التحليل الهيدروجيومورفولوجي لمعايير ودرجات الخطورة لأحواض أودية الحافة الغربية لوادي النيل فيما بين وادي نزلة عمارة البحري شمالاً ووادي سمهود جنوباً

محمود عبد الراضي أبو المجد (*)

الملخص :

تم تحديد بعض المعايير والمعاملات والتي على أساسها تم تحديد وتصنيف درجات الخطورة داخل أحواض التصريف بمنطقة الدراسة، وشملت تلك المعايير المجموعة الأولى المعاملات التي ترتبط طردياً مع درجة خطورة الجريان السيلي، وهي (معامل المساحة، معادل معدل الاستدارة، معامل التضرس، معامل قيمة الوعورة، معامل معدل الانحدار، معامل التكامل الهبسومتري، معامل أعداد المجاري، معامل أطوال المجاري، معامل معدل تكرار المجاري، معامل كثافة التصريف، قيمة المنحنى العددي الموزون، معامل صافي الجريان)، المجموعة الثانية والتي ضمت المعاملات التي ترتبط عكسياً مع درجات خطورة الجريان السيلي، وهي (معامل معدل الاستطالة، معامل معدل التشعب، معامل زمن التباطؤ، معامل زمن التركيز، معامل زمن التصريف).

تم تقسيم وتصنيف أحواض المنطقة حسب درجات الخطر فشملت الأحواض قليلة الخطورة أحواض أودية (نجع الغوانم، نزلة خاطر١، نزلة عمارة البحري، حنفي، الجير)، في حين شملت الأحواض متوسطة الخطورة أحواض أودية (نزلة خاطر٢، بيت علام، أولاد سلامة، بيت داود، اليتيم٢، بني حميل٢، الشيخ الأقرع، بيت خلاف، العمايدة، الفطيرات، سمهود١، طلعة الجاموسة، الكوامل البحري، الجهيني، الكوامل القبلي، المحاسنة، مصاطب زوسر، الشواولة، الغريزات، نجع حمد، المطيرة، نزلة عمارة القبلي، دبوس مصاخة، تاج الدير، نجع الغابات، بني حميل١)، وشملت الأحواض الخطرة أحواض أودية (أبو عزيز، الدخان، نجع البوص، الجبيرات، السقرية، أبو رتاج، سمهود٢)، وأخيراً الأحواض شديدة الخطورة حوض وادي (اليتيم).

تم تحديد مجموعة من الحلول والمقترحات فشملت الحلول طرق الإنذار المبكر، وطرق الحماية من خطر السيول ومنها استخدام التقدم التكنولوجي والدراسات العلمية الحديثة، وكيفية مواجهة السيول داخل أحواض التصريف، وكيفية مواجهة السيول في حماية الطرق أسفل الحافة قيد الدراسة، وللاستفادة من مياه السيول سواء بالتخزين أو عن طريق إقامة بوابات.

الكلمات الدالة :

(الجيوماتكس - النمذجة الهيدرولوجية – معايير ودرجات خطورة الجريان السيلي)

(*) البحث مستل من رسالة الدكتوراه الخاصة بالباحث، وهي بعنوان: [استخدام الجيوماتكس والنمذجة الهيدرولوجية في دراسة جيومورفولوجية منحدرات الحافة الغربية لوادي النيل فيما بين وادي نزلة عمارة البحري شمالاً ووادي سمهود جنوبًا]، وتحت إشراف: أ.د. كريم مصلح صالح – كلية الآداب – جامعة سوهاج & أ.د. محمود أحمد حجاب – كلية الآداب – جامعة سوهاج.

مقدمة :

يعد الجريان السيلي وما يرتبط به من أخطار من أحد أهم الأخطار الطبيعية فى إقليم الصحراء الغربية عامة وفى منطقة الدراسة خاصة، حيث تكمن خطورة السيول فى مخارج الأودية والتى تطل مباشرة على المنشآت والأنشطة البشرية بمنطقة الظهير الصحراوي لمحافظة سوهاج، بالإضافة إلى فجائية حدوث السيول مثل الجريان الفجائى ***Flash Flood*** والذى بدوره يعد بعداً أخر يزيد من درجة خطورتها وأهمية دراستها.

