النمذجة الهيدرولوجية لحوض وادى إيمو بالصحراء الشرقية باستخدام نموذج HEC-HMS دراسة فى الجيوموروفولوجيا التطبيقية

عبدالرازق بسيونى الكومي*
Abdelrazek.Elkoumi@art.tanta.edu.eg

ملخص

يهدف هذا البحث الى دراسة وتحليل الجريان المائي بحوض وادى ايمو بالصحراء الشرقية المصرية من خلال، اجراء النمذجة الهيدرولوجية للحوض، وفقاً لنموذج الهيئة الأمريكية لصيانة التربة (SCS_CN) باستخدام احد النماذج الهيدرولوجية الملحقة ببرنامج نظام نمذجة الأحواض الهيدرولوجية Watershed Modeling System (WMS) وهو نظام (HEC- HMS).

تكمن أهمية الدراسة فى عنصرين رئيسيين : يتمثل الأول فى تاريخ منطقة الدراسة المتعلق بتكرار تعرضها للجريان السيلي وما يترتب عليه من أخطار تتهدد الأرواح والمنشأت العامة والخاصة ، حيث تعرضت المنطقة الى جريان سيلي تكرر فى أعوام (١٩٨٣ ، ١٩٩٤، ١٩٩٨، ٢٠١٤) أسفر عن خسائر فى الارواح والممتلكات والمنشآت العامة بالمنطقة

وقد تناول البحث عدة محاور رئيسية هى :

١. دراسة الضوابط الجيوموروفولوجية للجريان المائي بحوض وادى ايمو.

٢. الخصائص المورفومترية لحوض وادى إيمو.

٣ تحليل الخصائص الهيدرولوجية وللحوض تحليل منحنى الجريان (الهيدروجراف) باستخدام نموذج (HEC-HMS).

الكلمات المفتاحية : حوض ايمو – النمذجة الهيدرولوجية – التحليل الهيدرولوجى – ضوابط الجريان المائي – التحليل الموروفومترى – منحنى الجريان

* أستاذ مساعد الجغرافيا الطبيعية ونظم المعلومات الجغرافية- كلية الآداب - جامعة طنطا

مقدمة

يمثل التحليل الهيدرولوجى لأحواض التصريف حجر الزاوية فى العديد من الدراسات التى تتناول الجريان السطحى للمياه، باعتباره مورداً مهما من الموارد الطبيعية ذات الأهمية النسبية فى عملية التخطيط المستقبلي للتنمية المستدامة بمحاورها المختلفة، سواء على صعيد استخدامها واستثمارها الاستثمار الأمثل فى حالة شحها، أو بادارتها ودرء أخطارها فى حالة الجريان المائي السيلى لاسيما فى المناطق الجافة وشبه الجافة التى يتميز فيها المطر بتباعد فترات حدوثه ، وغزارة كميته.

وتزداد أهمية التحليل الهيدرولوجى في حالة الدول والأقاليم التى تقع تحت حد الندرة المائية المقدر بنحو (١٠٠٠م٣) كنصيب سنوى للفرد، وصولاً الى حد الشح المطلق الذي يقل الى ما دون (٥٠٠م٣) للفرد، وهو مايفرض على الحكومات والإدارات المحتلفة الإجتهاد فى رصد ودراسة الاستفادة القصوى من مواردها المائية، وتصميم أنظمة لمصائد (حصاد) المياه لكل كمية مهما كانت بلغت قلتها أو شحها.

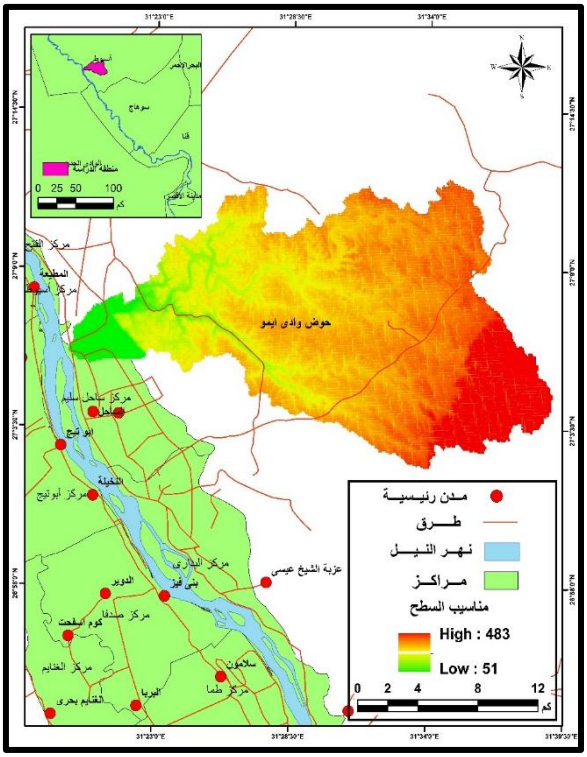
وتساعد عملية النمذجة الحاسوبية المعتمدة على تقنيات الاستشعار عن بعد وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية، في اجراء وتنفيذ التحليلات الهيدرولوجية والهيدروليكية، للمجارى بأحواض التصريف المائية، ومن أشهر البرمجيات التى يعتمدعليها فى اجراء هذه التحليلات برنامج نظام نمذجة الأحواض المائية Watershed Modeling System (WMS)، الذي يتميز بتوفير بيئة رسومية متطورة تسمح ببناء نماذج محاكاة تهدف الى الوقوف على سلوك الجريان المائي والتنبوء به، مع امكانية تقدير حجم التصريف في هذه الأحواض، ومن أهم هذه

النماذج الهيدرولوجية النموذج الهيدرولوجى الهندسي (HEC-HMS) وهو أحدالانظمة الهيدرولوجية التى تم تطويرها من قبل الجيش المريكي ، بهدف رصد التدفق المائي للجريان والوقوف على سلوكه اثناء العواصف المطرية، عبر انشاء منحنى (هيدروجراف الجريان السطحى لمجارى الاودية) مع امكانية تقدير حجم الجريان، ومعامل التصريف لكل حوض، هذا فضلاً عن اجراء تحليلات الأفضلية المكانية Spatial Suitability Analysis للمنشآت الهيدروليكية في حال ادراة السيول والرغبة فى ترويضها والتخفيف من أثارها التدميرية، ومحاولة تخزينها .

منطقة الدراسة

تتمثل منطقة الدراسة فى حوض وادى ايمو بالصحراء الشرقية المصرية، الذي يصرف غرباً باتجاه نهر النيل فى المنطقة الواقعة الى الشرق من مدينة ابوتيج التابعة لمركزابو تيج بمحافظة اسيوط ، وتقع فلكياً بين دائرتي عرض ٠٣ " ٢٧° و ١٠ " ٢٧° شمالاً وخطى طول ٢٠ " ٣١° و ٣٨ " ٣١° شرقاً، ويحده من الجنوب حوض وادى أبو حمول ومن الشمال حوض وادى الأسيوطى ، أما شرقاً فيحده خط تقسيم المياه الرئيسي فى الصحراء الشرقية بين أحواض الأودية التى تصرف غرباً باتجاه نهر النيل ويمثلها نهر ايمو ، وبين تلك التى تصرف شرقاً الى البحر الحمر ويمثلها حوض وادى حبيب، ويحده من الغرب السهل الفيضي لنهرالنيل .

ويصب المجرى الرئيسي للحوض فى مجرى نهر النيل الى الشمال من مدينة ساحل سليم حاضرة مركز ساحل سليم بمحافظة اسيوط، وتنحدر منابعه العليا من قمة جبل ايمو بالصحراء الشرقية من منسوب (٤٨٣ متر) فى الركن الجنوبي الشرقي من الحوض، ويصب فوق السهل الفيضي للنهر عند منسوب (٥١ متراً) فوق مستوي سطح البحر، شاغلا مساحة تقدر بنحو (٣٦٠.٠٢كم٢). شكل رقم (١)



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على المرئية الفضائية سينتنال ٢ عام ٢٠٢١ ونموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة دقة ٣٠ متر.

شكل (١) موقع منطقة حوض ايمو وملامحها العامة

أهمية الدراسة

تكمن أهمية الدراسة فى عنصرين رئيسيين : يتمثل الأول فى تاريخ منطقة الدراسة المتعلق بتكرار تعرضها للجريان السيلى وما يترتب عليه من أخطار تتهدد الأرواح والمنشأت العامة والخاصة ، حيث تعرضت المنطقة الى جريان سيلي تكرر فى أعوام (١٩٨٣ ، ١٩٩٤، ١٩٩٨، ٢٠١٤) أسفر عن خسائر فى الارواح والممتلكات والمنشآت العامة بالمنطقة على النحو الذي يوضحها الجدول (١).

بينما يتمثل العنصر الثانى الذي يشير الى اهمية الموضوع فى كمية المياة الجارية خلال هذه السيول والتى تهدر دون ان تستخدم فى نواحى تنموية متعددة ، لا سيما

فى ظل حالة الشح المائي الذي تشكو منه البلاد ، الأمر الذي يفرض ضرورة اكاديمية على المتخصصين للتعرض بالدراسة تقديراً وتحليلاً لكمية المياه الساقطة والتى تحدث جرياناً مائياً سطحياً يمكن الإعتماد عليه فى تحقيق اقصى استفادة ممكنة،وهذا ما يمكن الوصول اليه من خلال النمذجة الهيدرولوجيةباستخدام التقنيات الحديثة، ونظم التحليل الهيدرولوجى التى يقدمها برنامج (WMS) وانظمته المختلفة والتى منها نموذج (HEC–HMS) الذي تم الاعتماد عليه فى هذا البحث. جدول رقم (١) أهم السيول التى تعرضت لها منطقة الدراسة والخطار التى نجمت عنها .

م	سنة السيل	المناطق المنكوبة	الأضرار المترتبة عليه	
			الأرواح	الممتلكات
١	١٩٨٣	قري مركز ابانوب	٠	٠
٢	١٩٩٤	معظم قرى محافظة اسيوط واشهرها (درنكة - والمعابدة الشرقية والعطيات البحرية)	٣٠٠ وفيات + ٥٠ مفقود	٤٤٠ منزل+تلف ٢٠٠٠٠فدان
٣	١٩٩٨	جنوب شرق أسيوط (منطقة الهمامية- العتمانية، وعزب يوسف وسالم والأقباط)	٠	غمر فدان واتلاف محاصيلها الزراعية + تهدم عشرات المنازل بقري الهمامية ويوسف وسالم
٤	٢٠١٤	قري مراكز البداري وساحل سليم وأبنوب. (العتمانية والكولة وعزبة عمرو و الخوالد ودير تاسا والمعابدة ودير الجبرواي والغنايم بحري وقبلي)	٠	غمر ٣ آلاف فدان أراضي زراعية لمحاصيل القمح والبرسيم والخضروات +انهيار أجزاء ومنازل كاملة بقرى العتمانية

المصدر: مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار بمحافظة أسيوط، والجهاز المركزى للتعبئة العامة والاحصاء ٢٠١٩.

أدوات الدراسة ومصادر البيانات :

اعتمدت الدراسة على كل من المرئيات الفضائية ونموذج الارتفاع الرقمى والخرائط الجيولوجية والطبوغرافية التى تغطى منطقة الدراسة فى تحديد مساحة الحوض واستخلاص مجارى الاودية فيه، بالاضافة الى البيانات المناخية الخاصة بمحطات اسيوط والمنيا وسوهاج، والتى تم الاعتماد عليها فى تحليل الخصائص

الهيدرولوجية لحوض وادى ايمو واستخلاص منحنيات التصريف المائي الخاصة به.

وقد اعتمد الباحث فى معالجة وتحليل تلك البيانات المتوفرة لديه مجموعة من البرمجيات المتخصصة فى معالجة وتحليل البيانات المكانية منها :

- **برنامج Hyfran:** فى تحليل البيانات المناخية لا سيما كميات الامطار بهدف استخراج أقصي عمق مطر بالمنطقة، تمهيداً لتصميم منحنيات كثافة **الأمطار IDF Curves.**
- **برنامج Global Mapper18:** وقد تم الاعتماد عليه فى اجراء تحويل نظام الاسقاط لنموذج الارتفاع الرقمى للمنطقة ، وكذا تحويله من صيغة **(tiff)** الى الصيغة (dem) الصالحة للتعامل بها فى بيئة برنامج التحليل الهيدرولوجى **(WMS).**
- **برنامج Watershed modeling System (WMS):**وقد استخدم فى معالجة البيانات المكانية الخاصة باستخراج شبكة تصريف الحوض وتحديد مساحته ، وحساب معاملاته وخصائصه الموروفومترية والهيدرولوجية ، كزمن التباطؤ وزمن التركيز وسرعة الجريان، للاعتماد عليها فى بناء النموذج الهيدرولوجى تمهيداً لحساب معدل وحجم التصريف المائي، و استخراج ورسم منحنيات التدفق المائي اثناء الجريان عبر العاصفة المطرية فى سيناريوهات متباينة عبر فترات رجوع مختلفة، من خلال نموذج **(HEC-HMS).**
- **برنامجِ ArcGIS10.3:**و قد اعتمد عليه فى بناء قاعدة البيانات الجغرافية تشمل الخرائط الرقمية للبيانات المكانية الخاصة بالحوض، مع اجراء عملية الاخراج الكارتوجرفي layout لهذه البيانات كعرض لنتائج البحث.

أهداف البحث

يهدف البحث الى :

٣. دراسة الضوابط الجيومورفولوجية للجريان المائي بحوض وادى ايمو.

٤. الخصائص المورفومترية لحوض وادى إيمو.

٥. الخصائص الهيدرولوجية وتحليل منحنى الجريان (الهيدروجراف) باستخدام نموذج (HEC-HMS).

اولاً:الضوابط الجيومورفولوجية للجريان المائي بحوض وادى إيمو

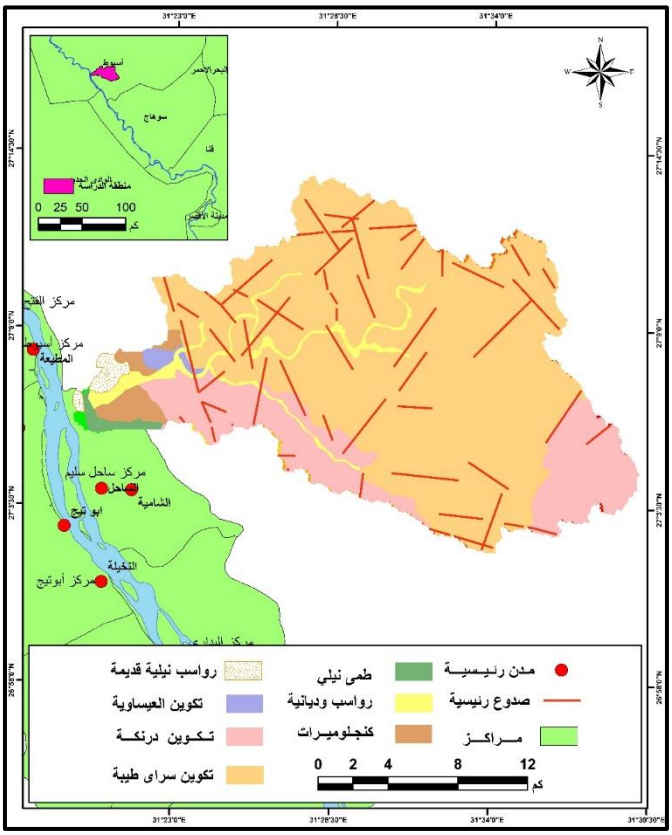
يساهم العديد من الضوابط الجيومروفولوجية فى التأثير على آلية الجريان السطحى للمياه فى حوض وادى إيمو وكذلك فى كمية التصريف ومعدلاتها، بالاضافة الى اتجاه الجراين وزمن وصول المياه الى المصب، وتشمل هذه الضوابط كلاً من الخصائص الجيولوجية، وخصائص السطح، بالاضافة الى خصائص المناخ السائد وعناصره المختلفة لا سيما المطر، وفيما يلي عرض لهذه الضوابط وتأثيرها على الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادى إيمو.

١. الخصائص الجيولوجية:

وتشمل الوحدات الصخرية والرواسب السطحية التى تنتشر بحوض التصريف بالاضافة الى ما يكتنف هذه الوحدات من ظاهرات بنيوية مؤثرة.

التكاوين الجيولوجية والرواسب السطحية: تشير الخريطة الجيولوجية لحوض وادى ايمو (شكل ٢) والجدول رقم (٢) الى ان الصخور السطحية به فى مجملها رسوبية تنتمى الى حقبة الحياة الحديثة بين عصري الميوسين والهولوسين، وتتكون من سبع وحدات رئيسية هى من الاقدم الى الأحدث كما يلي:

تكوين سراى طيبة Sarai Thebes Formation : ينتمى الى عصر الايوسين الاسفل، ممثلاًلأقدم الوحدات الصخرية بالحوض، واكثرها تواجداً،حيث تبلغ مساحته (٢٦٣.٨كم٢) أى ما يمثل (٧٣%) من اجمالى مساحة الحوض،ويشغل هذا التكوين معظم مساحة الحوض فى الشمال والوسط والشرق، باستثناء بعض الأجزاء من منابعة العليا ومنطقة المصب.



المصدر: من عمل الباحث الخريطة الجيولوجية ١: ٥٠٠٠٠٠، الهيئة العامة للبترول عام١٩٨٨ لوحة اسيوط.NG36 NW

شكل (٢) الخريطة الجيولوجية لحوض وادى إيمو

ويتكون من تتابع منطبقات الحجر الجيري الطباشيري والمارلى، والدولوميتى، ويصل سمكها الى (٣٠٧م) ويحتوى على العديد من العقد الصوانية ، ويتميز

بمحتواه الحفري من النيموليت والأصداف.(El-Shemi, A.M.,1999, p.59).

وقد ساعد المحتوى الجيري الذي يميز هذا التكوين التعرية المائية فى تشكيل الاودية الغورية التى تميز معظم مجارى شبكة التصريف بالحوض ذات الجوانب شديدة الانحدار ، كما يبدو جلياً على واجهات صخور تكوين سراى طيبة أثر التفكك بواسطة التجوية الميكانيكية.

تكوين درنكة Drunka Foration:ينتمى هوالآخر الى عصر الإيوسين الاسفل ويعلو مباشرة تكوين سراى طيبة ، ويعلوه تكوين المنيا التابع لعصر الإيوسين الأعلى الذي لا يظهر على السطح بحوض وادى إيمو، وهو عبارة عن طبقات من الحجر الجيري الأبيض يصل سمكها فى منطقة الدراسةالى (٢٠٠م) ويتميز باحتوائه على عقد درنية من الحجر الجيري السيلكى يصل قطرها الى ٢.١ متر.(Mansour, A.E.,2000, p.63).

جدول رقم (٢) التوزيع المساحى والنسبي للتكوينات الصخرية السطحية بحوض وادى إيمو.

الحقبة	الزمن	العصر	التكوين	المساحة كم٢	% من مساحة الحوض
الحياة الحديثة	الرابع	الهولوسين	طمى النيل الحديث	٣.١١	٠.٩
			كنجلوميرات	٧.٠٣	١.٩
			رواسب وديانية	١٣.٠٣	٣,٦
		البلايوستوسين	رواسب النيل القديم	١.٩١	٠.٥
	الثالث	البليوسين	العيساوية	٢.١٠	٠.٦
		الايوسين الاسفل	درنكة	٦٩.٠١	١٩.٢
			سای طيبة	٢٦٣.٨٣	٧٣.٣
الاجمالى			-	٣٦٠.٠٢	%١٠٠

المصدر: من حساب الباحث من الخريطة الجيولوجية ١: ٥٠٠٠٠٠، ١٩٨٧منلوحة اسيوط NG36 N

ويشغل تكوين درنكة مساحة تقدر بنحو (٦٩كم٢) تمثل (١٩.٢%) من جملة مساحة الحوض لياتى فى المرتبة الثانية من حيث الانتشار داخل الحوض بعد تكوين سراى طيبة، ويكثر داخل هذا التكوين الكهوف الناتجة عن عمليات التجوية الكيميائية لا سيما حيث تنتشر درنات الحجر الجيري السيلكي كما هو الحال فى مجارى الاودية الواقعة جنوب شرق الحوض، كما تنفصل العديد من الدرنات الصخرية لتشغل بعض الأماكن بقيعان مجارى هذه الاودية، مشكلة لما يعرف بظاهرة البطيخ المسخوط، **(Mansour, H.H, 1969,p.37)**.

صورة (١)

صورة (٢)

الأودية الغورية التى تميز تكوين طيبة (صورة١)، وفجوات الاذابة فى تكوين درنة (صورة ٢)

- **تكوين العيساوية Issawyia Formation:** ينتمى هذا التكوين الى عصر البليوسين اواخر الزمن الثالث، ويشغل من منطقة الدراسة مساحة صغيرة من الحوض الى الشمال مباشرة من المجرى الرئيسي لوادى إيمو،لا تتجاوز (٢.١كم٢) تمثل (٠.٦%) فقط من جملة مساحة الحوض، وهو عبارة عن طبقات متتابعة من رواسب مختلفة الأصل: منها ما هو بحرى يتكون من الحجرالجيري والدولوميت والصلصال، التى تحتوى على بقايا حفرية بحرية نباتية وحيوانية وصدفية، وأخرى قارية تتألف من الرمال والحصى التى ربما تم ترسيبها اثناء فترات جفاف سادت خلال البليوسين (**Said,R.,1982, pp.18-20**)

- **رواسب الزمن الرابع**:وهى مجموعة من الرواسب المفككة متباينة الاصل تنتشر فوق سطح الحوض سواء بمنطقة المصب وعلى جوانب الأودية وفوق قيعانها وقد تم ارسابها بواسطة عوامل والتعرية المختلفة وتبلغ مساحة هذه الرواسب (٢٥.١كم٢) تمثل (٧%) تقريبا من اجمالى مساحة الحوض ويمكن حصرها فيما يلي :

- ✓ **رواسب قبل النيلية PrenNile Deposits**: تعود الى اوائل البلايوستوسين وهى رواسب خشنة قريبة المصدر، تدين فى نشأتها الى مجارى الأودية المنحدرة من جبال البحر الأحمر فى اتجاه الغرب، قبل اتصال النيل القديم بنيل افريقيا، وتوجد هذه الرواسب على هيئة تلال ومصاطب تنتشر بمنطقة مصب الحوض التى تغطيها رواسب النيل الحديثة، وتبلغ مساحة هذه الرواسب أقل من (٢كم٢) ، تمثل ٠.٥% فقط من مساحة الحوض، فى منطقة واحدة الى الشمال مباشرة من مصب الحوض.
- ✓ **الرواسب الوديانية wadi deposts**: وترتبط فى نشأتها بشبكات التصريف الموجودة فى المنطقة، والتى ارسبتها خلال العصر المطير (البلايوستوسين) وسيول العصر الحديث، وهى تتكون من الحصي والرمل والصلصال، وتغطي معظم قيعان الاودية بالاضافة الى المصاطب والمراوح الفيضية، على جوانب الاودية ولدي مخارج الروافد ، وتقدرمساحة هذه الرواسب من واقع الخريطة الجيولوجية للمنطقة حوالي(١٣.٠٣كم٢) تمثل ٣.٦% من جملة المساحة ، وتمثل أكثر انواع الرواسب الحديثة انتشاراً فى منطقة الدراسة.
- ✓ **رواسب المجمعات المستديرة (الكنجلوميرات)** تتواجد هذه الرواسب على جانبى المجرى الرئيسي فى الشمال والجنوب بمنطقة المصب على هيئة

مصاطب فيضية، وتتكون من حصي مستدير منقول بواسطة مياة المجارى المنحدرة من الشرق الى الغرب فى اتجاه السهل الفيضي لنهر النيل فى المنطقة ، وتشغل حوالى (٧.٠٣كم٢) من مساحة الحوض بنسبة لا تتجاوز ١.٩ % من اجمالى مساحته.

- ✓ **طمى النيل Nile Silt:** ويمثل جزءاً من السهل الفيضي لنهر النيل داخل حدود الحوض، وهو عبارة عن خليط من الرمال والصلصال، وتوجد هذه الرواسب على الجانب الغربي لحوض التصريف فى منطقة المصب قلبل التقائه بنهر النيل، وتبلغ مساحة هذه الرواسب (٣.١١كم٢) تمثل (٠.٩%) فقط مناجمالى مساحة الحوض.

