هيدرومورفومناخية مياه السيول بوادي عربة شمالي هضبة مصر الشرقية

د. أحمد فرحات حسن السيد(*)

المخلص:

تمثل مياه السيول عنصرًا مهمًا في المناطق الصحراوية بما تحمله من منافع ومضار، ويقع وادي عربة في شمال الهضبة الشرقية في مصر محصوراً بين هضبتي الجلالة القبلية والبحرية، ويضم تكوينات سطحية تنتمي إلى كل الأزمنة الجيولوجية، واتسم سطح الحوض بالاستواء في معظم أجزائه، وضمت تربة الحوض ثلاث مجموعات هيدرولوجية تعبر نفاذية المياه خلال سطح الحوض، وتراوحت القيم الموزونة لأرقام المنحنى لسطح الحوض(CN) ما بين ٧٥ ، ٩٢,٥ ، وتم عمل محاكاة للجريان السطحي لأكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد على الحوض، حيث بلغ إجمالي الجريان السطحي المباشر المتوقع أكثر من ١٢٢ مليون متر مكعب، وبتطبيق نموذج الاختيار الأنسب لتحديد أفضل المواقع لحصاد هذه المياه، تم تحديد خمسة مواقع على مخارج الأحواض الفرعية يمكن من خلالها التحكم بالجريان السيلي بالحوض بشكل فعال، ويضم الحوض مساحات واسعة من الأراضي يمكن استخدامها في شتى الأنشطة الاقتصادية، وانتهت الدراسة إلى مجموعة من النتائج والتوصيات تساعد في تنمية منطقة الحوض.

كلمات مفتاحية: وادي عربة، نمذجة هيدرمورفومناخية، الأرقام المنحنية، حصاد المياه، الجريان السيلي.

Hydromorpho-climatology of flash flood in Wadi Araba, north of the Eastern Plateau of Egypt

Abstract: Flood water represents an important element in desert areas, It brings the benefits and harms. Wadi Araba is located in the north of the Eastern Plateau in Egypt, sandwiched between el- Galala al-Qibliyya and el- Galala Bahriya plateaus. It includes surface formations belonging to all geological periods, The surface of the basin was characterized by flatness in most of its parts, and the soil of the basin included three hydrological groups that cross the water permeability through the surface of the basin, The weighted values of the basin surface curve numbers (CN) ranged between ٧٥, ٩٢.٥, and a surface runoff simulation was conducted for the largest amount of rain that fell in one day on the basin, where the total expected direct surface runoff reached more than ١٢٢million cubic meters, By applying the most appropriate selection model to determine the best sites for harvesting this water, five sites were identified At the outlets of the sub-basins, through which flash flood flow into the basin can be effectively controlled, the basin includes large areas of land that can be used in various economic activities, The study concluded with a set of results and recommendations that help in developing the basin region.

Keywords: Wadi Araba - hydromorphic climate modeling - curve numbers - water harvesting – Flash flood runoff.

(*) مدرس بقسم الجغرافيا كلية الآداب – جامعة دمنهور ahmed.farahat@art.dmu.edu.eg

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد– مجلة علمية محكمة– إبريل ٢٠٢٤

أضحى الإنسان في حاجة إلى استغلال موارده الطبيعية بالكيفية التي تضمن استمراريتها وفق أسس علمية صيغت بناءً على نتائج دراسات وأبحاث أُعدت من أجل ذلك، ولكون الماء أهم الموارد التي خص الله بها كوكب الأرض وجعل منه كل شيء حي، حيث تعد مصادر المياه العذبة هى الركيزة الأساسية لأي تنمية اقتصادية، فلابد من الاهتمام بحصرها وحصادها، وتحديد أنسب الطرق لحمايتها وتنميتها، وانتقاء الوسائل المناسبة لتخزينها وتحقيق الاستفادة القصوى منها.

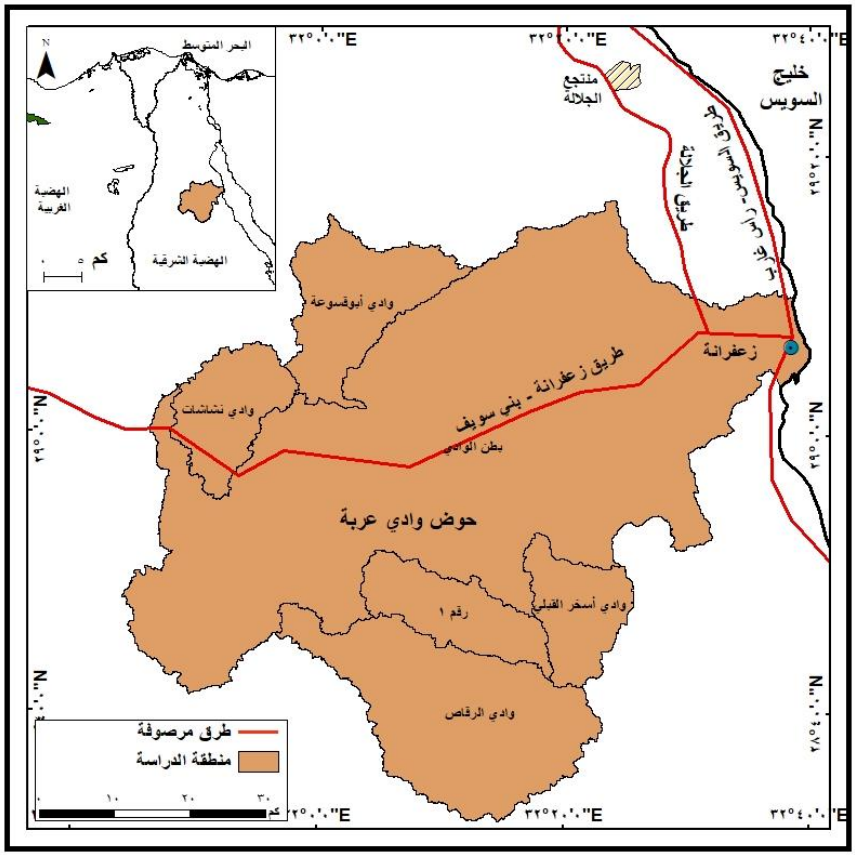
وتُعرف عملية حصاد مياه الأمطار والسيول بأنها التقنية المستخدمة في حجزمياه الأمطاروتخزينها في فترات سقوطها وإعادة استخدامها عند الحاجة إليها، فالسيول من أكثر الأخطار الطبيعية تدميرًا، في حين أنها يمكن أن تكون مصدرًا مهمًا للمياه في البيئات الجافة، ولسوء الحظ، فإنه غالبًا ما يكون هناك نقص في البيانات عن العمليات الهيدرولوجية الرئيسة في هذه المناطق، مما يحول دون فهم طبيعة الجريا السيلي، وعدم القدره على توقع كميات الجريان الناتجه عنه، مما يؤدي إلى دمار وهلاك كل ما يعترض مساره، فضلاً عن صرف المياه إلى البحر غالباً دون الاستفادة منها(Abd-El Aaty et al., ٢٠١٧).

وبالاعتماد على تقنيات الاستشعار عن بعد التي توفر كم كبير من البيانات التي من خلالها يمكن التعرف على خصائص الأودية وبناء النماذج لمحاكاة الجريان السيلي بها وفق أسس رياضية سليمة، وتحليل هذه المخرجات في بيئة نظم المعلومات الجغرافية للوقوف على أنسب الحلول للاستفادة من السيول (Abdel Ghaffar et al. ٢٠١٩).

وتأتى الدراسة الحالية من منطلق أهمية موضوع تقدير حجم التصريف المائي بالمناطق الجافة، وفي منطقة تفتقر بشكل تام إلى وجود محطات رصد هيدرولوجية، وإبراز التكامل الأكاديمي بين ثلاثة من العلوم هي: الجيومورفولوجيا، والهيدرولوجيا، والمناخ.

موقع حوض وادي عربة.

يقع حوض وادي عربة بين دائرتي عرض "١٤ '٣٢ °٢٨ و "٤٤ '١٦ °٢٩ شمالاً، وخطي طول "٣ '٤٤ °٣١ و "٣٠ '٣٩ °٣٢ شرقًا، ويمتد الحوض شمالي هضبة مصر الشرقية بين هضبتي الجلالة البحرية والقبلية، ويصب في خليج السويس جنوب رأس أبودرج ويأخذ الشكل الكمثري تقريبًا ويمتد من الشرق تجاه الغرب لمسافة ٩٥ كم، ومن الشمال تجاه الجنوب لمسافة ٨٥كم، وتبلغ مساحته الإجمالية حوالي ٤٢٠٠ كم^{٢}، (شكل١).



المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس ١:١٠٠٠٠٠، ونموذج المناسيب الرقمي DEM.

شكل (١) موقع حوض وادي عربة في هضبة مصر الشرقية.

دراسات سابقة:

لم تكن هيدرومورفومناخية مياه السيول بوادي عربة هدفًا مباشرًا لأي دراسة سابقة، إلا أن هناك عدد من الدراسات ضمت بعض جوانب الدراسة، منها دراسات تناولت حوض وادي عربة مثل: دراسة (عيسى، ١٩٩١): عن جيومورفولوجية الحافة الجنوبية لهضبة الجلالة البحرية، وتناولت جميع الجوانب الجيومورفولوجية للنصف الشمالي من وادي عربة، ودراسة (ضاحي، ١٩٩٩) عن جيومورفولوجية الحافة الشمالية لهضبة الجلالة القبلية، وتناولت جميع الجوانب الجيومورفولوجية للنصف الجنوبي من وادي عربة، ودراسة (البايض، ٢٠٢٢) عن هيدروجيومورفولوجية حوض وادي عربة، وتناولت جميع الجوانب المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي عربة بشكل عام، ودراسات أخرى اهتمت بموضوع الدراسة مثل: دراسة (النفيعي، ٢٠١٠) عن تقدير الجريان السطحي ومخاطره السيلية في الحوض الأعلى لوادي عرنة شرق مكة المكرمة، وتعرضت لحساب قيم أرقام المنحنى للحوض وتطبيق نموذج SCS-CN على الحوض لحساب التصريف الناتج عن الجريان السيلي عند مخرج الحوض وحساب معاملات الجريان السطحي للحوض، ودراسة (الأنصاري، ٢٠١٦) عن الاختيار الأنسب لمواقع حصاد مياه الأمطار بحوض وادي الغرندل

في غربي وسط سيناء، حيث قام ببناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية والجيولوجية والهيدرولوجية من خلال الاستعانة بتقنيات الاستشعار من بعد، واستخدمها في بناء نموذج لاختيار أنسب المواقع لحصاد مياه الأمطار بعد حدوث جريان سطحي (RWH)، ودراسة (السيد، ٢٠٢٠) عن حصاد مياه الأمطار والتحكم في الجريان السيلي لحوضي واديي الأسيوطي وملاحة بـــهضبة مصر الشرقية، واهتمت ببناء نماذج لمحاكاة الجريان السيلي في أحواض الدراسة، ودراسة (Abou El-Magd.et al, ٢٠١٠): وتناولت النمذجة المكانية لأخطار الجريان السيلي في مستجمعات أبوضباب على البحر الأحمر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، ودراسة (Abdel Fattah.et al, ٢٠١٥): وعرضت للتحكم في الجريان السيلي في الأودية ما بين تجنب الأخطار وحصاد المياه، ودراسة (Gabr &Bastawesy, ٢٠١٥): وقامت بتقدير كميات الجريان السيلي التي أثرت على مناطق البنية التحتية لحقول البترول في رأس سدر بسيناء خلال عاصفة يناير ٢٠١٠.

وتطرح الدراسة عدة تساؤلات ترنو إلى الإجابة عليها، على النحو التالي:

- هل تفيد النماذج الرياضية في تقدير الجريان السطحي بالمناطق التي ليس لها سجلات جريان؟
- هل تولّد الأمطار الساقطة على الحوض جريان سطحي يصل إلى مخرجه؟ وما كميته؟
- متى تحدث ذروة تصريف الجريان؟ وما معدل هذا التصريف؟
- هل هناك مخرات ممهدة لتصريف الجريان؟
- كيف يؤثر جريان المياه في الأنشطة الاقتصادية بمنطقة الدراسة؟
- هل تعاني المنطقة من أخطار الجريان السيلي؟ وأين مواقعها؟ وما هي درجة خطورتها؟
- كيف يمكن حماية الأنشطة القائمة من أخطار السيول؟
- كيف يمكن الاستفادة من السيول في تنمية منطقة الدراسة؟

وتسعى الدراسة إلى محاولة تحقيق الأهداف التالية:

- بناء قاعدة بيانات لغطاءات الأرض واستعمالاتها (Land Cover& Land Use) للحوض لخدمة الدراسات المستقبلية بالمنطقة.
- بناء قواعد بيانات هيدرولوجية تفصيلية للجريان السطحي وقمة التصريف للحوض، لمساعدة متخذى القرار في تنفيذ مشروعات تنموية بالمنطقة.
- تحديد مكامن الخطر السيلي في الحوض، والخروج بتوصيات علمية، للحد من تلك الأخطار والانتفاع منها.
- تحديد أنسب المواقع لحصاد مياه الجريان السيلي بالحوض.

منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة المنهج الوصفى التفسيرى لتحليل الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي عربة من منظور جيومورفولوجي، وتحليل هيدروجراف الجريان السطحي للوصول إلى التقديرات الصحيحة والمحاكاة الجيدة للعواصف الممطرة المارة على الحوض من حين لآخر، واعتمدت المدخل الإقليمي إطارًا لها، لإبراز الشخصية الإقليمية المميزة للحوض وبيئته الطبيعية والحيوية عما يجاوره من مناطق.

واستعانت الدراسة بعدة أساليب وأدوات، منها الأسلوب الكمي لجمع البيانات المكانية والوصفية من المرئيات الفضائية، ونموذج المناسيب الرقمي DEM، وفحص وقراءة الخرائط الجيولوجية والطبوغرافية بمقاييس رسم مختلفة، وتحليلها بالبرامج الإحصائية ونظم المعلومات الجغرافية، واستخدم أسلوب بناء النماذج الرياضية لهيدروجراف الجريان خلال العاصفة الممطرة، والذي يعتمد في درجة مصداقيته على مدى القدرة على اشتقاق المعاملات الهيدرومورفومناخية لمنطقة الدراسة.

وتُعد الدراسة الميدانية مصدرًا رئيسًا للبيانات الوارده بالدراسة الحالية، والتحقق الميداني لنتائج المحاكاة في النموذج، إضافة إلى قياس القطاعات الميدانية، وأبعاد المجاري، والتحقق من المواضع المناسبة لبناء سدود أو أية منشآت هندسية، للتحكم في مياه السيول والاستفادة منها، وقد تمت الدراسة الميدانية على مرحلتين اثنتين؛ أولاهما: في الفترة (١٣ & ٢٠٢٢/٢/١٤م)، وثانيتها في الفترة (٦ &٢٠٢٣/٤/٧م)، وتمكن الباحث خلالهما من فهم طبيعة المنطقة، وأخذ عديد من الصور الفوتوجرافية والقطاعات التضاريسية والعينات.

ولتحقيق أهداف البحث ارتكزت الدراسة على المحاور التالية:

- مدخلات النمذجة الهيدرومورفومناخية لحوض وادي عربة.
- مخرجات النماذج الهيدرومورفومناخية وتحليلها بحوض وادي عربة.
- إدارة الجريان السيلى بحوض وادي عربة.
- إمكانات التنمية المستدامة بحوض وادي عربة.

أولًا: مدخلات النمذجة الهيدرومورفومناخية لحوض وادي عربة.

النموذج **الهيدرومورفومناخي** هو أداة رياضية تستخدم في معالجة ومحاكاة النظام الهيدرولوجي الطبيعي بالاعتماد على بيانات السطح والمناخ، بغرض التوقع بحدوث الجريان السطحي، وتحديد كميته، وموعد ذروة تصريفه، ويتم بناء هذا النموذج على عدة مراحل يحتاج كلٌّ منها إلى عدة مدخلات، يتم دراستها وتحليلها لتقدير الجريان السطحي بدقة عالية، حيث يعتمد الجريان السطحي على عدة عوامل منها: طبيعة التكوينات الجيولوجية، والتضاريس، وكمية الأمطار، والتربة، والغطاء النباتي.

