصل إلى 0.93 (جدول 4 وشكل 15)، ولا تقتصر هذه الصلة على المساحات فقط، بل أن هناك صلة ارتباطية قوية أيضا بين الرتب وبين كل من (طول الحوض - قيمة التكامل الهيسومتري - عدد مجاري الحوض - مجموع أطوال المجاري)، وتكاد تختفي العلاقة بين رتب الأحواض وبين معامل انبعاث الأحواض حيث لا تتعدى 0.22 فقط (جدول 4 وشكل 15).

(9) تم الاعتماد في تصنيف الرتب على تصنيف (Strahler , A. N., 1952).

جدول (3) خصائص شبكة التصريف النهري لإجمالي حوض النيل الأزرق (الحوض محل الدراسة).

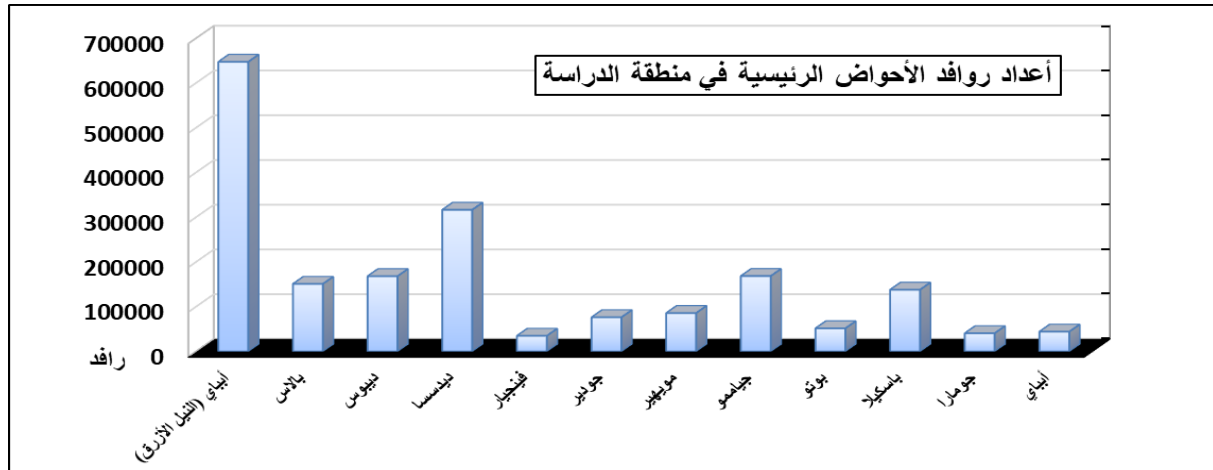
أقصر مجرى في الرتبة (كم)، (أقل من 30 متر لا يظهر)	أطول مجرى في الرتبة (كم)	الانحراف المعياري عن متوسط طول المجرى	متوسط طول المجرى (كم)	نسبة مجموع أطوال مجاري الرتبة إلى إجمالي أطوال مجاري الحوض (%)	مجموع أطوال مجاري الرتبة (كم)	نسب التشعب	نسبة عدد مجاري الرتبة إلى إجمالي مجاري الحوض (%)	عدد مجاري الرتبة (مجرى)	رتب الحوض الرئيسي
-	7.17	0.21	0.25	62.56	415,115.03	-	86.26	1,658,914	الأولى
-	5.66	0.42	0.48	11.87	78,764.51	10.21	8.45	162,419	الثانية
-	11.48	0.95	1.09	13.17	87,378.79	2.03	4.16	79,959	الثالثة
-	24.90	2.22	2.45	6.29	41,758.61	4.70	0.89	17,027	الرابعة
-	43.35	5.39	5.87	3.24	21,526.35	4.64	0.19	3,667	الخامسة
-	91.28	11.10	12.75	1.61	10,660.24	4.39	0.04	836	السادسة
0.4370	125.51	19.04	23.80	0.69	4,569.76	4.35	0.01	192	السابعة
1.3739	135.83	38.56	54.21	0.29	1,951.49	5.33	0.00	36	الثامنة
11.9408	206.38	61.54	99.12	0.15	991.23	3.60	0.00	10	التاسعة
80.0461	569.54	244.75	324.76	0.10	649.53	5.00	0.00	2	العاشرة
-	-	-	-	0.03	198.36	2.00	0.00	1	الحادية عشر
-	-	-	0.35	100	663,563.90	-	100	1,923,063	المجموع

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على البيانات المستخرجة من الملاحق (من 1 إلى 12).

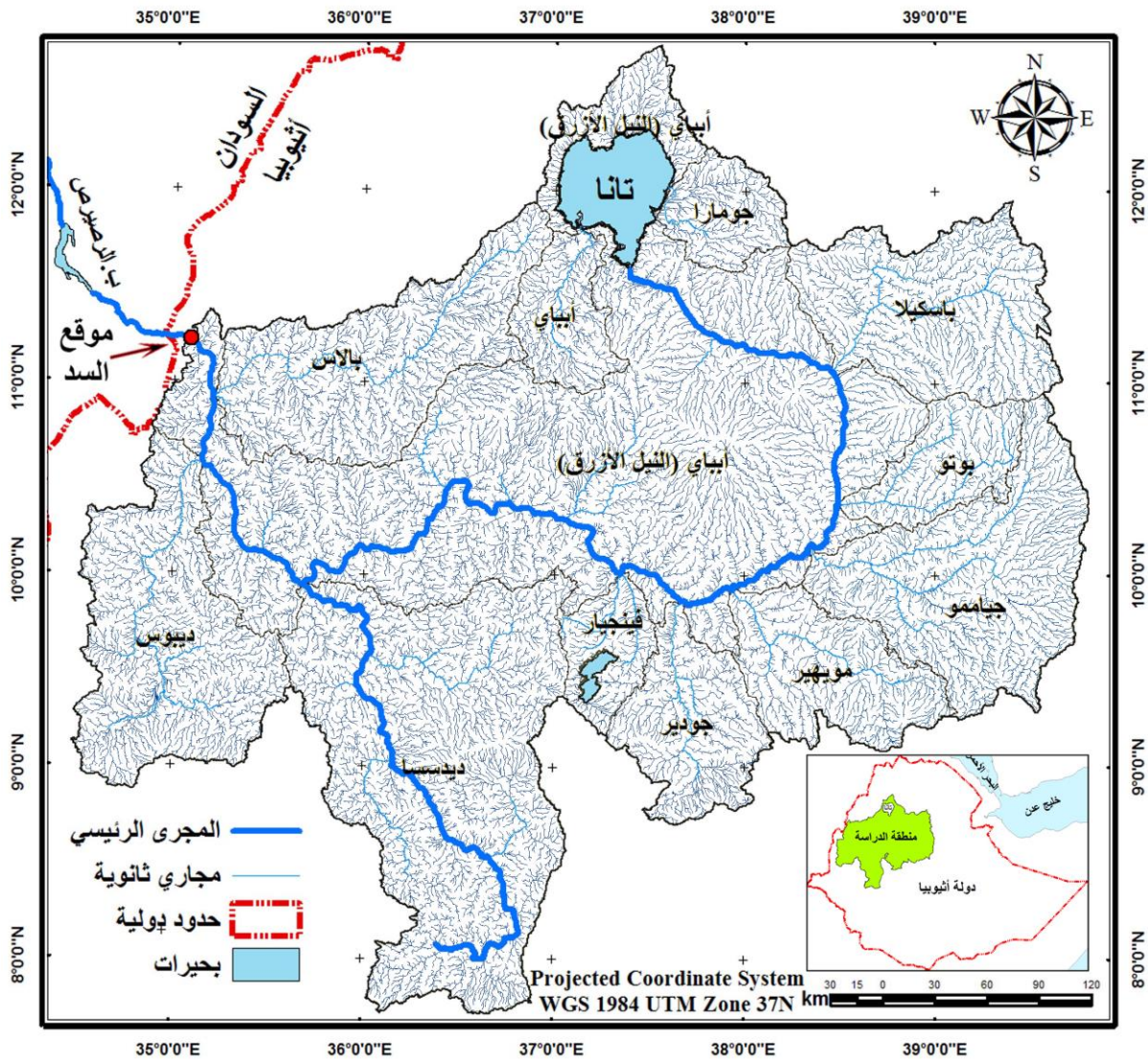


المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على البيانات المستخرجة من الملاحق (من 1 إلى 12).