ب .البنية الجيولوجية : تمثل الصدوع الظاهرة البنيوية الشائعة التى تكتنف الوحدات الصخرية بالحوض ، ولا تظهر الخريطة الجيولوجية اى من الطيات المختلفة ، ويوضح الجدول رقم (٣) عدد الصدوع الرئيسية الموجودة بالحوض واطوالها فى الإتجاهات المختلفة،ومن الجدول يتضح ما يلي :

- بلغ اجمالى عدد الصدوع فى حوض وادى ايمو (٥٤) صدع ، باجمالى طول بلغ (١٣١.١كم٢)، مما يعنى أن حوض وادى ايمو يعانى من كثافة تركيبية بلغت (أقل من ٤٠٠ مترصدوع لكل كيلومترا مربعاً فى الحوض)، ولهذا تأثيره الكبير فى احداث الجريان السطحى للمياه عقب التساقط، وسرعة احداثة والفاقد من كمية المياه بسبب التسرب والنفاذية التى تحدثها نبية الصخور.
- يتباين توزيع هذه الصدوع عدداً وطولاً على اربعة اتجاهات رئيسية هى الاتجاهات الغالبة، حيث تاتى الصدوع الشمالية الغربية / الجنوبية الشرقية والتى تأخذ نفس الاتجاه العام للبحر الحمر وخليج السويس فى المرتبة الاولى

من حيث الأعداد واجمالى الأطوال ، حيث مثلت (٣٧.%) من اجمالى أعداد الصدوع فى الحوض ، وحوالى (٤٦.٦٥) من اجمالى الأطوال.

جدول (٣) أعداد واطوال الصدوع فى الاتجاهات المحتلفة بحوض وادى ايمو

م	الإتجاه	عدد الصدوع	% من عدد الصدوع	اطوال الصدوع/ كم	% من اطوال الصدوع
١	شمالى / جنوبي	١٠	١٨.٥	٢٥.٤	١٩.٤
٢	شمال شرق / جنوب غرب	١٤	٢٥.٩	٣٥.٧	٢٧.٣
٣	شرق / غرب	١٠	١٨.٦	٢٣.٤	١٧.٨
٤	جنوب شرق / شمال غرب	٢٠	٣٧.٠	٤٦.٦	٣٥.٥
٥	المجموع	٥٤	%١٠٠	١٣١.١	%١٠٠
٦	الكثافة التركيبية	اطوال الصدوع ÷ مساحة المنطقة ١٣١.١ ÷ ٣٦٠.٠٢ = ٠.٤ متر / ١كم٢			

المصدر:من عمل الباحث اعتماداً على قياسات من الخريطة الجيولوجية ١: ٥٠٠٠٠٠

باستخدام برنامج ArcGIS10.3

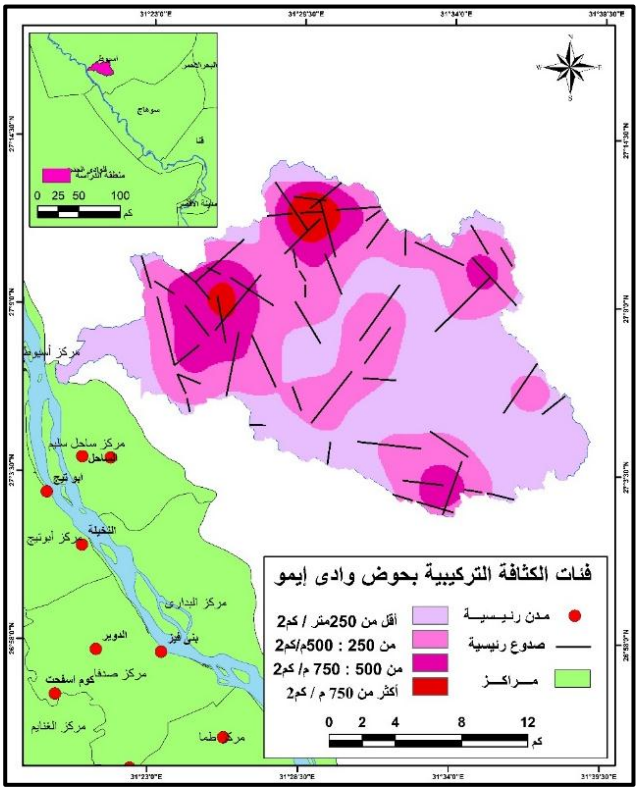
- تاتى فى المرتبة الثانية الصدوع التى تأخد الاتجاه الشمالى الشرقي / الجنوبي الغربي ، وهو الاتجاه المعروف باتجاه خليج العقبة باكثر من (٢٥%) من اعداد الصدوع ، وبأكثر من (٣٥%) من اجمالى اطوالها بالحوض .
- يأتى فى المرتبة الثالثة من حيث عدد الصدوع كل من الإتجاه (الشمالى / الجنوبي) والاتجاه (الشرقي / الغربي) بعدد صدوع بلغ (١٠) لكل منهما بنسبة ١٨.٥ % من اجمالى عدد الصوع بالحوض، فى حين يتفوق الاتجاه (الشمالى / الجنوبي) فى اجمالى اطوال الصدوع حيث بلغت (٢٥.٤كم) تمثل ١٩.٤%من اجمالى الاطوال، بينما بلغ اجمالى الاطوال للصدوع فى الاتجاه (الشرقى / الغربي) ٢٣.٤ كم، بنسبة بلغت ١٧.٥% فقط من اجمالى اطوال الصدوع .

ويتباين توزيع الكثافة التركيبية داخل حوض وادى إيمو من مكان لآخر، فمن خلال كل من الشكل (٣) والجدول (٤) تم تقسيم سطح الحوض الى اربع فئات حسب الكثافة التركيبية به كما يلي :

- **مناطق ذات كثافة تركيبية مرتفعة** : تشمل المناطق التى تزيد فيها الكثافة التركيبية عن (٧٥٠متر/ كم٢)، وهى أكثر تأثراً بالصدوع، وتقع متاخمة لخط تقسيم المياه فى اقصى الشمال والشمال الشرقي، وهى أقل الفئات مساحة حيث لا تتجاوز مساحتها (١٠كم٢) تمثل (٢.٨%) فقط من جملة مساحة الحوض.
- **مناطق ذات كثافة تركيبية متوسطة** : وتشمل المنطق الى تتراوح فيها الكثافة التركيبية بين (٥٠٠ : ٧٥٠ متر / كم٢) وتشغل مساحة تقدر بنحو (٤٧.٩كم٢) تمثل ما نسبته (١٣,١%) من جملة مساحة الحوض، وتتوزيع هذه المناطق فى اربع مناطق متفرقة ثلاث منها فى شمالى الحوض متمثلة فى قمم بعض التلال فى الشمال الشرقي والشمال والشمال الغربي، والرابعة تقع الى الجنوب منه على حدودمنابعه الجنوبية.
- **مناطق ذات كثافة تركيبية منخفضة نسبياً** : هى المناطق التى تتراوح فيها الكثافة التركيبية بين (٢٥٠ : ٥٠٠متر / كم٢) تشمل مساحة من الحوض تبلغ (١٤٥.١كم٢) تمثل حوالى (٤٠.٢%) من اجمالى مساحة الحوض ، وتتوزع فى نطاق محيط بالمناطق ذات الكثافة المتوسطة بالاضافة الى نطاق لا باس به من المناطق الوسطى من سطح الحوض.
- **مناطق منخفضة الكثافة** : وهى المناطق التى تقل فيها الكثافة التركيبية عن (٢٥٠متر / كم٢) وهى المساحة الغالبة من الحوض حيث تتجاوز مساحتها

(١٥٨كم٢) تمثل تقريبا نصف مساحة الحوض (٤٣.٩%) من اجمالى المساحة وتشمل كل المناطق الواقعة الى الشرق والوسط وعند منطقة المصب.

مما سبق يتضح أن أكثرمن (٨٤%) من جملة مساحة الحوض تتميز بكثافة تركيبية منخفضة، تقل عن (٥٠٠متر /كم)٢ بينما (١٦%) فقط من مساحته تزيد كثافته عن ذلك، ويعد ذلك مؤشراًمهماً على سرعة احداث جريان مائي سطحى ،حيث يقل الفاقد المائي بواسطة عامل النفاذية الصخرية التى تتسبب بها الصدوع والشقوق التى تكتنف الصخورالمختلفة.



المصدر: من عمل الباحث الخريطة الجيولوجية ١: ٥٠٠٠٠٠، الهيئة العامة للبترول عام١٩٨٨ لوحة اسيوط. NG36 NW واستخدام برنامج ArcGIS10.3

شكل رقم (٣) الكثافة البنيوية بحوض وادى أيمو

جدول(٤) التوزيع المساحى والنسبي لفئات الكثافة البنيوية بحوض وادى إيمو

م	فئة الكثافة التركيبية متر / كم٢	المساحة كم٢	% من مساحة الحوض
١	أقل من ٢٥٠	١٥٨.٠١	٤٣.٩
٢	٢٥٠ : ٥٠٠	١٤٥.١	٤٠.٢
٣	٥٠٠ : ٧٥٠	٤٧.٩	١٣.١
٤	أكثر من ٧٥٠	١٠.٠٠	٢.٨
٥	الإجمالى	٣٦٠.٠٢	%١٠٠

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على قياسات من خريطة الكثافة البنيوية والخريطة الجيولوجية، باستخدام ArcGIS10.3.

٢. خصائص السطح

تكتسب العناصر المورفولوجية (الهندسية) لسطح احواض التصريف أهمية كبيرة فى التأثير على خصائص الجريان من سرعة واتجاه، ومعدل وكمية ، مما يجعل الوقوف على هذه الخصائص من الاهمية بمكان عنداجراء اى من التحليلات الخاصة بالسمات الهيدرولوجية المختلفة للحوض وشبكة التصريف به، ومن أهم الخصائص المورفولوجية للسطع التى تؤثر على الجريان المائي به كل من المنسوب ودرجة الانحدار واتجاهه ، وفيما يلي عرض لهذه الخصائص بالتفصيل:

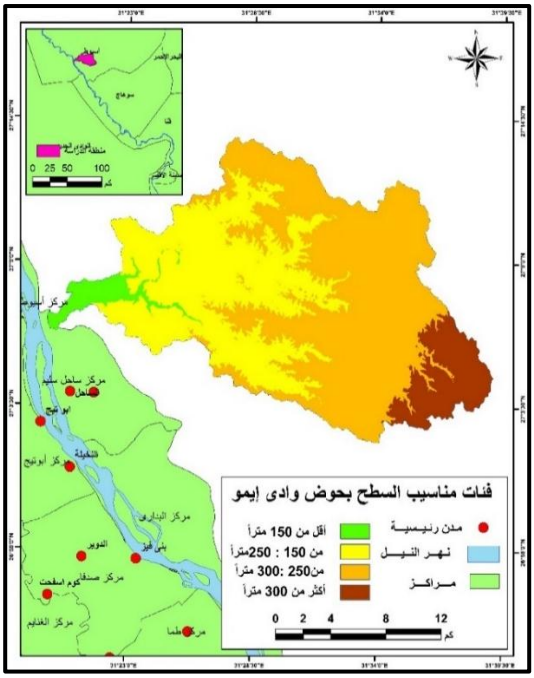
أ.**المنسوب** : من خلال نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) للحوض فى الشكل رقم (٤) يتبين أن مناسيب سطح الحوض تتراوح ما بين (٤٨٥.٢متر) فى اقصي الجنوب الشرقي ،بين منسوب (٥٢.٧متر) فى الغرب عند نقطة مصب المجرى الرئيسي للحوض والتقائه بمجرى النيل فى الغرب، أى ان قيمة التضرس المحلى فى المطقة لا يتجاوز (٤٣٢.٥متراً) فقط، عبر مساحة الحوض البالغة (٣٦٠.٠٢كم٢)، ويمكن تقسيم مناسيب سطح الحوض الى اربع فئات رئيسية كما يلي :

– **أراضي منخفضة** : تشمل الاراضي التى يقل منسوبها عن ١٥٠ متراًفقط ، وتشمل كل المساحات الواقعة داخل الحوض بين نقطة مصبه فى الغرب وحتى كنتور ١٥٠ مترً شرقاً، وتمثل هذه المناطق أقل فئات المناسيب مساحة بالحوض

حيث بلغت مساحتها (١٢.٤كم٢) تمثل ما نسبته (٠,٤٥.) فقط من من مساحة الحوض.

– **أراضي متوسطة الارتفاع:** وتشمل الاراضي الواقعة بين منسوبي (١٥٠ : ٢٥٠ متراً) وتقع الى الشرق مباشرة من نطاق اراضي المصب، وتمتد الى الشرق بمتوسط مسافة بلغ (١٢كم) وتبلغ مساحتها (١٣١.٥كم٢) تمثل (٣٦.٥%) من جملة مساحة الحوض ويقطعها الأجزاء الوسطى من مجارى شبكة التصريف بالحوض.

– **أراضي مرتفعة نسبياً:** تشمل الاراضي الواقعة بين منسوبي (٢٥٠ : ٣٥٠متراً)، وتشكل أكثر من نصف مساحة الحوض (١٨٣.٧كم٢) تمثل (٥١%) من جملة المساحة الكلية، تقطعها مجارى الأجزاء العليا من أودية الروافد بالحوض، فى الشمال والوسط الجنوب.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداًعلى نموذج الارتفاع الرقمي (ASTER) دقةمكانية ٣٠ مترً

شكل رقم (٤) فئات المناسيب لسطح حوض وادى إيمو

– **أراضي مرتفعة:** تشمل المناطق التى يزيدمنسوبها عن ٣٥٠ متراً، وتحتوي على أعلى منسوب فى المنطقة وهو(٤٨٥ متراً) فى الركن الجنوبي الغربي للحوض، وتشغل هذه الفئة مساحة تقدر بنحو ٣٢.٤كم٢) تمثل (٩.١%) فقط من اجمالى المساحة.

جدول (٥) مساحات فئات مناسيب السطح بحوض واى أيمو

م	فئات المنسوب / م	المساحة كم٢	% من مساحة الحوض
١	أقل من ١٥٠	١٢.٤٢	٣.٤
٢	١٥٠ : ٢٥٠	١٣١.٥	٣٦.٥
٣	٢٥٠ : ٣٥٠	١٨٣.٧	٥١.٠
٤	أكثر من ٣٥٠	٣٢.٤	٩.١
٥	الإجمالى	٣٦٠.٠٢	%١٠٠

المصدر :من عمل الباحث اعتماداً على قياسات من نموذج الارتفاع الرقمى

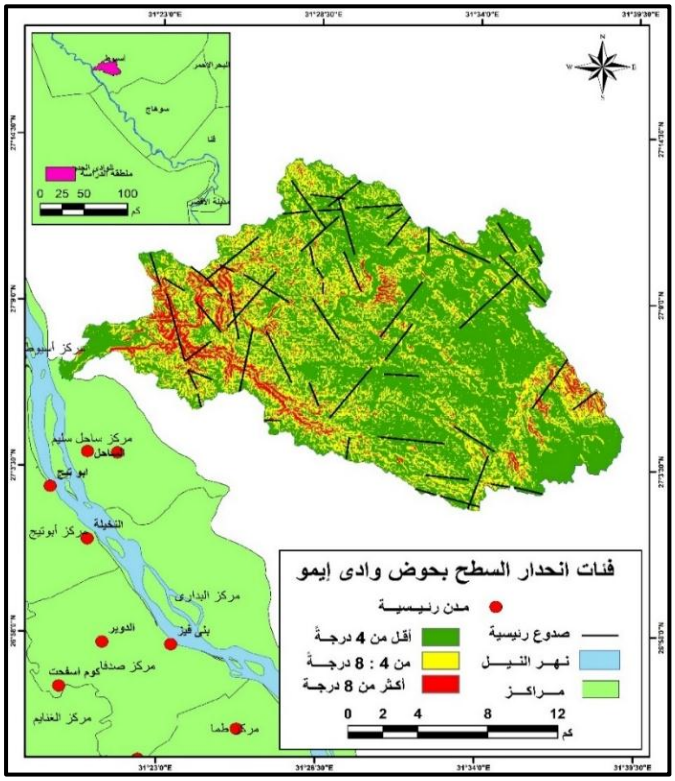
ب . انحدار السطح : يتحكم انحدار السطح بشكل كبير على كل من سرعة جريان الماء السطحى، مع التحكم بشكل كبير فى اتجاه الجريان ومجارى الأودية ، وهو ما يحدد بشكل كبير سرعة الجريان وزمن وصول المياه الى مصب الحوض، ويوثر الإنحدار فى الخصائص الهيدرولوجية للحوض من خلال عنصريه الرئيسيين وهما : درجة الانحدار واتجاهه، وفيما يلي عرض لكليهما داخل الحوض.

درجة الإنحدار Slope: يوضح الشكل (٥) والشكل (٦) والجدول (٦) توزيع درجات انحدار السطح بحوض وادى إيمو ، ومن الجدول والشكل يتضح الآتى: تتفاوت قيم درجات الانحدار فى الحوض ما بين (صفر الى ٤٠ درجة) تقسيمها الى ثلاث فئات رئيسية كما يلي :

- **أراضي مستوية** : تشمل الأراضي التى تقل درجة انحدارها عن (٤) وتمثل غالبية سطح الحوض اذ تبلغ مساحتها (٢٢٣.١كم٢) تمثل (٦٢%) من

اجمالى المساحة ، ويمثلها الأراضي ذات المظهر الهضبي الغالبة على الأجزاء الوسطى والعليا من الحوض بالاضافة الى منطقة المصب.

- **الأراضي هينة الإنحدار**: تشمل االأراضي التى يتراوح انحدارها ما بين (٤ : ٨ درجات) وتأتى فى المرتبة الثانية من حيث المساحة اذ تشغل مساحة تقدر بحوالى (١١٥كم٢) تمثل ٣٢% من جملة مساحة الحوض ، وويمثلها جوانب التلال والأودية بالمنطقة .



المصدر: من عمل الباحث اعتماداًعلى نموذج الارتفاع الرقمي (ASTER) دقةمكانية ٣٠ مترً

شكل رقم (٥) فئات انحدار لسطح لحوض وادى إيمو

- **الأراضي متوسطة الإنحدار** : تشمل الأراضي التى تزيد درجة انحدارها عن (٨ درجات) وهى أقل الأراضي انتشاراً بحوض التصريف، اذ تشغل (٢١.٩٢كم٢) وتمثل فقط (٦%) من جملة مساحة الحوض ، يرتبط وجودها بالمناطق التى

تـزداد فيهـا الكثافـة التركيبيـة ، حيـث يتركـز فيهـا بشـكل اساسـي الحافـات الانكسـارية ، بالاضـافة الـى جوانـب الأوديـة فـى الإجـزاء العليـا والوسـطى مـن المجارى.

جدول رقم (٦) مساحات فئات الإنحدار بحوض وادى إيمو

م	فئات درجة الإنحدار	المساحة كم٢	% من مساحة الحوض	الوصف الجيومورفولوجى
١	أقل من ٤	٢٢٣.١	٦٢	اراضي مستوية
٢	٤ : ٨	١١٥.٠	٣٢	هينة الإنحدار
٣	أكثر من ٨	٢١.٩٢	٦	متوسطة الإنحدار
٤	الإجمالى	٣٦٠.٠٢	%١٠٠	

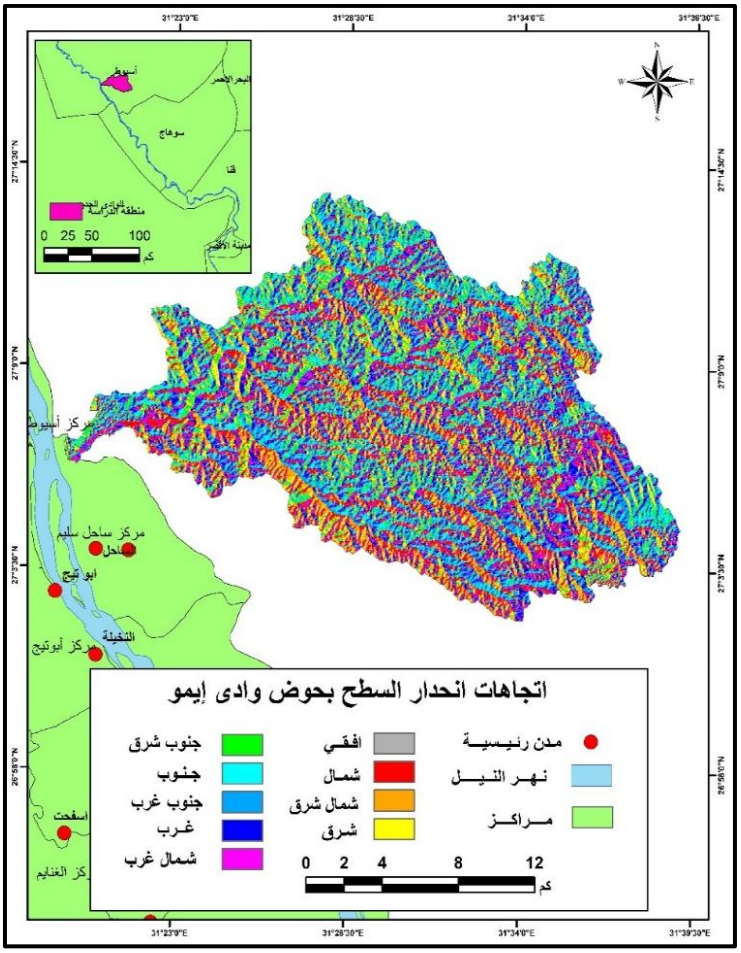
المصدر :من عمل الباحث اعتماداً على قياسات من نموذج الارتفاع الرقمى

اتجاه الإنحدار Aspect: يوضح الشكل (٦) والجدول (٦) التوزيع المساحى والنسبي لاتجاهات الانحدار بحوض وادى إيمو، ومن الشكل والجدول يتضح ما يلي:

- يغلب على سطح الحوض الأراضي التى تنحدر فى الاتجاهات الغربية (الشمال الغربي – الغرب – الجنوب الغربي) بنسب بلغت (١١.٨% ، ١٥%، ١٦%) لكل اتجاه على الترتيب، وتشكل هذه الإتجاهات مجتمعة مساحة تقدر بنحو (١٥٤كم٢) تمثل أكثر من _٤٠%) من جملة مساحة الحوض ، تجدر الإشارة الى أن هذه الاتجاهات تتفق مع الإتجاه العام لتصريف الحوض باتجاه مصبه الى مجرى نهر النبل .
- ياتى فى المرتبة الثانية من حيث المساحة كل من اتجاهات (الجنوب ، والجنوب الشرقي ، والشرق) بنسب بلغت (١٢.٦ % ، ٩.٨%، ١٠.٩%)

لكل اتجاه على الترتيب ، وتشكل مجتمعة مساحة (١١٩.٩كم٢) تمثل ما يقارب ثلث مساحة الحوض (٣٣.٣%).