أولاً : تحديد منطقة الدراسة :

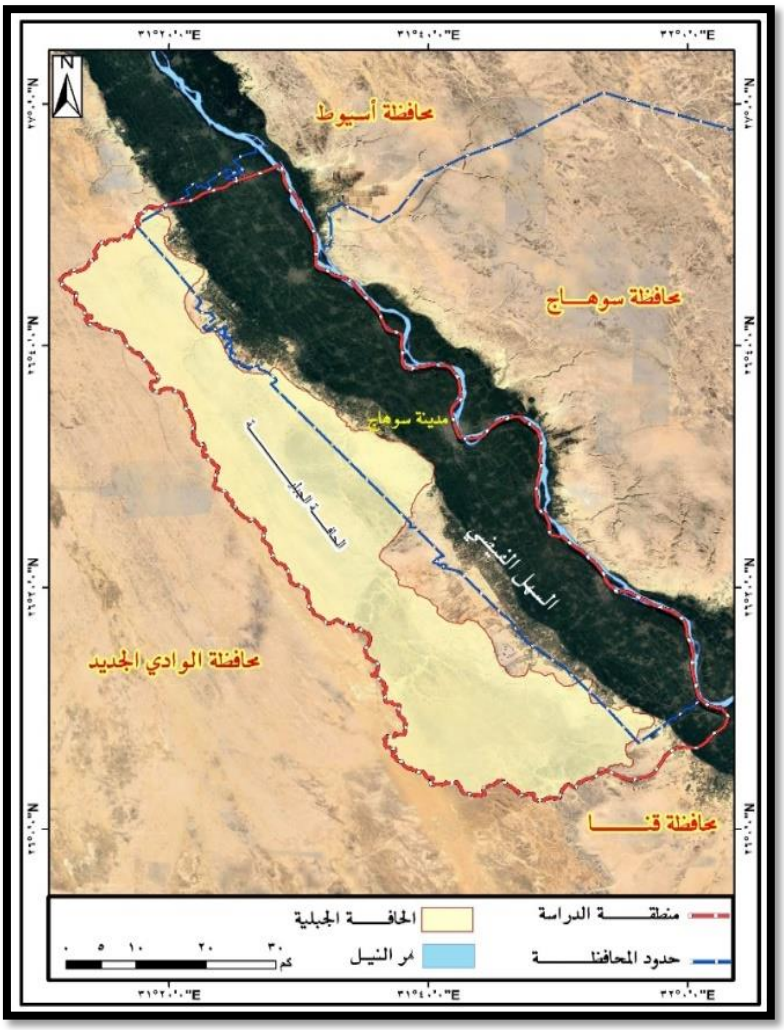
تقع منطقة الدراسة بين دائرتى عرض ٣٣.٥٣ً ٢ َ ٢٦ ْ شمالاً و ٢٥.٦٢ً ٥١ َ ٢٦ ْ شمالاً، وبين خطى طول ٤١.٤١ً ٣٦ َ ٣١ ْ شرقاً و ٢٠.٨٤ً ٤٨ َ ٣١ ْ شرقاً. ويحدها من الشمال وادى نزلة عمارة البحري، ومن الجنوب وادى سمهود٢، ومن الغرب خط تقسيم المياه لروافد الأودية المتجهة إلى وادي النيل، ومن الشرق السهل الفيضى لوادي النيل، شكل (١)

تمتد الحافة الغربية لوادي النيل غرب سوهاج نحو الاتجاه الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي، ويبلغ متوسط منسوبها حوالى ١٥٠متراً فوق سطح البحر، كما تقطع هذه الحافة مجموعة من الأودية التى تنتهى إلى السهل الفيضي، وتبلغ مساحة منطقة الدراسة نحو ٣٣٥٩.٣كم^{٢}، ويصل طول الحافة بمنطقة الدراسة نحو ٦٣.٦٥كم.

ثانياً الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة :

(أ) الخصائص الجيولوجية :

تتميز جيولوجية المنطقة بتجانسها إلى حد كبير، ومن دراسة التكوينات الجيولوجية للمنطقة اتضح انها تشمل تكوينات الزمن الثالث حيث بلغت مساحتها نحو ٢٣٠٧.٦كم^{٢}، أي ٦٨.٧٪ من جملة مساحة المنطقة، وتنقسم إلى تكوينات عصر الإيوسين الأسفل، بتوسط سمك نحو ٣٠٠م، وتغطي نحو نحو ٢٢٥٣.٩كم^{٢}، أي ٦٧.١٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة، و تكوينات عصر البلايوسين بمساحة تقدر بنحو ٥٣.٧كم^{٢}، أي ١.٦٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة، ويبلغ متوسط سمكها بالمنطقة من ٥٠ : ٦٠متر، بالإضافة على تكوينات الزمن الرابع حيث بلغت نحو ١٠٥١.٤كم^{٢}، أي ٣١.٣٪ من جملة مساحة المنطقة، وتنقسم إلى تكوينات عصر البليوستوسين بمساحة بلغت نحو ٨٠٢.٨كم^{٢}، أي ٢٣.٩٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة، ويصل متوسط سمكها حوالي من ٤٠ : ٧٠متر، وتكوينات عصر الهولوسين والتي تعد أحدث التكوينات الجيولوجية بالمنطقة وتغطي نحو ٢٤٨.٦كم^{٢}، أي ٧.٤٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة، في حين يبلغ متوسط سمكها من ٩ : ٢٠متر.



المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على المرئيات الفضائية ***Land Sat-7 ETM+*** لعام ٢٠٠٣، والمرئيات الفضائية ***Land Sat-8 OLI/TRIS*** لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي ***(DEM)*** لعام ٢٠١٨، والخرائط الطبوغرافية للمنطقة مقياس ١ : ٥٠.٠٠٠، بعد المعالجة ببرنامج ***(ARC/GIS V. 10.8)***.

شكل (١) موقع منطقة الدراسة

أما عن البنية والتراكيب الجيولوجية فقد تبين من الدراسة أن الانكسارات من أكثر الملامح البنيوية السائدة في منطقة الدراسة، والتي تم حساب أطوالها واتجاهاتها، وتوزيعها الجيومكاني بمنطقة الدراسة، وأوضحت الدراسة أن مجموعة الانكسارات ذات الاتجاه الشمالي / الجنوبي يبلغ عددها ٧ صدوع بنسبة ٣.٣٪ من مجموع أعداد الانكسارات بمنطقة الدراسة، أما عن مجموع أطوال تلك المجموعة فبلغت نحو ١٧كم بنسبة ٢.٧٪ من مجموع أطوال الانكسارات بالمنطقة، ومجموعة الانكسارات ذات الاتجاه شمال الشمال الشرقي / جنوب الجنوب الغربي يبلغ عددها ٢٥ صدعاً أي بما

يعادل نحو ١١.٨٪ ، في حين بلغ مجموع أطوال تلك المجموعة نحو ٧٦.١كم بنسبة ١١.٨٪، أما مجموعة الانكسارات ذات الاتجاه الشمال الشرقي / الجنوبي الغربي وتعد تلك المجموعة من أكثر المجموعات انتشاراً بمنطقة الدراسة حيث بلغ اعددها نحو ٣٣ صدعاً بنسبة ١٥.٦٪، وبلغ مجموع أطوالها نحو ٩٩.٤كم بنسبة ١٥.٤٪، ومجموعة الانكسارات ذات الاتجاه شرق الشمال الشرقي / غرب الجنوب الغربي يبلغ عددها ٢٠ صدعاً أي بما يعادل ٩.٤٪، في حين بلغ مجموع أطوالها نحو ٥٣.٩كم بنسبة ٨.٤٪، و مجموعة الانكسارات ذات الاتجاه الشرقي / الغربي ويبلغ مجموع أطوال الانكسارات في تلك المجموعة نحو ٧٣.٧كم بنسبة ١١.٤٪، في حين بلغ عددها نحو ٢٦ صدعاً بنسبة ١٢.٣٪، مجموعة الانكسارات ذات الاتجاه غرب الشمال الغربي / شرق الجنوب الشرقي يبلغ عدد صدوع هذه المجموعة نحو ٢١ صدعاً بنسبة ٩.٩٪، في حين بلغ مجموع أطوالها نحو ٤٩.٨كم بنسبة ٧.٧٪، ومجموعة الانكسارات ذات الاتجاه الشمال الغربي / الجنوب الشرقي ويبلغ عدد صدوع هذه المجموعة نحو ٤١ صدعاً بنسبة ١٩.٣٪، في حين بلغ مجموع أطوالها نحو ١٣٧.٨كم بنسبة ٢١.٤٪، ومجموعة الانكسارات ذات الاتجاه شمال الشمال الغربي / جنوب الجنوب الغربي يحتل ذلك الاتجاه المرتبة الثانية من حيث أعداد وأطوال الانكسارات بمنطقة الدراسة حيث بلغ مجموع أعدادها بالمنطقة نحو ٣٩ صدعاً بنسبة ١٨.٤٪، وبلغ مجموع أطوالها نحو ١٣٦.٥كم بنسبة ٢١.٢٪.

أما عن الطيات بمنطقة الدراسة تظهر بصور نادرة بالإضافة إلى أن زواية انحدارها هينة تتراوح بين (١٢ ْ : ١٧ْ)، واتجاه محاورها (شرقي / غربي)، وتظهر بعض الإلتواءات الغاطسة في الجزء الأوسط من منطقة الدرسة، وبالنسبة لنظام الفواصل والشقوق فقد تم تصنيفها إلى فواصل صغيرة والتي تقل أطوالها عن ٥٠م واتساعها يتراوح بين ٠.٥سم وحتى ٥٠سم، وتنتشر في وسط وجنوب منطقة الدراسة، وفواصل كبيرة والتي تزيد أطوالها عن ٥٠م، ويسود بها نفس الاتجاه السابق وتظهر بصورة واضحة شمال منطقة الدراسة.