– نموذج الهيئة الأمريكية لصيانة التربة (SCS -CN): يعد أشهر الأساليب الرياضية المستخدمة في حساب الجريان السطحي، وطورته إدارة صيانة التربة التابعة لوزارة الزراعة الأمريكية عام ١٩٧٠م، ويعتمد في مدخلاته على توفر معلومات عن غطاءات الأرض وأنماط استخدامها، وهيدرولوجية التربة، ونوع الغطاء النباتي، وكميات الأمطار، ويتطلب حساب الجريان السطحي تحديد قيم أرقام المنحنى (CN) المعتمدة على ثلاثة عناصر هي: الحالة المسبقة لرطوبة التربة، وغطاءات الأرض، والمجموعات الهيدرولوجية للتربة، وتعبر أرقام المنحنى عن الاستجابة المائية لمكونات غطاءات الأرض في أحواض التصريف، وتشير إلى مقدار صماتة السطح بمدى من (صفر– ١٠٠) ، فكلما زادت قيم CN زادت صماتة السطح وعدم انفاذه للمياه(Abd-Elaty et al, ٢٠٢٢).

–نماذج محاكاة العواصف الممطرة: يضم برنامج WMS[١] العديد من نماذج المحاكاة للعواصف الممطرة، ويمكن تطبيق معظمها على أحواض التصريف، إلا أن بعض هذه النماذج يقتصر استخدامه في أحواض صغيرة نسبيًا، والبعض الآخر يفضل استخدامه في المدن، واعتمدت الدراسة على تطبيق نموذج HEC-HMS، لسهولة تطبيقه وبساطة مدخلاته، وملاءمته للأحواض واسعة المساحة(Sharma and Kujur, ٢٠١٢).

– **نموذج HEC-HMS** : بمجرد اختيار النموذج ضمن Hydrologic Modeling module تظهر قائمة منسدلة باسم HEC-HMS تحتوي على خيارات تشغيل النموذج، أهمها خيار Job Control لضبط الفترة الزمنية للمحاكاة والوحدات المستخدمة، وخيار Edit Parameters لتعريف طرق حساب كلٍّ من الفقد، والجريان السطحي، والجريان القاعدي من ناحية، وإدخال كل بيانات الأحواض وحسابها من ناحية أخرى، وعمل ذلك لكل الأحواض تباعًا، وخيارMeteorologic Parameters لتحديد كمية التساقط وتوزيعه على مدار اليوم، وخيار Save HMS File لحفظ كل هذه الإعدادات في ملف حتى يتم استدعائها بعد ذلك لعمل Run Simulation في برنامج HEC-HMS لتشغيل النموذج والحصول على الهيدروجراف الذي يمثل الجريان السطحي، وتتميز مخرجات النموذج بالجمع بين الهيتوجراف(مخطط شدة المطر مقابل الزمن) والهيدروجراف (المنحنى الزمني للتصريف) في شكل واحد (Mohamed & El-Raey, ٢٠١٩).

---

[١] برنامجWMS : تنتجه شركةAQUAVEO ، وهو اختصار لـ Wateshed Modeling systems ، ويرجع ظهوره إلى جامعة بريغام ينج Brigham Young University في الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٨٥ م، حيث أنشأت "معمل الرسم الهندسي" ، وفي عام ١٩٩٨م تحول إلى معمل بحوث النماذج البيئية، ثم تحول عام ٢٠٠٧ إلى شركة خاصة(AQUAVEO)، وهوعبارة عن واجهة مستخدم تسهل تجهيز البيانات ومعالجتها بالنماذج الرياضية الكثيرة التي يتضمنها، مثل HEC-١ و HEC-HMSو GSSHAوغيرها الكثير، وتنتج الشركة أيضا GMS لنمذجة المياه الجوفية و SMS لنمذجة المياة السطحية.

ويمكن عرض مدخلات النموذج الهيدرومورفومناخي على النحو التالي:

١- التكوينات الجيولوجية السطحية:

يُغطي سطح حوض وادي عربة صخور ورواسب تنتمي لكل الأزمنة الجيولوجية، وإن اختلفت نسبة كل منها بين ١.١% لرواسب الكريتاسى، ٣٧.٧% لتكوينات مجموعة المقطم (جدول ١، شكل ٢)، ولعل سبب ذلك - برغم محدودية مساحة الحوض نسبيًا - أن الحوض يمثل مكشفاً طبيعيًا للصخور والتكوينات الجيولوجية لا يوجد له مثيل في الهضبة الشرقية بكاملها، حيث يمثل الجزء الأوسط من الوادي أخدود كبير يمتد بعرض الهضبة الشرقية تقريبًا، حفرته عوامل التعرية، ويمثل المنطقة الفاصلة بين هضبتي الجلالة البحرية والقبلية، ونتيجة لهذا التنوع في مكاشف التكوينات واختلاف أعمارها، فإن مسامية هذه التكوينات وقدرتها على الاحتفاظ بالمياه سوف تتنوع بالقدر ذاته.

جدول(١) التكوينات الجيولوجية السطحية بوادي عربة

الزمن	العصر	التكوين	المساحة (كم٢)	(%)
الرابع	البلايوستوسين والهولوسين	رواسب مختلطة	٨٢٧.٥	١٩.٦
		رواسب بطون الأودية	٨٤٢.٩	٢٠
الثالث	الأيوسين	تكوين مجموعة المقطم	١٥٩١.٣	٣٧.٧
		تكوين مجموعة طيبة -أبورمث	٣١٦.٧	٧.٥
الثاني	كريتاسى	تكوين أنطوني	٩٩.٢	٢.٣
		تكوين جلالة	١٠٣.٦	٢.٥
		رواسب الكريتاسي	٤٨.٣	١.١
	نهاية الجوراسي وبداية الكريتاسي	تكوين مالحة	١٤٣.٧	٣.٤
الأول	نهاية البرمي وبداية الترياسي	تكوين قصيب	١٢٩	٣.١
	كربوني أعلى	تكوين روض الحمل	١١٩.٥	٢.٨
الجملة			٤٢٢٢	١٠٠

المصدر: الخريطة الجيولوجية مقياس ١:٥٠٠٠٠٠ لوحة بني سويف رقم (SW ٣٦NH).

ومن دراسة (جدول١، وشكل٢) يمكن استخلاص النتائج التالية:

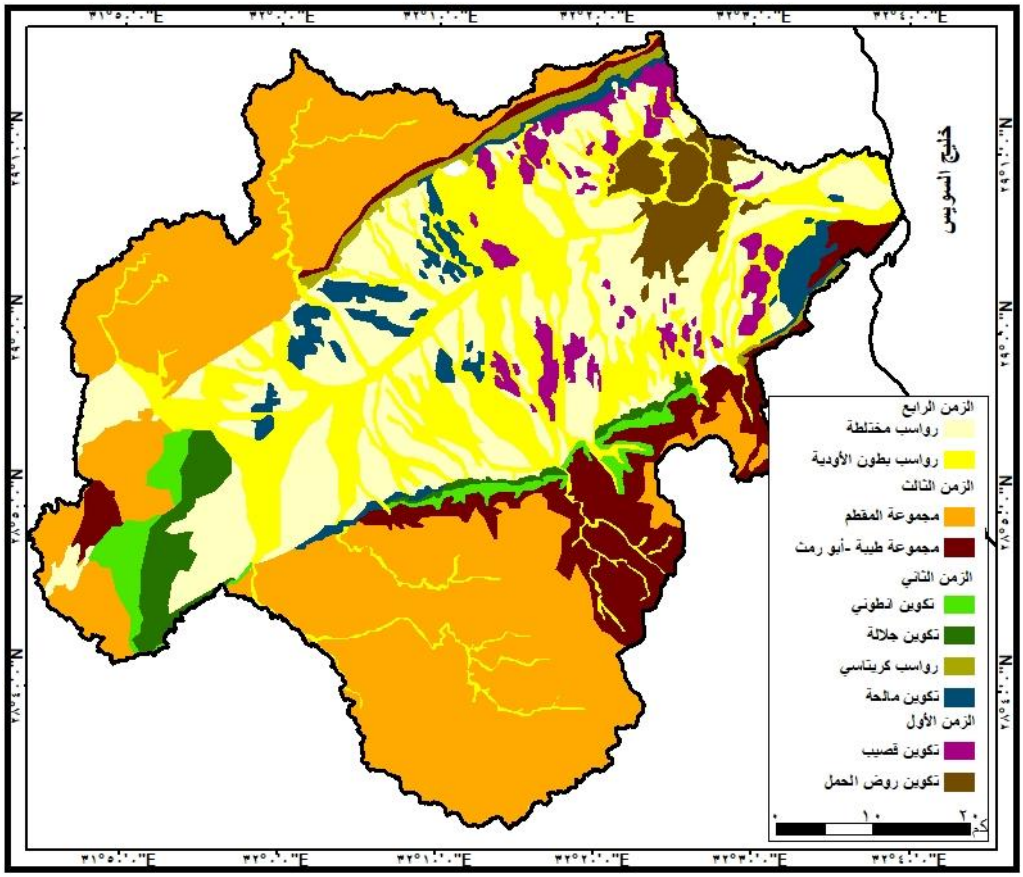
- **تكوينات الزمن الأول:** تنتشر قرب مصب الوادي حتى منتصفه تقريبًا، ربما كشفتها عوامل التعرية بعد إزالة كل التكوينات التي تعلوها، وتمثل حوالي ٦% من مساحة الحوض، وتظهر بشكل واضح حول (بير سماعيل) ومخرجي واديي (بخيت) و(أبو الميسا روض الحمل)، وإلى الجنوب من بئر (زعفرانة) وبالقرب من حواف الهضبتين في شكل يشبه الدوائر، تفصلها عن

بعضها رواسب بطون الأودية، وينتمي إلى هذا الزمن في الحوض تكوينان، هما: تكوين روض الحمل؛ ويتألف من طبقات من الطفل والحجر الرملي يعلوها رواسب ومفتتات من المرجان. وتكوين قصيب؛ وهو عبارة عن امتزاج من الأصداف البحرية والحجر الجيري والحجر الرملي.

– **تكوينات الزمن الثاني:** تغطي تكوينات هذا الزمن مساحة تربو على ٩% من مساحة الحوض، وتنتشر بشكل واضح على شكل خطين متوازيين تقريبًا، يمثلان منحدرات الهضبتين، وينتمي إلى هذا الزمن بالحوض عدة تكوينات أهمها تكوين مالحة؛ ويتألف من صخور الحجر الرملي والطفل الرملي، ويحوي بعض الطفل الغني بمكونات كربونية، ولا يوجد به حفريات، وتكوين الجلالة؛ ويتكون من صخور الحجر الرملي والطفل والحجر الجيري الرملي مع غناه بالأصداف البحرية.

– **تكوينات الزمن الثالث:** تسود تكويناته سطح الحوض بشكل كبير يكاد يصل إلى النصف تقريبًا (٤٥%)، وتغطي كل مناطق سطح الهضبتين التي تدخل ضمن نطاق وادي عربة، وتمتد بشكل متواصل لا يقطعها، سوى رواسب بطون الأودية، التي تنتشر في بطون المجاري التي تقطع سطح الهضبتين، وتنتشر في أحواض الأودية أسخر، ونشاشات، والرقاص، وينتمي إلى هذا الزمن تكوينان فقط، هما تكوين طيبة أبو رمث؛ الذي يعود إلى الأيوسين الأدنى، وهوعبارة عن حجر جيري طباشيري أبيض غني بالحفريات والمحار، يعلوه حجر جيري كونجلوميراتي به حفريات من نوع Numnulities formation ويوجد بشكل غير متوافق مع تكوينات الكريتاسي، وتكوين المقطم؛ ويتألف من الحجر الجيري والمارل والحجر الجيري الطباشيري ويتميز بكثرة الفواصل والشقوق.

– **تكوينات الزمن الرابع:** تمثل نواتج عمليات التعرية، وتغطي مناطق واسعة من حوض وادي عربة تصل لنحو ٤٠% من مساحة الحوض، وتضم الرواسب المختلفة التي تفترش مساحات واسعة من الجزء الأوسط من الحوض، خاصة عند مصبات الأودية الفرعية، وفي مروحة الحوض على البحر الأحمر، ورواسب بطون الأودية التي تملأ مجاري الأودية المنتشرة في كل جوانب الحوض، وتتسم رواسب الزمن الرابع بقدرتها الكبيرة على تسرب المياه خلالها، ومن ثم تغذية الخزان الجوفي الذي يغذي العديد من الآبار المنتشرة في أرجاء الحوض.



المصدر: الخريطة الجيولوجية مقياس ١:٥٠٠٠٠٠ لوحة بني سويف رقم (SW ٣٦NH).

شكل (٢) التكوينات الجيولوجية السطحية بوادي عربة شمالي هضبة مصر الشرقية.

٢- خصائص السطح:

يعتمد نموذج SCS-CN على قاعدة بيانات لسطح الحوض مشتقة من نموذج مناسيب رقمي DEM للحصول على الخصائص التضاريسية، بالاعتماد على بيانات الماسح الراداري الطبوغرافي STRM بدقة ٣٠م، ومنه تم استخلاص حدود الحوض عن طريق تحديد نقطة مخرج الحوض Outlet Point، ومن دراسة (جدول ٢، وشكل ٣)، ويمكن تسجيل النتـــائج التالية:

- تستحوذ الفئات الأصغر في المنسوب على معظم مساحة الحوض، حيث تمثل فئة الارتفاع الأقل من ٣٠٠ متر بنسبة ٤٥% من مساحة الحوض، تشغل قطاع طولي يمثل المجرى الرئيس للوادي، ويبلغ أقصى اتساع لهذا النطاق حوالي ٢٧كم، بمتوسط عرض حوالي ٢١كم بطول الوادي، ويمتد في هذا النطاق طريق أسفلتي يربط وادي النيل بساحل البحر الأحمر بالقرب من رأس زعفرانة، تليها فئة الارتفاع من ٣٠٠ - ٦٠٠ متر بنسبة ٢٦% من مساحة الحوض، وتمثل هذه فئة المنحدرات حقًا، إذ تغطى كل منحدرات جوانب هضبتي الجلالة البحرية والقبلية، وتقطعها مجار الأودية بشكل كبير.

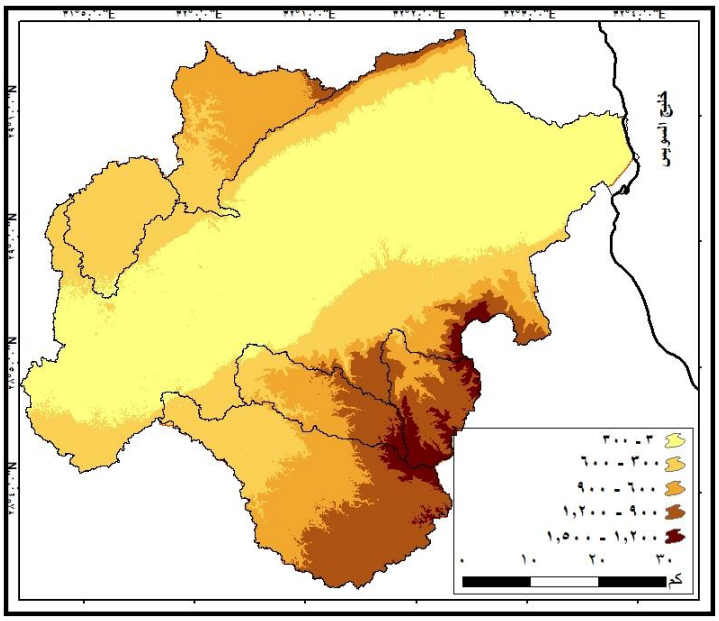
مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد– مجلة علمية محكمة– إبريل ٢٠٢٤

- تمثل فئات السطح من ٦٠٠ –٩٠٠ متر، و٩٠٠ –١٢٠٠متر سطح الهضبة، ويضمان معاً أكثر من ربع مساحة حوض وادي عربة بنسبة ٢٧%، ويضمان كل أراضي ما بين الأودية.
- تمثل الفئة الأخيرة (١٢٠٠ –١٥٠٠ متر) أعلى المناسيب في حوض الوادي، وتظهر فقط في هضبة الجلالة القبلية تماشياً مع القاعدة العامة في هضبة مصر الشرقية، حيث يقل المنسوب بالاتجاه شمالًا.