- تشغل الأراضي التى تنحدر الى الشمال والشمال الشرقي فى الحوض (٨٦كم٢) تمثل (٢٣.٩%) من جملة مساحة الحوض ، وبنسبة متقاربة لكل منهما حيث بلغت نسبة الاتجاه الشمالى (١١.٧%) بينما بلغت نسبة الاتجاه الشمالى الشرقي (١٢.٢%) من جملة المساحة.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الإرتفاع الرقمي للحوض

شكل رقم (٦) اتجاهات انحدار السطح بحوض وادى إيمو

جدول(٦) مساحات اتجاهات الإنحدار الغالبة بحوض وادى إيمو

م	اتجاه الإنحدار	المساحة كم٢	% من مساحة الحوض	الإتجاهات الغالبة	
				مساحة كم٢	%
١	الأفقي	٠.١٢	٠.٠٣	٠.١٢	٠.٠٣
٢	الشمال	٤٢.٠	١١.٧	٨٦	٢٣.٩
٣	شمال شرق	٤٤.٠	١٢.٢		
٤	شرق	٣٩.٢	١٠.٩	١١٩.٩	٣٣.٣
٥	جنوب شرق	٣٥.٣	٩.٨		
٦	جنوب	٤٥.٤	١٢.٦		
٧	جنوب غرب	٥٧.٦	١٦.٠	١٥٤	٤٠.٣
٨	غرب	٥٣.٩	١٥.٠		
٩	شمال غرب	٤٢.٥	١١.٨		
١٠	الإجمالى	٣٦٠.٠٢	%١٠٠	٣٦٠.٠٢	%١٠٠

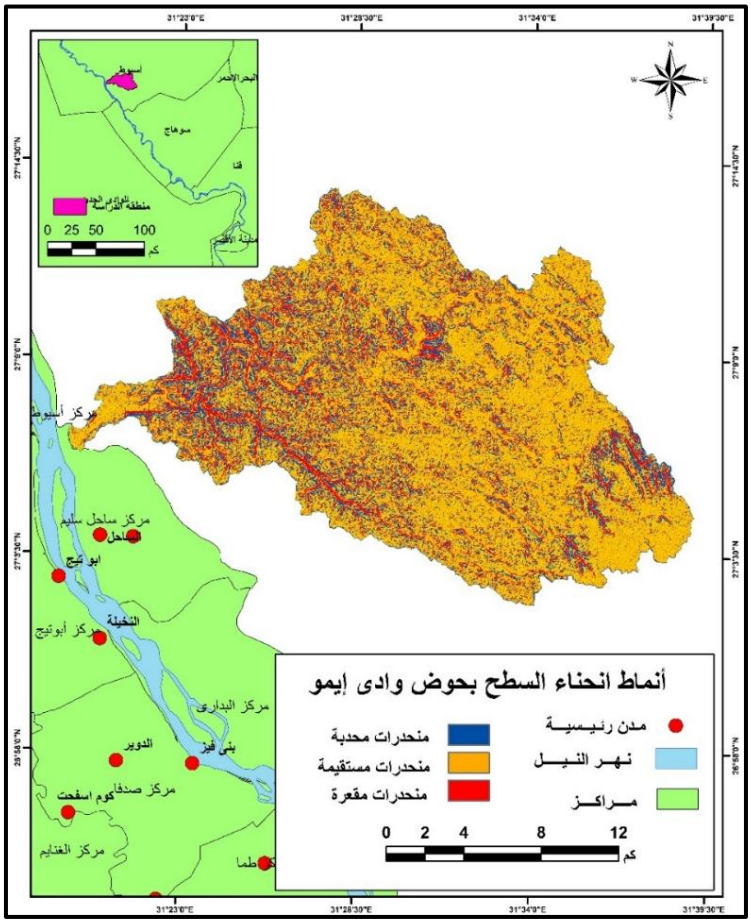
المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على حسابات خريطة الاتجاهات بالحوض

ج . انحناء (تقوس) السطح Curvature: من أكثر الخصائص السطحية التى تؤثربشكل كبير على سرعة ومعدل التصريف وكذلك فى اتجاهه ، حيث تساعد المنحدرات ذات النمط المقعر على زيادة التصريف سرعة ومعدلاً، بينما تؤثر المنحدرات المحدبة سلباً على ذلك، فى حين تقدم المنحدرات المستقيمة أنسب محفزة للجريان المائي سرعة واتجاهًا (**Hall,Steven, 2008, p.36**).

ويوضح الشكل (٧) والجدول (٧) توزيع مناطق المنحدرات حسب نمطها السائد (المحدب ، والمقعر

- يغلب نمط المنحدرات المستقيمة على أراضي الحوض بمساحة تقدر بنحو (٢٢١كم٢) تمثل ٦١.٣% من جملة مساحة الحوض .
- تتقارب كل من المنحدرات المحدبة والمقعرة فى مساحة كل منهما، وان تفوقت بشكل طفيف المنحدرات المحدبة ، حيث بلغت مساحتهما (٧٤.٠ ، ٦٦.٠٢ كم٢) لكل منهما على الترتيب ، وبنسبة بلغت (٢٠.٥% ، ١٨.٢%) لكل منهما من جملة مساحة حوض وادى إيمو.

- معظم مساحة الحوض التى تشمل كل من :المنحدرات المقعرة والمنحدرات المستقيمة، والتى تبلغ مساحاتها (٢٨٧.٠٢كم٢) وتمثل (٧٨.٥%) من جملة المساحة، تمثل مناطق داعمة للجريان المائي، ولسرعة ومعدل التصريف به.



المصدر : منعمل الباحث أعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمى للحوض

شكل (٧) انماط انحاءات السطح بحوض وادى إيمو

جدول(٧) مساحات أنماط الإنحدار بحوض وادى إيمو .

م	نمط الإنحدار	المساحة كم٢	% من مساحة الحوض
١	محدب	٧٤.٠	٢٠.٥
٢	مقعر	٦٦.٠٢	١٨.٢
٣	مستقيم	٢٢١.٠	٦١.٣
٤	الإجمالى	٣٦٠.٠٢	%١٠٠

المصدر: الجدول من حساب الباحث أعتماداً على الشكل (٧) .

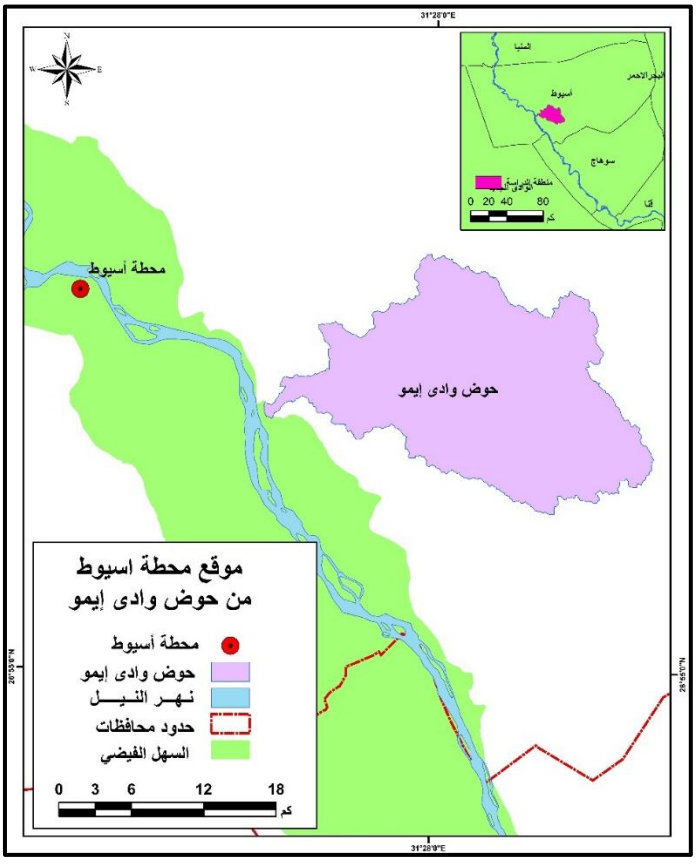
٣. خصائص المناخ

تعد الخصائص المناخية العامل الأكثر تأثيراً فى الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف ، حيث تؤثر بشكل مباشرعلي كل من كمية الأمطار ومعدلات التبخر، بينما تؤثر الخصائص الجيولوجية والجيوموروفولوجية بشكل غير مباشر نسبيا (**Heejun Chang, 2010. P. 186**) ومن أهم عناصر المناخ المؤثرة فى هيدرولوجية الحوض كل من: درجة الحرارة والرياح والرطوبة النسبية والتبخر والمطر بطبيعة الحال، وفيما يلي عرض لهذه العناصر بمنطقة حوض وادى إيمو، اعتماداً على البيانات المناخية لمحطة (اسيوط) التى تبعد الى الشمال الشرقي من مصب الحوض، بمسافة لا تتجاوز (١٧كم) فقط، شكل (٨) وفيما عرض لخصائص أهم العناصر المناخية بالمنطقة.

أ . درجة الحرارة:

يتضح من دراسة الجدول (٨) والشكل (٩) أهم الخصائص الحرارية التى تميز منطقة الدراسة والمتمثلة فى قيم متوسطات درجة الحرارة والحرارة العظمى والصغرى والمدى الحرار بمحطة اسيوط خلال الفترة بين عامى (١٩٧٥- ٢٠١٧) ومن خلال الجدول يمكن استنتاج الاتى :

- بلغ المعدل السنوى لمتوسط درجة الحرارة باسيوط (٣٠.١٤°)، فى حين يتباين هذا المتوسط لدرجة الحرارة بين اقصي شهور السنة حرارة وهو شهر يونيو الذي يمثل فصل الصيف، وأقلها حرارة وهو شهر يناير ممثلاً لفصل الشتاء بدرجات حرارة بلغت (٣٧.٨° و ٢٠.٦°) لكل منهما على الترتيب.
- بلغ المعدل السنوى درجة الحرارة العظمى بالمنطقة (٣٠.٨٨°) و تبلغ أعلى قيمة لدرجة الحرارة العظمى (٣٨.٢٢°) خلال شهر يونيو، وأقل قيمة لها لم تتجاوز (٢٠.٥°) فقط خلال شهر يناير.



المصدر : منعمل الباحث أعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمى للحوض

شكل (٨) موقع محطة أسيوط من حوض وادى إيمو

- بلغ المعدل السنوى لدرجة الحرارة الصغرى (١٤.٣٤°)،بينما تراوحت قيمته بين أقصي قيمة له (٢١.٥١°) خلال شهرأغسطس، وأقل قيمة له (٥.٤٢°) خلال شهر يناير.
- تتعرض منطقة الدراسة الى مدى حرارى كبير، حيث يبلغ معدله السنوى أكثر من (١٦°)، وتتراوح قيمته بين : اعلى قيمه له خلال شهر مايو(١٨.٣°)، واقل قيمة له خلال شهر ديسمبر (١٤.٧°).

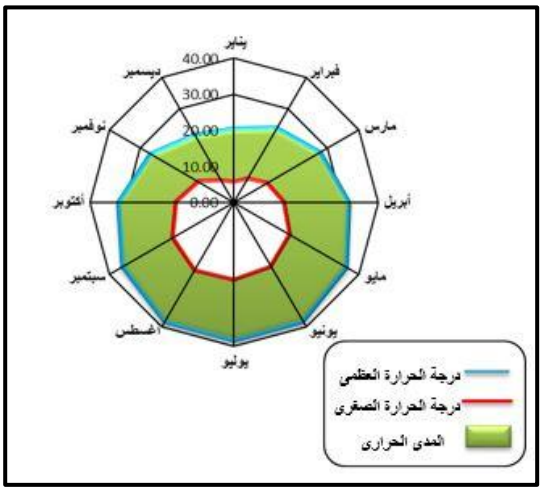
جدول (٨) الخصائص الحرارية بمحطة أسيوط بين عامى (١٩٧٥-٢٠١٧)

م	الشهر	الخصائص الحرارية بمحطة اسيوط			
		متوسط درجة الحرارة	درجة الحرارة العظمى	درجة الحرارة الصغرى	المدى الحرارى
١	يناير	٢٠.٦	20.51	5.42	15.09
٢	فبراير	٢٢.٦	23.76	7.48	16.28
٣	مارس	٢٦.٥	27.58	10.62	16.96
٤	أبريل	٣١.٨	31.84	13.95	17.89
٥	مايو	٣٤.٦	36.16	17.89	18.27
٦	يونيو	٣٧.٨	38.22	20.51	17.71
٧	يوليه	٣٦.٧	38.19	21.34	16.85
٨	أغسطس	٣٦.٦	38.13	21.51	16.62
٩	سبتمبر	٣٤.٨	35.68	19.46	16.22
١٠	أكتوبر	٣١.٥	32.06	15.89	16.17
١١	نوفمبر	٢٦.٥	26.76	11.16	15.60
١٢	ديسمبر	٢١.٧	21.63	6.90	14.73
المعدل السنوى		٣٠.١٤	30.88	14.34	١٦.٥٣

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة (١٩٧٥-٢٠١٧)

وتؤثر الخصائص الحرارية فى نظام التصريف المائي بشكل كبير، من خلال ما توفره من بيئة مناسبة لنشاط عمليات التجوية بنوعيها سواء كانت ميكانيكية مرتبطة بعمليات التفكك الصخرى، فى حالة زيادة المدى الحرارى كما هو الحال فى منطقة

الدراسة، وما يتبعه من تدفقات لمواد التجوية (Weatering Materiales) على جوانب منحدرات مجارى الاودية، بالاضافة الى دورها فى تحفيز التفاعل الكيميائي للعناصر المكونة للصخور مع توفر القليل من المحتوى المائي، وهو ما يؤدى الى زيادة كمية التصريف النهائي للمجرى وكميته عبر ما تقدمه من حطام صخرى تحمله المياه وقت الجريان، والذي من شأنه أن يؤدى الى التأثير على معدل هذا التصريف وسرعة الجريان(**Gaojun Li., 2016, pp. 60 : 61**) ، بالاضافة الى دور درجة الحرارة المرتفعة فى تبديد وانتشار المحتوى الرطوبى فى الهواء وزيادة معدلات التبخر حال حدوث التساقط المائي.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات الجدول (٩)

شكل (٩) الخصائص الحرارية بمحطة اسيوط (١٩٧٥ : ٢٠١٧)

أ. الرياح

تكتسب الرياح أهميتها الهيدرولوجية من خلال دورها فى التأثير غير المباشر على الجريان السطحى بأحوض التصريف، من خلال تأثيرها على نسبة رطوبة التربة ، بالاضافة الى التأثير على معدلات البخر نتح ، حيث أفادت

الدراسات التى اجريت بواسطة (**X. Liu, & Others , 2013.PP.11293:11310**) عن تأثير الرياح على الجريان المائي ببعض احوض التصريف بالصين، أن المناطق التى انخفضت فيها سرعة الرياح بنسبة (٢٩%) انخفضت فيها كمية (البخر نتح) بنسب تراوحت ما بين (١-٣%) وزيادة معدلات الجريان السطحى بأحوض التصريف بنسب تراوحت ما بين (١ – ٦%) ويوضح الجدول (٩) والشكل (١٠) نسب هبوب الرياح وسرعتها بمحطة اسيوط من الاتجاهات المختلفة، ومن الجدول يتضح ما يلي :

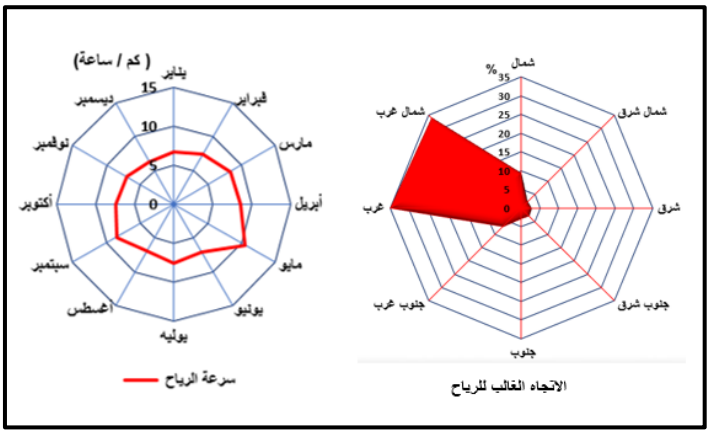
جدول (٩) اتجاهات وسرعة الرياح فى محطة أسيوط

الشهر	اتجاه الرياح								نسبة السكون	السرعة كم \ ساعه
	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب		
يناير	٤.١	٢.٥	٥.٤	٥.٣٠	٣.٥	٩.٨	٣٩.٢	٢٤.٥	٥	٦.٧
فبراير	٥.٥	٣.١	٥.٠١	٦.١٠	٣.٢	٨.٢	٣٦.١	٢٧.٥	٤.٤	٧.٤
مارس	٧.٦	٣.٨	٥.٧	٦.٨٠	٤.٩	٧.٠١	٣٢.٤	٢٩.٤	٢.٤	٨.٤
أبريل	٨.١٥	٣.٩٥	٥.٣	٥.٦٠	٤.٨	٧.٨	٣٠.٧	٣١.٨	١.٨	٨.٦
مايو	١٢.٣٥	٣.٣٥	٣.٦	٢.٧٠	٢.٨	٧.٤	٢٧.٩	٣٧.٤	١.٥	١٠.٥
يونيو	١٦.١	٣.٤	١.٠١	٠.٩٠	١.٥	١.٤	٢٩.٥	٤١.٠١	٠.٥	٧.١
يوليه	٩.٥	١.٣	٠.٤	٠.٣٠	١.٢	٦.٧	٣٤.٧	٤٤.٨	٠.٩	٧.٦
أغسطس	٩.٨	١.٠١	٠.٢	٠.٣٠	١.٤	٦.١	٣٦.٨	٤١.٣	٣.١	٧
سبتمبر	١٢.٤٥	١.٠٨	٠.٥	١.٣٠	٣.٠١	٥.٤	٣٢.٦	٤٢.٥	١.٣	٨.٥
أكتوبر	١٠.٤	٢.٣	١.٤	١.٥٠	٢.٣	٨.٨	٣٦.٦	٣٥.٣	١.٥	٧.٥
نوفمبر	٨.١٥	١.٤٥	١.٢	١.٦٠	١.٥	٦.٣	٤٣.٢	٣٢.٨	٢.٦	٧
ديسمبر	٥.٧	٢.٤	٣.٥	٤.٦٠	٣.٨	٩.٦	٤٠.٧	٢٦.٦	٣.٧	٦.٣
المعدل السنوي	٩.٢	٢.٥	٢.٨	٣.٠٨	٢.٨	٧.٠	٣٥.٠	٣٤.٦	٢.٤	٧.٧

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات المحطات (١٩٧٥ – ٢٠١٧) بيانات غير منشورة.

- تستحوذ الرياح التى الشمالية والشمالية الغربية معاً على أعلى نسبة هبوب للرياح على مدار العام تصل الى حوالى(٧٠%) من نسبة هبوب الرياح على منطقة

الدراسة، مع تفوق طفيف للرياح الشمالية الغربية، يليهما الرياح الجنوبية الغربية بنسة لا تتجاوز (٧%)



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات الجدول (٩)

شكل (١٠) الإتجاهات الغالبة للرياح ومتوسط سرعتها بنطقة الدراسة

- يبلغ المعدل السنوى لسرعة الرياح بالمنطقة (٧.٧كم / ساعة) وهو معدل ربما لا يكون له تأثير كبير فى نشاط عملية التبخر، الا ان ارتفاع درجة الحرارة بالمنطقة يساعد على تدعيم هذا الدور بشكل نسبي، لا سيما فى بعض شهور السنة التى تزداد فيها متوسط سرعة الرياح الى أكثر (١٠كم/ساعة) كما هو الحال فى شهر مايو وابريل واكتوبر بمتوسط (١٠.٥ ، ٨.٦ ، ٨.٥كم /ساعة) لكل منها على الترتيب .

ج. الرطوبة النسبية والتبخر

- يؤثر كل من الرطوبة النسبية فى الهواء ،ومعدل التبخر بشكل كبير على سرعة واحداث الجريان السطحى باحواض التصريف، حيث يؤدى زيادة الرطوبة النسبية الى احتفاظ التربة برطوبتها وحرارتها الكامنة والتى تعرقل الى حد بعيد أثر الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة فى زيادة معدلات التبخر(**Yuanyuan**

Zhou, 2013,pp.225-234)، وقد ثبت وجود علاقة بين التغيرفى كمية ومعدل الجريان السطحى باحواض التصريف وبين الرطوبة النسبية والتبخر تتراوح ما بين (٢.١% ، ١.٥%) على الترتيب فى حالة التغير بنسبة ٥% لكل منهما.(**Paul Campling, 2002, pp.231-253**).

ويوضح الجدول (١٠) والشكل (١١) المتوسطات الشهرية والمعدل السنوى لكل من الرطوبة النسبية والتبخر فى محطة اسيوط ، ومن الجدول والشكل يتضح ما يلي :

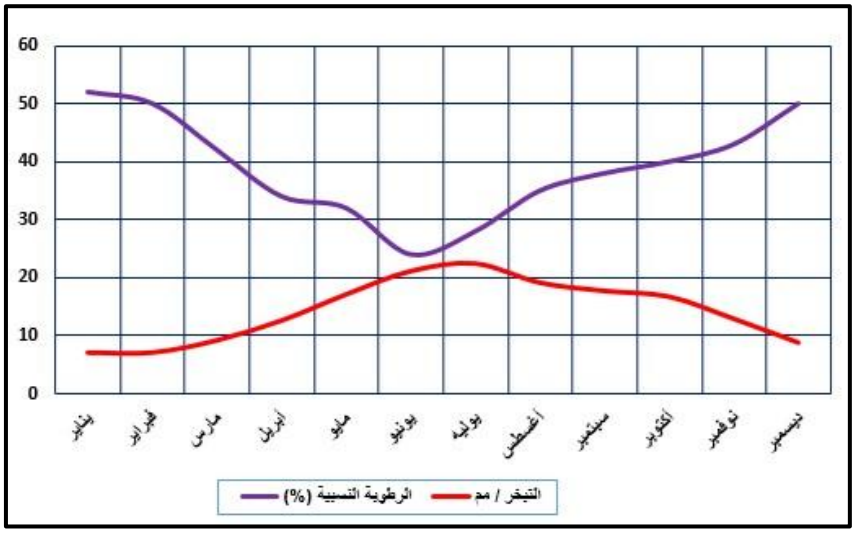
- بلغ المعدل السنوى للرطوبة النسبية فى المنطقة (٣٩%) مؤشراً بوضوح الى تميز منطقة الدراسة بالجفاف،فى حين تتباين قيمها على مدار السنة على المستوى الشهرى والفصلي حيث تصل اقصاها خلال شهرى ديسمبر ويناير (٥٠%)بينما تبلغ ادناها خلال شهر يونيو (٢٤%) فقط.

جدول (١٠) المتوسطات الشهرية للرطوبة النسبية والتبخر بمحطة اسيوط

م	الشهر	الرطوبة النسبية (%)	التبخر / مم
١	يناير	٥٢.٠٠	٧.٠٠
٢	فبراير	٥٠.٠٠	٧.٠٠
٣	مارس	٤٢.٠٠	٩.١٠
٤	أبريل	٣٤.٠٠	١٢.٥٠
٥	مايو	٣٢.٠٠	١٧.٠٠
٦	يونيو	٢٤.٠٠	٢١.٠٠
٧	يوليه	٢٨.٠٠	٢٢.٣٠
٨	أغسطس	٣٥.٠٠	١٩.٠٠
٩	سبتمبر	٣٨.٠٠	١٧.٦٠
١٠	أكتوبر	٤٠.٠٠	١٦.٦٠
١١	نوفمبر	٤٣.٠٠	١٢.٨٠
١٢	ديسمبر	٥٠.٠٠	٨.٧٠
	المعدل السنوى	٣٩.٠٠	١٤.٢٢

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات المحطات (١٩٧٥ – ٢٠١٧) بيانات غير منشورة.

- تتميز شهور الشتاء (ديسمبر ويناير وفبراير) بارتفاع الرطوبة النسبية بمتوسط فصلى بلغ (٥٠.٧٥%)، يليها شهور الخريف بمتوسط (٤٠.٣%)، بينما تتميز شهور الصيف بأدنى قيمة للرطوبة النسبية فى المنطقة بمتوسط لم يتجاوز(٢٩%) فقط وهى الشهور الأكثر حرارة فى المنطقة، كما يبلغ متوسط الرطوبة النسبية خلال فصل الربيع (٣٦%).
- بلغ معدل التبخر السنوى (١٤.٢٢مم)، ويتراوح المتوسط الشهرى للتبخر ما بين اقصاه خلال شهر يولية (٢٢مم) وادناه خلال شهرى يناير وفبراير بما لا يتجاوز (٧مم) فقط.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات الجدول (١٠)

شكل (١١) المتوسط الشهرى لكل من الرطوبة النسبية والتبخر بمحطة اسيوط

- على عكس الرطوبة النسبية تمثل شهور الصيف أكثر شهور السنة بخراً فى المنطقة بمتوسط بلغ (٢٠.٧مم)، يليها شهور فصل الخريف بمتوسط (١٥مم) ثم فصل الربيع (١٢.٨مم)، ويأتى فى المرتبة الأخيرة فصل الشتاء فقيمة لا تتجاوز(٧.٧مم)،وهوما يعكس العلاقة العكسية بين كل من التبخر والرطوبة

النسبية، كما يوضحها منحنيا الرطوبة والتبخر فى الشكل (١١) حيث يقتربا المنحنيات من بعضهما خلال شهور الصيف، ويتباعدا لدى الطرفى بالاتجاه جانبياً نحو شهور الشتاء .