شكل (10) رتب أحواض التصريف النهري بمنطقة الدراسة.



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على البيانات المستخرجة من الملاحق (من 1 إلى 12).



شكل (11) شبكة التصريف النهري بمنطقة الدراسة، وأعداد روافد الأحواض الرئيسية.

ب- أعداد مجاري الأحواض:

من مراجعة (جدول 3) و(شكل 11) يظهر لنا أن عدد المجاري النهرية في منطقة الدراسة يصل إلى 1923063 مجرى، ويتركز أكبر عدد من هذه المجاري في مجاري الرتبة الأولى بنسبة 86.26% من إجمالي أعداد مجاري المنطقة، حيث يصل عدد مجاري هذه الرتبة الأولى إلى 1658914 مجرى. كما تتركز أغلب أعداد هذه المجاري على الترتيب في أحواض (أبباي النيل الأزرق - ديدسا - جيامو - ديبوس - بالاس) (الملاحق من 1 إلى 12)، وبالطبع تنال الرتبة الأولى النسبة الأكبر (أكثر من 85% من الأعداد) داخل كل حوض من هذه الأحواض الأخيرة. ونلاحظ هنا وجود علاقة قوية جدا إلى حد يقترب من العلاقة التامة التي تصل إلى 0.9998 (جدول 4 وشكل 15)، وذلك بين أعداد مجاري الأحواض وبين كل من (مساحات الأحواض - مجموع أطوال المجاري)، وأيضا وجدت علاقة قوية بين أعداد المجاري وبين (طول الحوض - قيمة التكامل الهيسومتري).

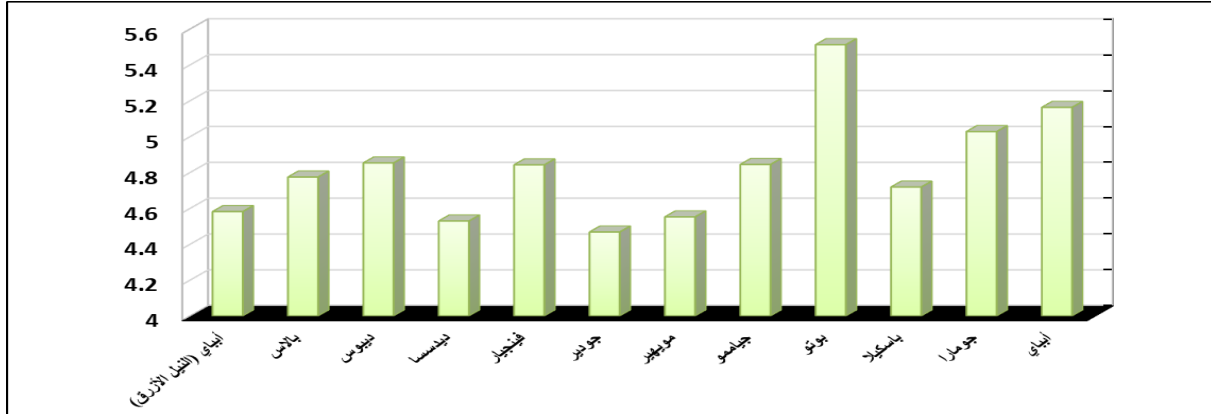
ج- نسب تشعب مجاري الأحواض: (10)

يتبين لنا من خلال (جدول 3) و(شكل 12) أن أعلى نسبة تشعب سجلت في الرتبة الثانية حيث وصلت إلى 10.21 مجرى، وهي تعد نسبة مرتفعة جدا إذا ما قورنت بنسب التشعب في أحد الأحواض خارج منطقة الدراسة؛ كحوض العريش بسيناء مثلا والذي وصلت فيه نسبة التشعب 4.5 مجرى (صالح، 1985). وليست الخطورة هنا من ارتفاع هذه النسبة في الرتبة الثانية، وإنما الخطورة الحقيقية تتمثل في الرتبة الثالثة والحادية عشر، والتي سجلتا أقل نسبة تشعب (وصلت إلى 2 مجرى) في أغلب رتب أحواض منطقة الدراسة، مما يعكس مدى خطورة الجريان في هذه الرتب (خاصة الرتبة الثالثة)؛ فكلما انخفضت نسبة التشعب زاد خطر السيول (عاشر، 1986) وبالطبع خطورة التدفق تلك في الأودية الجافة، فما بالك بخطورتها في المجاري النهرية دائمة الجريان.

وقد تزامنت هذه الخطورة مع خصائص مساحات الأحواض، فمن (شكل 2) يتبين أن أقل أحواض منطقة الدراسة من حيث المساحة هي أحواض (بوتو - أبباي - جومارا)، ولكنها قد سجلت فيها أعلى نسب تشعب في منطقة الدراسة على التوالي (شكل 13)، وبالتالي تعد أقل أحواض منطقة الدراسة في خطورة الجريان بسبب صغر المساحة المتلقية للأمطار؛ وفي المقابل فإن أكبر أحواض منطقة الدراسة من حيث المساحة سجلت أقل نسبة تشعب كما في أحواض (أبباي النيل الأزرق - ديدسا)؛ وقد شذ عن هذه القاعدة حوض (جودير) والذي سجل في رتبته الثالثة نسبة تشعب متدنية جدا وصلت إلى 2 مجرى (ملحق 7) هذا بالرغم من أن مساحته صغيرة جدا ولا تتعدى 3.99% من مساحات أحواض

(10) تم استخراج نسبة التشعب بقسمة أعداد المجاري في الرتبة على أعداد المجاري في الرتبة الأدنى (Gregory, K. J., Walling, D., 1979, E.).

منطقة الدراسة (جدول 1) مما يوحي بأن عامل البنية الجيولوجية والتضاريس كان لهما دور قوي في التحكم بنسب تشعب مجاري هذا الحوض.



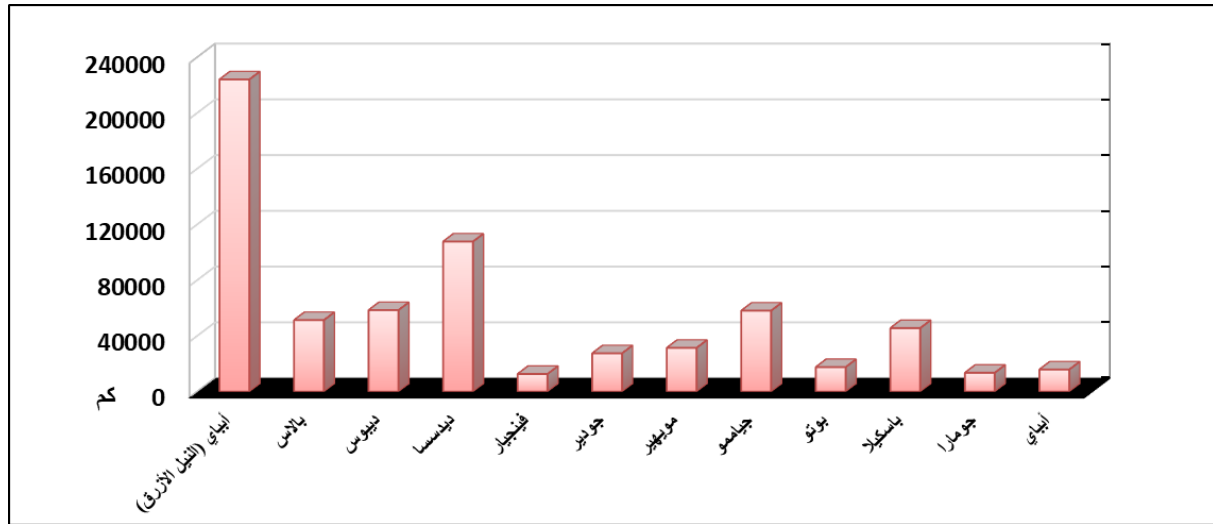
المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على البيانات المستخرجة من الملاحق (من 1 إلى 12).