جدول(٢) مناسيب السطح في وادي عربة

المنسوب(م)	المساحة (كم٢)	%	المنسوب(م)	المساحة (كم٢)	%
٠ – ٣٠٠	١٨٩٣	٤٥	٩٠٠ – ١٢٠٠	٥٠٦	١٢
٣٠٠ – ٦٠٠	١٠٨٥	٢٦	١٢٠٠ – ١٥٠٠	١٠٩	٣
٦٠٠ – ٩٠٠	٦٢٩	١٥	المجـــموع	٤٢٢٢	١٠٠

المصدر: نموذج المناسيب الرقمي DEM.



المصدر: نموذج المناسيب الرقمي DEM.

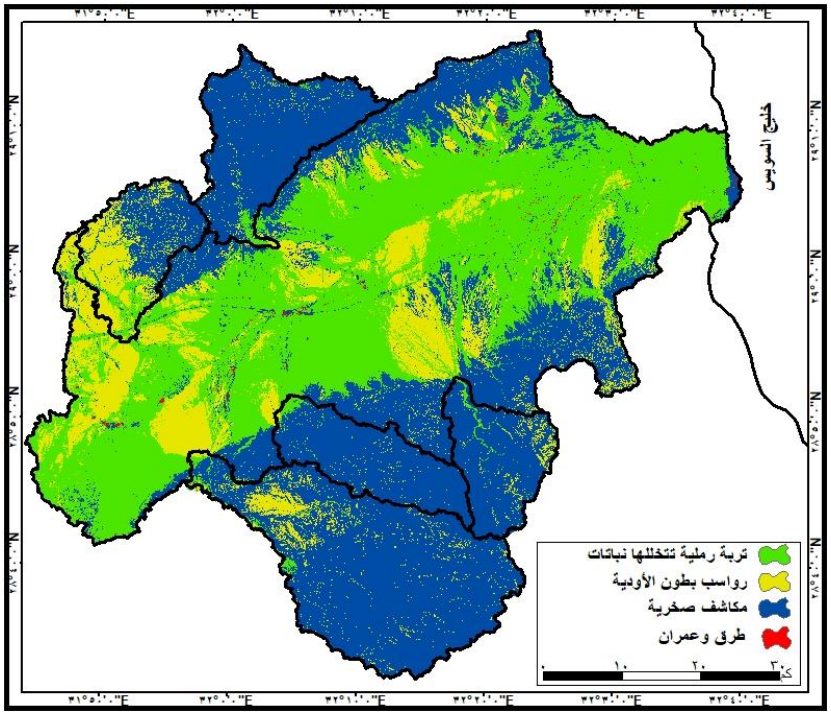
شكل (٣) فئات مناسيب السطح بوادي عربة شمالي هضبة مصر الشرقية.

٣– تصنيف الغطاء الأرضي في أحواض التصريف:

للوقوف على خصائص الغطاء الأرضي في أحواض منطقة الدراسة تمت الاستعانة بمرئية فضائية من نوع Landsat٨، وعمل موزاييك للمرئيات التي تغطي المنطقة، واخضاع المرئية للتصنيف المراقب Supervised Classification، وتم التعرف على غطاءات الأرض من الدراسة الميدانية والاطلاع على الصور الجوية من موقعGoogle Earth،

وتبين من نتائج التصنيف حصر غطاءات الأرض في أربعة أنماط، (شكل٤، وجدول٣)، حيث تمثل فئة مكاشف صخرية عارية معظم مساحة الحوض (٦١%)، تليها فئة رواسب بطون

الأودية وفرشات رملية وحصوية (٢٨%) ثم فئة تربة رملية حصوية تتخللها نباتات صحراوية (١١%)، في حين جاءت الطرق والعمران بنسبة لم تتعدّ ١% لتعكس وضع الحوض في خريطة المعمور المصرى.



المصدر: التصنيف المراقب لمرئيات لاندسات٨ انتاج ٢٠٢٢م، وصور فضائية من موقعGoogle Earth يناير ٢٠٢٣.

شكل(٤) الغطاءات الأرضية بوادي عربة شمالى هضبة مصر الشرقية

جدول(٣) أنماط الغطاء الأرضي بحوض وادي عربة شمالى هضبة مصر الشرقية

الحوض	تربة رملية حصوية تتخللها نباتات صحراوية		رواسب بطون الأودية وفرشات رملية وحصوية		مكاشف صخرية عارية		طرق وعمران		الجملة
	كم٢	%	كم٢	%	كم٢	%	كم٢	%	كم٢
بطن الوادي	١٥٣٠	٥٥.٧	٥١٧	١٨.٨٢	٦٨٥	٢٤.٩٤	١٥	٠.٥٥	٢٧٤٧
وادي أبوقسوعة	٧	٢.٤٠	٨	٢.٧٤	٢٧٧	٩٤.٨٦	٠	٠	٢٩٢
وادي نشاشات	٢١	١٠.٦٦	٨٣	٤٢.١٣	٩٢	٤٦.٧٠	٠	٠.٠٠	١٩٧
وادي الرقاص	١٢	١.٩٦	٥٣	٨.٦٧	٥٤٧	٨٩.٥٣	٠	٠.٠٠	٦١١
وادي أسخر القبلي	٤	٢.٢٧	١٢	٦.٨٢	١٦٠	٩٠.٩١	٠	٠.٠٠	١٧٦
رقم ١	٥	٢.٥١	٤	٢.٠١	١٩٠	٩٥.٤٨	٠	٠.٠٠	١٩٩
الجملة	٤٥١	١٠.٩٨	١١٤٤	٢٧.٦١	٢٥٣٣	٦١.١٤	١٥	٠.٣٦	٤٢٢٢

المصدر: التصنيف المراقب لمرئيات لاندسات٨ إنتاج ٢٠٢٢م، وصور فضائية من موقعGoogle Earth يناير ٢٠٢٣.

٤-الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي عربة:

تشير الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف إلى السلوك الذي يتخذه الماء عند سقوط الأمطار، وتحركه على سطح الحوض، وإذا كانت الخصائص المورفومترية تمثل جسد حوض التصريف، فإن هذا الجسد يظل هامدًا لا حياة فيه حتى تسقط الأمطار ونشوء الجريان السطحي، حينها يتم الحديث عن هيدرولوجية هذه الأحواض، وتعد الخصائص الهيدرولوجية من الأهمية بمكان؛ لأنها تتحكم في شكل التصريف الذي ينتج عن الجريان في الحوض، وحجم التدفق وسرعته عند مخرج الحوض، ومن ثم شكل المضار أوالمنافع الناتجة عن هذا الجريان، وتتحكم عديد من العوامل في الخصائص الهيدرولوجية والجريان السطحي الناتج عنها، بداية من شكل التساقط وكميته، مرورًا بنوع التربة والتكوينات التي تغطي سطح الحوض، ووصولًا إلى خصائص المناخ الذي يزيد ويقلل من معدلات التبخر، وهكذا حتى وصول المياه إلى مخرج الحوض.

فعند حدوث التساقط المطري تبدأ دورة تفاعلية بين هذا الماء الهاطل والسطح بما يحويه من غطاءات واستخدامات، حيث يبدأ السطح بامتصاص الماء الساقط عليه حتى يصل إلى حد التشبع، ويعرف هذا بالاستخلاص الأولي للسطح Initial Abstraction(IA)، وإذا ما استمر التساقط فيما يعرف Excess Rainfall يبدأ الجريان السطحي ويستمر تشبع النطاق السطحي بالمياه حتى الوصول إلى ما يعرف بالإمكانية القصوى للاحتفاظ بالمياه Potential Maximum Retention After Runoff (S) ، وبعد انتهاء التساقط والوصول إلى قمة التصريف يبدأ الجريان القاعدي Base Flow، حيث يفقد فيه النطاق السطحي جزءًا مما تشبع به.

أ – تصنيف التربة وفقًا للمجموعات الهيدرولوجية: Hydrologic Soil Groups (HSG)

حددت مصلحة صيانة التربة الأمريكية (SCS) أربع مجموعات هيدرولوجية للتربة طبقًا لمستويات تسرب الماء داخل التربة (USDA,١٩٨٦, ٢-٥)، ومن ثم فهي تكشف عن مدى تأثير نسيج التربة في نشوء الجريان السطحي، ويضم الحوض ثلاث مجموعات هيدرولوجية (جدول٤، وشكل٥) على النحو التالى:

-**المجموعة الهيدرولوجية (A):** تتكون من طبقة رملية عميقة مع كمية قليلة من الطمي والغرين، وتتصف بزيادة نسب تسرب الماء إلى داخلها بمعدل تسرب أكبر من (٧.٦٢ مم/ساعة) لذلك تنخفض قدرتها على توليد الجريان السطحي، وتشمل نطاق طولي كبير يمتد في بطن الوادي من ساحل خليج السويس شرقاً حتى أقصى غرب الوادي بمساحة ١٥٣٠كم^{٢} بما يوازي ٣٦% من مساحة الحوض، وتتخللها النباتات الصحراوية بشكل متناثر(صورة١).

المجموعة الهيدرولوجية (B): تمثل التربة ضحلة العمق، حيث معدل التسرب متوسط يتراوح بين٣.٨١ – ٧.٦٢ مم/ساعة، وتضم رواسب بطون الأودية والفرشات الرملية والحصوية

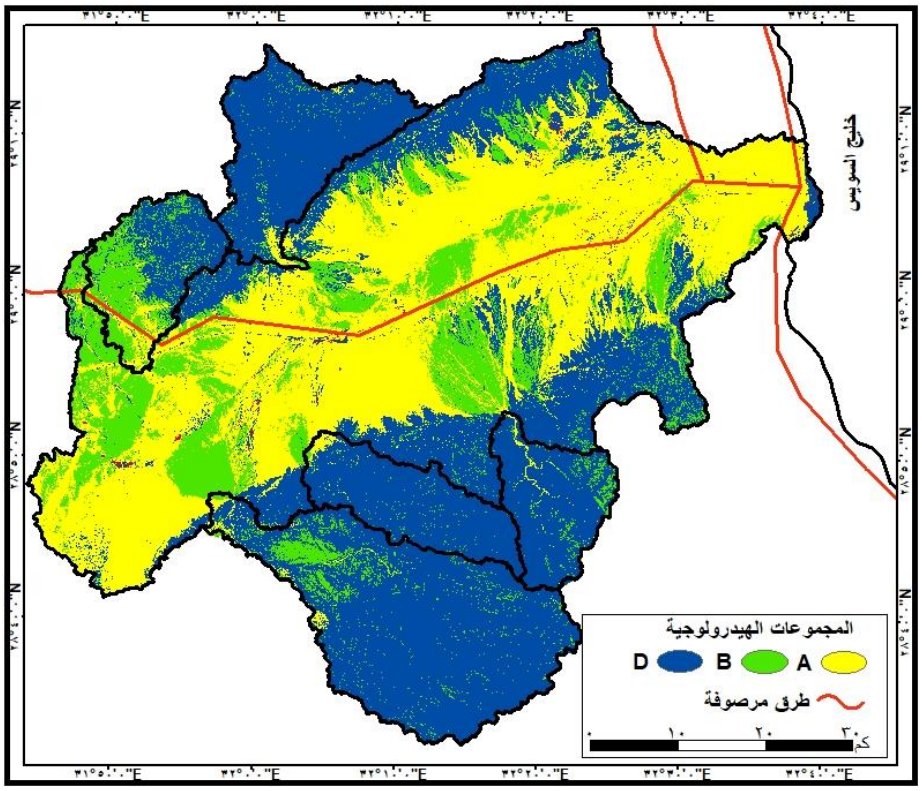
والتربة الجرداء المختلطة بجلاميد وكتل صخرية، وتنتشر في مجاري وبطون الأودية الفرعية، حيث تغطي مساحة ٧٢٦كم^{٢} بما يعادل ١٧% من مساحة الحوض.

-**المجموعة الهيدرولوجية (D):** تشمل الغطاء الجبلي عالي الصماتة قليل المسامية، لا يسمح بتسرب كميات كبيرة من المياه باستثناء الشقوق والمناطق الصدعية الفاصلة بين أجزائها، والتسرب لا يزيد على مم/ساعة، وتغطي مساحة واسعة في منابع الأودية الفرعية وبعض مساحات الطرق والمناطق المبنية بمساحة ١٩٦٦كم٢ بما يوازي ٤٦% من مساحة الحوض.

جدول(٤) المجموعات الهيدرولوجية للتربة بوادي عربة بشمال هضبة مصر الشرقية.

الحوض	المجموعة الهيدرولوجية (A)	المجموعة الهيدرولوجية (B)	المجموعة الهيدرولوجية (D)	اجمالي المساحة /كم^{٢}
بطن الوادي	١٥٣٠	٥١٧	٧٠٠	٢٧٤٧
وادي أبوقسوعة	--	١٥	٢٧٧	٢٩٢
وادي نشاشات	--	١٠٤	٩٢	١٩٦
وادي الرقاص	--	٦٥	٥٤٧	٦١٢
وادي أسخر القبلي	--	١٦	١٦٠	١٧٦
رقم ١	--	٩	١٩٠	١٩٩
الجملة	١٥٣٠	٧٢٦	١٩٦٦	٤٢٢٢

المصدر: من حساب الباحث اعتماداً على بيانات (جدول٣).



المصدر: جدول(٤).

شكل(٥) المجموعات الهيدرولوجية للتربة بحوض وادي عربة شمالي هضبة مصر الشرقية.

ب – حساب القيم الموزونة لأرقام المنحنى Weighted Curve number(CN):

تعكس قيم أرقام المنحنى حالة غطاءات الأرض وهيدرولوجية التربة من حيث قدرتها على امتصاص الماء، وهي بذلك تعد مؤشرًا لمدى استجابة حوض التجميع للجريان السطحي، وتمتد قيم أرقام المنحنى في مدى من (صفر – ١٠٠)، وتدل القيم المرتفعة على الأسطح شديدة الصماتة Impervious surface ذات القدرة العالية على توليد الجريان السطحي، أما القيم المنخفضة فتدل على الأسطح غير المصمتة ذات القدرة الأقل على توليد الجريان السطحي (النفيعي ،٢٠١٠، ٩٢).

وتم الحصول على قيم CNs (جدول٦، وشكل٦) من خلال دمج طبقتي غطاءات الأرض والمجموعات الهيدرولوجية للتربة، وتحديد القيمة المقابلة لكل نوع من غطاءات الأرض ، وبعد ذلك تم ضرب كل قيمة في المساحة التي تمثلها داخل كل حوض من أحواض الدراسة، للحصول على قيمة CNs الموزونة، وجاءت القيم الموزونة متقاربة في أحواض أبو قسوعة، والرقاص، ورقم (١) حيث زادت على ٩٢ بسبب الطبيعة الجبلية لهذه الأحواض، في حين كانت أقل القيم في بطن الوادي حيث بلغت ٧٥ ، حيث رواسب المرواح الفيضية للأودية الفرعية.

جدول(٥) قيم CNs المقابلة لغطاءات الأرض والمجموعات الهيدرولوجية للتربة.