جدول (١١) المتوسطات الشهرية والمعدل السنوى لكمية المطر وأكبر كمية خلال يوم بمحطة اسيوط

م	الشهر	متوسط كمية المطر / مم	أكبر كمية سقطت خلال يوم	التاريخ
١	يناير	٢.١	٤.٠	١٩٦٩ / ٢٢
٢	فبراير	٢.٣	٢.٥	١٩٧٥ / ١٩
٣	مارس	٣.١	١٠.٧	١٩٦٥ / ١٢
٤	أبريل	٢.٢	٢.٥	١٩٦٧ / ٨
٥	مايو	١.٨	١.٨	ــــ
٦	يونيو	صفر	صفر	ــــ
٧	يوليه	صفر	صفر	ــــ
٨	أغسطس	أثر	صفر	ــــ
٩	سبتمبر	أثر	صفر	ــــ
١٠	أكتوبر	٠.١	٠.١	١٩٦٥/ ٦
١١	نوفمبر	١٢.٥	٢٤	١٩٩٤ / ٢
١٢	ديسمبر	١.٢	١.٢	١٩٧٦ / ١١
المعدل السنوى		٢.٧	----------	

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات المحطات (١٩٧٥ – ٢٠١٧) بيانات غير منشورة .

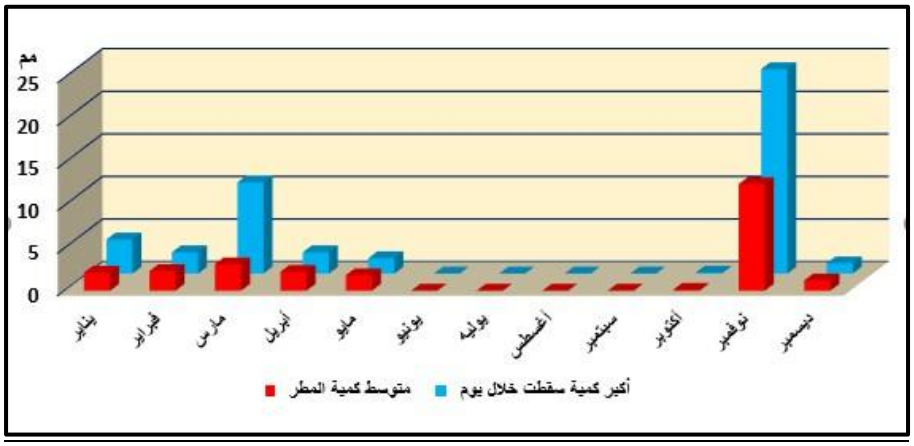
د. **المطر:**

لا شك أن المطرهو العنصر المناخى ذو الصلة المباشرة بالجريان المائي وكمية التصريف داخل الأحواض، بل مادة الجريان وعامل التشكيل الرئيسى فى بيئة النظم الفيضية، وعلى قدر كميته وشدة حدوثة ونظام تساقطه، يتحدد الى حد

كبير مقدار التصريف ومعدله، بعد تأثير كل من خصائص السطح الجيولوجية وعناصره المورفولوجية (**Keith Beven,2012,p.52**).

ويوضح الجدول (١١) والشكل (١٢) المتوسط الشهرى والمعدل السنوى لكمية المطر وكذا أكبر كمية مطر سقطت فى يوم واحد بالمنطقة خلال فترة الرصد المتوفرة (١٩٧٥ – ٢٠١٧)، ومن خلال الجدول والشكل يتضح ما يلي :

- يبلغ المتوسط السنوى لكمية المطر بمحطة اسيوط (٢.٧مم) وهذا المعدل يجعل من منطقة الدراسة نموذجاً للاراضي الجافة، ويتراوح متوسط كمية المطر الشهري بالمنطقة بين اقصي قيمة لها خلال فصل الخريف، حيث يبلغ اربعة اضعاف المعدل السنوى خلال شهر نوفمبربقيمة (١٢.٥مم)، ويندر سقوط المطر بالمنطقة خلال أربعة شهور من السنة (شهور الصيف) بداية من يونيو وحتى سبتمبر.



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على بيانات الجدول (١١)

شكل (١٢) المتوسط الشهرى لكمية المطر وأكبر كمية سقطت فى يوم واحد بأسيوط

- تشهد المنطقة كميات مطر كبير اثناء سقوط المطر خلال ايام العواصف المطرية على قلة تكرارها، حيث تشير أكبر قيمة سقطت خلال يوم واحد الى أكثر من عشرة أضعاف المعدل السنوى كما حدث فى يوم (١٩٩٤/١١/٢)،

حيث تجاوزت كمية المطر الساقة خلال هذا اليوم (٢٤مم)،تمثل ايضاً ضعف المتوسط الشهرى لشهر نوفمبر، وهى اكبر كمية مطر سقطت خلال يوم واحد بالمنطقة خلال فترة الرصد .

- كما شهد شهر مارس تانى أكبر كمية سقطت خلال يوم واحد (١٩٦٥/٣/١٢) بكمية تساقط بلغت (١٠.٥مم) وهذه الكميات التى تشير الى حدوث جريان مائي على هيئة سيول تضرب المنطقة على فترات متباعدة .

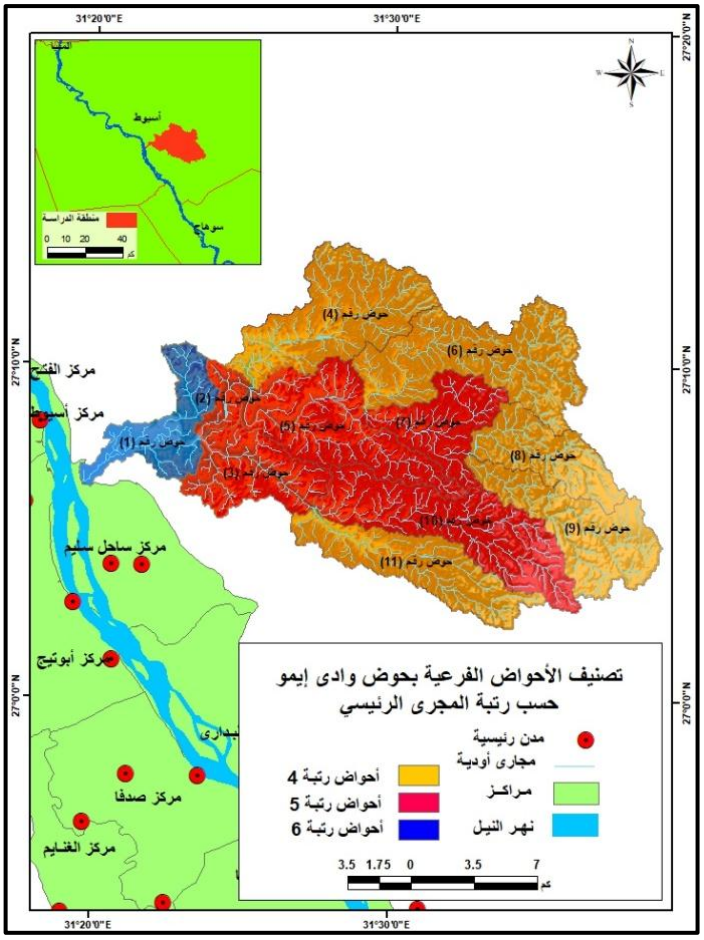
ثانياً: الخصائص المورفومترية لحوض وادى إيمو

تمثل الخصائص المورفومترية حجر الأساس فى بناء النماذج الهيدرولوجية، للتحليل الهيدرولوجى لاحواض التصريف، اذ تعد من أهم الضوابط التى تؤثر على الجريان السطحى بالاحواض، وتم الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمى للمنطقة فى استخلاص حوض التصريف واحواض روافده الرئيسية، وكذا شبكة التصريف الخاصة به، وقد تم تقسيم الحوض الى أحد عشر حوضا فرعياً تمثل فى مجموعها اجمالى مساحة الحوض، وهى ما تم الاعتماد عليه فى قياس وتحليل الخصائص المورفومترية للحوض وشبكته. (شكل ١٣) .

وتجدرالاشارة الى ان خمسة من هذه الاحواض تنتهى بمجرى رئيسي يحمل الرتبة (٤) وهى الأحواض التى تحمل ارقام (٤، ٦، ٨، ٩، ١١) وهى الأحواض التى تقع على تماس مباشر مع خط التقسيم العام لحوض وادى إيمو، وخمسة أخرى تنتهى بمجرى يحمل الرتبة (٥) وهى الأحواض التى تقع فى القطاع الأوسط من الحوض وتشمل كل من الحواض رقم (٢، ٣، ٥، ٧، ١٠)، ويحمل المجرى الرئيسي لحوض وادى إيمو الرتبة السادسة، وتصرف فيه مجارى الأودية فى المناطق الدنيا

وسيتم التعامل مع هذه المناطق تجاوزاً كحوض مستقل، وفيما يلى عرض لهذه الخصائص الموفومترية.

أ. **خصائص المساحة والأبعاد:** وتشمل كل من مساحة الأحواض بالاضافة الى ابعادها من طول وعرض ومحيط، وهى فى مجملها خصائص تأتى انعكاساً للخصائص الجيولوجية فى الحوض، ومدى تأثرها بالخصائص المناخية السائدة به.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الآرتفاع الرقمى

شكل (١٣) الأحواض الرافدية بحوض وادى إيمو

ويوضح الجدول (١٢) الخصائص المساحية لحوض وادى ايمو واحواض روافده، ومن خلال الجدول يمكن الوقوف على أهم الخصائص المساحية للحوض كما يلي:

١. مساحة الأحواض:

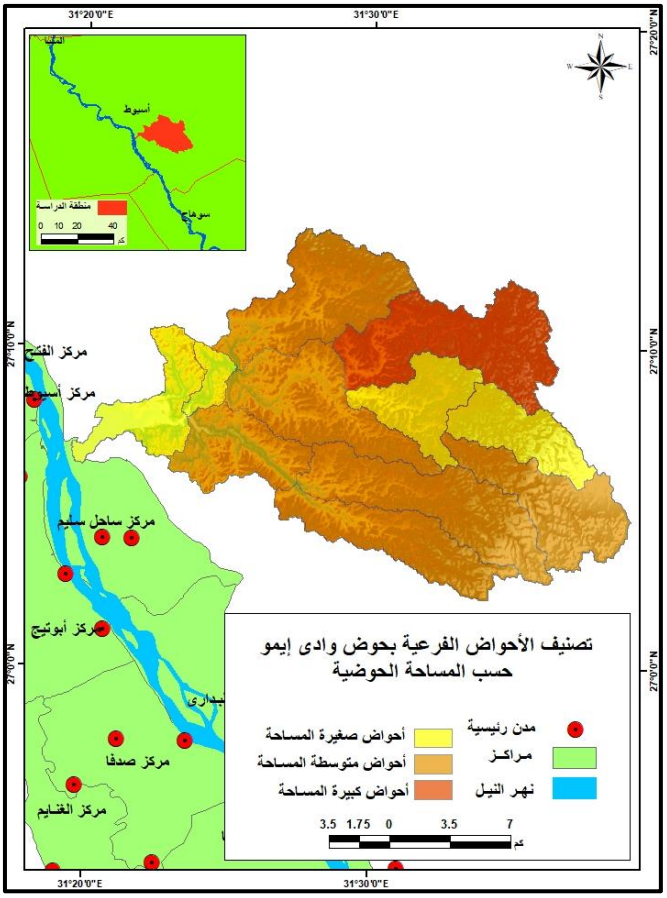
- يبلغ المتوسط العام لأحواض روافد وادى إيمو(٣٢.٧٣كم٢)، وتتباين فيما بينها بين أقصى مساحة حوضية للحوض رقم (٥) الذي بلغت مساحته (٥٢.٠٤كم٢)، وأقل مساحة ممثلة فى حوض رقم (٢) بمساحة حوضية لم تتجاوز(٨.٨كم٢).
- يمكن تقسيم الأحواض الفرعية حسب مساحتها الحوضية الى ثلاث فئات رئيسية هى:
- **أحواض صغيرة المساحة:** وتشمل الأحواض التى تقل مساحتها عن(٢٥كم٢) ويمثلها فى الحوض أربعة احواض فقط تمثل (٣٦%) من عدد احواض الراوفد بالحوض، هى أحواض رقم (٢ ، ٧، ٨، ١) بقيم مساحة بلغت (٨.٨ ، ٢٣.٩٨ ، ٢٣.٧٧ ،٢٣.٤كم٢) لكل منها على الترتيب، باجمالى مساحة (٧٩.٩٥كم٢). تمثل ٢٢.٢% من جملة مساحة حوض وادى إيمو(٣٦٠.٠٢كم٢).
- **أحواض متوسطة المساحة:** تشمل الحواض التى تتراوح مساحتها بين (٢٥ : ٥٠ كم٢) وتضم وتضم هذه الفئة ستة أخواض تمثل (٥٤.٥%) من جملة عدد الأحواض، هى احواض (٣، ٤، ٥، ٩، ١٠، ١١) باجمالى مساحة بلغ (٢٢٨.٠١كم٢) تمثل (٦٣.٣%) من جملة مساحة الحوض الرئيسي.
- **أحواض كبيرة المساحة:** ويمثلها حوض واحد فقط هو حوض رقم (٦) والذي تبلغ مساحته (٥٢.٠٤كم٢) يمثل وحده (١٤.٥%) من جملة مساحة الحوض.

جدول (١٢) الخصائص المساحة لحوض وادى إيمو والحواض روافده

م	الحوض	المساحة/كم٢	طول الحوض كم	عرض الحوض كم	محيط الحوض كم	رتبة الحوض
١	حوض رقم (٢)	٨.٨٠	٤.٤	٢.١	١٨.٣	٥
٢	حوض رقم (٣)	٢٦.١٨	٧.٦	٣.٤	٣٥.٧	٥
٣	حوض رقم (٤)	٤٥.٧١	١١.٤	٤.١	٥١.٧	٤
٤	حوض رقم (٥)	٤١.٠٧	١٣.٤	٣.١	٥١.١	٥
٥	حوض رقم (٦)	٥٢.٠٤	١٢.٥	٤.٢	٦٣.٧	٤
٦	حوض رقم (٧)	٢٣.٩٨	٨.١	٣.١	٣٨.٨	٥
٧	حوض رقم (٨)	٢٣.٧٧	٩.٤	٢.٥	٣٥.٩	٤
٨	حوض رقم (٩)	٣٤.٨٥	١٢.١	٢.٩	٤٩.٢	٤
٩	حوض رقم (١٠)	٤٧.١٢	١٥.٧	٣.٠	٥٨.١	٥
١٠	حوض رقم (١١)	٣٣.١٠	١٣.٨	٢.٤	٥٢.١	٤
١١	المجرى الرئيسي(١)	٢٣.٤٠	٩.٩	٢.٤	٤٣.٤	٦
12	المتوسط	32.73	10.75	3.11	45.27	
اجمالى الحوض		٣٦٠.٠٢	٣٢.٦	١١.١	١٢١.٣	

المصـــدر :مـــن عمـــل الباحـــث قياســـاً مـــن خريطـــة الأحـــواض باســـتخدام برنـــامج ArcGIS 10.5

- يرتبط توزيع الأحواض كبيرة المساحة ومتوسطة المساحة داخل حوض وادى ايمو بالمناطق ذات الكثافة التركيبية العالية فى مناطق المنابع العليا فى الشمال والوسط، والجنوب الشرقي، بينما الأحواض صغيرة المساحة تتوزع فى المناطق منخفضة الكثافة التركيبية المرتبطة بقلة عدد وقصر الصدوع داخل الحوض فى الشرق لدى المنابع ولدى مصب الحوض .
- وتبرزاهمية المساحة الحوضية داخل نظام التصريف، فى كونها تحدد الإطار المساحى المحتمل سقوط الامطار عليه، فلكما زادت المساحة زادت بالتعبية كمية المياه المحتمل سقوطها داخل الحوض والعكس صحيح.



المصدر:من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الآرتفاع الرقمى

شكل (١٣) المساحة الحوضية لأحواض روافد وادى إيمو

٢. أبعاد الحوض (الطول – العرض – المحيط)

- يشير الجدول السابق الى ان طول حوض وادى إيمو بلغ (٣٢.٦كم) فى حين بلغ المتوسط العام لأطوال احواض الروافد(١٠.٧٥كم) فقط، بينما تتباين الأحواض فى اطوالها ما بين أقصر طول هو(٤.٤كم) فقط ، فى حوض رقم ٢، وبين أقصى طول حضي ممثل فى حوض رقم ١٠، البالغ (١٥.٧كم).
- يمكن تقسيم احواض الروافد بحسب أطوالها الى ثلاث فئات رئيسية هى :

أحواض قصيرة الطول: تشمل الحأواض التى يقل طولها عن (١٠ كم) ويبلغ عددها خمسة احواض ارقام (٢ ، ٣ ، ٧ ، ٨ ، ١) باطوال بلغت (٤.٤ ،٧.٦ ،٨.١ ، ٩.٤ ، ٩.٩كم) لكل منها على الترتيب.

أحواض متوسطة الطول: وتتراوح اطوالها ما بين (١٠ – ١٥كم) ويمثله فى الحوض خمسة احواض رافدية ايضاً، تشمل كل من احواض (٤ ، ٥ ،٦ ، ٩ ، ١١) بأطوال بلغت (١١.٤ ، ١٣.٤ ، ١٢.٥ ، ١٢.١ ، ١٣.٨كم) لكل منها على الترتيب .

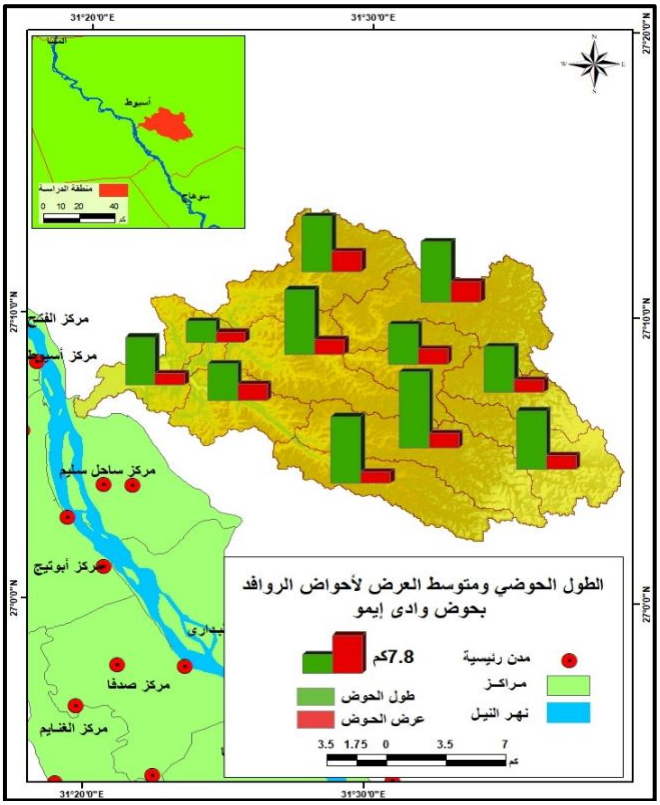
أحواض طويلة : يمثلها أكثر الحواض طولا والتى يزيد طولها الحوضي عن ١٥كم ، وتمثل بحوض واحد فقط، هوالحوض رقم ١٠، الذي يبلغ طوله (١٥.٧كم) .

- بلغ متوسط عرض حوض وادى إيمو(١١.١كم) بينما بلغ هذا المتوسط على مستوى أحواض الروافد(٣.١١كم) فقط، يتباين بين أعلى قيمه له فى حوض رقم(٤) حيث بلغ متوسط عرضه (٤.١كم) وبين أقل قيمه فى حوض رقم (٢) بمتوسط عرض لم يتجاوز ٢.١كم فقط.
- يمكن تقسيم احواض الروافد بحسب متوسط عرضها الى الفئات الثلاث الآتية:

أحواض ذات متوسط عرض صغير: وتشمل الأحواض التى يقل فيها متوسط عرضها عن ٣كم، ويمثلها خمسة احواض رافدية بحوض وادى إيمو هى احواض رقم(١ ، ٢، ٨، ٩، ١١) ومتوسط عرض كل منها (٢.٤، ٢.١ ، ٢,٥ ،٢,٩، ٢.٤ كم) على الترتيب .

أحواض متوسطة العرض : وى الأحواض التى يتراوح متوسط عرضها بين (٣– ٤ كم) ويمثلها فى الحوض اربعة احواض رافدية هى احواض (٣، ٥، ٧، ١٠) بمتوسط عرض بلغ لكل حوض (٣.٤ ، ٣.١ ، ٣.١ ، ٣.٠ كم) لكل منها على الترتيب.

أحواض ذات متوسط عرض كبير: وتشمل الحواض التى يزيد متوسط عرضها عن ٤كم) وتشمل حوضين رافدين فقط هما (حوض رقم ٤ ، وحوض رقم ٦) بمتوسط ول (٤.١ ، ٤.٢ كم) لكل منهما على الترتيب.



المصدر:من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الآرتفاع الرقمى

شكل (١٤) الطول ومتوسط العرض لحواض الروافد بحوض وادى إيمو

- بلغ طول محيط حوض وادى ايمو (١٢١.٣كم) فى حين بلغ متوسط أطوال محيطات الروافد (٤٥.٢٧كم) ، وتتباين أطوال المحيطات على مستوى احواض الروافد بين أكبر طول محيط (٦٣.٧كم) لحوض رقم ٦، وأقل طول محيط بلغ (١٨.٣كم) لحوض رقم (٢) .

- يمكن تقسيم الأحواض الى ثلاثة فئات رئيسية بحسب أطوال محيطاتها على النحو التالى:

أحواض صغيرة المحيط: تشمل الحواض التى تقل اطوال محيطاتها عن (٤٠كم) ويمثلها اربعة احواض رافدية هى احواض رقم(٢ ، ٣ ، ٧ ، ٨) وتبلغ اطوالها ١٨.٣ ، ٣٥.٧ ، ٢٨.٨ ، ٣٥.٩ كم لكل منها على الترتيب.

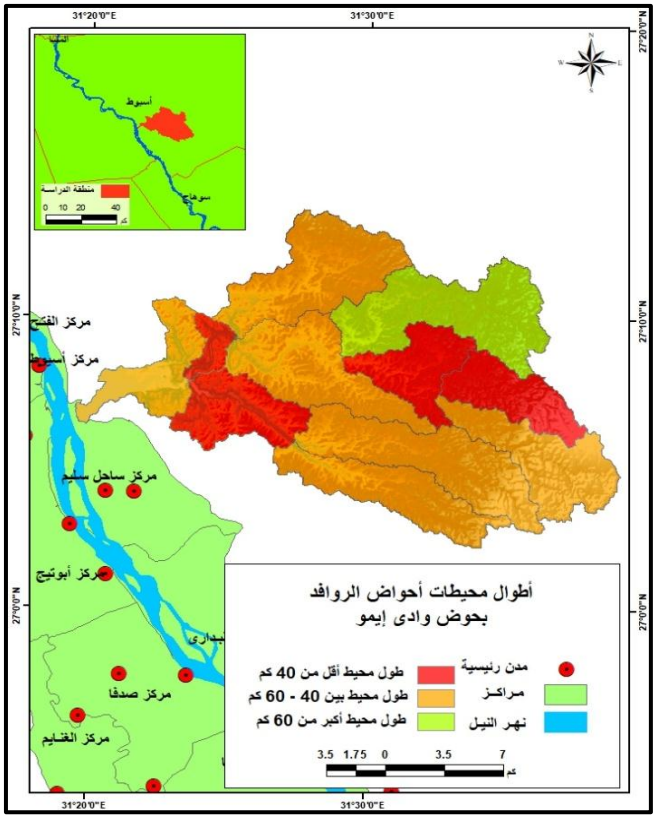
أحواض متوسطة المحيط: تشمل الحواض التى تتراوح أطوال محيطاتها بين (٤٠ – ٦٠ كم) ويمثلها فى الحوض حمسة احواض رافدية هى : (٤ ، ٥ ، ٩ ، ١٠ ، ١١) باطوال بلغت (٥١.٧ ، ٥١.٧ ، ٤٩.٢ ، ٥٨.١ ، ٥٢.١ كم) لكل منها على الترتيب.