شكل (12) نسب تشعب روافد الأحواض الرئيسية بمنطقة الدراسة.

د - مجموع أطوال مجاري الأحواض:

من مراجعة الشكلين البيانيين (شكل 11) و(شكل 13) و(الملاحق من 1 إلى 15) يلاحظ تطابق نسبي شبه تام بين كل من أعداد مجاري أحواض منطقة الدراسة وبين أطوال مجاري كل حوض من أحواض منطقة الدراسة؛ كما يتضح لنا من (جدول 3) أن مجموع أطوال المجاري النهرية في منطقة الدراسة يصل إلى 6663563.90 كم، وتتركز أغلب هذه الأطوال في مجاري الرتبة الأولى بنسبة 62.56% من إجمالي أطوال مجاري المنطقة، حيث يصل مجموع أطوال مجاري الرتبة الأولى إلى 415115.03 كم، ومتوسط طولها صغير جداً يصل إلى 0.25 كم، وحتى مقدار الانحراف المعياري عن متوسط الطول هذا لا يزيد عن 0.21 كم، بل أن أطول مجاري هذه الرتبة لا يزيد عن 7.17 كم، وتم تسجيله في حوض ديدسا (ملحق 9).

كما يظهر لنا أن أقصر المجاري في أحواض منطقة الدراسة سجل في مجاري الرتبة السابعة، في حين أن أطول مجاري المنطقة سجل في مجاري الرتبة العاشرة في حوض (أبباي النيل الأزرق) وقد وصل طوله إلى 569.54 كم (ملحق 12). كما تتركز أغلب أطوال هذه المجاري على الترتيب في أحواض (أبباي النيل الأزرق - ديدسا - جيامو - ديبوس - بالاس) (ملاحق 5، 10، 11، 12)، وبالطبع تنال الرتبة الأولى النسبة الأكبر (أكثر من 62% من الأطوال) داخل كل حوض من هذه الأحواض الأخيرة. ونلاحظ من (جدول 4 وشكل 15) وجود علاقة ارتباطية قوية جداً إلى حد يقترب من العلاقة التامة التي تصل إلى 0.9998 وذلك بين أطوال مجاري الأحواض وبين كل من (مساحات الأحواض - وأعداد المجاري)، وأيضاً وجدت علاقة قوية جداً تتجاوز قيمة 0.93 مع كل من (محيطات الأحواض - أطوال الأحواض - قيمة التكامل الهيسومتري - أعداد المجاري).



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على البيانات المستخرجة من الملاحق (من 1 إلى 12).

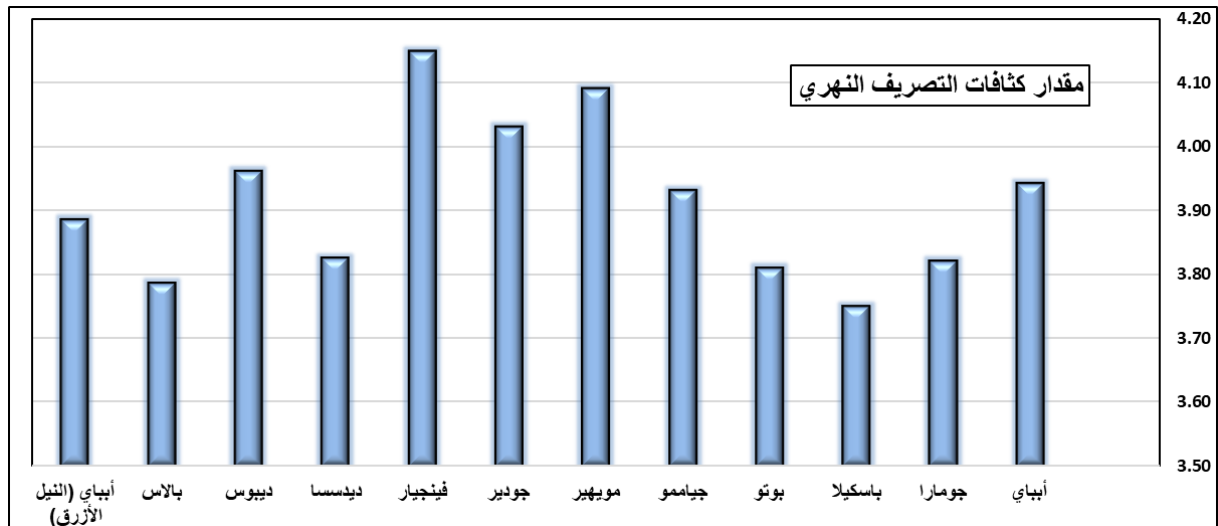
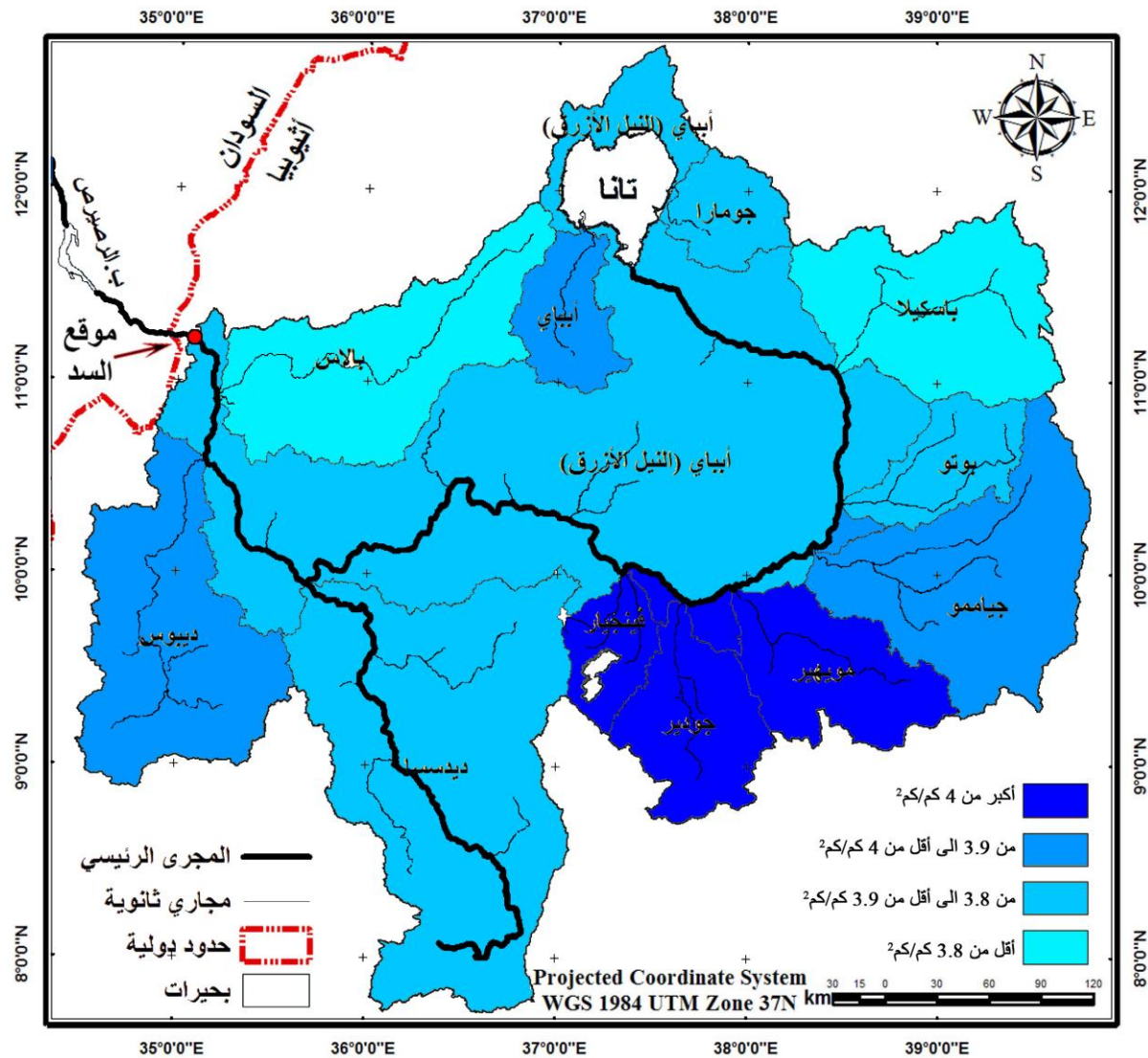
شكل (13) مجموع أطوال روافد الأحواض الرئيسية بمنطقة الدراسة.