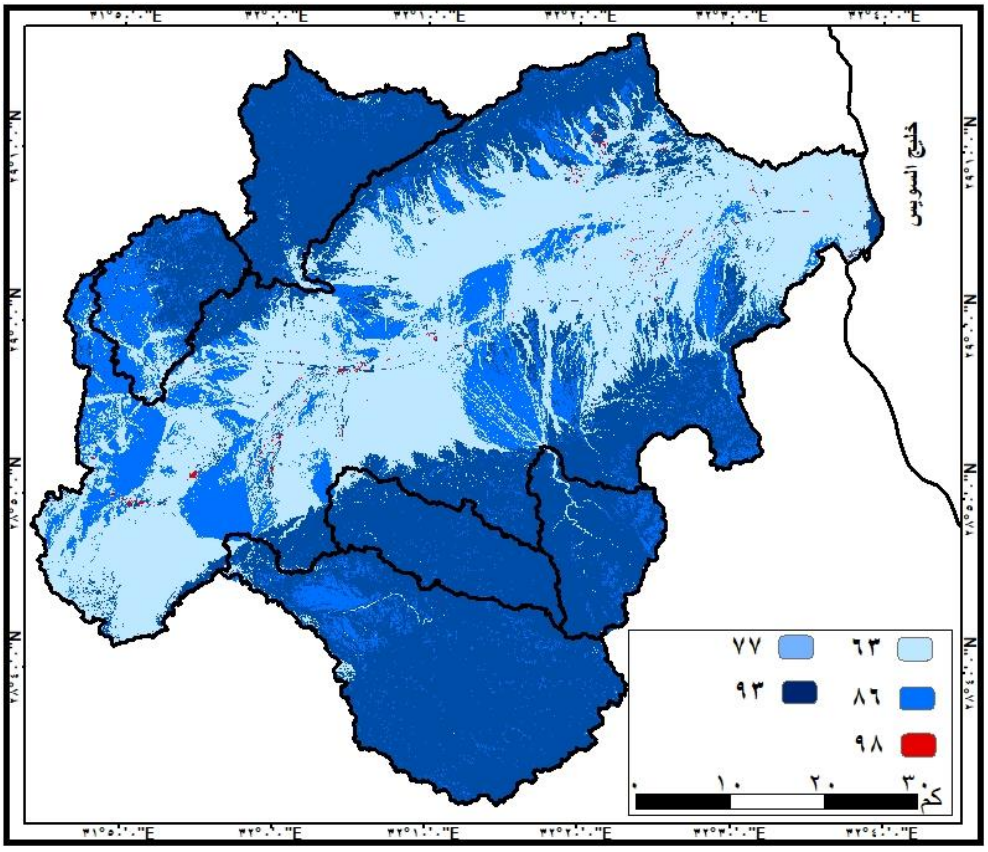
الغطاء الأرضي	المجموعات الهيدرولوجية للتربة			
	A	B	C	D
منكشفات صخرية	--	--	--	٩٣
تربة جرداء	٧٧	٨٦	٩١	--
رواسب خشنة مفككة	٧٦	٨٥	٨٩	--
مباني وطرق	٩٨	٩٨	٩٨	٩٨
غطاء نباتي فقير	٦٣	٧٧	٨٥	٨٨

المصدر :USDA,١٩٨٦, (Tables ٢ a,b,d)

جدول(٦) قيم أرقام المنحنى(CNs)الموزونة بحوض وادي عربة.

الحوض	بطن الوادي		وادي أبوقسوعة		وادي نشاشات		وادي الرقاص		وادي أسخر القبلي		رقم ١	
	المساحة كم٢	CN	المساحة كم٢	CN	المساحة كم٢	CN	المساحة كم٢	CN	المساحة كم٢	CN	المساحة كم٢	CN
تربة عشبية	١٥٣٠	٦٣	٧	٧٧	٢١	٧٧	١٢	٧٧	٤	٧٧	٥	٧٧
تربة جرداء	٥١٧	٨٦	٨	٨٦	٨٣	٨٦	٥٣	٨٦	١٢	٨٦	٤	٨٦
صخور مكشوفة	٦٨٥	٩٣	٢٧٧	٩٣	٩٢	٩٣	٥٤٧	٩٣	١٦٠	٩٣	١٩٠	٩٣
طرق وعمران	١٥	٩٨	--		--		--	--	--		--	
الاجمالي	٢٧٤٧		٢٩٢		١٩٦		٦١٢		١٧٦		١٩٩	
CN الموزون		٧٥		٩٢.٤		٨٨.٣		٩٢.١		٩٢.٢		٩٢.٥

المصدر: حساب القيمة المقابلة من جدول(٤).



المصدر : جدول(٦).

شكل(٦) فئات أرقام المنحنى(CN) لحوض وادي عربة شمالي هضبة مصر الشرقية.

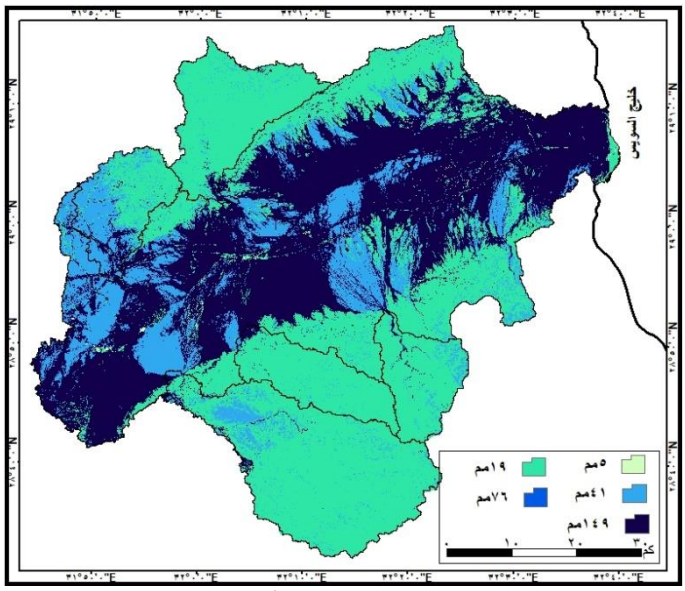
ج – حساب معامل الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء بعد بدء الجريان السطحي Potential Maximum Retention After Runoff (S):[٢]

يصف هذا المعامل حالة التربة المشبعة تمامًا بالماء بعد بدء الجريان السطحي، أي بعد توقف عملية التسرب، حيث يختلف سمك التربة المشبعة بالمياه تبعًا لنوع التربة ومدى قدرتها على امتصاص كميات أكبر من الماء أثناء نوبة المطر، ومن ثم فإن المعامل ذو علاقة بنوع التربة وغطاءات الأرض، وهو ما يعبر عنه قيم رقم المنحنى (USDA,١٩٨٦. P.١-٢).

وتدل القيم المنخفضة لهذا المعامل على تدني قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه بعد بدء الجريان، ومن ثم سرعة توالد الجريان، وزيادة كميته بسبب قلة المفقود من المياه بالتسرب، وبالنظر إلى توزيع قيم المعامل في أحواض منطقة الدراسة (شكل٧)، يتبين انخفاض قيم المعامل في كل الأحواض الفرعية، حيث لم تتجاوز ٢٠مم في معظم أجزائها، على العكس من ذلك كانت القيم مرتفعة في بطن الحوض، حيث وصلت إلى ١٤٩ مم، ومرد ذلك إلى السمك الكبير نسبيًّا للرواسب القابلة للتشبع بالمياه في بطن الحوض مقارنة بمنابعه العليا.

[٢]) يتم حساب معامل الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء بعد بدء الجريان السطحي من المعادلة S=(٢٥٤٠٠ / CNs)-٢٥٤ ((USDA,١٩٨٦. P.٢-١)

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد– مجلة علمية محكمة– إبريل ٢٠٢٤

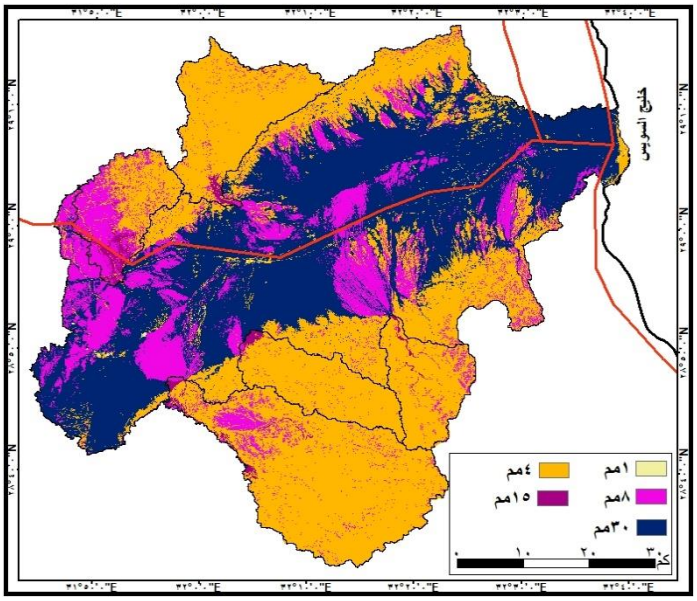


المصدر: من حساب الباحث اعتماداً على بيانات (جدول٦).

شكل(٧) معامل الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء عقب بدء الجريان السطحي (S) لحوض وادي عربة

د – حساب معامل الاستخلاص الأولي (IA) Initial Abstraction:[٣]

يعكس معامل الاستخلاص الأولي مقدار الفقد من مياه الأمطار قبل بدء الجريان السطحي، عن طريق التبخر أو ما تعترضه النباتات (خسارة الاعتراض) أو المياه المتجمعة في المنخفضات السطحية أو عن طريق التسرب، ويستدل على القيم المنخفضة بقلة الفقد من مياه الأمطار، ومن ثم سرعة نشوء الجريان السطحي، وينطبق توزيعه على توزيع المعامل (S) في أحواض التصريف بمنطقة الدراسة (شكل٨).



المصدر: من حساب الباحث اعتماداً على بيانات (جدول٦).

شكل(٨) قيم معامل الاستخلاص الأولي لحوض وادي عربة شمالى هضبة مصر الشرقية

[٣]) يتم حساب معامل الاستخلاص الأولي من المعادلة IA= ٠.٢S ((USDA,١٩٨٦. P.٢-١)

٥- كمية الأمطار:

تقع منطقة وادي عربة في منطقة صحراوية جافة، يتراوح متوسط اجمالي ما تتلقاه من أمطار سنوية بين ٢١.٥- ٤٣مم لتقدير في محطتي بير عريضة والسويس على الترتيب، ويكون معظم التساقط خلال فصل الشتاء، وينعدم تمامًا في فصل الصيف(جدول٧)، ولتقدير أقصى كمية جريان في الحوض وتحديد ماهيته، تم الاعتماد على أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد، خلال أخر ٣٠سنة (جدول٨)، والتصريف الناتج عنها هو أكبر تصريف مر على المنطقة، وبناءً عليه يمكن دراسة أخطار السيول المتوقع حدوثها في المنطقة، واقتراح أساليب الوقاية من أخطارها بناءً على التصريف المائي الناتج عن هذه السيول، ونظرًا لعدم توفر محطات أرصاد داخل حدود وادي عربة تم الاعتماد على بيانات أقرب محطتين للوادي، وهما محطتي السويس، وبير عريضة.

جدول(٧) متوسط كمية الأمطار الساقطة على محطتي السويس وبير عريضة(مم) خلال (١٩٨٠-٢٠١٥).

الشهر/الفصل	السويس	بير عريضة	الشهر/الفصل	السويس	بير عريضة
ديسمبر	٩.٣	٤.٨	يونية	٠	٠
يناير	١١	٥.٧	يولية	٠	٠
فبراير	٥.٣	٢.٥	أغسطس	٠	٠
الشتاء	٢٥.٦	١٣	الصيف	٠	٠
مارس	٥.١	٢.٩	سبتمبر	٠.١	٠
ابريل	٢.٢	١.٢	أكتوبر	١.٨	٠.٩
مايو	٤.٨	٢.٤	نوفمبر	٣.٣	١.١
الربيع	١٢.١	٦.٥	الخريف	٥.٢	٢
			مجـــ السنوي	٤٣	٢١.٥

المصدر: https://www.globalweather.tamu.edu

جدول(٨) أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد بمحطتي السويس وبير عريضة[٤] (مم).

السويس	الكمية/مم	١٦.٦	٢٣.٧	٢٩.٦	١٧.٦	٢٠.٧	٢٣.٣
	التاريخ	/١/٢٥ ١٩٨٢	١٢/١٧ /١٩٨٥	/١٢/٢٤ ١٩٨٨	/٥/٥ ١٩٨٩	/١/٢٦ ١٩٩٠	/٣/٢٢ ١٩٩١
بير عريضة	الكمية/مم	١٣.٨	١٧.٧	٩.٢	٢٠.٥	٩.٤	٢٥.٧
	التاريخ	١٢/٢٦ /١٩٨٠	١٢/١٧ /١٩٨٥	/٣/٦ ١٩٨٨	/١٢/٢٤ ١٩٨٨	/١/٢٦ ١٩٩٠	/٣/٢٢ ١٩٩١
السويس	الكمية/مم	٢٥.٦	١٤.٥	١٤.١	٥٦.٥	٢٢.٤	٢٥
	التاريخ	/٤/٣٠ ١٩٩١	/٥/١٧ ١٩٩٣	/١/١٠ ٢٠٠٢	/١/١٨ ٢٠١٠	/١/١٧ ٢٠١١	/٥/٧ ٢٠١٤
بير عريضة	الكمية/مم	١٤.٨	١٤.٨	٣٠	٩.٢	١٤.٥	٩.٩
	التاريخ	/٤/٣٠ ١٩٩١	/١/٢٢ ٢٠٠٤	/١/١٨ ٢٠١٠	/١/١٧ ٢٠١١	/١٢/١٣ ٢٠١٣	/٥/٧ ٢٠١٤

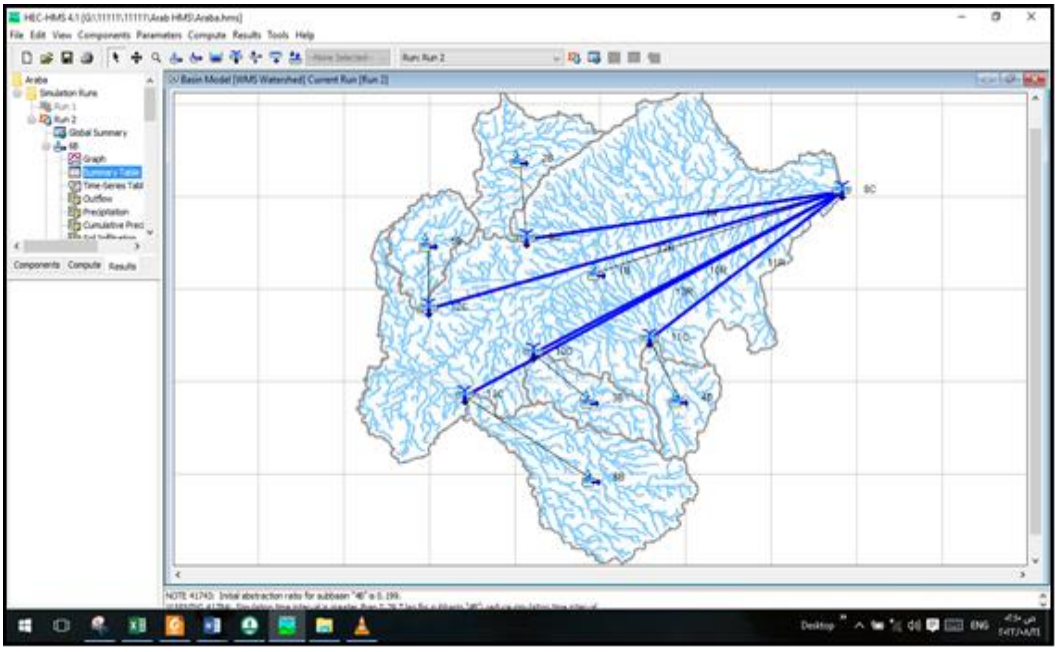
المصدر: https://www.globalweather.tamu.edu

[٤] محطة السويس' ٢٥ ° ٣٢ ش ٤١' ٢٩ ° ق (منسوب٣ م)، محطة بير عريضة ' ٤٨ ° ٣١ ش ' ١١ ° ٢٩ ق (منسوب ٣٥م).

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد– مجلة علمية محكمة– إبريل ٢٠٢٤

ثانيًا: مخرجات النماذج الهيدرومورفومناخية وتحليلها بحوض وادي عربة

لحساب منحنى الجريان السطحي (الهيدروجراف) تم إدخال بيانات التربة ممثلة في رقم المنحنى (CN)، وكمية الأمطار بالاعتماد على أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد في محطتي السويس، وبير عريضة، وقد بلغت ٥٦.٥مم و ٣٠مم على الترتيب، وسقطت هذه الكميات خلال العاصفة الممطرة التي حدثت يوم ٢٠١٠/١/١٨ ، وتم اعتبار الكميتين كحد أدنى وأقصى لحساب كمية الجريان السطحي المحتمل تعرُّض الحوض له، وتم عمل محاكاة كاملة لهذه البيانات في نموذج HEC-HMS (شكل ٩)، وتم الحصول على نتائج المحاكاة التي ضمت كلاً من إجمالي كميات التساقط والفقد والجريان المباشر، بالإضافة إلى هيدرجراف الجريان، وفيما يلي نتائج المحاكاة وفقاً لأكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد بالمحطتين.