أحواض ذات محيطات كبيرة: ويزيد فيها الطول المحيطى عن ٦٠ كم ويمثلها حوض واحد فقط هو حوض رقم (٦) والذي يصل طول محيطه الى (٦٣.٧ كم).

وتجدر الاشارة الى ان ابعاد الأحواض (الطول والعرض والمحيط) هى انعكاس مباشر للمساحة الحوضية للروافد ،حيث تشير القيم الخاصة بها الى ان الأحواض ذات المساحات الكبيرة والمتوسطة ، هى اذاتها ألأحواض التى تتميز بابعاد كبيرة ، مع بعض التباينات الطفيفة التى يمكن ارجاعها الى الاختلافات المحلية فى توزيع التكوين الصخرى والبنية الجيولولجية داخل حوض وادى إيمو.

ب . خصائص الشكل

وللوقوف على الخصائص الشكلية للحوض تم الاعتماد على كل من معاملات الاستدارة والاستطالة ونسبة الطول/ العرض ، بالاضافة الى عامل الشكل، ويوضح الجدول (١٣) أهم نتئج هذه المعاملات ومنها يمكن استنتاج ما يلي :



المصدر:من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الآرتفاع الرقمى

شكل (١٥) اطوال محيطات احواض الروافد بحوض وادى إيمو

١. معامل الاستدارة [١]

- تشير قيم معامل الاستدارة لحوض وادى إيمو وروافده الرئيسية الى بعده نسبياً عن الشكل المستدير حيث بلغت قيمة معامل الاستدارة للحوض ككل (٠.٣١) فقط وهى قيمة منخفضة تجعله أكثر ميلاً الى الشكل المستطيل.

[١] **معامل الاستدارة = مساحة الحوض بالكم٢ / مساحة الدائرة التى لها نفس محيط الحوض.**
(GREGORY, K.J., and Walling, D.E, 1973 , p51)

- يقل معامل الاستدارة على مستوى احواض الروافد عن (٠.٣٤) ، حيث تراوحت قيمته ما بين أقل الاحواض قيمة (٠.١٥) وحوض حوض رقم ١١، وبين اقربها الى أعلاها قيمة ممثلاً فى الحوض رقم ٢ بقيمة بلغت (٠.٣٣)وتقترب من قيمة استدارة حوض وادى ايمو.

جدول (١٣) خصائص الشكل لحوض وادى إيمو وروافده

م	الحوض	معامل الاستدارة	معامل الاستطالة	الطول / العرض	عامل الشكل
١	حوض رقم (٢)	0.33	2.39	2.10	0.45
٢	حوض رقم (٣)	0.26	2.39	2.24	0.45
٣	حوض رقم (٤)	0.21	2.10	2.78	0.35
٤	حوض رقم (٥)	0.20	1.69	4.32	0.23
٥	حوض رقم (٦)	0.16	2.05	2.98	0.33
٦	حوض رقم (٧)	0.20	2.14	2.61	0.37
٧	حوض رقم (٨)	0.23	1.84	3.76	0.27
٨	حوض رقم (٩)	0.18	1.73	4.17	0.24
٩	حوض رقم (١٠)	0.18	1.55	5.23	0.19
١٠	حوض رقم (١١)	0.15	1.48	5.75	0.17
١١	المجرى الرئيسي	0.16	1.73	4.13	0.24
حوض إيمو		0.31	٢.٠٦	2.94	٠.٣٤

المصدر:من حساب الباحث اعتماداً على خريطة احواض التصريف

- على الرغم من قلة قيم معامل الاستدارة على مستوى الأحواض الرافدية جميعها ، الا أنه يمكن تقسيمها محلياً الى ثلاث فئات على النحو التالى:

أحواض قليلة الاستدارة : يقل معامل استدارتها عن (٠.٢)وهى تشمل خمسة احواض كل من : (الحوض ١ ، ٦ ، ٩ ، ١٠ ، ١١)،وهى اقل الاحواض استدارة فى حوض وادى ايمو .

احواض متوسطة الاستدارة: تتراوح قيمته فيها بين (٠.٢ : ٠.٣) ويمثلها خمسة أحواض كذلك هى احواض (٣ ، ٤ ، ٥ ، ٧ ،٨).

أحواض تميل الى الاستدارة نسبياً: ويمثلها حوض واحد فقط هو الحوض رقم ٢ ، والذي تزيد فيه قيمة المعامل عن (٠.٣) ، حيث بلغت قيمته (٠.٣٣).

٢. معامل الاستطالة [٢]

- تشير قيم معامل الاستطالة الى ميل حوض وادى ايمو و أحواض روافده بشكل واضح الى الشكل المستطيل، حيث بلغت قيمة معامل استطالة الحوض (٢.٠٦) بينما تراوحت بين أعلى قيمة لها (٢.٣٩) فى كل من حوضي رقم (٢ ، ٣) بينما بلغت ادناها (١.٤٨) فى الحوض رقم (١١)، ويمكن على المستوى المحلى تقسيم احواض الروافد الى فئتين رئيسيتن بحسب قيم معامل الاستطالة بالحوض على النحوالتالى :

فئة الأحواض الأكثر استطالة: يقل فيما معامل الاستطالةعن (٢) وتشمل معظم احواض الراوفد حيث بلغ عددها ستة احواض رافدية هى : (١، ٥، ٨، ٩، ١٠، ١١) .

فئة الحواض الأقل استطالة: وتشمل خمسة أحواض رئيسية يزيد معامل استطالتها عن (٢)، هو أحواض (٢ ، ٣ ، ٤ ، ٦ ، ٧) .

٣. نسبة الطول / العرض

هى عبارة عن علاقة رياضية بين كل من الطول الحوضي ومتوسط عرضه، وتمثل مؤشراً واقعياً عن الشكل الذي تتخذه أحواض التصريف، اذ تشير النتائج المرتفعة الى ميل الحوض الى الشكل المستطيل، لا سيما عندما يتضاعف طول الحوض عن عرضة عدة مرات.

وتشير هذه النسبة الى أن طول حوض وادى إيمو يبلغ تقريباً ثلاثة اضعاف عرضه (٢.٩٤) مما يؤكد ميل الحوض بعامة الى الشكل المستطيل، فى زادت هذه النسبة الى أكثر من خمسة اضعاف فى كل من حوضي (١٠، ١١)

[٢] **معامل الإستطالة= قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض / أقصي طول للحوض بالكم (Gregory, K. J , and Walling , D , E , 1973 , p, 51).**

وهما من أكثر الحواض الرافدية استطالة، بينما كانت اقل الاحواض نسبة وفقاً للنتائج فى حوض رقم ٢، والذي يعد ابعد هذه الاحواض عن الشكل المستطيل نسبياً اذ بلغت نسبة الطول / العرض به (٢.١) فقط اى ان طول الحوض يبلغ مثلى عرضه فقط .

وفى ضوء نتائج هذه النسبة يمكن تقسيم احواض الروافد الى ثلاث فئات هى:

الأحواض الأكثر استطالة: وتشمل الاحواض التى تزيد فيها نسبة الطول / العرض عن (٤) وتشمل كل من احواض (١ ، ٥ ، ٩ ، ١٠ ، ١١) .

الأحواض متوسطة الاستطالة: وتشمل الاحواض التى تتراوح قيمة نسبة الطول / العرض بين (٣ : ٤) ويمثلها حوض رافدى واحد هو حوض رقم (٨) حيث يبلغ طول الحوض قدر عرضة بنحو ثلاثة اضعاف ونصف .

الأحواض الاقل استطالة نسبياُ: وتشمل الاحواض التى تقل فيها النسبة عن (٣) ويمثلها خمسة احواض هى (٢ ، ٣ ، ٤، ٦ ، ٧) حيث يبلغ طول الاحواض فيها تقريباً ضعفى متوسط عرضها .

٤. معامل الشكل

يشير الى مدى تناسق شكل الحوض واندماجه، ويتم الحصول عليه من خلال قسمة المساحة الحوضية كم٢على مربع طول الحوض , Horton .(1932 , P.353) وكلما كان شكل الحوض مندمجاً وأكثر تناسقاً فى حدوده الخارجية، اقترب ناتج المعادلة من الواحد الصحيح، بينما تشير القيم المنخفضة الى العكس.

وقد بلغ معامل الشكل لحوض وادى ايمو(٠.٣٤) وهى قيمة بعيدة عن الواحد الصحيح، مما يدل على ان شكل الحوض يتميز بالتعرج والانبعاج ويبعد بشكل كبير عن التناسق وهو امر يشيع فى حالة الاحواض التى تتميز بالشكل المستطيل، وينطبق الأمر كذلك على كل الاحواض الرافدية حيث تقل قيم معامل الشكل في جميعها عن (٠.٥) حيث تراوحت القيم بين (٠.٤٥) فى كل

من حوضي (٢ ، ٣) وهى الكثر ميلا الى الاستدارة فى الحوض ، وبين أقل قيمه فى حوض رقم (١١) الذي يمثل اكثر احواض الروافد ميلاً الى الشكل المستطيل.

ويمكن تقسيم احواض الروافدالى ثلاث فئات بحسب قيم معامل الشكل على النحو التالى :

أحواض متناسقة نسبياً : والتى تزيد فيها قيم معامل الشكل عن (٠.٤) وتشمل حوضا (٢ ،٣) بقيم بلغت (٠,٤٥.) لكل منهما .

أحواض متوسطة التناسق : وتشمل الاحواض التى يتراوح معامل الشكل فيها بين (٠.٣ – ٠.٤) ويمثلها فى الأحواض كل من احواض (٤، ٦ ، ٧) .

أحواض غيرمتناسقة: وتشمل الاحواض التى يقل فيها معامل الشكل عن (٠.٣) وتشمل غالبية احواض الروافد وعددها ستة احواض هى: (١، ٥، ٨، ٩، ١٠، ١١).

ج. خصائص التضاريس

تمثل هذه الخصائص المحصلة النهائية لنشاط عمليات التعرية المائية، وتأثير الإختلافات الليثولوجية والبنيوية بالحوض، كما تساعد بشكل كبير فى تحديد مسارات الجريان المائي والتحكم فى اتجاهاتها، وسرعة الجريان المائي بمجاري الأودية، وسرعة تدفقها(M.L.Wailkar& Aditya P.Nil ,2014,pp.181: 182) ، وتشمل هذه الخصائص كل من (تضاريس الحوض، ومعدل التضرس، والتضاريس النسبية، ودرجة انحدار السطح).

ويوضح كل من الجدول (١٤) والشكل (١٧) توزيع هذه الخصائص داخل حوض وادى ايمو واحواض روافده .

١. تضاريس الحوض

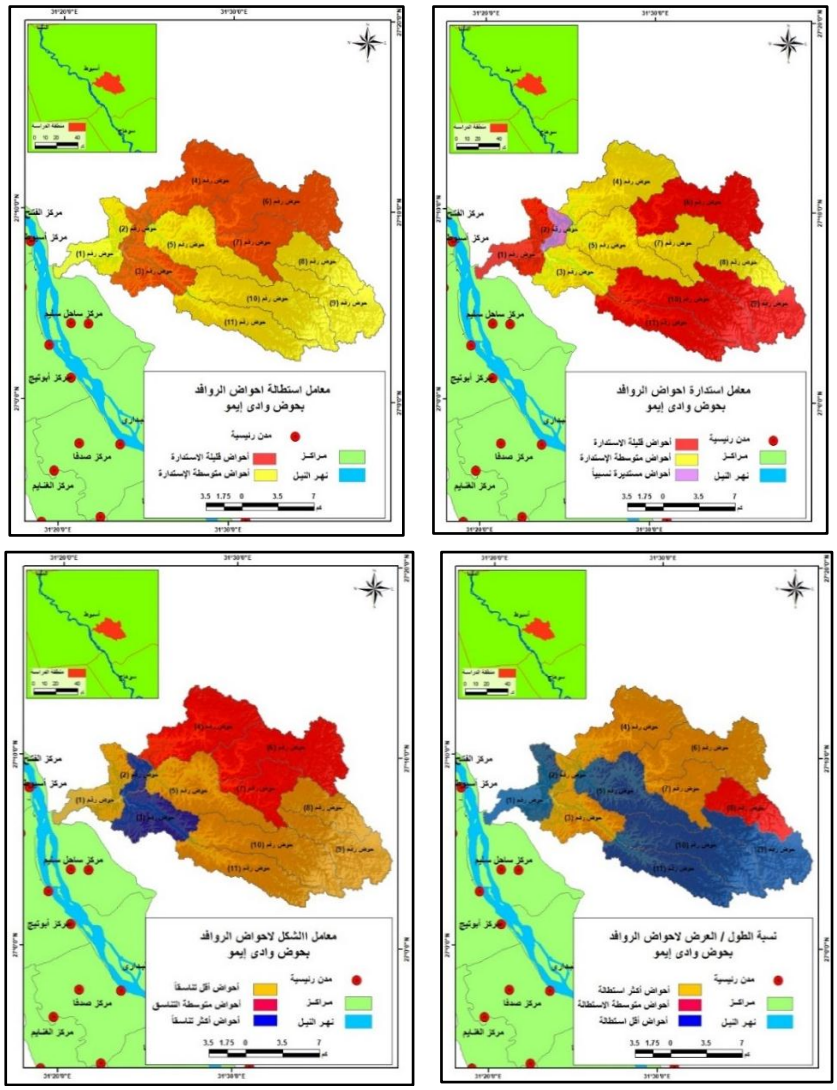
يقصد بها التضرس المحلى للحوض ، الذي يشير الى الفارق بين أعلى منسوب بالحوض وادنى منسوب به، وتشير قيم الجدول الى ما يلي :

- تبلغ قيمة تضاريس حوض وادى إيمو (٤٣٣ متراً) اى انه يصنف فزيوغرافيا ضمن المناطق المتوسطة التضرس (N.K. Baghmar 2011, p4) التى تتراوح تضاريسها المحلية ما بين (٤٠٠ : ٨٠٠ مترا) .
- بلغ المتوسط العام لتضاريس احواض الروافد (١٤٤.٥متراً) فقط، مما يجعلها اقرب فى تصنيفها الفزيوغرافي الى مناطق السهول المنخفض، وتتباين فيما بينها بين اعلى قيمة لها (٢٢٧متراً) فى الحوض رقم(٩)، وبين أدنى قيمة لها (٧٤) متراً فقط فى الحوض رقم ٢ قريبا من مصب الحوض.
- على المستوى المحلى يمكن تقسيم أحواض الروافد الى ثلاث فئات رئيسية بحسب قيم تضرسها المحلى كما يلي :

أحواض منخفضة التضرس : وتشمل الاحواض التى يقل تضرسها المحلى عن (١٥٠ متراً) ويمثلها غالبية أحواض الروافد ويبلغ عددها ستة أحواض هى (رقم ٢ ، ٣ ، ٥ ،٦ ،٧ ،١١).

احواض متوسطة التضرس :تشمل الاحواض التى يتراوح تضرسها بين (١٥٠ : ٢٠٠ متراً) ويمثلها ثلاثة احواض هى (رقم ٤ ، ١٠، ١).

أحواض مرتفعة التضرس : تشمل الاحواض التى يزيد تضرسها المحلى عن ٢٠٠ متراً، ويمثلها كل من حوض رقم ٨ ، ورقم ٩ فقط من جملة اعداد الروافد.



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على جدول (١٤)

شكل (١٦) الخصائص الشكلية لاحوض رافد وادى إيمو

٢. معدل التضرس [٣]

من المقاييس التى تشير الى مدى تضرس الحوض من خلال العلاقة بين تضاريس الحوض المطلقة (المحلية) بالمتر وبين طوله ، وتشير القيم المرتفعة

[٣] **مغدل التضرس = الفارق بين أعلى نقطة وأدنى نقطة فى الحوض بالمتر / أقصى طول للحوض بالكم.**
(Schumm, 1956, p.612) .

لهذا المقياس الى زيادة محتملة فى سرعة جريان الميا بالمجارى وزيادة خطورتها، بسبب زيادة درجة الإنحدار، ومن الجدول يتضح ما يلي:

- يبلغ معدل تضرس سطح حوض وادى إيمو (٢.٦متر / كم)، بينما بلغ متوسط معدل التضرس على مستوى احواض الروافد (١٤.١ م / كم.)، حيث بلغ اقصاه فى حوص رقم ٨ (٢٣.٨٦متر / كم) وادناه فى حوض رقم ٦ (٧.٦ متر / كم).
- محلياً يمكن تقسيم احواض الروافد بحسب معدل تضرسها الى ثلاثة فئات على النحو التالى :

احواض هينة التضرس : وتشمل الاحواض التى يقل معدل تضرسها عن (١٠ م / كم) ويمثلها ثلاثة احواض رافدية هى ارقام (٥ ، ٦ ، ٧).

أحواض متوسطة التضرس: تشمل الحواض التى يتراوح معدل تضرسها بين (١٠: ٢٠ م /كم) وتمثل هذه الفئة غالبية احواض الروافد اذ يمثلها سبعة احواض (رقم ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٩ ، ١٠ ، ١١) .

أحوض عالية التضرس : تشمل الحواض التى يزيد معدل تضرسها عن (٢٠م/كم) ويمثلها حوض واحد فقط هو الحوض رقم ٨ ، الذي يزيد فيه معدل تضرس السطح عن (٢٣م /كم)

٣. التضاريس النسبية [٤]

تشير الى العلاقة بين تضاريس الحوض وطول محيطه، حيث تدل القيم المنخفضة على ضعف مقاومة الصخور فى مناطق المنابع أمام نشاط عوامل التعرية، وزيادة احتمالية الجريان السطحى ، و تعرج محيط الحوض زيادة طوله، فى حين تدل القيم المرتفعة على مقاومة الصخر لعوامل التعرية . (Schumm, 1954, P. 217).

[٤] التضاريس النسبية = (تضاريس الحوض بالمتر/ محيط الحوض كم).

(Melton, 1957, p .5)

وقد بلغت التضاريس النسبية لحوض وادى ايمو (٣.٦ م/ كم) فى حين بلغ متوسط قيمتها على مستوى احواض الروافد (٤.٣م /كم)، وتتفات التضاريس النسبية بين اقصي قيمة لها بالحوض رقم ٨ لتصل الى(٦.٠٤ م / كم) وادنى قيمة لها فى الحوض رقم ٦ حيث لا تتجاوز (١.٤٩م / كم)، وفيما بين القيمتين يمكن تصنيف الحواض الى الفئات الاتية:

احوض ذات تضرس نسبي منخفض: تشمل الأحواض التى تقل تضاريسها النسبية عن (٢م / كم) ويمثلها فى الحوض كل من حوضر رقم (٦ ، ٧) فقط حيث بلغت التضاريس النسبية بهما (١.٤٩ ، ١.٧٥ م /كم) لكل منهما على الترتيب.

أحواض متوسطة التضرس النسبي: تشمل الأحواض التى تتراوح تضاريسها النسبية بين (٢ : ٤ م/ كم) وتشمل غالبية احواض الروافد وعددها خمسة هى احواض (٣ ، ٤، ٥ ، ١٠ ، ١١، ١).

أحواض مرتفعة التضرس النسبي: تشمل الحواض التى يزيد فيه التضتضاريسها النسبية النسبية عن ٤م /كم ويمثلها ثلاثة احواض رافدية هى احواض ٠ ٢ ، ٨ ، ٩).

٤. درجة انحدار الحوض

وتعد اعكاساً طبيعيا لمعدل تضرس الحوض، اذ تعكس العلاقة بين التضرس المحلى للسطح وبين المسافة الافقية التى يمثلها الحوض الحوضي، وتشير درجة الانحدار بوضوح الى تقدم الحوض فى المرحلة الجيومورفولوجية ، كما تؤثر بلا شك على اتجاه وسرعة تيار المياة بمجارى الأودية.

جدول (١٤) الخصائص التضاريسية لحوض وادى إيمو واحواض روافده

م	الحوض	تضاريس الحوض/ متر	معدل التضرس م / كم	التضاريس النسبية م / كم	درجة الإنحدار
١	حوض رقم (٢)	٧٤	١٦.٨٢	٤.٠٤	9.3
٢	حوض رقم (٣)	١٣٥	١٧.٧٦	٣.٧٨	7.1
٣	حوض رقم (٤)	١٧٤	١٥.٢٦	٣.٣٧	4.4
٤	حوض رقم (٥)	١٢٣	٩.١٨	٢.٤١	5.0
٥	حوض رقم (٦)	٩٥	٧.٦٠	١.٤٩	٣.٩
٦	حوض رقم (٧)	٦٨	٨.٤٠	١.٧٥	٣.٦
٧	حوض رقم (٨)	٢١٧	٢٣.٠٩	٦.٠٤	٤.٠
٨	حوض رقم (٩)	٢٢٧	١٨.٧٦	٤.٦١	٣.٨
٩	حوض رقم (١٠)	١٦٠	١٠.١٩	٢.٧٥	٤.٠
١٠	حوض رقم (١١)	١٤٦	١٠.٥٨	٢.٨٠	٤.٦
١١	المجرى الرئيسي(١)	١٧١	١٧.٢٧	٣.٩٤	٦.٣
12	المتوسط	١٤٤.٥	١٤.١	٣.٤	5.1
	حوض إيمو	٤٣٣	١٣.٣	٣.٦	0.8

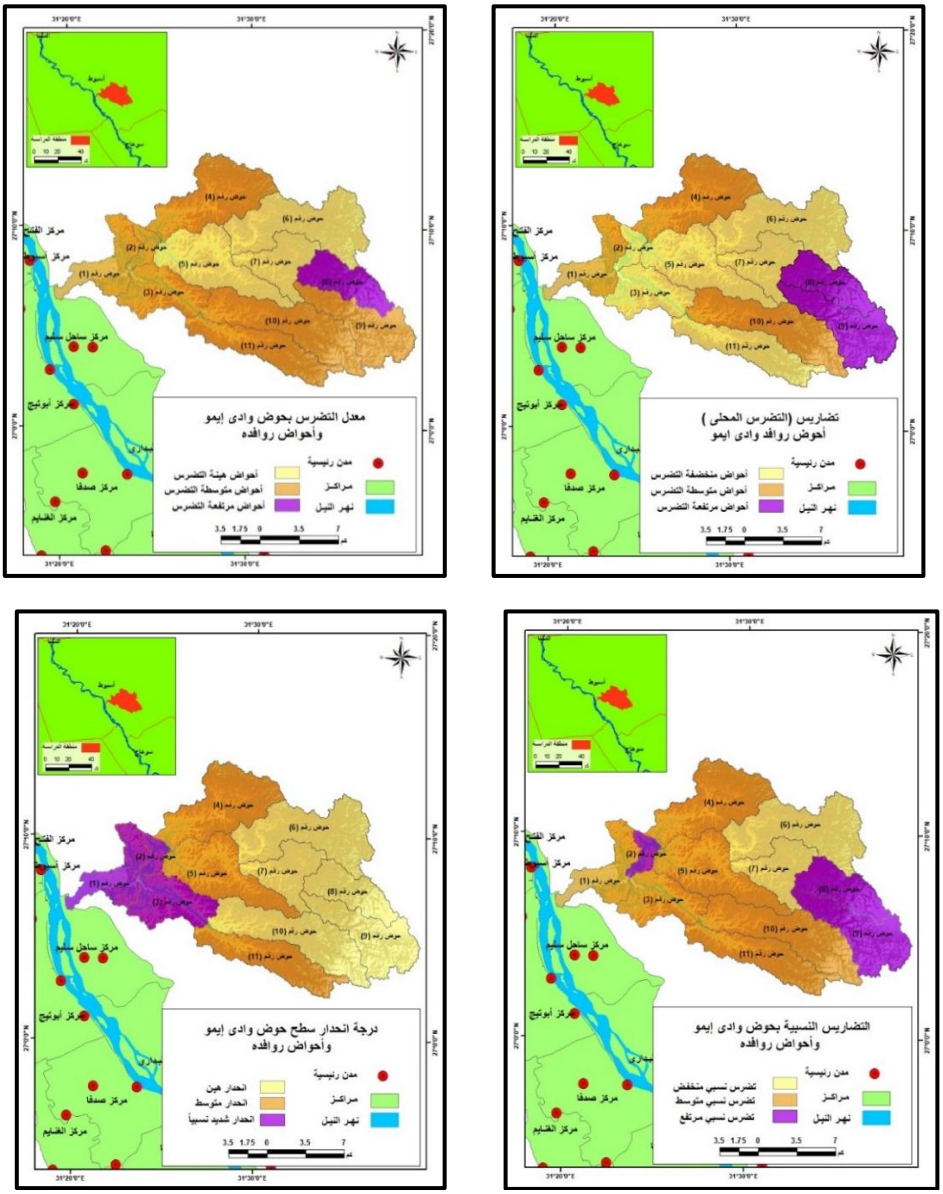
المصدر : من حساب الباحث باستخدام برنامج (WMS 9.1)

وقد بلغت درجة انحدار سطح حوض وادى ايمو أقل من درجة فقط، وهى تعكس الاستواء شبه العام الذي يغلب على سطح المنطقة نتيجة للوضع الاستراتيجرافى الافقي للطبقات الصخرية السائدة من الحجر الجيري، وقلة الحافات الانكسارية فى الحوض وتباين توزيعها، وعلى مستوى احواض الروافد فقد بلغت متوسط انحدار السطح بها (٥.١ °)، وتفاوتت بين اقصى قيمة لها (٩.٣°) فى حوض رقم ٢ ، وبين ادنى قيمة لها (٣.٦°) فقط فى حوض رقم ٧ ، ويمكن تقسيم هذه الاحواض حسب درجة انحدارها الى الفئات التالية :

احواض هينة الانحدار : تشمل الاحواض التى تقل درجة انحدارها عن (٤°) ويمثلها احواض (٦ ، ٧ ، ٩) .