هـ - كثافات تصريف الأحواض: (11)

تعتبر كثافة التصريف عن مقدار الصلة بين مجموع أطوال المجاري في الحوض وبين مساحة هذا الحوض، وبذلك فإنها تعكس المرحلة العمرية للحوض، فكلما زادت الكثافة دل ذلك على زيادة تقطع سطح الحوض ونمو الحوض وتقدمه في مرحلته العمرية؛ ومن خلال (جدول 1) و(شكل 14) يتبين لنا أن متوسط كثافات أحواض منطقة الدراسة يصل إلى $3.92 \text{ كم}^2/\text{كم}^2$ وهي بذلك تعد كثافة منخفضة (12)؛ وبالرغم من أن أحواض (فينجيار - مويهير - جودير) (شكل 14) قد سجلوا أعلى الكثافات بالمنطقة والتي تتجاوز $4 \text{ كم}^2/\text{كم}^2$ بقليل، إلا أنها لا تزال كثافات منخفضة أيضاً حسب المعدلات العالمية؛ ويلفت الانتباه هنا أن هذه الأحواض الأخيرة ليست من الأحواض كبيرة المساحة، حيث لا تتجاوز مساحاتهم مجتمعة 20% من مساحات الأحواض بالمنطقة (جدول 1). وحتى مع مقارنة كثافات التصريف بمنطقة الدراسة مع أحواض أخرى من خارج المنطقة، نجد انخفاض واضح وملحوس في كثافات التصريف بأحواض منطقة الدراسة، بالرغم من صغر مساحة الأحواض خارج منطقة الدراسة؛ ومن الأمثلة على ذلك كثافة حوض العريش التي وصلت إلى $5.01 \text{ كم}^2/\text{كم}^2$ (صالح، 1985)؛ وكثافة أحواض المنطقة ما بين الزعفرانة وأبو بكر والتي وصلت إلى $7.08 \text{ كم}^2/\text{كم}^2$ (صالح، 1995)؛ وكثافة حوض دجلة والتي ارتفعت إلى $12.2 \text{ كم}^2/\text{كم}^2$ (محمود، 1989)؛ في حين وصلت كثافة أحواض منطقة الحافة الجنوبية للجلالة البحرية إلى $15.7 \text{ كم}^2/\text{كم}^2$ (صالح، 1991).

(11) تم استخراج كثافات تصريف الأحواض بقسمة مجموع أطوال مجاري كل حوض على مساحة هذا الحوض (Horton, R. E., 1945).

(12) حسب تصنيف كل من (Gregory, K. J., & Walling, D. E., 1979)، (Smith, K. G., 1950)، (Strahler, A. N., 1957).



مصدر الخريطة والشكل البياني: من إعداد الباحث اعتمادا على البيانات المستخرجة من جدول رقم (1).

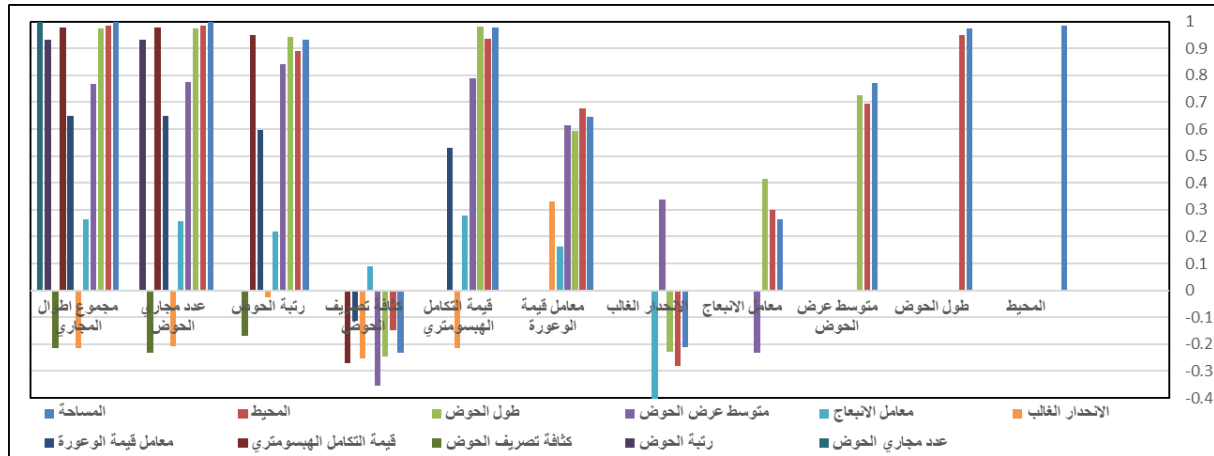
شكل (14) خصائص كثافات التصريف النهري بأحواض منطقة الدراسة.

جدول (4) مصفوفة الارتباط بين المتغيرات المورفومترية لشبكة وحوض النيل الأزرق.

المتغيرات	المساحة	المحيط	طول الحوض	متوسط عرض الحوض	معامل الانبعاث	معامل الانحدار الغالب	معامل قيمة الوعورة	قيمة التكامل الهيسومتري	كثافة تصريف الحوض	رتبة الحوض	عدد مجاري الحوض	مجموع اطوال المجاري
المساحة	1											
المحيط	0.984	1										
طول الحوض	0.97461	0.95028	1									
متوسط عرض الحوض	0.772	0.7244	0.6954	1								
معامل الانبعاث	0.26	0.41	0.3	-0.23	1							
معامل الانحدار الغالب	-0.2111	-0.2289	-0.2804	-0.3387	-0.4045	1						
معامل قيمة الوعورة	0.6462	0.5918	0.6759	0.6131	0.1625	0.3299	1					
قيمة التكامل الهيسومتري	0.97806	0.98254	0.93464	0.78871	0.27784	0.52988	0.97806	1				
كثافة تصريف الحوض	-0.2309	-0.2444	-0.1491	-0.3548	0.0884	-0.2518	-0.2137	-0.2688	1			
رتبة الحوض	0.9323	0.9437	0.89	0.8407	0.2175	-0.024	0.596	-0.168	0.9485	1		
عدد مجاري الحوض	0.9998	0.974	0.9841	0.7751	0.2591	-0.208	0.6479	-0.231	0.9781	0.9324	1	
مجموع اطوال المجاري	0.9998	0.974	0.9841	0.7751	0.2591	-0.208	0.6479	-0.231	0.9781	0.9324	0.9998	1

اللون الأحمر هو ارتباط ضعيف طردي أو عكسي

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على قياسات وتحليلات البيانات المستخرجة من المرئيات الفضائية الرادارية ASTER.



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على مخرجات جدول (1).

شكل (15) مصفوفة الارتباط بين جميع المتغيرات المورفومترية لشبكة وحوض النيل الأزرق.