المصدر : برنامج WMS١٠.١نموذج HEC-HMS

شكل(٩) بناء النموذج الهيدرومورفومناخي لحوض وادي عربة في برنامج WMSنموذج HEC-HMS.

١-منحنى الجريان السطحي باعتبار كمية الأمطار ٣٠ مم.

من تحليل بيانات (جدول ٩) و(شكل ١٠) نلاحظ أن:

- تسببت العاصفة الممطرة التي حدثت يوم ٢٠١٠/١/١٨ وسقط خلالها كمية أمطار بلغت ٣٠ مم في حدوث جريان سطحي شمل كل الأحواض الفرعية في وادي عربة، وبلغ كميته حوالي ١٢٤ مليون متر مكعب من المياه، فُقد منها حوالى ٦٠%، وحدث جريان سطحي بالنسبة الباقية، وقد وصلت هذه المياه إلى مخارج الأودية بمعدلات تصريف

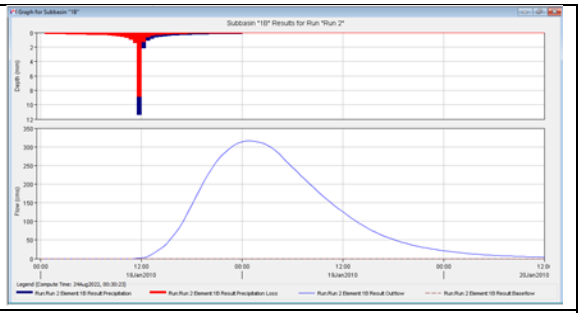
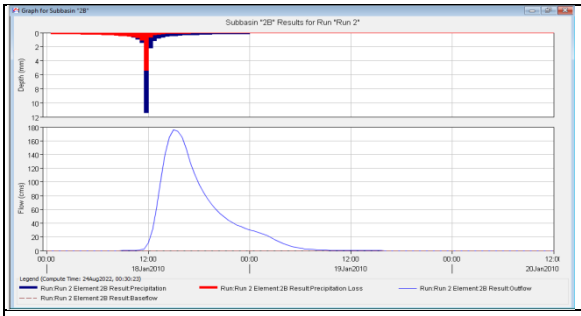
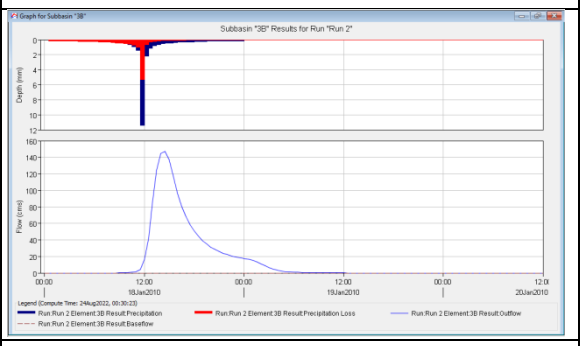
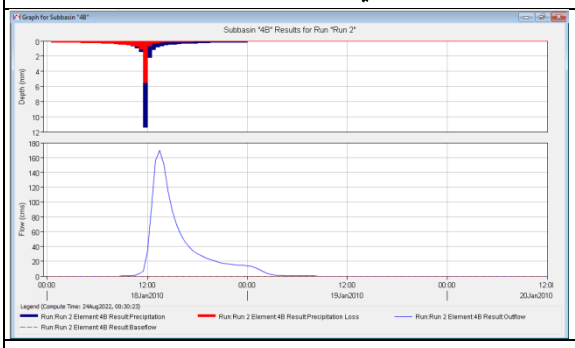
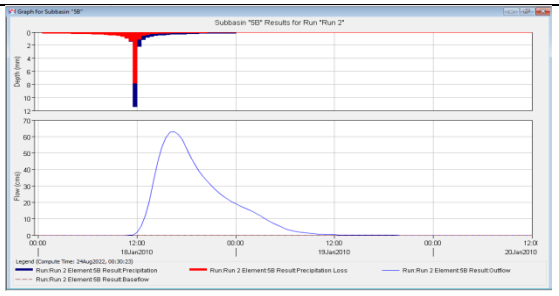
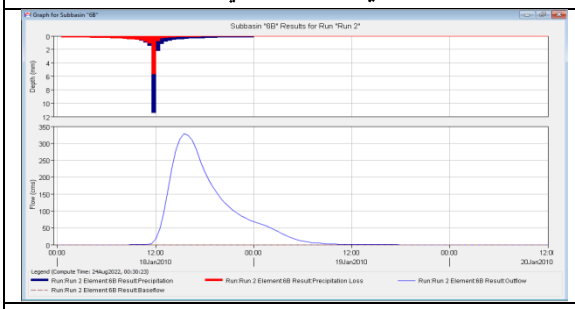
مختلفة بلغ أعلاها في وادى الرقاص بحوالي ٣٢٨.٢ م٣/ث، بالرغم من أنه لا يضم سوى ٢١% من كمية الجريان داخل الحوض، وسبب ذلك خصائصه الشكلية والتضاريسية (ملحق ١) فهو ثاني أكبر الأحواض الفرعية مساحة بعد بطن الوادي، وبه أعلى فرق منسوب بين الأحواض، كما أنه من أقرب الأحواض إلى الاستدارة، في حين كان أقل معدل تصريف لقمة الجريان من نصيب وادى نشاشات لصغر مساحته.

- استحواذ بطن الوادى على النصيب الأكبر من كمية الجريان المباشر بحوالى النصف نظرًا لمساحته، بالرغم من أن حصته من الأمطار بلغت حوالى ٦٤%، وذلك لانخفاض قيمة الرقم المنحنى للحوض (٧٥)، وهو ما يدل على القدرة الكبيرة لتسرب المياه خلال تكويناته، أما باقي الأحواض فكانت نسبة الجريان المباشر بها تساوي أو تزيد على نصيبها من الأمطار، بسبب ارتفاع قيمة رقم المنحنى لهذه الأحواض، ومن ثم قدرتها الكبيرة على توليد الجريان السطحي.

جدول (٩) تصريف المستجمعات الفرعية بوادي عربة عند كمية الأمطار ٣٠مم.

الحوض	معدل تصريف القمة م٣/ث	إجمالي التساقط		إجمالي الفقد		الجريان المباشر	
		١٠٠٠م٣	%	١٠٠٠م٣	%	١٠٠٠م٣	%
بطن الوادي (B١)	٣١٥.٨	٨٠٠٤٠.٦	٦٤	٦٠١٨٩.٨	٧١	١٩٨٥٠.٨	٥٠
وادي أبوقسوعة (B٢)	١٧٥.٥	٨٧٨٧.٥	٧	٤٦٠٦.٣	٥	٤١٨١.٢	١١
رقم ١(B٣)	١٤٧.٣	٥٩٦٥.١	٥	٣١٠٣.٦	٤	٢٨٦١.٤	٧
وادي أسخر القبلي (B٤)	١٧٠	٥٢٧٣.٣	٤	٢٨١٩.٢	٣	٢٤٥٤.١	٦
وادي نشاشات (B٥)	٦٢.٩	٥٩٠٣.٤	٥	٤٠٢٥.٦	٥	١٨٧٧.٨	٥
وادي الرقاص (B٦)	٣٢٨.٢	١٨٣٦١.٦	١٥	٩٩٠٧.٧	١٢	٨٤٥٤	٢١
مجـــــ		١٢٤٣٣١.٥	١٠٠	٨٤٦٥٢.٢	١٠٠	٣٩٦٧٩.٣	١٠٠

المصدر : نتائج تحليل مدخلات النموذج في برنامج WMSونموذج HEC-HMS.

	
منطقة مصب وادي عربة.	وادي أبو قسوعة.
	
وادي رقم ١.	وادي أسخر القبلي.
	
وادي نشاشات.	وادي الرقاص.

المصدر : نتائج تحليل مدخلات النموذج في برنامج WMSونموذج HEC-HMS.

شكل (١٠) منحنى الجريان السطحي (هيدروجراف) لعاصفة ممطرة شدتها ٣٠ مم لمستجمعات وادي عربة.

٢–منحنى الجريان السطحي باعتبار كمية الأمطار ٥٦.٥مم.

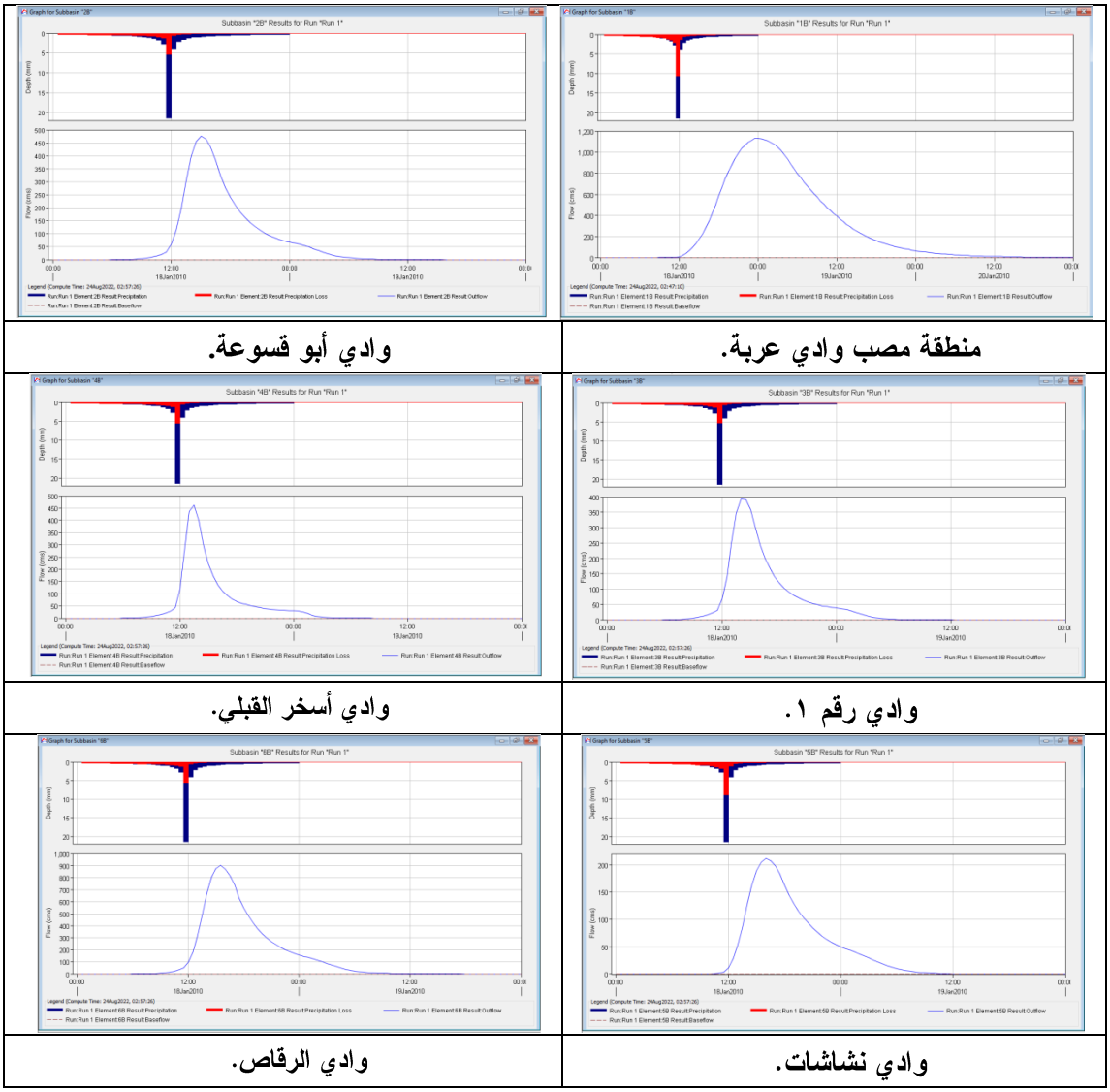
من تحليل بيانات (جدول١٠) و(شكل١١) يمكن تسجيل الملاحظات الآتية:

– سُجل أكبر معدل لتصريف قمة الجريان في بطن الوادي، حيث بلغت ١١٣٣.٤ م^{٣}/ث، ويعود ذلك إلى أن عملية فقد المياه تكون عالية في بداية الجريان حتى تصل التربة السطحية إلى درجة التشبع، ومن ثم يمكن لكل كميات الأمطار أن تسهم في الجريان السطحي، حيث أن بطن الوادي هو أكبر الأحواض الفرعية مساحة، كذلك فإنه مع تقدم الوقت يستقبل بطن الوادي كميات إضافية من باقي الأحواض التي تنتهي إليه وتصرف فيه، مع ملاحظة ارتفاع نسبة الجريان السطحي في بطن الوادي بالمقارنة بحصته من جملة الأمطار، حيث ارتفعت إلى ٥٦%، في حين انخفضت النسبة في باقي الأحواض عن سابقتها، ولعل ذلك يرجع إلى تشبع التربة بالمياه في بداية الجريان، ومع استمرار الأمطار زادت مساهمته في الجريان المباشر.

جدول (١٠) تصريف المستجمعات الفرعية بوادي عربة عند كمية الأمطار ٥٦.٥مم.

الحوض	تصريف القمة م٣/ث	اجمالي التساقط		اجمالي الفقد		الجريان المباشر	
		١٠٠٠م٣	%	١٠٠٠م٣	%	١٠٠٠م٣	%
بطن الوادي (B١)	١١٣٣.٤	١٥٠٧٤٣.١	٦٤	٨١٧٠٩.٩	٧٣	٦٩٠٣٣.٢	٥٦
وادي أبوقسوعة (B٢)	٤٧٦.٧	١٦٥٤٩.٨	٧	٥٥٩٤.١	٥	١٠٩٥٥.٧	٩
رقم ١(B٣)	٣٩٣	١١٢٣٤.٢	٥	٣٧٦٧	٣	٧٤٦٧.٣	٦
وادي أسخر القبلي (B٤)	٤٦١.٦	٩٩٣١.٤	٤	٣٤٤٢.١	٣	٦٤٨٩.٤	٥
وادي نشاشات (B٥)	٢١١.٥	١١١١٨.١	٥	٥٢٦٥.٨	٥	٥٨٥٢.٣	٥
وادي الرقاص (B٦)	٩٠٢.٥	٣٤٥٨١	١٥	١٢١١٤.١	١١	٢٢٤٦٦.٩	١٨
مجـــــ		٢٣٤١٥٧.٦	١٠٠	١١١٨٩٣	١٠٠	١٢٢٢٦٤.٨	١٠٠

المصدر: نتائج تحليل مدخلات النموذج في برنامج WMS ونموذج HEC-HMS.



منطقة مصب وادي عربة. | وادي أبو قسوعة.

وادي رقم ١. | وادي أسخر القبلي.

وادي نشاشات. | وادي الرقاص.

المصدر : نتائج تحليل مدخلات النموذج في برنامج WMSونموذج HEC-HMS.

شكل(١١) منحنى الجريان السطحى(هيدروجراف) لعاصفة ممطرة شدتها ٥٦.٥مم لمستجمعات وادي عربة.