أحواض متوسطة الانحدار: وتتراوح فيها درجة الانحدار بين (٤ : ٦ °) وتشمل كل من احواض (٤ ،٥ ، ٨ ، ١٠ ، ١١) .

أحواض شديدة الانحدار نسبياً: وتشمل الاحواض التى تزيد درجة انحدارها عن (٦°) ويمثلها حوضا (١، ٢) .وهما الاحواض قصيرة الطول مقارنة بالتضرس المحلى بكل منهما .



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على جدول (١٤)

شكل (١٧) الخصائص التضاريسية لاحوض رافد وادى إيمو

د. خصائص شبكة التصريف

تؤثر عناصر شبكة التصريف وخصائصها المورفومترية على كثافة الجريان المائي ودرجة خطورته ومقدار الحمولة المتوقع للمياه حملها ، كما تمثل عنصراً مهماً من عناصر تقدير كمية التصريف المائي للحوض النهري، وتشمل خصائص الشبكة كل من : رتب المجارى ، وعددها ومعدل تفرعها، ومجموع اطوالها وكثافتها التصريفية ومعدل تكرار المجارى داخل الحوض ، وفيما يلي عرض لهذه الخصائص :

رتب المجارى واعدادها ومعدل تفرعها

يوضح الجدول (١٥) رتب واعداد واطوال مجارى شبكة تصريف حوض وادى إيمو وروافده الرئيسية ومن الجدول والشكل يتضح ما يلي:

جدول (١٥) رتب واعداد واطوال ومعدل تفرع مجارى شبكة التصريف بحوض وادى إيمو

الرتبة	١	٢	٣	٤	٥	٦	المجموع
العدد	٨٠١	١٧٧	٣٣	٨	٢	١	١٠٢٣
معدل التفرع	٢ / ١	٣ / ٢	٤ / ٣	٥ / ٤	٦ / ٥	-----	٤.٠٢
	٤.٥	٥.٤	٤.١	٤	٢	------	
الطول كم	٣٩٥.٥	١٧٢.٧	٨٥.١	٦٠.٨	٤٢.٦	٨.٩	٧٦٥.٦
متوسط الطول كم	٠.٧٤	٠.٩٨	٢.٦	٧.٦	٢١.٣	٨.٩	٠.٧٥

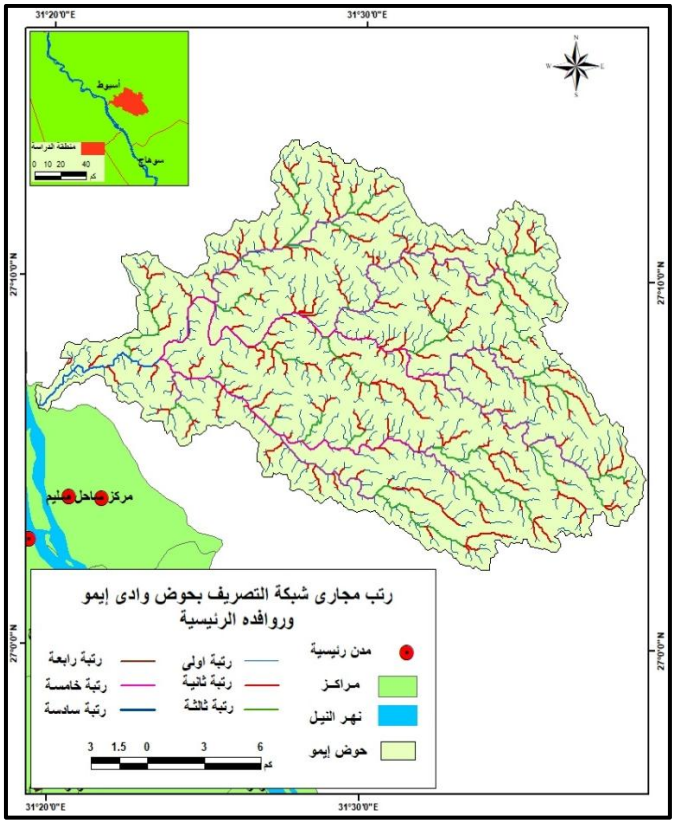
المصدر : من عمل الباحث قياساً من خريطة الشبكة .

يحمل المجرى الرئيسي لشبكة حوض وادى إيمو الرتبة رقم (٦)، ويبلغ عدد مجارى الشبكة على مستوى الحوض (1023 مجرى) وفقاً لترتيب المجارى حسب طريقة ستريلر.

- يبلغ معدل تفرع مجارى الشبكة على مستوى الحوض (٤.٠٢) أى ان عدد مجارى كل رتبة يساوى أربعة اضعاف الرتبة التى تليها ، وعلى مستوى رتب

الشبكة يأتى معدل تفرع الرتبة الثانية مع الثالثة أعلى معدل تفرع على مستوى الشبكة، مما يشير الى ان اكثر المجارى المائية خطورة فى حالة الجريان هى المجارى التى تحمل الرتبة الثالثة، حيث يبلغ عدد الرتبة الثانية أكثر من خمسة أضعاف الرتبة الثالثة (٥.٤).

- يتقارب معدل تفرع كل من الرتبة الاولى والثانية ، والرتبة الرابعة والخامسة مع متوسط معدل التفرع العام لحوض وادى إيمو، بقيمة بلغت (٤) لكل منهما .



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي باستخدام WMS 9.1

شكل (١٩) شبكة التصريف بحوض وادى ايمو

- بلغ مجموع أطوال المجارى بالشبكة (٧٦٥.٦كم) تتباين حسب رتبتها ، حيث يأتى مجموع اطوال الرتبة الأولى فى المقدمة بمجموع أطوال بلغ (٣٩٥.٥ كم) ويتناقص هذا المجموع مع زيادة الرتبة ليصل ادناه (٨.٩ كم) مع مجارى الرتبة الاولى بطبيعة الحال نظراً لقلة اعدادها.
- بلغ متوسط أطوال المجارى على مستوى الشبكة (٠.٧٥كم) ، ويزداد متوسط أطوال المجارى بزيادة الرتبة ، ففي الوقت الذي بلغ فيه متوسط اطوال مجارى الرتبة الأولى (٠.٨٩كم) ، بلغ فى مجارى الرتبة السادسة (٨.٩ كم) نظراً لتناقص العدد مع زيادة الرتبة .

١. معدل تكرار المجارى[٥]

يشير معدل تكرار المجارى المائية الى مدى تقطع سطح الحوض بالمجارى ، وهو يقيس العلاقة بين عدد مجارى شبكة التصريف والوحدة المساحية التى تجرى فوقها، ويؤشر بوضوح الى مدى تأثر السطح بنيوياً بالاضافة الى فاعلية التعرية المائية بالحوض ، وقد بلغ معدل تكرار المجارى بحوض وادى إيمو ما يقرب ثلاثة مجارى لكل كيلومتر مربع (٢.٨٤)، وبلغ متوسط التكرار على مستوى أحواض الروافد قريبا من معدل الحوض ككل (٢.٧٨) مجرى / كم٢.

على مستوى أحواض الروافد تراوحت قيمة رمعدل التكرار بين (٢.٠٥ ، و٣.١٧ مجرى لكل كم٢) فى كل من حوضي قم ٢ ، ٤ على الترتيب، ويمكن تقسيم أحواض الروافد على ثلاث فئات رئيسية حسب معدل تكرار المجارى بها كما يلي:

- **الفئة الأولى** : تشمل الأحواض التى يقل معدل تكرار المجارى بها عن (٢.٠٥مجرى /كم٢)، وويمثلها الحوض رقم (٢) ، بمعدل تكرار بلغ ٢مجرى/ كليومترمربع فقط.

[٥] **معدل تكرار المجاري= مجموع أعداد المجاري/ المساحة الحوضية = مجري/ كم٢.**
(Horton , 1945 , p. 285).

- **الفئة الثانية** : تشمل الأحواض التى يتراوح فيها معدل التكرار بين(٢.٥ : ٣ مجرى / كم٢) وهى الفئة السائدة بين احواض الروافد، ويبلغ عددها ثمانية احواض تمثل (٧٣%) من الأحواض.
- **الفئة الثالثة** : تشمل الأحواض التى يزيد معدل تكرارها عن ثلاثة مجارى لكل كم٢، ويمثلها حوضان فقط هما حوضا رقم (٣ ، ٤) حيث بلغ تكرار المجارى بهما (٣.١٧ ، ٣.١٣ مجرى / كم٢).

جدول (١٧) خصائص شبكة التصريف بحوض وادى ايمو وروافده

م	الحوض	أعداد المجارى	أطوال المجارى /كم	معدل تكرار المجارى مجرى / كم٢	كثافة التصريف كم / كم٢
١	حوض رقم (٢)	18.00	16.32	2.05	1.85
٢	حوض رقم (٣)	83.00	60.29	3.17	2.30
٣	حوض رقم (٤)	143.00	113.22	3.13	2.48
٤	حوض رقم (٥)	120.00	98.94	2.92	2.41
٥	حوض رقم (٦)	146.00	27.80	2.81	0.53
٦	حوض رقم (٧)	71.00	59.61	2.96	2.49
٧	حوض رقم (٨)	67.00	60.52	2.82	2.55
٨	حوض رقم (٩)	101.00	82.39	2.90	2.36
٩	حوض رقم (١٠)	130.00	116.62	2.76	2.47
١٠	حوض رقم (١١)	85.00	75.14	2.57	2.27
١١	المجرى الرئيسي(١)	59.00	54.74	2.52	2.34
12	المتوسط	٩٣.٠٠	٦٩.٦٠	٢.٧٨	٢.١٩
	حوض إيمو	١٠٢٣.٠٠	٧٦٥.٦٠	2.84	٢.١٣

المصدر : من حساب الباحث اعتماداً على قياسات من شبكة تصريف الحوض، باستخدام ArcGIS10.5

٢. كثافة التصريف [٦]

كثافة التصريف من المقاييس المهمة ذات الدلالة الجيومورفولوجية على مدى تقطع سطح الحوض بواسطة المجارى المائية، كما تمثل خلاصة التفاعل بين الخصائص الجيولوجية والتضاريسية والمناخية السائدة فى منطقة ما، وتحدد من خلال العلاقة بين اجمالى أطوال المجاري/كم فى حوض ما ومساحته كم٢ ، وكلما زادت قيمتها دل ذلك على ضعف التكوين الصخرى وقلة كثافته التركيبية نفاذية الصخور به مما يسمح بامكانية جريان مائي فعال (Gregory & Walling, 1973,P.61).

ويوضح الجدول (١٧) أن كثافة التصريف بحوض وادى ايمو بلغت (٢.١٣/ كم٢) فى حين بلغ متوسط كثافة التصريف على مستوى احواض الروافد (٢.١٩كم/كم٢)، وتتراوح الكثافة بين أعلى قيمة لها (٢.٥٥كم /كم٢) بحوض رقم ٨ ، وأقل قيمة بحوض ٦ بقيم لم تتجاوز (٠.٥٣كم /كم٢)، ويمكن تصنيف احواض الروافد الى ثلاثة فئات بحسب كثافة التصريف بها على النحو التالى:

أحواض منخفضة الكثافة : تقل فيها كثافة التصريف عن ٢كم / كم٢ ، ويمثلها كل من الحوض رقم ٢ ، والحوض رقم ستة ، بقيمة بلغت (١.٨٥ ، ٠.٥٣ كم / كم٢) لكل منهما على الترتيب.

احواض متوسطة الكثافة: تتراوح فيها قيمة كثافة التصريف بين (٢ ،٢.٥كم /كم٢) ويمثلها غالبية أحواض الروافد حيث يبلغ عددها ثمانية احواض من اجمالى ١١حوض.

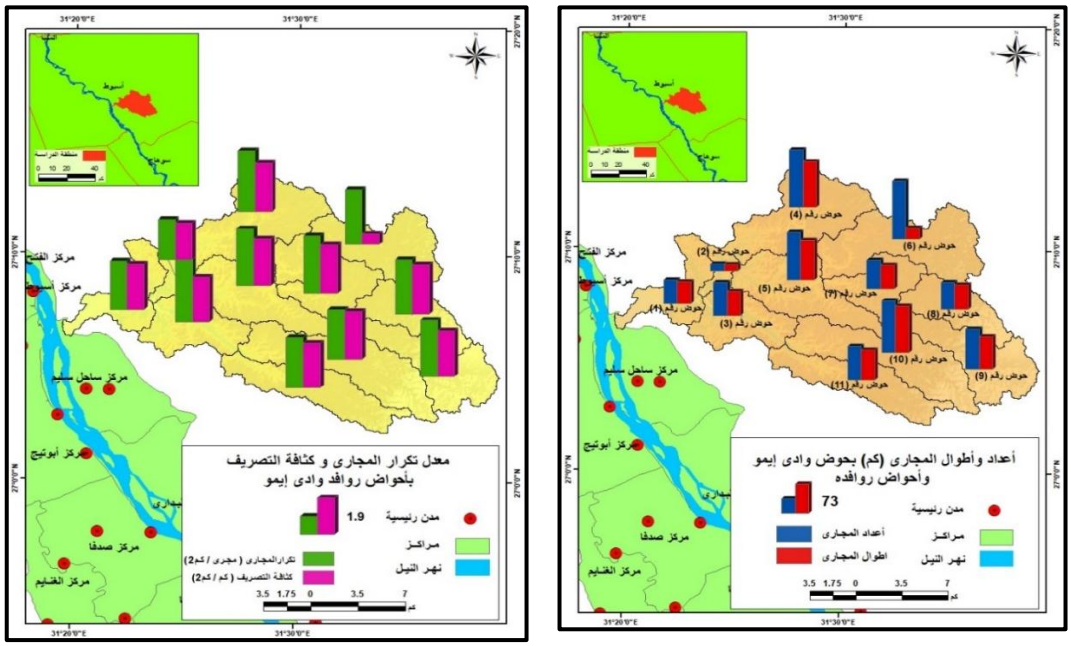
[٦] **كثافة التصريف= (مجموع أطوال المجاري بالكم/ مساحة الحوض بالكم٢) = كم/ كم٢ . (Horton, 1945, P .93)**

أحـواض مرتفعـة الكثافـة : تشـمل الحـواض التـى تزيـد كثافتهـا التصـريفية عـن (٢.٥كم / كم٢) ويمثلها فى أحواض الروافد حوض واحد فقط هو الحوض رقم ٨ بكثافة تصريف بلغت خصائص النماذج المدمجة والتوزؤ(٢.٥٥كم / كم٢).

ثالثا: الخصائص الهيدرولوجية وتحليل منحنى الجريان

أ) الخصائص الهيدرولوجية للحوض:

تأتى الخصائص الهيدرولوجية للجريان المائي فى أحواض التصريف المختلفة انعكاساً ومحصلة لكل من الخصائص الجيولوجية والجيومورفولوجية والمناخية معاً، يمكن الحصول على هذه الخصائص ومنها حساب كميات الجريان وخصائص منحنى التصريف لتلك الأحواض من خلال نماذج المحاكاة الهيدرولوجية، والتى تتوقف كفاءتها على مساحة الحوض التصريفية، فمنها ما يعرف بالنماذج المدمجة Lumped Moldels التى تزداد كفاءتها مع أحواص التضريف صغيرة المساحة، حيث يتم فيه حساب الخصائص الهيدرولوجية للحوض ككل من خلال قيمة واحدة لكل متغير ومنها حجم التصريف العام ومعدله (Yao, et al., 1998, p. 163)، وفى حالة الأحواض التى تتوفر لها بيانات تفصيلية ذات دقة مكانية مرتفعة يفضل استخدام بعض النماذج التى تندرج تحت ما يعرف بالنماذج التوزيعية Distributed Models يتم فيها حساب متغيرات الحوض الهيدرولوجية على مستوى كل خلية، من خلايا ملفات الطبقات المستخدمة متأثرة بعلاقاتها المكانية مع الخلايا المجارة لها ويتطلب استخدام هذا النوع من النماذج كفاءة عالية فى الحاسبات المستخدمة لا سيما عند دراسة احواض تصريف ذا مساحة حوضية كبيرة .(Derdour, A.et al., 2018,pp.43))



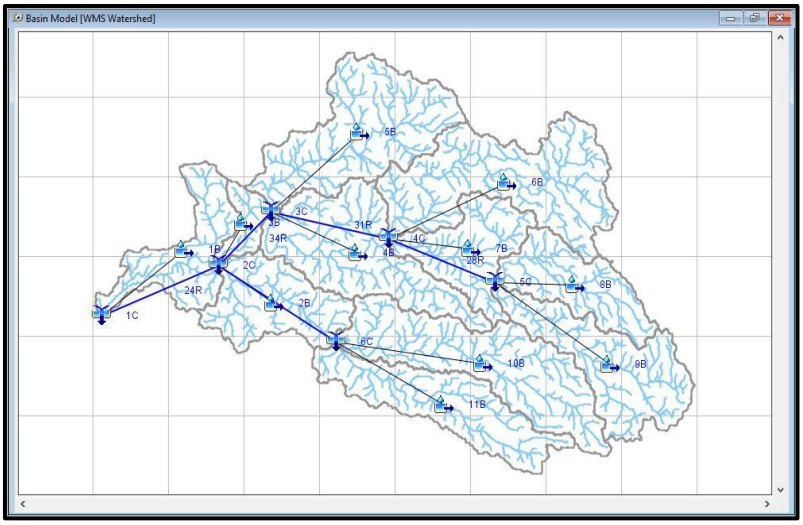
المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على بيانات الجدول (١٧) باستخدام برنامج ArcGIS 10.5

شكل (٢٠) خصائص التصريف بحوض وادى ايمو وروافده

وفى حالة الأحواض ذات المساحات الكبيرة والتى لا تتوفرلها بيانات مكانية عالية الدقة يتم استخدام أحد نماذج المحاكاة الهيدرولوجية شبة التوزيعية Simi distributed اذ تجمع فى آلية عملها بين النماذج المدمجة والتوزيعية، ويتم تقسيم الحوض الى عدد من احواض الروافد وتحسب المتغيرات الموفومترية والهيدرولوجية على مستوى كل حوض رافدى .، ومن أهما هذه النماذج الهيدرولوجية التى تناسب بشكل كبير المساحة الحوضية لوادى ايمو نموذج نموذج HEC-HMS. (Haibo, M. et al., 2018) الذي تم الاعتماد عليه فى حساب قيم المتغيرات الهيدرولوجية وخصائص الجريان المائي لحوض وادى ايمو حيث تم تقسيم الحوض الى عشرة أحواض فرعية يضاف اليها المساحة التصريفية التى يجرى فيها المجرى الرئيسي كما فى الشكل رقم (٢١).

ويتميز نموذج (HEC-HMS) بفاعليته الفائقة فى تحليل خصائص الأحواض الواقعة فى النطاقات الجافة وشبه الجافة، مع امكانية حساب العديد من المتغيرات الهيدرولوجية على فترات رجوع متباينة وفقاً لرغبة الباحث التى يحددها فى ضوء البيانات المتوافرة لديه، واستخراج منحنيات تطور التصريف المائي على مدار العاصفة المطرية المتسببة فيه. Halwatura, D. et al., 2013, (pp.169)

وللوقوف على الخصائص الهيدرولوجية للحوض وروافده وتقدير معدل وحجم الجريان المائي به تم حساب مجموعة من المعاملات الهيدرولوجية شملت كل من : زمن التأخير، وسرعة الجريان ، ومعدل التصريف ، وحجم التصريف، ويوضح الجدول رقم (١٨) قيم هذه الخصائص ، ويمكن تحليها على النحو التالى :



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على نموذج افرتفاع الرقمي باستخدام برنامج (WMS 9.1)

شكل (٢١) أحواض الروافد الرئيسية التى استخدمت فى بناء النموذج الهيدرولوجى للحوض

زمن التأخير (التباطؤ) Lag time (TL)

يمثل الزمن الفاصل بين قمة منحنى المطر اثناء العاصفة المطرية وبين قمة منحنى الجريان السطحى بالحوض، ويتوقف على قدرة سطح الحوض على الامساك بالمياه أو زيادة الفاقد منها سواء بالبخر أو التسرب داخل التربة، وتكمن

أهميته التطبيقية عند الإستعداد لدرء أخطار الجريان المائي السيلي (Salil Sahu et al, 2020, p.3441) وقد تم حساب قيم زمن التباطؤ باستخدام نموذج HEC-HMS فى بيئة (WMS) اعتماداً على نموذج هيئة صيانة التربة المريكية (SCS) الذي يضع فى الاعتبار نوع التربة مع الغطاء النباتى السائد واستخدامات الأرض، ومن خلال الجدول يتضح ما يلي

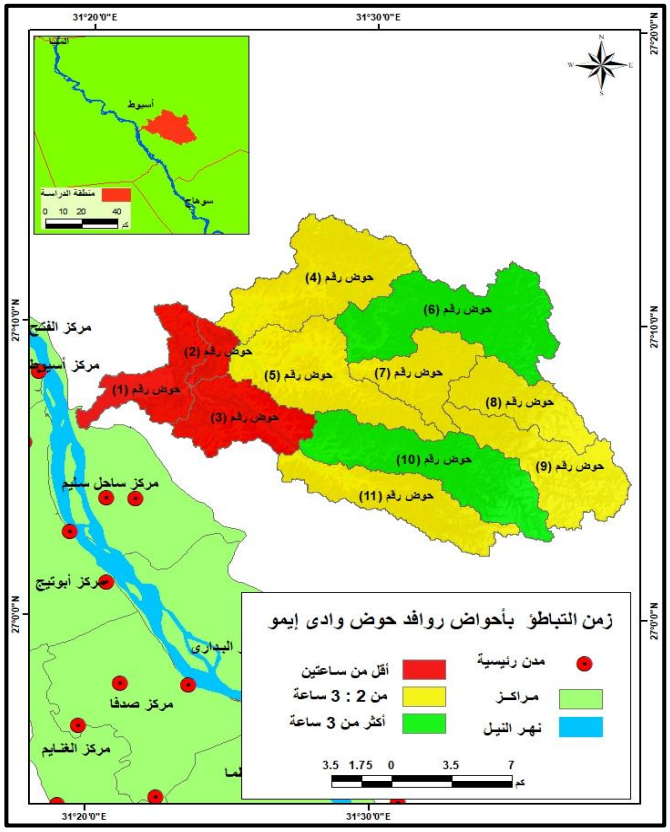
يبلغ متوسط زمن تباطؤ الجريان بحوض وادى ايمو و روافده أكثر من ساعتين ونصف (١٤١.٤ دقيقة) تقريباً، وتتراوح هذه المدة على مستوى احواض الروافد بين أقل من ساعة (٤٨.١دقيقة) فى حوض رقم ٢ ، وبين ثلاث ساعات ونصف (٢٠١.٩ دقيقة) لحوض رقم ٦ ، ويمكن تقسيم أحواض الروافد بحسب زمن التباطؤ الى ثلاثة فئات على النحو التالى :

جدول (١٩) الخصائص الهيدرولوجية لأحواض الروافد بحوض وادى ايموو

م	الحوض	زمن التباطؤ دقيقة	معدل التدفق الأقصي م٣/ث	حجم التصريف ١٠٠٠ م٣	مساحة الحوض
١	حوض رقم (٢)	٤٨.١	٤.٢	٣٨.٥	٨.٨٠
٢	حوض رقم (٣)	٨٢.٢	١١.٥	١٥٤.٢	٢٦.١٨
٣	حوض رقم (٤)	١٤٨.٧	١٣.١	٢٦٩.٣	٤٥.٧١
٤	حوض رقم (٥)	١٦٧.٩	١٠.٨	٢٤٢	٤١.٠٧
٥	حوض رقم (٦)	٢٠١.٩	١١.٩	٣٠٦.٥	٥٢.٠٤
٦	حوض رقم (٧)	١٢٩.٣	٧.٦	١٤١.٣	٢٣.٩٨
٧	حوض رقم (٨)	١٣٠.٦	٧.٥	١٤٠.٠	٢٣.٧٧
٨	حوض رقم (٩)	١٧٩.١	٨.٧	٢٠٥.٣	٣٤.٨٥
٩	حوض رقم (١٠)	١٩٠.٩	١١.٣	٢٧٧.٦	٤٧.١٢
١٠	حوض رقم (١١)	١٦٠.٠	٩.٠	١٩٤.٤	٣٣.١٠
١١	المجرى الرئيسي(١)	١١٧.١	٨	١٣٨.٠	٢٣.٤٠
12	المتوسط	١٤١.٤	٩.٤	١٩١.٥	٣٢.٧٣
حوض إيمو			٩٠.٩	٢١٠٧.٢	٣٦٠.٠٢

المصدر: من حساب الباحث اعتماداً على قياسات بواسطة نموذج (HEC-HMS) ببرنامج WMS

- **أحواض بطيئة الجريان** : تشمل الحواض التى يزيد زمن تباطؤها عن ثلاث ساعات وتشمل حوضين اثنين فقط هما الحوض رقم (٦ ، رقم ١٠) بزمن (٢٠١.٩ و ١٩٠.٩ دقيقة لكل منهما).
- **أحواض متوسطة الجريان:** تشمل الحواض التى يتراوح زمن تباطؤها بين (ساعتين وثلاث ساعات) وتضم ستة أحواض تمثل أكثر من نصف عدد احواض الروافد هى احواض (٤ ،٥،٧ ، ٨ ، ٩ ،١١) .
- **أحواض سريعة الجريان:** هى الاحواض التى يقل فيها زمن الجريان عن ساعتين ، ويمثلها فى المنطقة ثلاثة احواض للروافد (١، ٢، ٣) .