وقد أشارت النتائج المستخلصة من خلال (جدول 4 وشكل 15) إلى وجود علاقة ارتباطية عكسية (ولكنها ضعيفة) بين المساحة وكثافة التصريف، بل يتبين عدم وجود علاقة ولو حتى متوسطة بين كثافة التصريف وبين باقي متغيرات الأحواض، مع استثناء وحيد وضعيف للعلاقة العكسية بين كثافة التصريف ومتوسط عرض الحوض. وقد جاءت نتائج هذه العلاقات على عكس ما هو متعارف عليه من علاقات أصيلة ومتوارثة بين كثافة التصريف وغيرها من المتغيرات، ولعل السبب في ذلك (في هذا الحوض) أنه لا يوجد علاقة مباشرة بين كثافة التصريف وبين كل معامل من المعاملات الأخرى بشكل منفرد، وإنما ارتبطت كثافة التصريف هنا بتأثيرها بأجمالي جميع العوامل مجمعة مع بعضها البعض؛ وهناك سبب آخر مرجح وهو أن أغلب المعادلات المورفومترية المتعارف عليها تم إعدادها وإنشاءها في فترات الاعتماد على الخرائط الطبوغرافية والصور الجوية في استخراج ورسم مجاري الأحواض النهرية بطريقة يدوية، والتي كانت طرق مناسبة تماما للعمل مع هذه الأدوات المتاحة في وقتها، ولكن مهما

وصلت دقتها في وقتها فلن تقارن بالدقة التي وصلت إليها المرئيات الفضائية الحديثة في استخراج ورسم هذه المجاري بشكل آلي مبرمج (نتحدث عن مستويات للدقة المكانية Spatial Resolution وصلت إلى بضع سنتيمترات). ويؤكد على هذا الطرح ذلك العدد الكبير جدا للمجاري المائية التي تم استخراجها من المرئيات (نتحدث عن قرابة 2 مليون مجرى) وكذلك الأطوال الهائلة لهذه المجاري؛ والذي يجعل استخدام بعض المعادلات القديمة لا يتناسب مع بعض المخرجات الحديثة، ويؤدي إلى الوصول إلى نتائج غير المتوقع الحصول عليها، مما يوحي بأنه من الأفضل في عصرنا الحالي استحداث وإنشاء معادلات مورفومترية حديثة أو حتى إجراء تعديلات وإعادة ضبط للمعادلات القديمة لتناسب والعمل مع هذا القدر الهائل من المعلومات التي يمكن استخراجها من المرئيات الفضائية.

رابعا - الخلاصة والتوصيات:

نخلص من مجمل العرض السابق إلى أن هناك علاقات ارتباطية طردية قوية جدا بين مجموعة كبيرة من المتغيرات المورفومترية بأحواض منطقة الدراسة، ووصلت قوة هذا الارتباط بين هذه المتغيرات إلى معامل ارتباط مقداره يزيد عن 0.9324 وكانت هذه العلاقة بين كل من (محيطات الأحواض - أطوال الأحواض - قيمة التكامل الهيسوميتري للأحواض - رتب الأحواض - أعداد مجاري الأحواض - مجموع أطوال المجاري في كل حوض) وكلها ارتباطات طردية، في حين سجلت العلاقات الارتباطية العكسية بين كل من (معامل الانبعاث - الانحدار الغالب - كثافة التصريف النهري) وكلها علاقات ضعيفة (أقل من 0.5) إلى ضعيفة جداً، وكذلك قد سجلت علاقة طردية متوسطة القوة تقترب من المعامل الارتباطي 0.5 بين كل من المتغيرات (معامل الانبعاث وطول الحوض - معامل قيمة الوعورة وقيمة التكامل الهيسوميتري).

وختاماً نشير إلى أنه يفضل إعادة دراسة بعض الأحواض الهامة التي سبق دراستها باستخدام مصادر بيانات قديمة، أو سبق دراستها باستخدام أدوات وإجراءات قياسية قديمة، ولكن هذه المرة تدرس باستخدام المصادر والأدوات التكنولوجية الحديثة المتوفرة في منظومة المعلومات الجغرافية، والتي تتيح قدر كبير من البيانات والمعلومات الدقيقة، وكذلك يفضل إعادة النظر في بعض المعاملات المستخدمة في القياسات المورفومترية، وخاصة تلك المبنية على أعداد وأطوال المجاري المائية، ومحاولة تعديلها وضبط إجراءاتها لكي تتلاءم وتتناسب والعمل مع البيانات الهائلة التي يمكن استخراجها من المرئيات الفضائية عالية الدقة. وذلك لكي يتم تحديث البيانات العلمية المستخرجة عن هذه الأحواض ومقارنتها إلى أرض الواقع الطبيعي، وبالتالي تتحول إلى معلومات قيمة وبيانات متجددة ذات موثوقية تمكن من إدراجها ضمن قواعد البيانات الجغرافية، ومن ثم مساعدة متخذي القرار على اتخاذ القرارات التنموية أو البيئية الأنسب استناداً على هذه البيانات.

خامسا - المراجع:

- الحسيني، السيد السيد. (1996). *دراسات في الجيومورفولوجيا، أشكال سطح الأرض. الجزء الأول*. القاهرة: دار الثقافة العربية.
- تراب، محمد مجدي. (1984). *منطقة أم الرخم، غربي مرسى مطروح، دراسة جيومورفولوجية*، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
- جاد، طه محمد. (1984) *تحليل الخريطة الكنتورية باهتمام جيومورفولوجي، مكتبة الأنجلو المصرية، الطبعة الثانية، القاهرة*.
- سعيد، رشدي. (1992). *نهر النيل، نشأته واستخدام مياهه في الماضي والمستقبل*. القاهرة: دار الهلال.
- شاور، أمال إسماعيل. (1982). *التغيير الكمي لدورة التعرية عند ديفز مع التطبيق على بعض الأودية في مصر، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد 14*
- صالح، احمد سالم. (1985). *حوض وادي العريش، دراسة جيومورفولوجية*، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
- صالح، كريم مصلح. (1991). *الحافة الجنوبية للجلالة البحرية، دراسة جيومورفولوجية*، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
- صالح، كريم مصلح. (1995). *جيومورفولوجية الحافة الجبلية والمنطقة الساحلية فيما بين رأسى الزعفرانة وأبو بكر (الصحراء الشرقية)*، رسالة دكتوراة، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
- عاشور، محمود محمد. (1986). *طرق التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي، حويليه كلية الإنسانيات والعلوم الاجتماعية. العدد التاسع. جامعة قطر*.
- عاشور، محمود محمد، و تراب، محمد مجدي. (1991). *التحليل المورفومتري لأحواض وشبكات التصريف المائي، ضمن: جودة حسنين جودة، محمود محمد عاشور، صابر أمين دسوقي، محمد مجدي تراب، على مصطفى كامل مرغني، ومحمد رمضان مصطفى. وسائل التحليل الجيومورفولوجي. (ص ص 267-376). القاهرة: المؤلف*.
- محسوب، محمد صبري. (1990) *جغرافية الصحاري المصرية، الجزء الثاني (الصحراء الشرقية)*، دار النهضة العربية، القاهرة.
- محمود، سمير سامي. (1989). *منطقة جنوب شرق القاهرة (شرق المعادي وحلوان) دراسة جيومورفولوجية*، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
- مصطفى، أحمد أحمد. (1982). *حوض وادي حنيفة بالمملكة العربية السعودية، دراسة جيومورفولوجية*، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
- About Ethiopia. (2011). *ABOUT ETHIOPIA*. The Ministry of Foreign Affairs is the Ethiopian government ministry, which oversees the foreign relations of Ethiopia., The Federal Democratic Republic of Ethiopia (FDRE).
<http://www.mfa.gov.et/aboutethiopia.php?pg=1>
- C. B., (-). *Map of (ETHIOPIA)*. 1:2500000, Cartographia, Budapest.
- Chorley, R. J. (1969). The drainage Basin as the fundamental geomorphic Unit. In R. J. Chorley (Ed.), *Introduction to Physical Hydrology* (pp. 37-59). G. Britain: Methuen & Co Ltd.
- Gregory, K. J., & Walling, D. E. (1979) *Drainage Basin, Form and process A Geomorphological approach*, Edward Arnold London.
- Horton, R. E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical Application of Quantitative Morphology. In C. A. M. King (Ed.) (-). *Landforms and Geomorphology Concepts and History*. (pp.308-313). Pennsylvania: Dowden Hutchinson & Ross. Inc.