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد– مجلة علمية محكمة– إبريل ٢٠٢٤

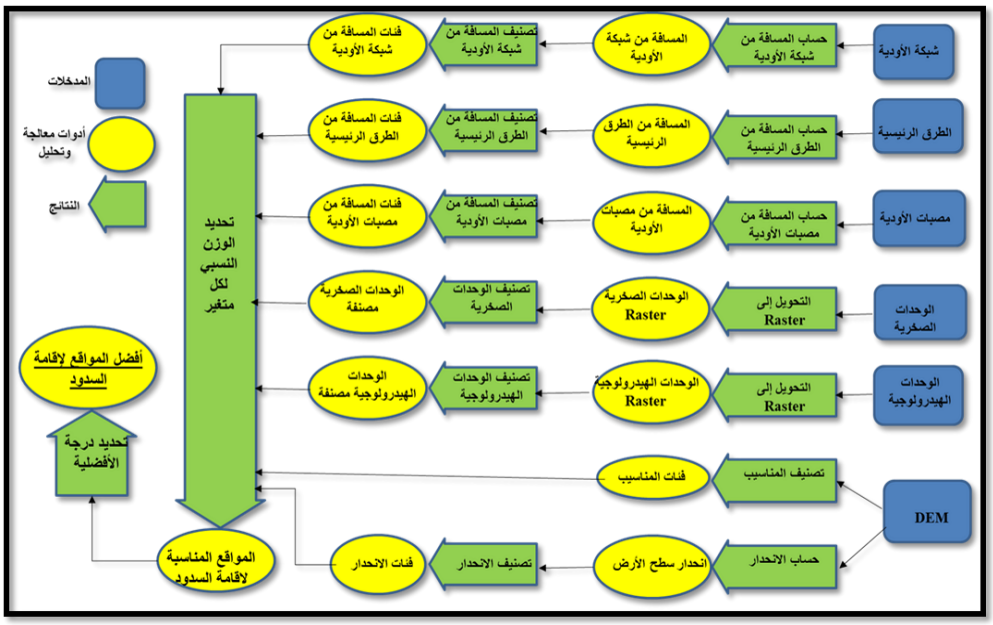
ثالثًا: الاستفادة من الجريان السيلى بحوض وادي عربة

إن التخطيط الجيد للتعامل مع مياه السيول وفقًا لطبيعة المكان، لا يكون دقيقًا إلا بعد التعرف على كل خصائص المنطقة المتعلقة بحركة المياه في المنطقة، من خصائص التربة، وانحدار السطح، ومناطق الشقوق والفواصل .... إلخ، وتحديد أنسب الأماكن لإقامة المنشآت الهندسية من سدود، وسحارات، وبرابخ وخلافه حتى لا تكون بلا جدوى.

وقد اعتمدت الدراسة على بناء نموذج رقمي معلوماتي يتم فيه إدخال كافة الخصائص والبيانات المتاحة عن حوض وادي عربة لتحديد أنسب المواضع لتجميع مياه السيول وفق عدة معايير مكانية، لتحقيق أقصى استفادة ممكنة.

١- نموذج اختيار أنسب المواقع لحصاد مياه السيول وإقامة السدود:

يهدف النموذج إلى تحديد أفضل المواقع لحصاد مياه السيول عن طريق إقامة السدود، وحماية الطرق والتجمعات السكنية بالمنطقة، للاستفادة من هذه المياه وحفظها في خزانات أو لتغذية الخزانات الجوفية بالمنطقة، وتم اقتراح مجموعة ضوابط لتحديد أنسب المواقع لإنشاء السدود يتم إدخالها للنموذج (شكل١٢) كالتالي:



المصدر: السيد، ٢٠٢٠، ص ١٥.

شكل(١٢) نموذج اختيار أنسب المواقع لاقامة السدود على مجاري الأودية بحوض وادي عربة

- **المجموعات الصخرية:** يفترش سطح حوض وادي عربة تكوينات صخرية رسوبية في معظمها، تشغل كل المواقع العليا للأودية الفرعية، في حين تشغل منطقة المصب رواسب حديثة تنتمي للزمن الرباعي، ويهدف هذا المعيار إلى المساعدة في اختيار الموقع الأمثل لإنشاء

السدود؛ بحيث يكون موقع إنشاء السد ذا خصائص صخرية تتحمل ضغط المياه المخزنة خلف السد، وتساعد على ثباته واستقراره، أي البعد بموقع إنشاء السد عن مواقع انتشار الرواسب والمفتتات قدر الإمكان.

- **معيار الصدوع:** يفيد هذا المعيار في تجنب مواقع الصدوع في التكوينات الصخرية، حتى لا تؤثر في سلامة السد وانهياره، وتم تحديد مسافة ٢٠٠ متر كحد أدنى للمسافة الفاصلة بين موقع السد، والصدع، مما يُبعد السد عن أضرار الانهيار بسبب الصدوع، ويجعله أكثر تحملاً لضغط المياه المتراكمة خلفه.

- **درجة الانحدار:** يفضل إقامة السدود في المواقع التي لا تتصف بالانحدار الشديد، حتى نتلافى أخطار الجريان السريع وقوة اندفاع المياه، التي قد تؤدي إلى نحر السد وتآكله من ناحية، واعطاء فرصة لتكون خزان كبير للمياه خلف السد من ناحية أخرى، فكلما زادت درجة الانحدار تقل ملاءمة الموقع لإقامة السدود، وتكون الحدود الآمنة حتى ١١ درجة.

- **حجم الجريان بالأحواض الفرعية:** يتوقف إنشاء السدود أساسًا على كمية المياه التي تصل إلى نقطة معينة (نقطة المصب)، حيث يمكن احتجازها وتخزينها، لذلك تم تقسيم حوض وادي عربة إلى مجموعة من الأحواض الفرعية الرئيسة، لمعالجة موضوع التحكم في الجريان السيلي وضبطه، وتم حساب كمية المياه المتوقع تصريفها عند مخارج هذه الأودية عند أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد وفق نموذج SCS-CN وطريقة محاكاة HEC-HMS (جدولي ٩، ١٠)، حيث يمكن الاستفادة من هذه الكميات في الحوض.

- **شبكة التصريف:** لابد من توافر عدة شروط في المجرى المناسب لإقامة السد، بحيث يتميز بالثبات بشكل كبير، ومحدد بجوانب صخرية يلتقي بها جسم السد، وبذلك لا يمكن إنشاء السدود في مناطق الأخوار والمناطق التي تمتلئ بالرواسب، كما يفضل إقامة السدود في مناطق الاختناق في المجرى، مما يقلل من طول السد، ومن ثم يقلل من تكلفة الإنشاء، كما يفضل إقامة السدود على المجاري ذات الرتب الأعلى كلما أمكن، بحيث يقوم السد بتجميع مياه أكبر عدد من الروافد ذات الرتب الأدنى.

- **التربة:** تم حصر عدة أنواع من التربات في وادي عربة مثل التربة الرملية الحصوية، والتربة الرملية الصلصالية، والشواطئ الحصوية الرملية والباقي عبارة عن هضاب وتلال جيرية وعرة أحيانًا، ويتم إنشاء السدود بالقرب من مناطق التربات عالية التسرب، حتى يتم حجز المياه فترة كافية؛ لتتسرب المياه للطبقات السفلى وتغذي الخزان الجوفي.

– **الوحدات الهيدرولوجية:** يمكن حصر الخزانات الجوفية بالحوض في منطقة المصب، حيث تنتشر الآبار الجوفية؛ مما يشير إلى تراكم الرواسب والتكوينات فوق طبقة غير منفذة للمياه، ومن ثم لابد من إنشاء السدود بالقرب منها بهدف إثراء المخزون الجوفي وتجديده.

– **الطرق والعمران:** يتصف العمران في الوادي بالندرة عمومًا باستثناء بعض البؤر الصغيرة، المنتشرة في منطقة المصب (صور ٢، ٣، ٤)، أكبرها منطقة زعفرانة، حيث تضم مجموعة خدمات لوجستية على طريق البحر الأحمر، كما تمتد الطرق على طول محور الوادي (طريق بني سويف / زعفرانة) الذي يتفرع منه طريق الجلالة، وكذلك الطريق الساحلي (السويس / رأس غارب) ويقطع المروحة الفيضية للوادي، وتم إدخال مناطق العمران والطرق للبرنامج على أنها مناطق تحتاج إلى الحماية من أخطار السيول.

٢ – تحليل مخرجات نموذج مواقع السدود:

لتحديد أنسب المواقع لإنشاء السدود على مخارج الأودية الفرعية بوادي عربة تم عمل الخطوات التالية في برنامج Arc Toolbox:

– إنشاء ملف شبكي Raster للمسافة من الاختيارEuclidean Distance لطبقات المجاري والصدوع ومصبات الأحواض الفرعية.

– تحويل طبقات التكوينات الجيولوجية وأنواع التربة إلى ملفات شبكية Raster.

– عمل إعادة تصنيف لكل الطبقات من الاختيار Reclassify وترميز كل الطبقات بفئات جديدة مداها (١ –١٠)، حيث يمثل الرقم (١٠) المكان الأنسب لإقامة السدود في الطبقة الواحدة والعكس للرقم (١).

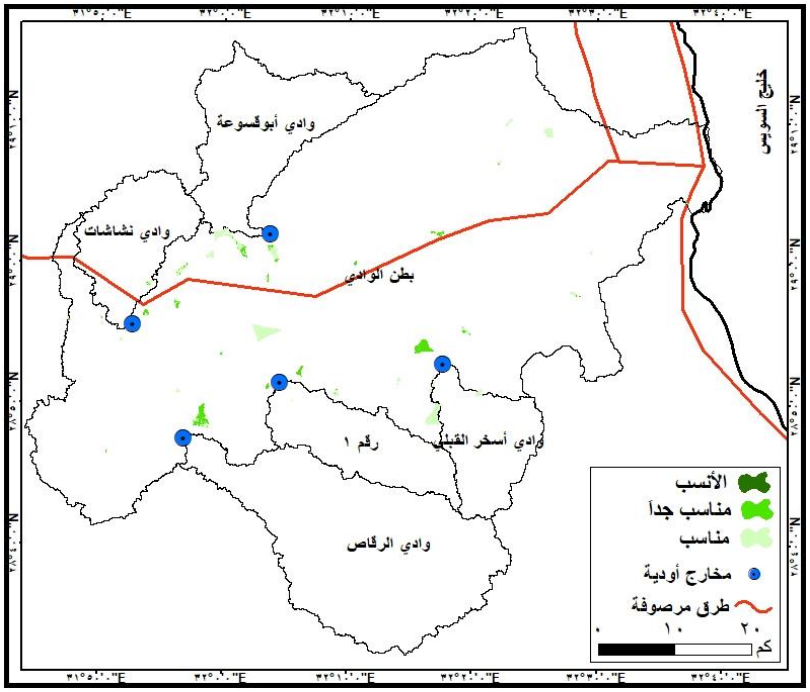
– تحديد الأوزان النسبية لكل طبقة على حدة داخل النموذج، وتم إدخال هذة الأوزان بالتساوي لكل الطبقات.

– من الاختيار الشرطي Con نختار إظهار أعلى فئتين في التصنيف.

وبعد الحصول على مخرجات النموذج (شكل١٣) تم اختيار عدد خمسة مواقع لإنشاء السدود من خلال التكامل بين الدراسة الميدانية، ونتائج نموذج الاختيار الأنسب، بحيث تكون أقرب ما يمكن إلى نتائج النموذج، وتتوفر في هذه المواقع ميزة صلاحية إقامة السدود من حيث ضيق المجرى ووجود جوانب محددة ومرتفعة بشكل كافي بحيث تقلل من تكلفة بناء السد، ويسهل الوصول إليها لتكون بعيدة عن المناطق المضرسة التي لا يمكن الوصول إليها عمليًا *،

* لاحظ الباحث أن هذا الجانب يتم إغفاله في كثير من الدراسات بحيث يتم اقتراح مواقع في مناطق المنابع ومناطق مضرسة من الصعب الوصول إليها أو توصيل الخامات والمعدات اللازمة لعملية إنشاء السد.

وتم عمل قطاعات عرضية ميدانية لهذه المواضع لحساب مساحة مقطع المجرى في هذه المنطقة (جدول١١، وشكل١٤).



المصدر: مخرجات نموذج الاختيار شكل (١٢).

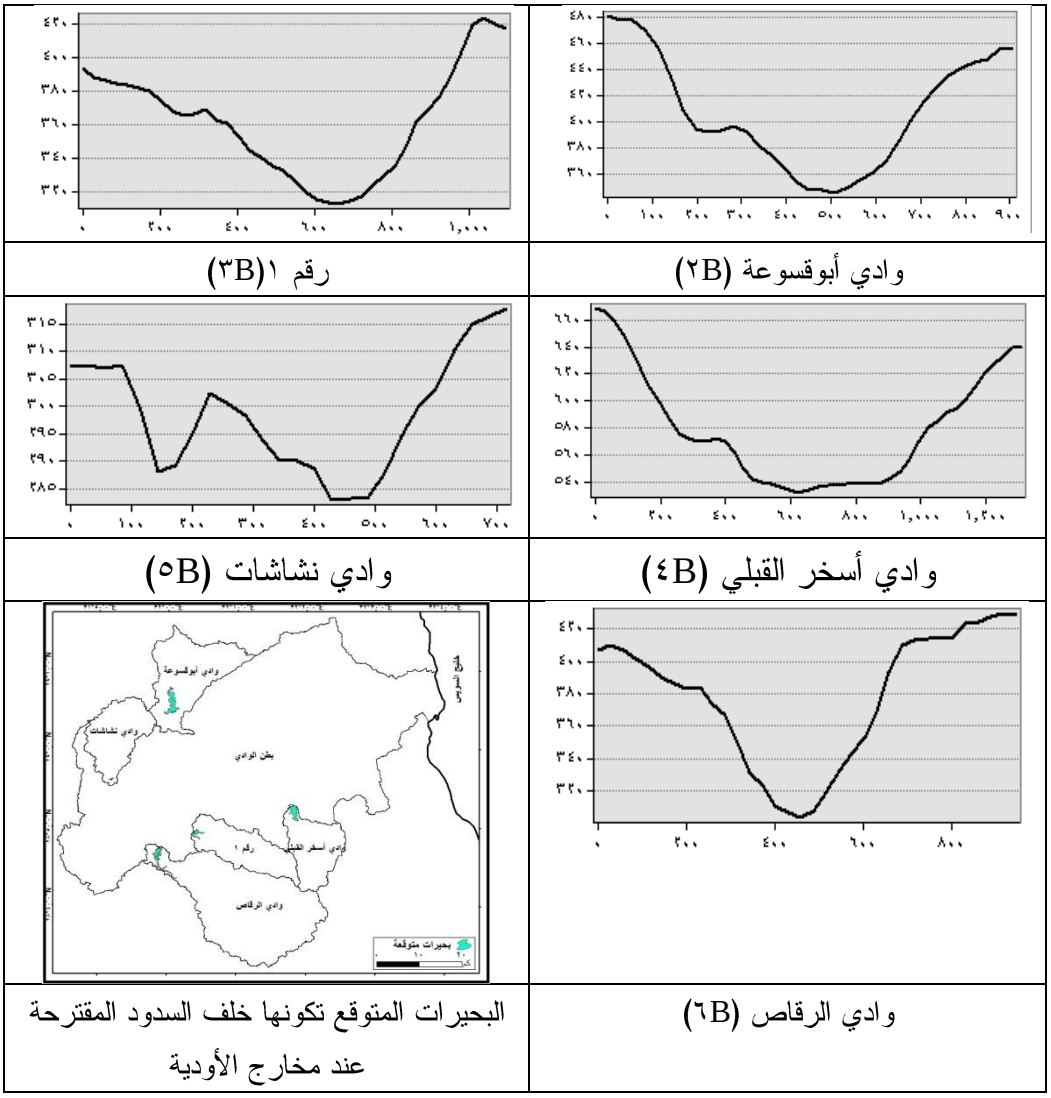
شكل(١٣) أنسب المواقع لاقامة السدود عند مخارج مستجمعات.

جدول (١١) خصائص السدود المقترحة عند مخارج الأودية الفرعية بوادي عربة.

م	الحوض	مساحة القطاع م^{٢}	أكبر كمية مياه يمكن حجزها خلف السد/ م^{٣}	مساحة البحيرة المتوقعة/ م^{٢}	أقصى ارتفاع ممكن للسد/ م
١	وادي أبوقسوعة (B٢)	٤٩٠٢١	٣٤١٦٤١٩٥٠	٦٨٣٢٨٣٩	١٠٠
٢	رقم ١(B٣)	٣٧٤٢٧	٥٨٩٤٨٩٩٥	١٦٨٤٢٥٧	٧٠
٣	وادي أسخر القبلي (B٤)	٨١٨٣٨	١٦٨٠٧٥٤٥٠	٣٧٣٥٠١٠	٩٠
٤	وادي نشاشات (B٥)	٧٣٩٩	١٦٧٣١٠٠	١١١٥٤٠	٣٠
٥	وادي الرقاص (B٦)	٢٤٠٠٠	١٨٠٣٧٧٦٨٥	٤٠٠٨٣٩٣	٩٠

المصدر: من حساب الباحث اعتماداً على بيانات الدراسة الميدانية ونموذج المناسيب الرقمي DEM.

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد– مجلة علمية محكمة– إبريل ٢٠٢٤



المصدر: بيانات الدراسة الميدانية ونموذج المناسيب الرقمي DEM. (الأرقام بالمتر)

شكل(١٤) القطاعات العرضية لمواقع السدود المقترحة عند مخارج الأودية الفرعية، ومواقع البحيرات المتوقعه.