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على خريطة الشبكة باستخدام برنامج WMS 9.1

شكل (٢٢) زمن التباطؤ باحواض روافد وادى ايمو

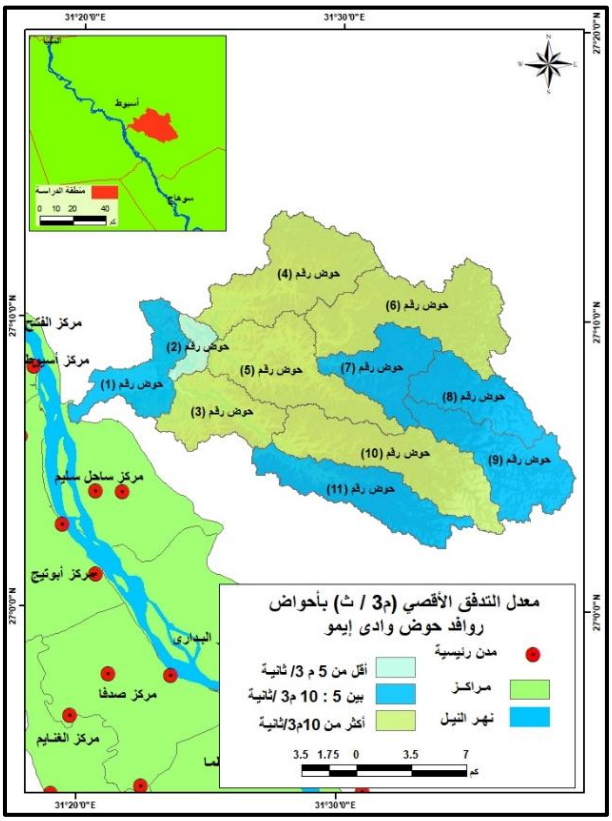
وتجدر الاشارة الى ان زمن التباطؤ يتوقف بشكل رئيسي على كل من مساحة الحوض وعدد المجارى ومعدل تفرعها ، حيث يؤدى كبر المساحة وزيادة عدد المجارى الى استغراق زمن أطول حتى تتجمع المياه وتحدث جرياناً سطحياً يصل الى المجرى لرئيسي للحوض.

١. معدل التدفق الأقصي Peak Flow Rate

يشير هذا المتغير الى اقصي تدفق للجريان السيلي وهو يمثل معدل التدفق للمياه اثناء ذروة الجريان، ويعبر عنه بمعدل تصريف للمياة مقاساً بالمتر المكعب لكل ثانية، ويمثل معدل التدفق الأقصى حجر الزاوية فى عملية التأهيل الهندسي لمجارى الأودية التى تحتوى الجريان المائي السيلي، من خلال اختيار المواقع المثلى لعبارات المياه وبناء السدود الحاجزة لها، ويبلغ هذا المعدل على مستوى حوض وادى إيمو (٩١ متر٣/ثانية)، بينما بلغ متوسطه على مستوى احواض الروافد (٩.٤ م٣ /ثانية) ويتباين هذا المعدل بين أقل قيمة له فى الحوض رقم ٢ حيث بلغ معدل تدفقه (٤.٢م٣/ ثانية) وأقصي قيمة له بحوض رقم ٦ حيث بلغت قيمته (١١.٩م/ث) وتنقسم احواض التصريف وفقاً لمعدل التدفق الأقصي الى ثلاث فئات على النحو التالى :

- **أحواض منخفضة التدفق:** ويقل فيها معدل التدفق الأقصى عن (٥ م/ث) ويمثلها حوض واحد فقط هو حوض رقم ٢ بمعدل (٤.٢ م ،ث) فقط ، وهو اقل الأحواض مساحة وابعاداً مما يقلل من معدل وحجم الجريان المحتمل به.
- **أحواض متوسطة التدفق** : ويتراح فيها معدل التدفق الأقصي للمياه بين (٥ : ١٠ متر / ثانية) وتشمل هذه الفئة خمسة احواض هى (رقم ١، ٧ ، ٨ ، ٩، ١١).

- **أحواض مرتفعة التدفق** : تشمل الحواض التى يزيد معدل تدفقها عن (١٠ متر / ث) ويمثلها ايضاً خمسة احواض هى (٣ ، ٤، ٥،ى ٦، ١٠) .



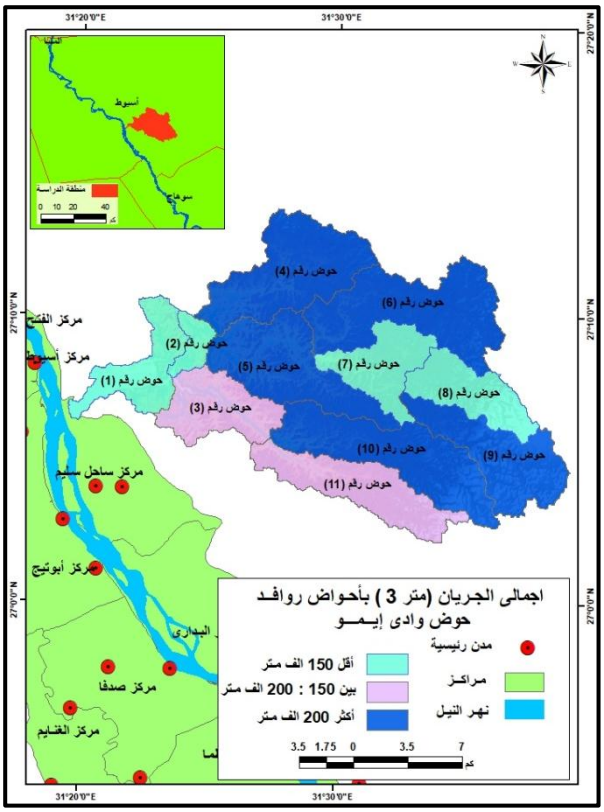
المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على خريطة الشبكة باستخدام برنامج WMS 9.1، وبرنامج ArcGIS10.5

شكل (٢٣) أقصي تدفق للجريان باحواض روافد وادى ايمو

٢. حجم الجريان

يقصد به صافى حجم الجريان الذي يصرفه الحوض (مم٣)، المتبقي من اجمالى ما يستقبله الحوض من مطر، وما يفقده نتيجة بسبب التفاذية والتسرب خلال مسام التربة،،ويقدر نموذج (HEC-HMS) حجم صافى الجريان بحوض وادى إيمو خلال اقصي عاصفة مطرية يتعرض لها الحوض بنحو(2.1 مليون

متر مكعب من المياه) ويبلغ متوسط صافى الجريان على مستوى احواض الروافد (١٩١.٥ الف م/٣) بينما يتباين صافى جريان هذه الروافد ما بين أدنى قيمة لها فى الحوض رقم ٢ باجمالى جريان بلغ (٣٨.٥ الف م٣) وبين أقصي قيمة لصافى الجريان فى حوض رقم ٦ بقيمة بلغت (٣٠٥.٥ الف متر ٣)، وبحسب حجم الجريان يمكن تقسيم احواض الروافد الى ثلاث فئات رئيسية كما يلي:



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على خريطة الشبكة باستخدام برنامج WMS

شكل ((٢٤) زمن التباطؤ باحواض روافد وادى ايمو

أحواض منخفضة التصريف: تشمل الأحواض التى يقل حجم الجريان الصافى بها عن (١٥٠الف متر مكعب) وتضم اربعة أحواض هى أرقام (١، ٢، ٧، ٨).

أحواض متوسطة التصريف : تشمل الحواض التى يتراوح فيها حجم الجريان بين (١٥٠ : ٢٠٠ الف متر مكعب) ويمثلها حوضين اثنين فقط من احواض الروافدهى الحواض رقم (٣ ، ١١) .

أحواض كبيرة التصريف: تشمل الأحواض التى يزيد حجم الجريان فيها عن ٢٠٠ الف متر مكعب، ويمثلها الحواض رقم (٤ ، ٥، ٦، ٩، ١٠).

من خلال الجدول والشكل(٢٤) يتضح أن كمية الجريان تزداد قيمتها مع زيادة مساحه الأحواض على الرغم من اختلاف موقعها داخل الحوض بغض النظر عن قربها من المنابع او المصب .

ب) تحليل منحنيات الجريان (هيدروجراف نظام الجريان)

حدد نموذج الهيئة الأمريكية لصيانة التربة (SCS – CN) المعايير التى يعتمد عليها داخل النماذج الهيدرولوجية لإنشاء منحنيات الجريان المائي باحواض التصريف فى كل من :

- أقصى كمية مطر يومية يحتمل سقوطها خلال فترات الرجوع المحتملة للجريان السيلي.
- نسبة الفاقد من هذه الكمية القصوى المحتمل سقوطها خلال يوم واحد بفترات الرجوع المحتملة،متوقفة على نوع التربة التى تتكون فى منطقة الحوض من تكوينات صخرية يجعلها تقع فى المجموعة الهيدرولوجية الثالثة (Group c) تحمل قيمة منحنى رقمى curve number (CV) يحمل القيمة ٨٣ وهى قيمة تشير الى تربة تساعد على الجريان وقلة الفاقد عن اجمالى التساقط المائي فى المنطقة .
- حساب حجم الجريان المباشر ومعدل تصريفة لكل حوض ، وكذا حساب اجمالى حجم التصريف .

- انشاء منحنى التصريف لكل حوض يوضح قيمة الجريان وسلوكة من بداية العاصفة المطرية المتسببة فى الجريان المائي وصولاً الى اقصى معدل جريان (Peak Flow Discharge) وحتى انتهاء الجريان بمرورعدد ساعات العاصفة .ويوضح الشكل (٢٥) منحنى الجريان المتوقع لحوض وادى ايمو وفقاً لحسابات النموذج الهيدرولوجى ((HEC-HMS) المتوقع لأقصى جريان سيلى خلال مائة عام.

ويوضح الجدول (١٩)الشكل رقم (٢٥) كل من كميات المطر واجمالى الفواقد و منحنيات الجريان المحتملة باحواض الروافد بحوض وادى ايمو ومن االجدول ولشكل يبتضح ما يلي :

- تتراوح كمية المطر التى تستقبلها المساحة الحوضية بحوض وادى إيمو (٧٤٤٣.١) الف متر مربع خلال العاصة المطرية وفقاُ للنموذج الهيدرولوجى لحوض، وتتباين هذه القيمة على مستوى احواض الروافد تبعاً لمساحة الحوض وخصائصة الجيولوجية وطبوغرافية السطح، حيت تتراوح ما بين (١٣٥.٣) الف متر لأقل الأحواض مساحة وهو الحوض رقم ٢، بين (١٠٧٧الف متر) لحوض رقم ٦ أكبر احواض الروافد مساحة .
- يبلغ اجمالى حجم الفاقد من المياة (بالتبخر والتسرب والحجز) على مستوى حواض وادى ايمو (٥٣٣٧.١ الف مترمكعب) ، فى حين يبلغ متوسط هذا الفاقد على مستوى احواض الروافد(٤٨٥.٢الف متر) وتتباين على مستوى الأحواض تبايناً كبيراً حسب المساحة والخصائص الجيولوجية والتضاريسية لهذه الأحواض، ويعد الحوض رقم ٢ هو اقل هذه الاحواض فقداً للمياة حيثلم يتجاوز اجمالى الفواقد به (٩٦.٨ الف م٣) في حين بلغ اقصى اجمالى للفواقد بحوض رقم ٦، باجمالى قدره (٧٧٠.٦ الف م٣) مما يشير الى ان المساحة الحوضية تمثل

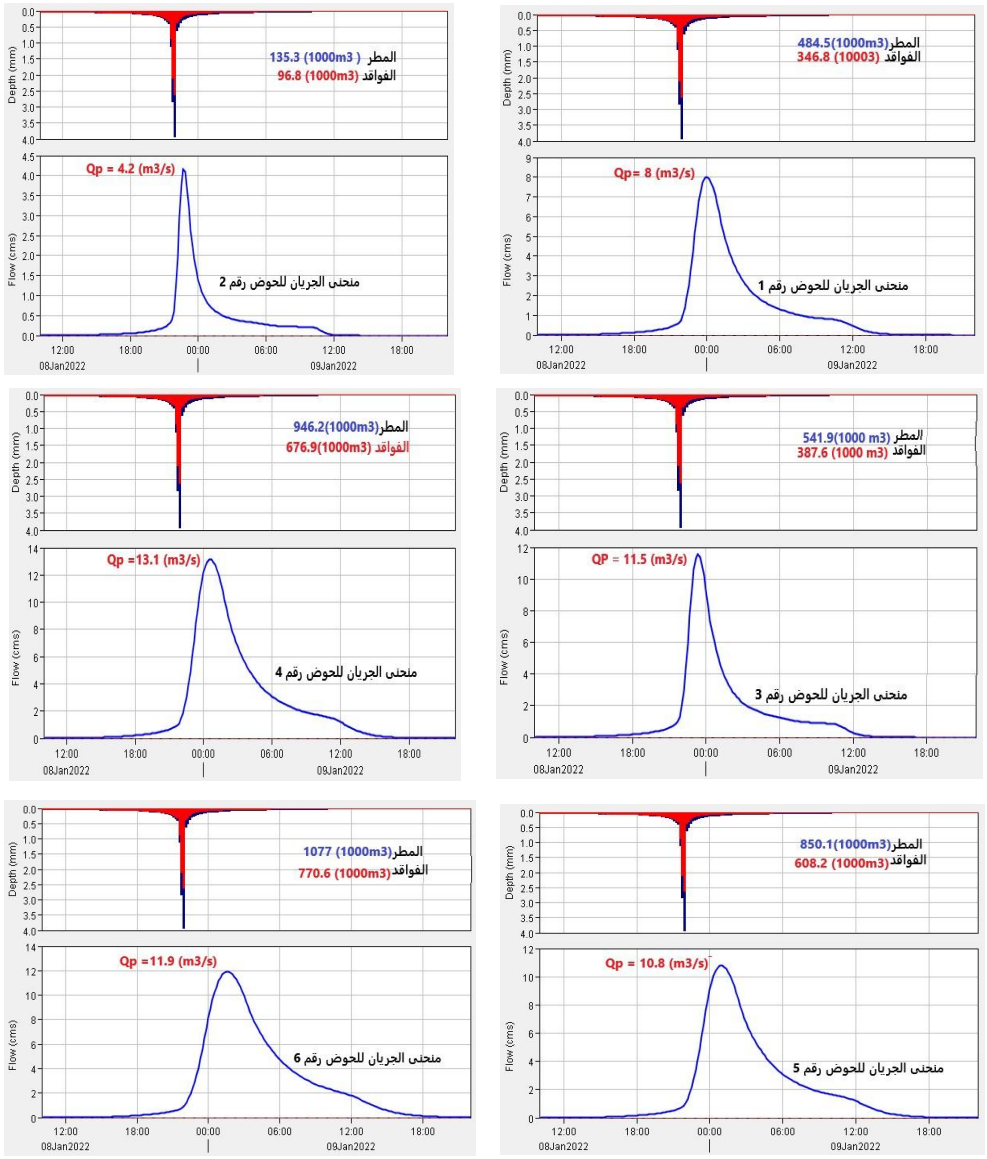
العامل الكثر تأثيراً فى كمية ما تستقبله هذه الاحواض من مطر وكذلك اجمالى حجم الفاقد المائي بها.

- يبلغ اجمالى صافى الجريان لحوض وادى إيمو (٢١٠٧.٢ الف متر٣) خلال عاصفة مطرية تستمر لمدة ٢٤ ساعة ، بمتوسط يبلغ ١٩١.٥ الف متر على مستوى احواض الروافد، وتتباين قيمة صافى الجريان بين (٣٨.٥ الف متر) لحوض رقم ٢، و(٣٠٦.٥ الف متر) لحوض رقم ٦ .
- يبلغ الحجم الفعلى للمياه بسطح الحوض الناتج عن قسمة صافى الجريان على المساحةان حجم المياه الفعلى بحوض وادى ايمو بلغ (٥.٩ الف متر مكعب لكل كيلومتر مربع) وهى نفس القيمة التى تمثل متوسط حجم المياه على مستوى احواض الروافد ، وكذلك غالبيتها ، مما يشير الى تجانس عملية الجريان فى معدلاتها وكمياتها واجمالى ما تستقبله الأحواض من كميات مطر وأيضاً معدلاتى الفقد المختلفة للمياه على مستوى الحوض وروافده .

جدول (١٩) كميات المطر واجمالى الفواقد (١٠٠٠م٣) وصافى الجريان باحواض الروافد

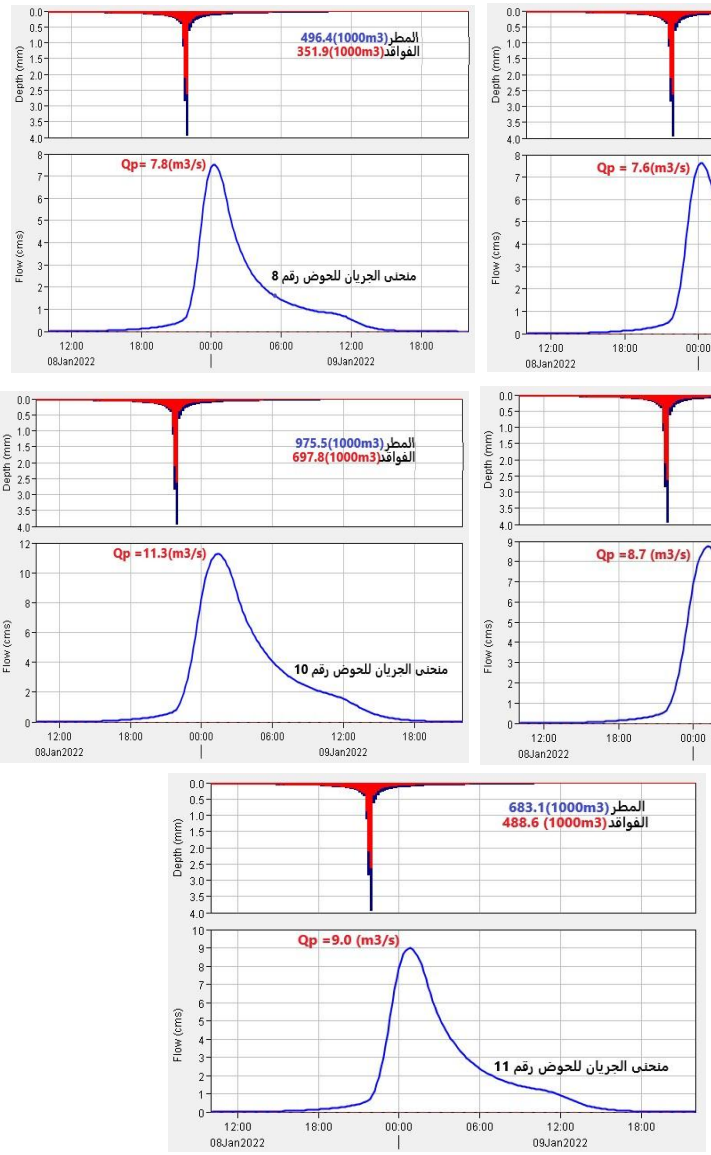
م	الحوض	كمية المطر الف متر٣	اجمالى الفواقد الف متر٣	صافى الجريان ١٠٠٠ م٣	مساحة الحوض	حجم المياة الفعلى الف متر / كم٢
١	حوض رقم (٢)	١٣٥.٣	٩٦.٨	٣٨.٥	٨.٨٠	٤.٤
٢	حوض رقم (٣)	٥٢٤.٩	387.6	137.3	٢٦.١٨	٥.٢
٣	حوض رقم (٤)	946.2	676.9	209.3	٤٥.٧١	٦.٦
٤	حوض رقم (٥)	850.1	608.2	٢٤٢	٤١.٠٧	٥.٩
٥	حوض رقم (٦)	1077	770.6	306.5	٥٢.٠٤	٥.٩
٦	حوض رقم (٧)	496.4	355.1	١٤١.٣	٢٣.٩٨	٥.٩
٧	حوض رقم (٨)	492.0	351.9	١٤٠.٠	٢٣.٧٧	٥.٩
٨	حوض رقم (٩)	721.3	516.0	٢٠٥.٣	٣٤.٨٥	٥.٩
٩	حوض رقم (١٠)	975.5	697.8	٢٧٧.٦	٤٧.١٢	٥.٩
١٠	حوض رقم (١١)	683.1	488.6	١٩٤.٤	٣٣.١٠	٥.٨
١١	المجرى الرئيسي(١)	541.9	387.6	١٥٤.٣	٢٣.٤٠	٦.٦
12	المتوسط	٧٤٤٣.٧	485.2	191.5	32.73	٥.٩
	حوض إيمو		٥٣٣٧.١	2107.2	٣٦٠.٠٢	٥.٩

المصدر من حساب الباحث باستخدام نموذج (HEC-HMS) ببرنامج WMS.