- ITHACA & WFP. (2007). *Ethiopia – Watersheds risk map according to Dartmouth World Atlas of Flooded Lands*, 1:5000000, Information Technology for Humanitarian Assistance Cooperation and Action & United Nations World Food Programme.
- Kazmin, V. (1972). *Geological map of Ethiopia*. Addis Ababa: Geological Survey of Ethiopia, Ministry of Mines, Energy and Water Resources.
- Lillesand, T. M., & Kiefer, R. W. (2000). *Remote Sensing and Image interpretation*. (4th ed.). New York: John Wiley & Sons Inc.
- Morisawa, M. (1985). Rivers: Forms and Process. In K. M. Clayton. *Geomorphology Texts*. USA: Longman Group Limited.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., McMahon, T. A., (2007). Updated world map of the Koppen–Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 11, 1633–1644, 2007. www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/1633/2007.
- Pike, R. J. (2006). Digital Elevation Models. In A. S. Goudie (Ed.). *Encyclopedia of Geomorphology*, 1(pp. 260–263). UK: Routledge, Taylor & Francis e–Library.
- Pratt, W. K. (2001). *Digital Image Processing*. (3rd ed.). New York: John Wiley & Sons Inc.
- Schowengerdt, R. A. (2007). *Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing*. (3rd ed.). USA: Elsevier Inc.
- Schumm, S. A. (1956) Evolution of Drainage system and slope in badlands at Perth Amboy New Jersey. *Bull geol. Soc. Amer Vol. 67*.
- Smith, K. G. (1950). Standards for Grading Texture of Erosional Topography. *Amer. J. Sci.* 248,655– 668.
- Strahler, A. N. (1952). Dynamic Basis of Geomorphology. In C. A. M. King (Ed.) (-). *Landforms and Geomorphology Concepts and History*. (pp.322–327). Pennsylvania: Dowden Hutchinson & Ross. Inc.
- Strahler, A. N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions of the Amer. Geophysical Union* 38(6), 913–920.
- Strahler, A. N. (1964) *Quantitative geomorphology of drainage basin and channel network from hand book of applies hydrology* V D chow Ed M k Graw –Hill.
- SRTM. (2012). *The Shuttle Radar Topography Mission*. U.S. Geological Survey, U.S. Department of the Interior. [Http://www.usgs.gov/default.asp](http://www.usgs.gov/default.asp)., & National Aeronautics and Space Administration (NASA). <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm>.
- U. S. Army. (1945–1960). Topographic Maps of (World AFRICA), Sheets: *ADDIS ABEBA, KHARTOUM, MALAKAL, SMARA, SOBAT*., Scale 1:1000000 Washington, D. C: Army Map Service, Corps of Engineers.
- U.S. Army, Corps of Engineers. (2003). Engineering and Design Remote Sensing: Remote Sensing Application Guide. Washington D.C.: Department of The Army, Engineer.
- Young, A. (1972). *Slopes*. Oliver and Boyd: Edinburgh.
- Willison, J. (2006). *ArcGIS9: ArcGIS Spatial Analyst Tutorial*. USA: Environmental Systems Research Institute [ESRI].



ملحق (1) خصائص شبكة التصريف النهري لحوض أبياى

أقصى مجرى في الارتفاع في (كم) (أقل الارتفاع من 30 متر لا يظهر)	أطول مجرى في الارتفاع من متوسط طول المجرى (كم) (يظهر)	الانحراف عن المتوسط طول المجرى (كم)	متوسط طول المجرى (كم)	نسبة مجموع أطوال مجرى الارتفاع إلى إجمالي أطوال مجرى الارتفاع (%)	نسبة عدد مجرى الارتفاع إلى إجمالي مجرى الارتفاع (%)	عدد مجرى الارتفاع (مجرى)	رتب الحوض رقم 1
-	2.29	0.21	0.26	61.69	86.22	38,097	الأولى
-	3.39	0.44	0.51	11.93	8.45	3,733	الثانية
-	7.87	1.01	1.13	2,088.59	2,02	1,844	الثالثة
-	14.44	2.24	2.58	1,012.63	0.89	393	الرابعة
-	30.96	6.46	6.88	598.22	4.52	87	الخامسة
0.2234	52.90	12.64	11.83	260.18	3.95	22	السادسة
0.4370	40.56	12.37	12.92	103.34	2.75	8	السابعة
-	-	-	-	0.73	0.00	1	الثامنة
-	-	-	0.36	15,840.83	8.00	44,185	المجموع

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على قسائم وتخطيطات الارتفاع المستخرجة من المخرجات التطبيقية البرية ASTER.

ملحق (2) خصائص شبكة التصريف النهري لحوض جومرا

أقصى مجرى في الارتفاع في (كم) (أقل الارتفاع من 30 متر لا يظهر)	أطول مجرى في الارتفاع من متوسط طول المجرى (كم) (يظهر)	الانحراف عن المتوسط طول المجرى (كم)	متوسط طول المجرى (كم)	نسبة مجموع أطوال مجرى الارتفاع إلى إجمالي أطوال مجرى الارتفاع (%)	نسبة عدد مجرى الارتفاع إلى إجمالي مجرى الارتفاع (%)	عدد مجرى الارتفاع (مجرى)	رتب الحوض رقم 2
-	2.00	0.19	0.24	61.69	86.54	35,178	الأولى
-	2.90	0.38	0.45	11.13	8.25	3,354	الثانية
-	6.55	0.94	1.09	13.38	4.08	1,657	الثالثة
-	10.25	1.93	2.62	7.03	0.89	362	الرابعة
0.3156	29.55	5.54	6.75	3.75	0.18	75	الخامسة
0.4103	36.45	9.56	13.58	1.91	0.05	19	السادسة
3.8923	65.51	27.34	27.13	0.60	0.01	3	السابعة
-	-	-	-	0.52	0.00	1	الثامنة
-	-	-	0.33	8,330.41	10.49	40,649	المجموع

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على قسائم وتخطيطات الارتفاع المستخرجة من المخرجات التطبيقية البرية ASTER.

ملحق (3) خصائص شبكة التصريف النهري لحوض باسكيلا

أقصى مجرى في الارتفاع في (كم) (أقل الارتفاع من 30 متر لا يظهر)	أطول مجرى في الارتفاع من متوسط طول المجرى (كم) (يظهر)	الانحراف عن المتوسط طول المجرى (كم)	متوسط طول المجرى (كم)	نسبة مجموع أطوال مجرى الارتفاع إلى إجمالي أطوال مجرى الارتفاع (%)	نسبة عدد مجرى الارتفاع إلى إجمالي مجرى الارتفاع (%)	عدد مجرى الارتفاع (مجرى)	رتب الحوض رقم 3
-	2.91	0.20	0.24	62.79	86.17	118,876	الأولى
-	4.16	0.40	0.46	11.97	8.55	11,800	الثانية
-	6.63	0.88	1.06	13.48	4.20	5,793	الثالثة
-	24.05	2.08	2.24	5.79	0.85	1,178	الرابعة
0.0975	35.81	6.04	6.25	2,638.74	4.92	231	الخامسة
0.3380	34.72	8.59	11.51	1,443.73	5.10	56	السادسة
3.1746	58.47	17.93	23.07	0.81	0.01	16	السابعة
2.6362	57.62	21.69	29.85	0.26	0.00	4	الثامنة
-	-	-	-	0.30	0.00	1	التاسعة
-	-	-	0.33	45,568.63	100	137,955	المجموع

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على قسائم وتخطيطات الارتفاع المستخرجة من المخرجات التطبيقية البرية ASTER.

ملحق (4) خصائص شبكة التصريف النهري لحوض بوتو

أقصى مجرى في الارتفاع في (كم) (أقل الارتفاع من 30 متر لا يظهر)	أطول مجرى في الارتفاع من متوسط طول المجرى (كم) (يظهر)	الانحراف عن المتوسط طول المجرى (كم)	متوسط طول المجرى (كم)	نسبة مجموع أطوال مجرى الارتفاع إلى إجمالي أطوال مجرى الارتفاع (%)	نسبة عدد مجرى الارتفاع إلى إجمالي مجرى الارتفاع (%)	عدد مجرى الارتفاع (مجرى)	رتب الحوض رقم 4
-	2.49	0.20	0.25	62.37	85.90	44,341	الأولى
-	3.54	0.40	0.48	12.23	8.67	4,476	الثانية
-	9.38	0.91	1.10	13.72	2.03	2,201	الثالثة
-	9.13	1.65	2.12	5.76	0.92	477	الرابعة
0.3665	27.72	4.47	5.14	3.01	0.20	103	الخامسة
1.1832	38.96	11.43	13.04	1.56	0.04	21	السادسة
79.5868	125.51	22.96	102.55	1.17	0.00	2	السابعة
-	-	-	-	0.18	0.00	1	الثامنة
-	-	-	0.34	17,572.10	100	51,622	المجموع

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على قسائم وتخطيطات الارتفاع المستخرجة من المخرجات التطبيقية البرية ASTER.