٣ –إنشاء مخرات السيول:

تعد مخرات السيول أكثر الطرق المتبعة، نظرًا لتكلفتها القليلة مقارنة ببناء السدود، حيث تحتاج مخارج الأودية الخطرة لإنشاء مَّخرات للسيول، خاصة في المناطق القريبة من العمران والنشاط البشري، بهدف تحويل مياه السيول بعيدًا عن المناطق العمرانية، وتحتاج مخرات السيول لعمليات تطهير مستمرة نتيجة تراكم الرواسب ونمو الحشائش.

ويتطلب اختيار مواقع مخرات السيول وتصميمها بعض المعايير، لعل أهمها:

- أن يكون مخر السيل في منطقة منخفضة نسبيًا عن جانبي مجرى الوادي لاستيعاب المياه المتدفقة وتصريفها.
- يجب إنشاء المخرات بالقرب من السدود الحجرية المبنية، لتصريف المياه الزائدة عنها إن وجدت.

- يفضل جَعْل مخر السيل شبه مستقيم وتقليل التعرجات في مساره لتجنب فيضان المياه على جانبي المخر في حالة زيادة معدل تصرف المياه من الحوض.
- اتجاه فتحة المخر نحو المنبع لضمان تجمع المياه.

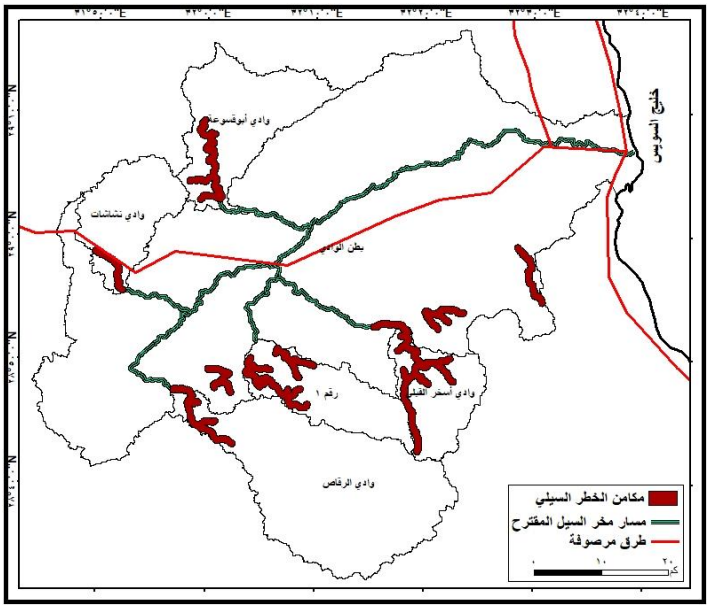
وقد اقترحت الدراسة إنشاء مجموعة مخرات لتجميع مياه السيول على شكل قنوات تمتد إلى مخارج الأودية الفرعية وتستمر بمحاذاة الطريق شمالاً حتى ساحل البحر الأحمر، وروعي في تحديد مساره تجنب تقاطعه مع الطرق بقدر الإمكان، وتماشيه مع مجاري الأخوار المنتشرة في بطن الوادي للحد من تكلفة حفره وهو ما جعل المسار يبدو متعرجًا.

٤- مكامن الخطر السيلي في أحواض وادي عربة:

تم تحديد المناطق التي تتعرض لأخطار السيول (شكل ١٥) وفق مجموعة الأسس التالية:

- مجاري الأودية ذات الرتب العليا من الرتبة الرابعة وحتى السادسة، حيث ينحدر إليها عدد كبير من مجاري الرتب الدنيا، ومن ثم من المتوقع أن تنصرف إليها كميات كبيرة من المياه أثناء حدوث السيول.
- مناطق جوانب الأودية التي تتعرض لحركة الكتل الصخرية والانزلاقات الأرضية.
- المناطق المعرضة لخطر الكتل الصخرية المنجرفة نتيجة حركة مياه السيول.
- كل المناطق التي تغمرها المياه في مصبات الأودية.
- المناطق التي يضيق فيها المجرى بشكل ملحوظ قرب مصبات الأودية الفرعية.

ويتضح اتساع مساحات مناطق الخطر السيلي في جنوب الوادي، حيث المنحدرات الشمالية لهضبة الجلالة القبلية والأودية المنحدرة منها.



المصدر: من حساب الباحث اعتماداً على بيانات الدراسة الميدانية ونموذج المناسيب الرقميDEM .

شكل (١٥) مكامن الخطر السيلي، ومسار مقترح لمخر السيول بحوض وادي عربة

٥ –إقامة الكباري على الطرق المتعامدة على مجاري الأودية الجافة:

تعد "البرابخ" أو فتحات تصريف المياه أسفل الطرق المتقاطعة مع مجاري الأودية، إحدى الوسائل المتبعة لتصريف مياه السيول في الحوض (صور ٥، ٦)، ونظرًا لعدم قدرتها على استيعاب كمية المياه الجارية، إضافة إلى تكرار ملئها بالرواسب الصخرية التي تجلبها السيول ونمو النباتات في فوهاتها، لذلك يفضل إنشاء الكباري بدلاً منها (**صالح**، ١٩٨٩، ١٤١).

٦ –الإنذار المبكر: بتطور تقنية الاستشعار عن بعد بإطلاق عديد من الأقمار الصناعية لمراقبة الغلاف الجوي للكرة الأرضية والحركات التي تحدث فيه والظواهر الجوية، يمكن إجراء إنذار مبكر قبل حدوث السيول بالمنطقة عبر وسائل الإعلام، ومن ثم يمكن تقليل درجة الخطر بأخذ الاحتياطات اللازمة لذلك.

خامسًا: إمكانات التنمية المستدامة بحوض وادي عربة

تُعرف التنمية المستدامة بأنها الاستخدام الأمثل للموارد بما يحفظ حقوق الأجيال القادمة، وبما أن التنمية في المناطق الجافة يعوقها بشكل كبيرعدم توفر مياه تكفي لإقامة مجتمعات عمرانية أو صناعية أو زراعية في المنطقة، فإن التخطيط الأمثل لاستخدام المياه في هذه المناطق يمكن أن يؤدي إلى درء أخطارها، وتوفير كميات مياه مناسبة للاستخدام عند حدوث السيول، بحيث يتم تخزينها وتوجيهها لتغذية المياه الجوفية والسحب منها في فترات الجفاف أو في فصل الصيف.

ويمتلك وادي عربة عديد من الإمكانيات الطبيعية التي يمكن استغلالها في عملية التنمية الشاملة، فموقعه بين هضبتى الجلالة البحرية والقبلية، وإطلاله على خليج السويس بواجهة كبيرة نسبيًا، واتساع بطن الوادى بشكل كبير جعله انقطاعًا مميزًا في امتداد سلسلة جبال البحر الأحمر، لذلك امتدت الطرق عبره لتربط بين الوادى وساحل البحر الأحمر، وتتوفر بالوادى مساحات واسعة من الأراضى المنبسطة الفيضية التي يمكن استغلالها في الزراعة، إلا أن الوضع الحالي للوادى والمتمثل في نقص الموارد المائية لا يحقق أي تنمية إلا إذا تم تنفيذ مقترحات الدراسة السابق الإشارة إليها من إنشاء سدود على الأحواض العليا لوادى عربة، بحيث تمثل مصدرًا للمياه من ناحية، وحماية للمناطق الواقعة تحتها من أخطار السيول من ناحية آخرى، وفيما يلي عرض لمحاور التنمية المقترحة في وادي عربة، والتي يمكن من خلالها تحقيق أقصى استفادة من أرض الوادى على النحو التالى:

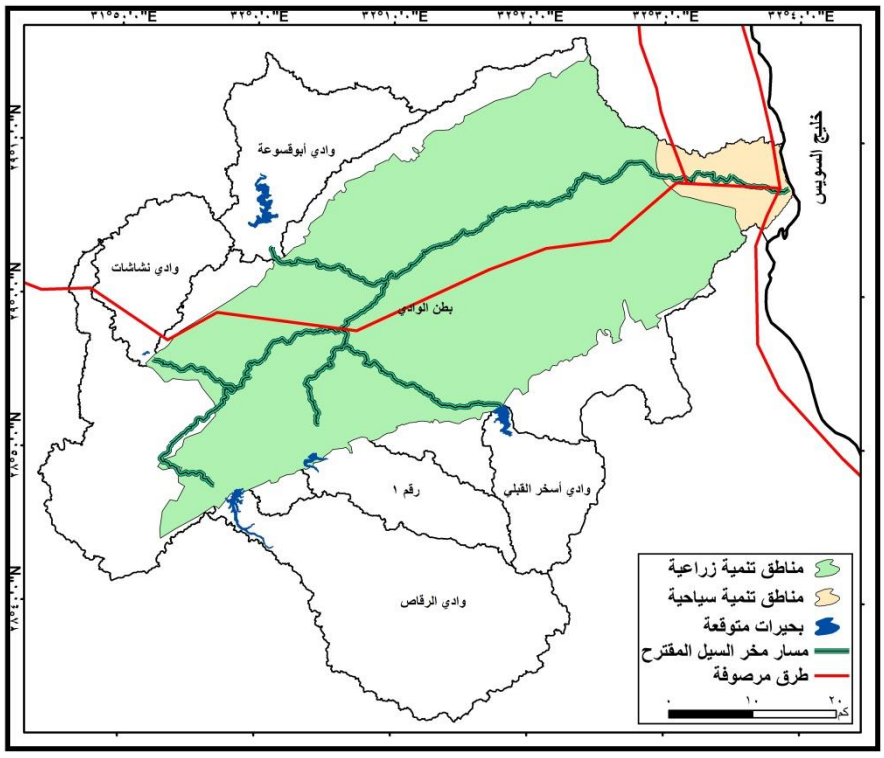
١ –تنمية النشاط الزراعى:

تعد الزراعة من الأنشطة الأساسية في المنطقة، لقدرتها على توفير الغذاء لأي تجمعات عمرانية، خاصة من الحبوب، والخضر، والفاكهة، وتقترح الدراسة منطقة بطن الوادي لتطوير النشاط الزراعى فيها (شكل ١٥)، لقربها من مصبات الأودية الفرعية، حيث مناطق حصاد

وتجميع مياه السيول، وانتشار الآبار الجوفيه فيها، ويفضل القيام بزراعة القمح والشعير كغذاء للإنسان والحيوان، وبعض الخضر مثل البطيخ والطماطم والباذنجان والبصل، وأشجار الفاكهة التي تتحمل الحرارة والجفاف مثل الزيتون، والتين، ويقتصر موسم الزراعة للنباتات على الفترة من سبتمبر إلى مايو، حيث اعتدال درجة الحرارة وتساقط الأمطار.

٢- تنمية النشاط السياحى:

يقع وادى عربة على الجانب الأيمن لوادى النيل وبشكل عمودى عليه تقريبًا، قاطعًا جبال البحر الأحمر ليطل عليه، حيث يمثل معبرًا طبيعيًا لهذه الجبال، لذا يمكن أن يكون متنفسًا ساحليًا لهذا القطاع الكبير من سكان الوادي على السواحل الشرقية للبلاد، وقد أسهمت شبكة الطرق التي عبرت الوادى مؤخرًا في ربطه بشكل جيد بكلٍ من القاهرة (طريق الجلالة) وصعيد مصر (طريق بنى سويف)، كما أن موقع الوادى بين هضبتى الجلالة البحرية والقبلية يجعل منه موطنًا لكثير من الأنشطة السياحية مثل سياحة السفارى، وخطوط التلفريك، ومن المظاهر السياحية المتاخمة لوادى عربة منتجع الجلالة وما يشهده من تطورات سياحية وتعليمية (جامعة الجلالة)، لذلك يمكن القول بأن منطقة الوادى تتمتع بإمكانيات سياحية مشجعة بعضها قيد الاستغلال، والأخر ينتظر البدء في استغلاله والاستثمار فيه بشكل جادٍ.



المصدر: بيانات الدراسة الميدانية ومخرجات نموذج الاختيار.

شكل (١٥) مناطق التنمية الزراعية والسياحية المقترحة بحوض وادي عربة.

٣– تنمية النشاط العمرانى:

ترى الدراسة أن منطقة حوض وادي عربة يمكن أن تكون محورًا جديدًا للنمو العمراني، يبدأ من وادي النيل في الغرب وينتهي على ساحل خليج السويس في الشرق ويتوفر لهذا المحور مقومات النجاح التالية:

- الاستواء النسبى في سطح بطن الوادى بمساحة تزيد على ٢٧٠٠ كم^{٢} تمتد بشكل عمودى على اتجاه وادي النيل.
- يمكن حماية المنطقة وتوفير جزء كبير من احتياجاتها المائية في آن واحد من خلال التحكم في الروافد المنحدرة من سفوح هضبتى الجلالة البحرية والقبلية المطلة على الوادى.
- يمتد المحور العمرانى من وادي النيل –حيث الضغط السكانى –وحتى سواحل خليج السويس، حيث المنتجعات الساحلية التي قد توفر كثير من فرص العمل لسكان ذلك النطاق، وكذلك متنفس ترفيهى للسكان.
- مرور الطرق من قلب الوادى، يوفر وجود قاطرة للنشاط العمراني والاقتصادي.
- تعد نقطة زعفرانة منطقة مهمة على الطريق إلى كل ساحل البحر الأحمر في مصر، مما يدعم قيام عديد من الخدمات اللوجستية والخدمية فيها.
- موقع مزرعة رياح زعفرانة بالقرب من الوادى، مما يشير إلى توفر مصدر نظيف للطاقة قائم بالفعل ويمكن تطويره.
- يضم الوادى تنوع كبير من الصخور، مما يوفر المادة الخام للتعدين ومواد البناء، ومن ثم قرب مناطق استخراجها واستخدامها في التنمية العمرانية.
- يمكن الاستعانة بالطاقة الشمسية في شتى مناحى الحياة في المنطقة، ومنها استخراج المياه الجوفية، حيث يتوفر عديد من الآبار في الوادى يدل على مخزون جوفى ذو قيمة.

مما تقدم يتضح أن منطقة وادي عربة تضم الكثير من مقومات التنمية والتي لا تحتاج إلا إلى القليل من الجهد مع وجود إرادة حقيقية لتتحول المنطقة إلى مجتمع نابض بالحياة.

النتائج والتوصيات

اتضح من دراسة هيدرومورفومناخية مياه السيول بوادي عربة مجموعة من النتائج والتوصيات يمكن إجمالها فيما يلي:

١. يغطي سطح وادي عربة تكوينات جيولوجية تنتمي إلى كل الأزمنة الجيولوجية، وإن كان تكوين مجموعة المقطم الذي ينتمي لعصر الأيوسين من الزمن الثالث هو أكثرها شيوعًا، حيث يمثل وادي عربة مكشفًا طبيعيًا للتكوينات الجيولوجية في شمالي الهضبة الشرقية.

٢. تتدرج مناسيب السطح في الحوض على شكل قطاعات شريطية تشغل منحدرات هضبتي الجلالة القبلية والبحرية في اتجاه منطقة بطن الوادي -الأقل منسوبًا -والتي تمتد بدورها على شكل شريط عريض من الشرق إلى الغرب بمساحة تكاد تصل إلى نصف مساحة الحوض.

٣. تنوع الغطاءات الأرضية بحوض وادي عربة لتضم أربعة أنماط هى: التربة الرملية الحصوية التي تتخللها بعض النباتات الصحراوية، ورواسب بطون الأودية والفرشات الرملية، ومكاشف الصخور العارية، وبعض مواقع العمران المتناثر وشبكات الطرق التي تخترق الحوض.

٤. جاءت تربة الحوض في ثلاث مجموعات هيدرولوجية تعبر عن خصائص التربة من حيث نفاذيتها وقدرتها على تسرب المياه داخلها – وفقًا لتصنيف هيئة صيانة التربة الأمريكية – حيث تمثل المجموعة (A)أكبرها في معدلات تسرب المياه، وشغلت منطقة بطن الوادي، في حين سجلت المجموعة (D) أقلها في معدلات التسرب، وغطت المجموعتان (B وD) الأودية العليا التي تشغل منحدرات هضبتي الجلالة البحرية والقبلية.