المصدر : من عمل الباحث باستخدام نموذج (HEC-HMS) ببرنامج WMS

شكل (٢٥ – أ) منحيات الجريان وشدة المطر بأحواض الروافد بحوض وادى إيمو



المصدر : من عمل الباحث باستخدام نموذج (HEC-HMS) ببرنامج WMS

شكل (٢٥ – ب) منحيات الجريان وشدة المطر بأحواض الروافد بحوض وادى إيمو

ويوضح الجدول (٢٠) أقصي معدل تصريف وصافى الجريان لأحواض الروافد بحوض وادى إيمو خلال فترات رجوع مختلفة (٥ ، ٢٥ ، ٥٠ ، ١٠٠) سنة ،

والتى تشمل كميات وصافى الجريان المحتمل خلال فترات الرجوع المختلفة لكل عاصفة مطرية تستمر لمدة ٢٤ ساعة، ومن الجدول يتضح ما يلي:

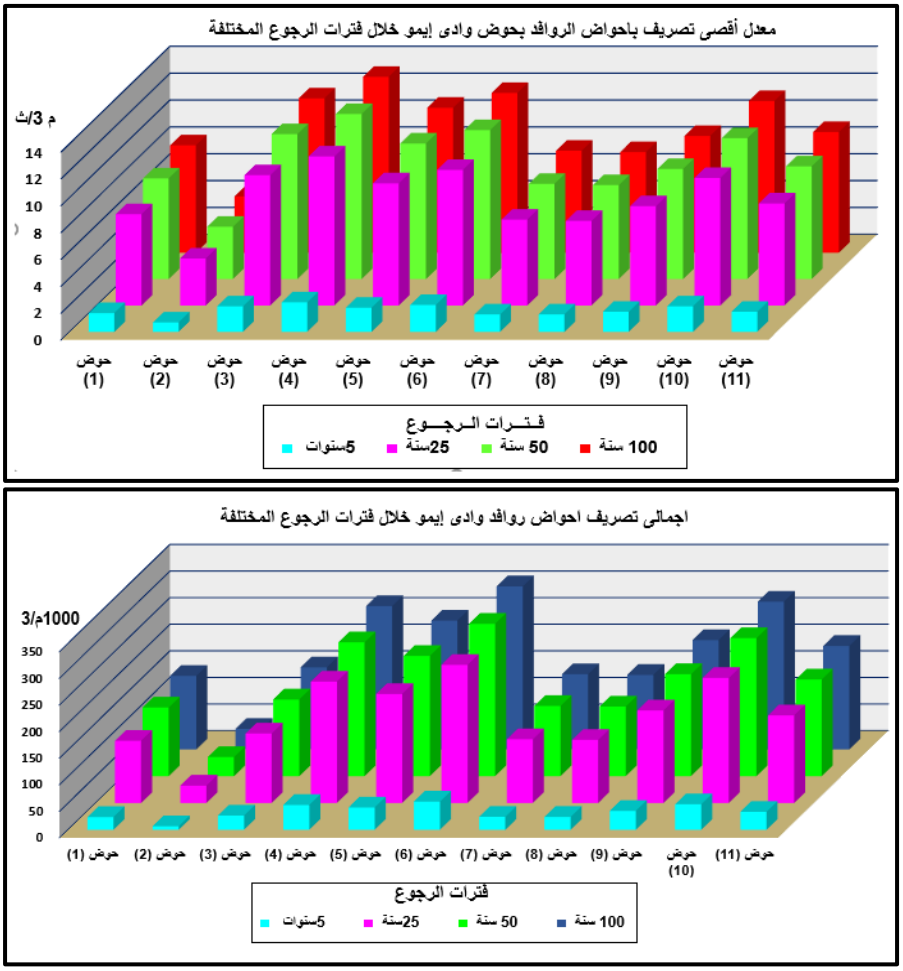
جدول (٢٠) أقصي معدل تصريف مائى وصافى الجريان خلال فترات الرجوع بروافد حوض إيمو

م	الحوض	٥ سنوات		٢٥سنة		50سنة		١٠٠ سنة	
		QP (M3/S)	Dis. 1000m3	QP (M3/S)	Dis. 1000m3	QP (M3/S)	Dis. 1000m3	QP (M3/S)	Dis. 1000m3
١	حوض (١)	1.4	23.9	6.8	116.9	7.5	129.0	8.0	138.0
٢	حوض (٢)	0.7	6.7	3.5	32.6	3.9	36.0	4.2	38.5
٣	حوض (٣)	1.9	26.7	9.7	130.6	10.8	144.1	11.5	154.2
٤	حوض (٤)	2.2	46.6	11.1	228.1	12.3	251.7	13.1	269.3
٥	حوض (٥)	1.8	41.9	9.1	204.9	10.1	226.1	10.8	242.0
٦	حوض (٦)	2.0	53.0	10.1	259.6	11.1	286.4	11.9	306.5
٧	حوض (٧)	1.3	24.4	6.4	119.7	7.1	132.0	7.6	141.3
٨	حوض (٨)	1.3	24.2	6.3	118.6	7.0	130.9	7.5	140.0
٩	حوض (٩)	1.5	35.5	7.4	173.9	8.2	191.8	8.7	205.3
١٠	حوض (١٠)	1.9	48.0	9.5	235.1	10.5	259.4	11.3	277.6
١١	حوض (١١)	1.5	33.6	7.6	164.7	8.4	181.7	9.0	194.4
12	المتوسط	1.6	33.1	8.0	162.2	8.8	179.0	9.4	191.6
حوض إيمو		14.4	364.6	76.8	1784.8	84.8	1969.2	90.9	2107.2

المصدر: من حساب الباحث باستخدام نموذج (HEC-HMS) ببرنامج WMS

- يزيد معدل اقصى تصريف وكذلك اجمالى تصريف أحواض الروافد المحتمل مع زيادة فترة رجوع أقصى أمطار يومية يحتمل سقوطها بحوض وادى إيمو، حيث بلغ اجمالى ما يستقبله الحوض خلال فترة الرجوع (خمس سنوات) حوالى (٣٦٤٦٠٠متر مكعب من المياه) بمعدل تصريف (١٤.٤م٣/ثانية)، وتزيد هذه الكمية الى ما يقارب خمسة أضعافها على مستوى فترة الرجوع (خمسة وعشرون سنة) لتصل الى (١.٨مليون م٣) بمعدل تصريف يصل الى (٦٧.٨م٣/ثانية)، فى حين تصل هذه الكمية الى خمسة اضعاف ونصف خلال اقصى جريان فى

فترت الرجوع خمسين سنة،بكمية تصريف (١.٩مليون م٣)بمعدل تصريف ٨٤.٨م٣/ثانية، واقصي كمية يصرفها حوض وادى ايمو خلال فترة الرجوع مائة سنة بلغت (٢.١مليون م٣) بمعدل (٩٠.٩م٣/ثانية).



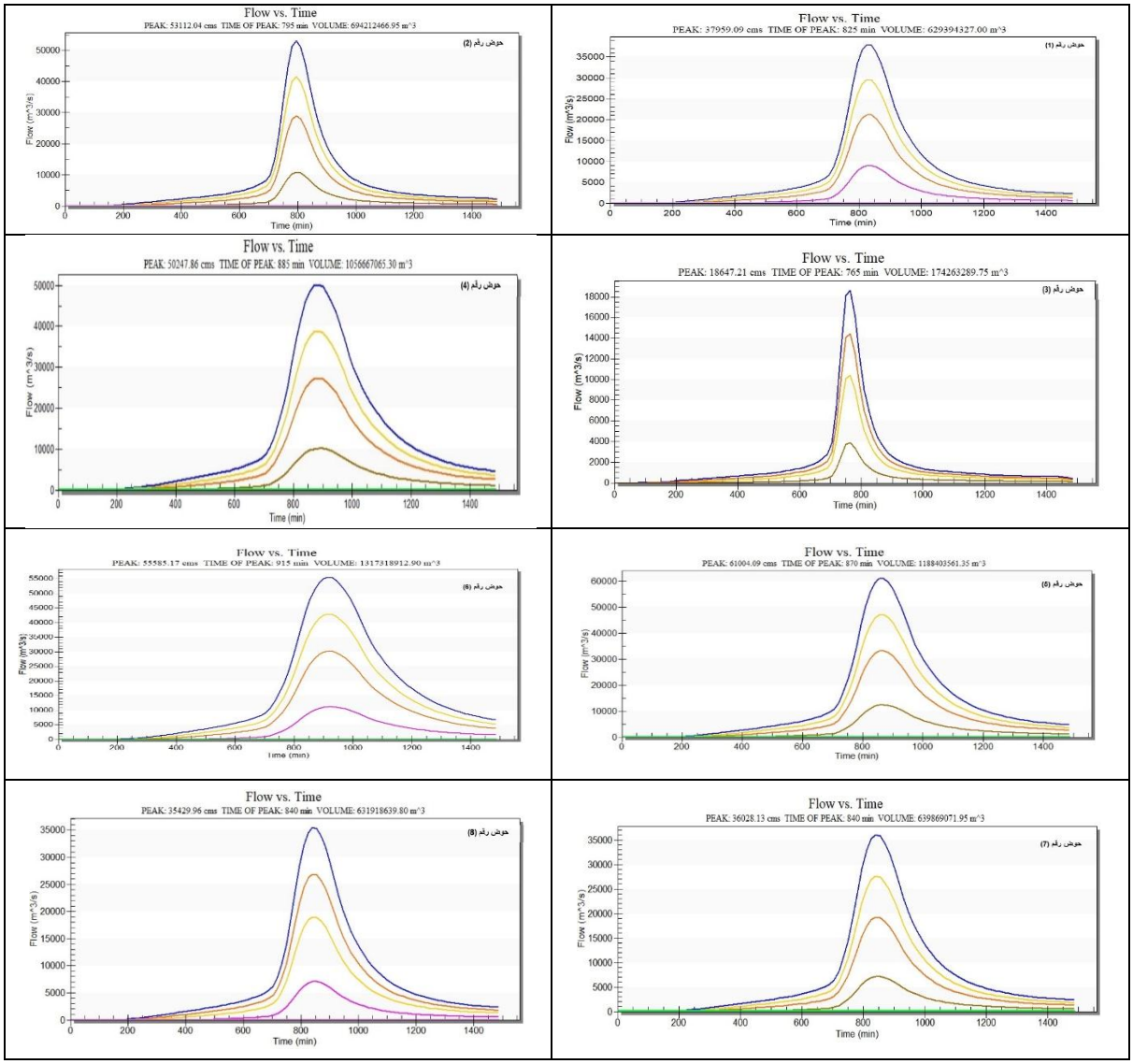
المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات الجدول (٢٠) باستخدام Excell

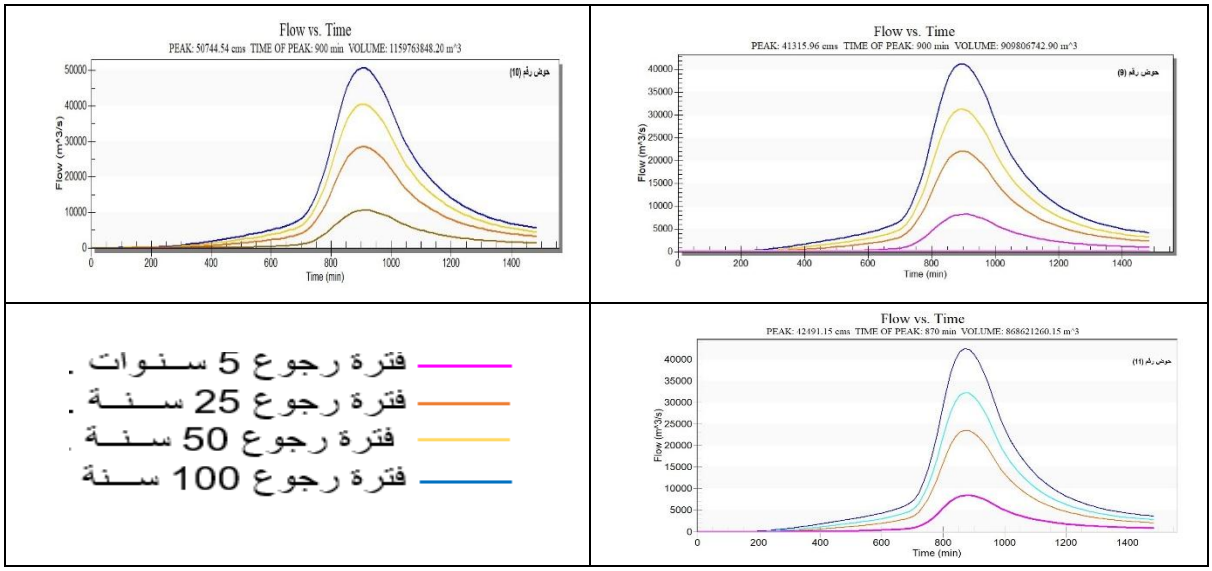
شكل رقم (٢٦) أقصى معدل تصريف واجمالى التصريف باحواض روافد وادى إيمو

- يعد حوض رقم (٤) هو أكثر أحواض الروافد فى معدلات التصريف خلال كل فترات الرجوع المختلفة بقيم بلغت (٢.٢ ، و١١.١ ، و١٢.٣ ،

و١٣.١م٣/ثانية) خلال فترات الرجوع (٥ ، ٢٥ ، ٥٠ ، ١٠٠ سنة) على الترتيب .

- أكثر الأحواض تصريفاً هو الحوض رقم ٦ بقيم اجمالية بلغت (٥٣، و٢٥٩.٦ ، ٢٨٦.٤ ، ٣٠٦.٥ م٣/ثانية) خلال فترات الرجوع المختلفة على الترتيب.





المصدر : من عمل الباحث باستخدام برنامج (WMS)

شكل (٢٧) منحنيات الجريان لأحواض روافدوادى إيمو خلال فترات الرجوع المختلفة

رابعاً : النتائج والتوصيات

النتائج :

خلص البحث الى النتائج التالية :

١. يتكون سطح حوض وادى ايمو من صخور رسوبية فى معظمها جيرية تمثل أكثر من (٩٣.١%) من مساحة الحوض، والنسبة الباقية عبارة عن رواسب سطحية وديانية قديمة بالاضافة الى الحصي الفيضي (الكنجلوميرات) وطمى النيل الحديث.

٢. بلغ اجمالى اطوال الصدوع (١٣١.١كم)، يحقق كثافة بنيوية تعادل (٤٠٠ متر/كم٢) على مستوى الحوض، ويغلب على هذه الصدوع الإتجاه الشمالي

الغربي / الجنوبي الشرقي (اتجاه خليج السويس) بنسبة بلغت (٤٦%) من اجمالى اطوال الصدوع ، وتتركز بشكل اساسي فى شمال ووسك وغرب الحوض.

٣. يمتد أكثر من (٥١%) من مساحة حوض وادى إيمو بين منسوبي (٢٥٠ : ٣٥٠متراً)، تقطعها مجارى الأجزاء العليا من الأودية، وهى الأجزاء الأعلى منسوباً به، بينما نصف المساحة الأخرى تقع دون ذلك حتى منسوب ٥٢.٧ متر فقط، وغالبية السطحى ينحدر فى اتجاه الغرب بنسبة (٤٠%) من مساحة الحوض، انحداراً هيناً فى بنسبة ٦٢% من المساحة ، كما ان (٦٠.٣%) من مساحة الحوض تتميز بانحدارت مستقيمة، يليها فى المساحة الانحدارات المحدبة بنسبة (٢٠.٥%) والمقعرة بنسبة (١٨.٢%) من جملة المساحة.

٤. تتعرض منطقة الدراسة الى مدى حرارى كبير، حيث يبلغ معدله السنوى أكثر من (١٦°)، وتتراوح قيمته بين : اعلى قيمه له خلال شهر مايو(١٨.٣°)، واقل قيمة له خلال شهر ديسمبر (١٤.٧°)، ويغلب على المنطقة هبوب الرايح الشمالية الغربية بنسبة (٧٠%) من اجمالى نسب هبوب الرياح على المنطقة ، وهوما يساعد على خفض المعدل السنوى للرطوبة النسبية بالحوض حتى (٣٩%)، ومحصلة كل ذلك زيادة نشاط عمليات التجوية وتفكك التكوينات الصخرية بالحوض،مع نقص كميات المطر الساقطة سنوياً عن (٢.٧مم) والتى تزيد اوقات العواصف المطرية لتصل الى عشرة اضعاف هذا المعدل.

٥. تتميز أحواض الروافد بتوسط مساحاتها الحوضية وابعادها الهندسية ، وتميل فى معظمها الى الشكل المستطيل من واقع قيم معاملات الاستدارة والاستطالة ونسبة الطول / العرض (٠.١٦، ١.٧٣ ، ٤.١٣ ، ٠.٢٤) على الترتيب ،

ويندرج حوض وادى ايمو ضمن الحواض متوسطة التضرس حيث بلغت قيم تضاريس الحوض المحلية (٤٣٣متر) بمعدل تضرس بلغ (١٣.٣متر /كم).

٦. بلغ عدد مجارى شبكة التصريف بحوض وادى إيمو(١٠٢٣) مجرى ، تحقق كعدل تكرار مجارى (٢.٨مجرى /كم٢)، وبلغ اجمالى اطوالها (٧٦٥.٦٠ كم) بكثافة تصريف بلغت (٢.١٣/ كم٢).

٧. يبلغ متوسط الزمن الفاصل بين قمة منحنى المطر اثناء العاصة المطرية وبين قمة منحنى الجريان السطحى بالحوض (زمن التأخير) على مستوى حوض إيمو أكثر من ساعتين ونصف (١٤١.٤ دقيقة) تقريباً، ويتراواح هذه الزمن بين (٤٨ : ٢٠١ قيقة) على مستوى احواض الروافد.

٨. يبلغ حجم المطر الساقط الذي يستقبله سطح الحوض (٧.٤)مليون متر مكعب خلال العاصفة المطرية التى يتعرض لها، فى حين يبلغ اجمالى الفواقد التى يفقدها سواء عن طريق التسرب او التبخر او الحجز الداخلى ما يقارب (٥.٣)مليون متر مكعب، والباقير هو صافى الجريان، ويتباين حجم الفواقد ن مياه المطر بحسب الاختلافات المحلية على مستوى اروافد بسبب التباين الجيولوجى والتضاريسي بين (٩٦٨٠٠ متر : ٧٧٠٦٠٠ متر مكعب).

٩. يبلغ معدل أقصي تصريف مائي لحوض وادى ايمو اثناء العاصفة المطرية (٩٠.٩ متر مكعب / ثانية) فى حين يبلغ متوسط معدل التصريف (٩.٤م/ثانية) على مستوى احواض الروافد، حيث يترواح بين (٤.٢ : ١١.٩م/ثانية).

١٠. يبلغ صافى حجم الجريان الذي يستقبله حوض وادى ايمو عقب كل عاصفة مطرية ما يقرب من (٢١٠٧٢٠٠) متر مكعب من المياه، وتتراواح

هذه الكمية بين (٣٨٥٠٠م متر : ٣٠٥٥٠٠) على مستوى أحواض الروافد المختلفة.

١١. بلغ معدل أقصي تصريف مائى لحوض وادى ايمو فى فترة رجوع خمس سنوات (١٤.٤متر٣/ثانية) ويصل الى (٧٦.٨م٣/ثانية) خلال فترة رجوع ٢٥ سنة، و(٨٤.٨م٣/ثانية) خلال فترة رجوع خمسين سنة.

١٢. بلغ جمالى ما يصرفه الحوض من المياه خلال فترة الرجوع خمس سنوات (٣٤٦٦٠٠ مترمكعب) بينما يصل الى(١.٨) مليون م٣ خلال فترة رجوع ٢٥ سنة، ويزيد الى (٢ مليون م٣) تقريبا خلال فترة رجوع ٥٠ سنة .

ب.التوصيات

١. توصي الدراسة بضرورة وضع حوض وادى ايمو ضمن خطة تأهيل وادارة لموارده المائية التى تربو عن ١.٨ مليون متر مكعب عقب كل عاصفة مطرية تتكرر كل ٢٥ .

٢. تحديد حرم مكانى يضم أكثر الأماكن الى يمكن ان تتضرر فيما المنشآت والممتلكات الخاصة والعامة فى القري والمحلات العمرانية الواقعة بالقرب من مصب الحوض.

٣. تبنى وزارة الموارد المائية خطة بناء سدود داخل أحواض الروافد المختلفة بحوض وادى ايمو تهدف الى تخزين صافى الجريان الذي تصرفه مجاريها، ومع وضع خطة للاستفاد منها فى التوسع الزراعى بالمناطق الصالحة لذلك داخل تلك الاحواض.

خامساً المصادر المراجع

١) المصادر:

١. الهيئة العامة للأرصاد الجوية،قسم البيانات المناخية لمحطات سوهاج واسيوط والمنيا،خلال الفترة من ١٩٥٣ : ٢٠١٧.

٢. الهيئة العامة للمساحة (١٩٩٦) الخريطة الطبوغرافية مقياس ١ :١٠٠٠٠٠، والخريطة مقياس ١: ٥٠٠٠٠.

٣. هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (٢٠١٨) نموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة من نوع STER دقة مكانية ٣٠ متر .

٤. هيئة المساحة العسكرية (١٩٥٩): الخرائط المصورة مقياس ١ : ٥٠٠٠٠، والصور الجوية للمنطقة مقياس ١: ٤٠٠٠٠، القاهرة .

٥. الهيئة المصرية العامة للبترول (١٩٨٨) الخريطة الجيولوجية لمصر مقياس ١: ٥٠٠٠٠٠، لوحة اسيوط.

٢. المراجع :

1. Derdour, A.et al., (2018). Modelling rainfall runoff relations using HEC-HMS in a semi-arid region: Case study in Ain Sefra watershed, Ksour Mountains (SW Algeria). Journal of Water And Land Development, No. 36 (I–III): 45–55.
2. El-Shemi.A.M.,(1999): Nature, kinematics and Origin of ina graben system, Nile vall. Egypt, Cairo Univ., Egypt.
3. Gaojun Li (2016): Temperature dependence of basalt weathering, Earth and Planetary Science Letters Journal, vol., 443, pp.59: 69.
4. Haibo, M. et al., (2018). Application of Synthetic Unit Hydrograph on HEC-HMS Model for flood forecasting. MATEC Web of Conferences 246.
5. Hall, Steven. (2008): Topograpgic analysis and Predictive modeling using Geograpgic information systems, Clemson University. TigerPrint.

6. Halwatura, D. et al., (2013): Application of the HEC-HMS model for runoff simulation in a tropical catchment Environ. Model Softw.46,155–162. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2013.03.0 06 Agrawal, A. (2005), "A Data Model with Pre and Post Processor for HECHMS", Report of Graduate Studies, Texas A & M Univ. College Station.
7. Heejun Chang. (2010): Spatial and temporal changes in runoff caused by climate change in a complex large river basin in Oregon, Journal of Hydrology Vol.388, PP.186-207.
8. Keith Beven (2012): Rainfall-Runoff Modelling The Primer, Lancaster University, UK. John Wiley & Sons, Ltd.
9. M.L.Wailkar& Aditya P.Nil (4014): Morphometric Analysis of a Drainage Basin Using Geographical Information System: A Case study, International Journal of Multidisciplinary and Current Research,Vol 2, Jan/Feb 2014 issue.
10. Mansour, A. (2000): Geology and lithostratigraphy of the Area East and Northeast Assiut, GSMA.
11. Mansour,H., (1969):The Geology of the Environs of Assiut: Drunka and Wadi Emio Area. (Unpublished M,Sc.)Assiut Univ.Faculty of Scienc Dept. Geology.
12. Paul Campling (2002): Rainfall-runoff modelling of a humid tropical catchment: the TOPMODEL approach, HYDROLOGICAL PROCESSES, vol.16, pp.231-253.
13. X. Liu1 & Others (2013):Effects of surface wind speed decline on hydrology in China. journal Hydrology and Earth System Sciences (HESS), Discuss., 10, 11293–11310.
14. Yao, H., Hashino, M., Terakawa, A., & Suzuki, T.,(1998): "Comparison of Distributed and LumpeHydrogeological Models". Annual Journal of Hydraulic Engineering, JECE, Vol. 42, pp. 163-168.
15. Yuanyuan Zhou (2013): Characteristics and causes of changes in annual runoff of the Wuding River in 1956–2009, Environ Earth Sci,vol.69.pp.225-234.

Abstract

This research aims to study and analyze the water flow in Wadi Emo Basin in the Egyptian Eastern Desert.By conducting hydrological modeling, according to the model of the American Soil Conservation Service (SCS_CN) using one of the hydrologic models attached to the Watershed Modeling System (WMS) program, which is the (HEC-HMS) model.

The importance of the study lies in two main elements: The first is the history of the study area, which is related to the recurrence of its exposure to torrential flow and the consequent dangers threatening lives and facilities.

The research dealt with several main topics:

1. Study of geomorphological controls of water flow in Wadi Emo basin.

2. Morphometric characteristics of the basin.

3 Analysis of the hydrological characteristics of the basin and the analysis of the flow curve (hydrograph) using the model (HEC-HMS).

key words : Emu Basin - Hydrological Modeling - Hydrological Analysis - Waterflow Controls - Morphometric Analysis – Hydrograph