ملحق (5) خصائص شبكة التصريف النهري لحوض جيايمو

أقصى مجرى في الارتفاع في (كم) (أقل الارتفاع من 30 متر لا يظهر)	أطول مجرى في الارتفاع من متوسط طول المجرى (كم) (يظهر)	الانحراف عن المتوسط طول المجرى (كم)	متوسط طول المجرى (كم)	نسبة مجموع أطوال مجرى الارتفاع إلى إجمالي أطوال مجرى الارتفاع (%)	نسبة عدد مجرى الارتفاع إلى إجمالي مجرى الارتفاع (%)	عدد مجرى الارتفاع (مجرى)	رتب الحوض رقم 5
-	3.06	0.21	0.25	63.44	86.19	145,293	الأولى
-	5.66	0.43	0.49	12.02	8.53	14,374	الثانية
-	11.48	0.92	1.02	12.42	4.18	7,041	الثالثة
-	16.49	2.23	2.41	6.08	0.87	1,467	الرابعة
0.0617	43.35	5.44	5.77	3.11	0.19	313	الخامسة
0.4834	47.44	11.27	13.15	1.49	0.04	66	السادسة
14.3147	85.07	19.36	33.67	0.81	0.01	14	السابعة
53.7584	135.83	33.52	94.00	0.49	0.00	3	الثامنة
-	-	-	-	0.13	0.00	1	التاسعة
-	-	-	0.34	58,084.88	100	168,572	المجموع

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على قسائم وتخطيطات الارتفاع المستخرجة من المخرجات التطبيقية البرية ASTER.

ملحق (6) خصائص شبكة التصريف النهري لحوض مويهير

أقصى مجرى في الارتفاع في (كم) (أقل الارتفاع من 30 متر لا يظهر)	أطول مجرى في الارتفاع من متوسط طول المجرى (كم) (يظهر)	الانحراف عن المتوسط طول المجرى (كم)	متوسط طول المجرى (كم)	نسبة مجموع أطوال مجرى الارتفاع إلى إجمالي أطوال مجرى الارتفاع (%)	نسبة عدد مجرى الارتفاع إلى إجمالي مجرى الارتفاع (%)	عدد مجرى الارتفاع (مجرى)	رتب الحوض رقم 6
-	2.68	0.23	0.27	62.98	85.76	73,563	الأولى
-	4.30	0.46	0.54	12.89	8.79	7,543	الثانية
-	7.36	0.92	1.11	13.07	4.32	3,707	الثالثة
-	16.66	2.23	2.35	5.69	0.88	758	الرابعة
-	29.83	5.81	5.51	2.79	0.19	159	الخامسة
0.2286	25.15	7.61	11.29	1.40	0.05	39	السادسة
3.8321	35.40	10.39	19.56	0.52	0.01	10	السابعة
19.0269	110.76	45.87	64.90	0.41	0.00	2	الثامنة
-	-	-	-	0.15	0.00	1	التاسعة
-	-	-	0.37	31,379.74	100	85,782	المجموع

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على قسائم وتخطيطات الارتفاع المستخرجة من المخرجات التطبيقية البرية ASTER.

ملحق (7) خصائص شبكة التصريف النهري لحوض جوير

الخصر مجرى في الزبينة (كم) (الآن) مجرى في الزبينة (كم) من 30 متر لا يظهر	الانحراف عن المتوسط طول مجرى	متوسط طول مجرى	نسبة مجموع أطوال مجرى الزبينة التي اجتمعت أطوال مجرى الزبينة (كم)	مجموع أطوال مجرى الزبينة (كم)	نسب التشعب	نسبة عدد مجرى الزبينة التي اجتمعت أطوال مجرى الزبينة (مجموع)	عدد مجرى الزبينة (مجموع)	رتب الحوض رقم 7
-	4.63	0.22	62.68	17,217.47	-	86.34	65,931	الأولى
-	4.87	0.46	0.52	3,347.79	10.31	8.38	6,396	الثانية
-	10.64	1.05	13.39	3,677.17	2.03	4.12	3,148	الثالثة
-	20.63	2.43	6.23	1,710.15	4.52	0.91	697	الرابعة
0.0690	24.89	5.23	2.81	773.00	4.74	0.19	147	الخامسة
0.4187	48.92	11.80	1.48	407.06	4.59	0.04	32	السادسة
4.6007	32.47	7.74	0.56	154.92	3.56	0.01	9	السابعة
9.8595	74.43	26.42	0.45	122.62	3.00	0.00	3	الثامنة
-	-	-	0.22	59.47	3.00	0.00	1	التاسعة
-	-	-	0.36	27,469.64	-	100	76,364	المجموع

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات وخطوات البحث المستخدمة من البرمجيات التطبيقية البرية ASTER.

ملحق (8) خصائص شبكة التصريف النهري لحوض قبيجبار

الخصر مجرى في الزبينة (كم) (الآن) مجرى في الزبينة (كم) من 30 متر لا يظهر	الانحراف عن المتوسط طول مجرى	متوسط طول مجرى	نسبة مجموع أطوال مجرى الزبينة التي اجتمعت أطوال مجرى الزبينة (كم)	مجموع أطوال مجرى الزبينة (كم)	نسب التشعب	نسبة عدد مجرى الزبينة التي اجتمعت أطوال مجرى الزبينة (مجموع)	عدد مجرى الزبينة (مجموع)	رتب الحوض رقم 8
-	3.44	0.23	0.27	64.28	8,136.40	-	29,974	الأولى
-	3.55	0.42	0.46	10.94	1,385.03	9.97	3,007	الثانية
-	7.58	0.91	1.08	12.67	1,603.96	2.03	1,481	الثالثة
-	11.95	2.24	2.64	6.72	851.18	4.59	333	الرابعة
-	18.27	3.69	5.09	3.76.97	4.36	0.21	74	الخامسة
1.4658	53.24	13.87	1.42	199.78	5.29	0.04	14	السادسة
9.6524	63.51	22.24	0.81	102.58	4.67	0.01	3	السابعة
-	-	-	0.02	2.03	3.00	0.00	1	الثامنة
-	-	-	0.36	12,657.93	-	100	34,877	المجموع

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات وخطوات البحث المستخدمة من البرمجيات التطبيقية البرية ASTER.

ملحق (9) خصائص شبكة التصريف النهري لحوض نديسسا

الخصر مجرى في الزبينة (كم) (الآن) مجرى في الزبينة (كم) من 30 متر لا يظهر	الانحراف عن المتوسط طول مجرى	متوسط طول مجرى	نسبة مجموع أطوال مجرى الزبينة التي اجتمعت أطوال مجرى الزبينة (كم)	مجموع أطوال مجرى الزبينة (كم)	نسب التشعب	نسبة عدد مجرى الزبينة التي اجتمعت أطوال مجرى الزبينة (مجموع)	عدد مجرى الزبينة (مجموع)	رتب الحوض رقم 9
-	7.17	0.20	0.25	62.56	67,369.04	-	274,014	الأولى
-	4.17	0.41	0.48	11.59	12,477.81	10.51	26,062	الثانية
-	9.32	0.96	1.09	13.03	14,025.43	2.03	12,840	الثالثة
-	22.00	2.20	2.51	6.48	6,973.60	4.62	2,778	الرابعة
-	34.22	5.16	5.92	3.54	3,816.65	4.31	645	الخامسة
-	46.10	8.69	10.98	1.51	1,625.67	4.36	148	السادسة
1.7967	53.42	12.44	21.79	0.59	632.05	5.10	29	السابعة
17.9241	132.31	45.09	73.95	0.41	243.69	4.83	6	الثامنة
46.8372	187.86	70.51	117.35	0.22	234.69	3.00	2	التاسعة
-	-	-	0.97	79.98	2.00	0.00	1	العاشرة
-	-	-	0.34	107,678.61	-	100	316,525	المجموع

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات وخطوات البحث المستخدمة من البرمجيات التطبيقية البرية ASTER.