٥. تراوحت القيم الموزونة لرقم المنحنى (CN) التي تعبر عن صماتة التربة بين ٧٥، ٩٢,٥ في الأحواض الفرعية لوادي عربة، وكانت أقل القيم من نصيب منطقة بطن الوادى، حيث الرواسب الرملية والتربات المفككة.

٦. تراوحت قيم معامل الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالمياه بعد بدء الجريان بين ٥، ١٤٩ ملليمتر، حيث يعبر عن حالة التربة المشبعة تماما بالمياه، تبعًا لنوع التربة وقدرتها على امتصاص كميات أكبر من مياه الأمطار.

٧. يعبر معامل الاستخلاص الأولى (IA) عن مقدار الفقد في مياه الأمطار قبل بدء الجريان السطحى، وتراوحت قيمته بين ١، ٣٠ مم في شتى أجزاء الحوض.

٨. يمثل الشتاء فصل سقوط الأمطار الرئيس في منطقة حوض وادي عربة، وخاصة في شهر يناير، في حين يندر سقوط الأمطار تمامًا في فصل الصيف.

٩. سقط خلال العاصفة التي مرت على منطقة حوض وادي عربة في يوم ١٨ / ١/ ٢٠١٠ أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد، وتم اختيارها ككمية قياسية لدراسة تصريف السيول.

١٠. أظهر منحنى الجريان السطحي (الهيدروجراف) لأمطار عمقها ٣٠ مم، أن كمية المياه التي استقبلها الحوض حوالي ١٢٤ مليون م^{٣}، فقد منها حوالي ٦٠%، وتسببت النسبة الباقية في حدوث جريان سطحي في الحوض بمعدلات تصريف بلغت أقصاها عند مخرج حوض وادي الرقاص بحوالي ٣٢٨.٢ م^{٣}/ث.

١١. استحوذ بطن الوادى على نصف كمية الجريان المباشر، نظرًا لمساحته بالرغم من أن حصته من التساقط بلغت ٦٤%، وذلك لانخفاض قيمة الرقم المنحنى للحوض (٧٥)، وهو ما يدل على القدرة الكبيرة لتسرب المياه خلال تكويناته، أما باقي الأحواض فكانت نسبة الجريان المباشر بها تساوي أو تزيد على نصيبها من التساقط ، بسبب ارتفاع قيمة رقم المنحنى لهذه الأحواض، ومن ثم قدرتها الكبيرة نسبيًا على توليد الجريان السطحي.

١٢. مع زيادة كمية التساقط التي تم إدخالها في نموذج المحاكاة (٥٦,٥ مم) وجد أن أكبر معدل تصريف لقمة الجريان كانت في بطن الوادي، حيث بلغت ١١٣٣,٤ م٣/ث، لأن عملية فقد المياه تكون عالية في بداية الجريان حتى تصل التربة السطحية إلى درجة التشبع، ومن ثم يمكن لكل كميات التساقط أن تسهم في الجريان السطحي، كما ارتفعت نسبة الجريان السطحي في بطن الوادي بالمقارنة بحصته من التساقط الكلى.

١٣. أظهر تطبيق نموذج الاختيار الأنسب لمواقع حصاد المياه في حوض وادي عربة تحديد عدة مواقع يمكن فيها إقامة السدود بكافة أنواعها لحصاد مياه السيول وتخزينها والاستفادة منها في تنمية الحوض وفق عدة معايير شملت الخصائص الجيولوجية وخصائص السطح والخصائص الهيدرولوجية والمورفومترية ومناطق العمران وشبكة الطرق.

١٤. تقترح الدراسة مسارًا لمخر مياه السيول يمكن من خلال تهيئة مجراه أن يستوعب مياه الجريان السيلي بعيدًا عن شبكة الطرق ومناطق الأنشطة الاقتصادية وصرفها إلى البحر الأحمر.

١٥. رسمت الدراسة خريطة لمكامن الخطر السيلي المتوقعة في حوض وادي عربة وفقًا لعدة ضوابط، ليتم أخذ هذه المواقع في الاعتبار عند إنشاء أي نشاط اقتصادي في الحوض.

١٦. اقترحت الدراسة عدة أنشطة اقتصادية يمكن تنفيذها بناءً على قاعدة البيانات التي تم بناؤها للاستفادة من حوض وادي عربة.

وخرجت الدراسة بمجموعة توصيات يمكن من خلالها الاستفادة من الموارد المتاحة في الحوض، وضمها لخريطة مصر الاقتصادية، على النحو التالي:

١. زيادة محطات الرصد المناخي، وخاصة في الأودية التي تخترقها شبكة الطرق القومية السريعة لسهولة دراسة الجريان السيلي بدقة.
٢. تشجيع الاستثمار الحكومي والخاص في منطقة وادي عربة للاستفادة من الإمكانيات الكامنة في شتى المجالات.
٣. الاهتمام بحفر وتطهير مخرات السيول بشكل دوري حتى لا تتراكم فيها الرواسب ومخلفات الجريان، مما يؤدي إلى فيضان مياه السيول خارج مسارها وإلحاق الضرر بالطرق والأنشطة الاقتصادية في الوادي.
٤. العمل بشكل مبدئي على إنشاء سدود ترابية تكون بمثابة سدود إعاقة تعمل على حجز المياه لفترة أطول بما يساعد على تغذية الخزان الجوفي.
٥. إنشاء عدد من الخزانات(الهرابات) التي يتم حفرها تحت سطح الأرض لاستخدامها في تخزين جزء من مياه السيول بشكل يسهل الوصول إليه بسهوله وضمان عدم تلوثه.
٦. توجيه المؤسسات العلمية القائمة في نطاق الوادي – مثل جامعة الجلالة – بإعداد استراتيجية متكاملة تشارك فيها كافة التخصصات العلمية بحيث توفر رؤية شاملة للاستفادة من مقدرات الحوض.

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد– مجلة علمية محكمة– إبريل ٢٠٢٤

ملحق(١): الخصائص المورفومترية والتضاريسية والشكلية لأحواض التصريف الفرعية بوادي عربة

المعامل / الحوض	انحدار المجرى المركزي	طول المجرى الرئيسي	المسافة من مركز الحوض للمصب	أطول مجرى	اكبرانحدار جريان	أكبر مسافة جريان	متوسط مناسيب الحوض
بطن الوادي	٠.٠٠٣	٧٢.٥٧	٥٢٣.٣٧	١٥٥.٤٧	٠.٠٠٢٦	١٥٨.٢٩	٣١٦.٦٧
وادي أبوقسوعة	٠.٠١٠٧	٣٥.٧٣	٦٧٤.٤٢	٥٦.١٦	٠.٠١٢	٥٨.٢٣	٦٦٥.٩٦
وادي نشاشات	٠.٠٠٥٦	١٥.٦٣٦	٦٩١.١٥	٣٨.٥٦	٠.٠٠٧	٤٠.٣٨	٤١٣.٨٨
وادي الرقاص	٠.٠١١٩	٤١.٦٣٤	٢٧٤.٣١	٦٧.٤٤	٠.٠١٣٥	٦٩.٢٦٣	٨٣١.٤٩
وادي أسخر القبلي	٠.٠٢١	١٧.٨٥	١٤٥.٣٨	٢٩.٣	٠.٠٢٨	٣١.١٣	١٠٧٠
رقم ١	٠.٠١٣٧	٣٠.٩١	٦١١.٢٩	٤٩.٥٩	٠.٠٢١٥	٥١.٦٧٧	٧٩٠.٨٧
المعامل / الحوض	معامل التعرج	معامل الشكل	محيط الحوض	طول الحوض	South aspect	North aspect	انحدار الحوض
بطن الوادي	١.٦١	٣.٤٩	٥٧٦.٢٢	٩٦.٤٣	٠.٥	٠.٥	٠.١٣
وادي أبوقسوعة	٢.١٩	٢.٢٥	١٥٤.٣	٢٥.٦٧	٠.٥٣	٠.٤٧	٠.١٩
وادي نشاشات	١.٨٧	٢.١٦	١٠٩.٢٢	٢٠.٥٩	٠.٥٤	٠.٤٦	٠.٠٩
وادي الرقاص	١.٤٧	٣.٤٢	٢٠٧.٣٦	٤٥.٧٤	٠.٤٨	٠.٥٢	٠.٢١
وادي أسخر القبلي	١.٣٨	٢.٥٦	٩٤.١٠٤	٢١.٢٠٥	٠.٤٦	٠.٤٥	٠.٣١
رقم ١	١.٧١	٤.٢١	١١٥.٣٤	٢٨.٩٢	٠.٤٩	٠.٥١	٠.٢٨

صورة(١) بعض أنواع النباتات الصحراوية المنتشرة بكثرة في حوض وادي عربة.

صورة(٢) العمران في منطقة زعفرانة بمصب وادي عربة، ناظرًا صوب الجنوب الغربي.

صورة(٣) نقطة رسوم زعفرانة على طريق الغردقة بمصب وادي عربة، ناظرًا صوب الشمال.

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد– مجلة علمية محكمة– إبريل ٢٠٢٤

صورة(٤) الطرق السريعة تعبر وادي عربة لتربط ساحل البحر الأحمر بالقاهرة ووادي النيل، ناظرًا صوب الشرق.

صورة(٥) أنفاق عبور مياه السيول تحت طريق الجلالة بوادي عربة (لاحظ مستوى آثار عبور مياه السيول)، ناظرًا صوب الشرق.

صورة(٦) انشاء الأنفاق والكباري عن تقاطع الطرق مع مجاري الأودية، ناظرًا صوب الشمال.

المصادر والمراجع

أولًا: المصادر

١. الخريطة الجيولوجية مقياس ١:٥٠٠٠٠٠ من إنتاج الهيئة المصرية العامة للبترول شركة كونكو (خريطة مصر الجيولوجية لعام ١٩٨٩، لوحة بني سويف رقم (NH ٣٦ SW).

٢. الهيئة العامة للأرصاد الجوبة، بيانات الأمطار لمحطتي السويس وبير عريضة خلال الفترة (١٩٨٠ -٢٠١٥)، بيانات غير منشورة.

٣. خرائط طبوغرافية مقياس ١:١٠٠٠٠٠ من إنتاج الجيش الأمريكي عام ١٩٥٣م لوحات أرقام (NH٣٦-١٠ / NH٣٦-١٣ / NH٣٦-١٤)

٤. صور الأقمار الصناعية من نوع لاندسات٨ إنتاج عام ٢٠٢٢.

٥. صور فضائية من موقع Google Earth.

٦. نموذج المناسيب الرقمي المتوفر على الانترنت من نوع ASTER دقة ٣٠*٣٠ متر، إنتاج هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية(USGS) عام ٢٠٠٩.

ثانيًا: مراجع باللغة العربية

١. الأنصاري، مدحت سيد أحمد(٢٠١٦): الاختيار الأنسب لمواقع حصاد مياه الأمطار بحوض وادي الغرندل في غربي وسط سيناء باستخدام النمذجة -دراسة جيومورفومناخية، مجلة الانسانيات، العدد ٤٧.

٢. البارودي، محمد سعيد (٢٠١٢): تقدير أحجام السيول ومخاطرها عند المجرى الأدنى لوادي عرنة جنوب شرق مدينة مكة المكرمة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٤٨، القاهرة.

٣. البايض، محمود أبوزيد (٢٠٢٢): حوض وادي عربة دراسة هيدروجيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنوفية.

٤. السيد، أحمد فرحات حسن (٢٠٢٠): حصاد مياه الأمطار والتحكم في الجريان السيلي لحوضي واديي الأسيوطي وملاحة بـــهضبة مصر الشرقية دراسة هيدروجيومورفومناخية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة دمنهور.

٥. النفيعي، هيفاء محمد (٢٠١٠): تقدير الجريان السطحي ومخاطره السيلية في الحوض الأعلى لوادي عرنة شرق مكة المكرمة بوسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى، المملكة العربية السعودية.

٦. دندراوي، محمد الراوي (٢٠١٥): النمذجة الهيدرولوجية لأحواض التصريف المائي على جانبي مجرى النيل فيما بين الأقصر وقنا وطرق الحماية من أخطار السيول دراسة باستخدام أنظمة المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد، الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٤٢٩، الكويت.

٧. صالح، أحمد سالم (١٩٨٩): الجريان السيلي في الصحاري " دراسة في جيومورفولوجية الأودية الصحراوية "، معهد البحوث والدراسات العربية، العدد ٥١، القاهرة.

٨. ضاحي، أحمد فوزي (١٩٩٩): الحافة الشمالية لهضبة الجلالة القبلية دراسة جيومورفولوجية رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الاداب، جامعة القاهرة.

٩. عيسى، كريم مصلح صالح (١٩٩١): الحافة الجنوبية لهضبة الجلالة البحرية دراسة جيومورفولوجية رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الاداب، جامعة عين شمس.

ثانيًا: مراجع باللغة الانجليزية

١. Abdel Fattah, M., Kantoush, S., and Sumi, T. (٢٠١٥): Integrated Management of Flash Flood in Wadi System of Egypt: Disaster Prevention and Water Harvesting, annuals of Disas. Prev. Inst., Kyoto Univ., No. ٥٨B.

٢. Abdel Ghaffar, M. K., M. M. Shoman; Y. K. El Ghonamey and A. D. Abdellatif (٢٠١٩) Watershed modeling for water resource management in two basins of Northwestern Coastal Zone, Egypt, International Journal of Advanced Research, ٧ (٨), ٣٣-٤٧.

٣. Abd-Elaty, E. E; M. M. Morad; M. K. Afifi and. S. F. T. Sharkawy (٢٠١٧) Improving Water Harvesting Techniques in Wadi El Raml Matrouh- Egypt. Zagazig J. Agric. Res., ٤٤ (١), ٢٩٥-٣١١.

٤. Abd-Elaty, I.; Shoshah, H.; Zele ˇ náková, M.; Kushwaha, N.L.; El-Dean, O.W. (٢٠٢٢) Forecasting of Flash Floods Peak Flow for Environmental Hazards and Water Harvesting in Desert Area of El-Qaa Plain, Sinai. Int. J. Environ. Res. Public Health ٢٠٢٢, ١٩, ٦٠٤٩. https://doi.org/١٠.٣٣٩٠/ ijerph١٩١٠٦٠٤٩.

٥. Abou El-Magd I., Hermas E., El Bastawesy M.,(٢٠١٠): GIS-modelling of the spatial variability of flash flood hazard in Abu Dabbab catchment, Red Sea Region, Egypt, The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences Vol. ١٣, Cairo, Egypt.

٦. El-Shiekh, G. M., (٢٠١٦): Flash flood risk assessment applying multi-criteria analysis for some northwestern coastal basins, Egypt, European Journal of Business and Social Sciences, Vol. ٤, No. ١٠.

٧. Gabr S., El Bastawesy M., (٢٠١٥): Estimating the flash flood quantitative parameters affecting the oil-fields infrastructures in Ras Sudr, Sinai, Egypt, during the January ٢٠١٠ event, The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences, Vol.١٨, Cairo, Egypt.

٨. Mohamed, S.A., and El-Raey, M. E., (٢٠١٩) "Vulnerability assessment for flash floods using GIS spatial modeling and remotely sensed data in El-Arish City, North Sinai, Egypt", Springer Nature B.V.

٩. Rashash A., and El-Nahry A.,(٢٠١٥): Rain Water Harvesting Using GIS and RS for Agriculture Development in Northern Western Coast, Egypt, J Geogr Nat Disast, Vol. ٥ , Issue ٢ , ١٠٠٠١٤١.

١٠. Said, R., (١٩٦٢): Geology of Egypt, Ellsiever, and Amsterdam.

١١. Sharma, M. P and A. Kujur (٢٠١٢) Applications of remote sensing and GIS for ground water recharge zone in and around Gola block, Ramgargh district, Jharkhand, India. International Journal of Science and Research Publication., ٢ (٢), ١-١٤.

١٢. Strahler, A., (١٩٦٤): Quantitative Geomorphology of Drainage Basin and Channel Networks, in V. T. Chow (Ed), Handbook of Applied Hydrology.

١٣. USDA-SCS, (١٩٨٥): Natural Engineering Handbook, section ٤.Department of Agriculture, USA.

١٤. USDA-TR٥٥, (١٩٨٦): Urban Hydrology for Small Watersheds, Department of Agriculture, USA.