ملحق (10) خصائص شبكة التصريف النهري لحوض ديوس

الخصر مجرى في الزبينة (كم) (الآن) مجرى في الزبينة (كم) من 30 متر لا يظهر	الانحراف عن المتوسط طول مجرى	متوسط طول مجرى	نسبة مجموع أطوال مجرى الزبينة التي اجتمعت أطوال مجرى الزبينة (كم)	مجموع أطوال مجرى الزبينة (كم)	نسب التشعب	نسبة عدد مجرى الزبينة التي اجتمعت أطوال مجرى الزبينة (مجموع)	عدد مجرى الزبينة (مجموع)	رتب الحوض رقم 10	
-	3.53	0.20	0.25	63.31	37,018.29	-	145,288	الأولى	
-	3.54	0.39	0.47	11.22	6,557.69	10.31	8,37	الثانية	
-	7.98	0.92	1.08	12.79	7,475.06	2.03	4,13	الثالثة	
-	19.83	2.29	2.53	6.41	3,748.57	4.68	1,484	الرابعة	
0.1112	23.36	4.65	5.53	3.20	1,870.69	4.39	338	الخامسة	
0.0872	59.96	9.64	1.77	1,036.33	3.80	0.05	89	السادسة	
1.4874	46.87	10.56	16.72	0.66	384.62	3.87	0.01	23	السابعة
23.2699	53.78	12.40	42.61	0.29	170.43	5.75	0.00	4	الثامنة
-	-	-	0.35	205.34	4.00	0.00	1	التاسعة	
-	-	-	0.35	58,467.02	-	100	168,258	المجموع	

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات وخطوات البحث المستخدمة من البرمجيات التطبيقية البرية ASTER.

ملحق (11) خصائص شبكة التصريف النهري لحوض بلاس

الخصر مجرى في الزبينة (كم) (الآن) مجرى في الزبينة (كم) من 30 متر لا يظهر	الانحراف عن المتوسط طول مجرى	متوسط طول مجرى	نسبة مجموع أطوال مجرى الزبينة التي اجتمعت أطوال مجرى الزبينة (كم)	مجموع أطوال مجرى الزبينة (كم)	نسب التشعب	نسبة عدد مجرى الزبينة التي اجتمعت أطوال مجرى الزبينة (مجموع)	عدد مجرى الزبينة (مجموع)	رتب الحوض رقم 11	
-	3.68	0.19	0.24	60.19	30,884.99	-	129,779	الأولى	
-	3.98	0.41	0.49	12.36	6,342.62	9.99	8,61	الثانية	
-	7.65	0.98	1.14	14.18	7,278.41	2.03	6,404	الثالثة	
-	11.34	1.98	2.46	6.67	3,422.74	4.61	1,390	الرابعة	
-	30.89	4.59	5.76	3.55	1,821.68	4.40	316	الخامسة	
0.4970	53.58	10.79	14.15	1.76	905.56	4.94	64	السادسة	
2.1401	73.87	19.82	28.25	0.77	395.44	4.57	0.01	14	السابعة
1.3739	107.97	47.48	41.24	0.24	123.71	4.67	0.00	3	الثامنة
-	-	-	0.27	136.68	3.00	0.00	1	التاسعة	
-	-	-	0.34	51,311.83	-	100.00	150,962	المجموع	

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات وخطوات البحث المستخدمة من البرمجيات التطبيقية البرية ASTER.

ملحق (12) خصائص شبكة التصريف النهري لحوض أبيادي (النيل الأزرق)

الخصر مجرى في الزبينة (كم) (الآن) مجرى في الزبينة (كم) من 30 متر لا يظهر	الانحراف عن المتوسط طول مجرى	متوسط طول مجرى	نسبة مجموع أطوال مجرى الزبينة التي اجتمعت أطوال مجرى الزبينة (كم)	مجموع أطوال مجرى الزبينة (كم)	نسب التشعب	نسبة عدد مجرى الزبينة التي اجتمعت أطوال مجرى الزبينة (مجموع)	عدد مجرى الزبينة (مجموع)	رتب الحوض رقم 12	
-	4.42	0.21	0.25	62.58	140,199.20	-	558,580	الأولى	
-	4.76	0.42	0.49	11.89	26,628.84	10.23	8,43	الثانية	
-	9.85	0.95	1.10	13.19	29,550.78	2.03	4,16	الثالثة	
-	24.90	2.30	2.47	6.30	14,124.28	4.70	5,720	الرابعة	
-	39.94	5.76	6.03	3.17	7,107.03	4.85	1,179	الخامسة	
0.1308	91.28	12.98	14.07	1.67	3,741.41	4.43	0.04	266	السادسة
0.6187	91.28	18.91	24.17	0.66	1,474.19	4.36	0.01	61	السابعة
23.5186	87.58	22.98	48.61	0.15	340.26	8.71	0.00	7	الثامنة
11.9408	82.68	35.37	47.31	0.04	94.62	3.50	0.00	2	التاسعة
-	-	-	-	0.25	569.54	2.00	0.00	1	العاشرة
-	-	-	0.09	198.36	1.00	0.00	0.00	1	الحادية عشر
-	-	-	0.35	224,028.52	-	100	647,312	المجموع	

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات وخطوات البحث المستخدمة من البرمجيات التطبيقية البرية ASTER.



Morphometric analysis of the Blue Nile basin in the opposite sector of the Grand Ethiopian Renaissance Dam using GIS techniques

Dr. Tamer Youssef Amron

Abstract:

This research handles the morphometric characteristics of a part of the Blue Nile Basin in Ethiopia. It is that part whose water will drain into the water storage lake formed in front of the Renaissance Dam, considering that this lake acts as the new industrial outfall area for all the water coming from the upper reaches of the Blue Nile Basin. The research has concluded that the drainage basin area the sector opposite the dam is 170,723.67 km², with a length of about 530.86 km, and an average width of about 378.72 km. These disparate dimensions make the basin in a buckled and irregular shape. The lemniscate ratio is 0.64; it is a low value, and it makes the shape of the basin closer to elongation. The maximum height of the terrain in this basin is about 4246 meters, in the northeastern region in the basin of the (Pasquila) valley. These levels decreased irregularly towards the west, reaching the lowest level found in the west of the (Abbaye Blue Nile) basin, where its level reached 479 meters, which is the lowest point in the study area, and it is also the area scheduled for the construction of a dam. This extreme variation in heights was reflected in the presence of different slope rates, some of which are very steep, reaching 30 degrees, as in the western regions of the (Pasquila) valley basin, while the most widespread slope was between 10-18 degrees.

As for the river drainage network of the basin under study, it was found that it is distributed over 12 main basins, and these basins have a huge number of tributaries that reach 1,923,063 streams. Most of these streams are concentrated in the two valleys (Abbaye Blue Nile - Dedsa) where the percentage of tributaries reaches 50.12. % of the total tributaries of the basin under study. The total length of the tributaries in the total area reached 663563.9 km, with an average length of about 55296.99 km, with a tendency to increase in the lengths of the streams in the central and western regions, especially in the basins of higher ranks such as the basins of (Abbaye Blue Nile), (Palas), (Debus), and (Dedesa). The rank of the main stream of the total Blue Nile basin under study reached the eleventh rank, as in the (Abbay Blue Nile) valley basin, which is the highest of the basins in the rank of its main stream. The highest density of river discharge reached 4.15 km/km² as in (Vengiar) basin, while the average density reached 3.92 km/km². Thus, the river drainage network appeared in a coarse, non-smooth texture, reflecting the fact that most of the tributaries of the basin are still in the youth stage.

Key Words:

ABAY WENZ - Remote Sensing – Slopes - Morphometric Analysis - Bifurcation Ratio - Drainage Density - Geomorphology - Streams Orders - Blue Nile Basin in Ethiopia - GIS.