اتضح من دراسة التطور الجيولوجي لمنطقة الدراسة مدى التذبذب الذى تعرضت له منطقة الدراسة بالارتفاع والانخفاض، مع حدوث تذبذب مناخى كل هذا انعكس على طبيعة ونوعية الرواسب المشكلة للأشكال الأرضية بمنطقة الدراسة.

(ب) الخصائص التضاريسية :

من دراسة الخصائص التضاريسية لمنطقة الدراسة اتضح أن المدى التضاريسي العام بمنطقة الدراسة يصل إلى نحو ٣٨٢متر، ومن دراسة الانحدار أمكن تقسيم المنطقة إلى خمسة نطاقات انحدار (نطاقات شبه مستوية تقل درجة انحدارها عن ٢ درجة، وتمثل نسبة ٣٩.٦٤٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة، نطاقات ذات انحدار هين تتراوح درجة انحدارها من ٢ ْ إلى ٦ْ، وتمثل نسبة ٤٥.٤٢٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة، نطاقات معتدلة الانحدار التي تتراوح درجة انحدارها من ٦ ْ إلى ١٣ْ،

وتمثل نسبة ١١.٠٢٪ من جملة مساحة المنطقة، نطاقات متوسطة الإنحدار التي تتراوح درجة انحدارها من ١٣ ° إلى ٢٢°، وتمثل نسبة ٢.٨٨٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة، لتي تزيد درجة انحدارها عن ٢٢°، وتمثل نسبة ١.٠٤٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة)، ومن دراسة التضرس المحلي اتضح أن نسبة التضرس المحلي بمنطقة الدراسة نحو ٠.٠٢٥، وهي نسبة منخفضة جداً، ومن دراسة المنحنى الهبسومتري لمنطقة الدراسة تبين أن المنطقة تمر بمرحلة النضج الجيومورفولوجي.

ومن دراسة النطاقات التضاريسية بمنطقة الدراسة أمكن تقسيم المنطقة إلى ثلاث نطاقات تضاريسية، لكل منها سماته وخصائصه المميزة وهي؛ (السهل الفيضي والذ بلغت مساحته نحو ١٦٣٥.٨كم٢، أي ٤٨.٦٩٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة، الحافة الرئيسية الحد الفاصل بين نطاق السهل الفيضي ونطاق سطح الهضبة، وتمتد الحافة الرئيسية بمنطقة الدراسة نحو ٦٣.٦٥ كم، وبمتوسط منسوب يصل إلى ٢٨٠متر فوق مستوى سطح البحر، سطح الهضبة ويشغل سطح الهضبة مساحة تبلغ نحو ١٧٢٣.٥كم٢، أي ٥١.٣١٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة.

(جـ) الخصائص المناخية :

اعتمد الدراسة على بيانات محطات أرصاد (أسيوط، سوهاج، قنا)، ومن دراسة درجات الحرارة بالمنطقة اتضح أن أسيوط تحظى بنصيب أقل من مستوى المحطات سواء من حيث متوسط درجات الحرارة خلال فصول السنة فقد بلغت ٢٢.٧°م، بينما بلغت فى كل من محطتى سوهاج وقنا ٢٣.٢°م، ٢٥°م على الترتيب، ومن دراسة الرياح بمنطقة الدراسة اتضح أن الاتجاه الشمالي الغربي هو اتجاه الرياح السائد بمنطقة الدراسة، حيث أنه يستحوذ على نسبة ٣٨.١٪ من جملة اتجاهات الرياح بالمنطقة، والاتجاه الغربي يمثل ثاني الاتجاهات استحواذاً بمنطقة الدراسة حيث بلغت نسبته نحو ١٧٪، وعلى مستوي المحطات فيبلغ نسبته في محطة أسيوط نحو ٢٢.٥٪، وقنا نحو١٩.٦٪، وتصل أدناها في سوهاج حيث بلغت ٣.٦٪، بينما تمثل باقي الاتجاهات نسب ضعيفة حيث بلغت على مستوي منطقة الدراسة؛ الاتجاه الشمالي ٥.٣٪، الاتجاه الشمالي الشرقي ٢٪، الاتجاه الشرقي ٠.٩٪، الاتجاه الجنوبي الشرقي ١.٩٪، الاتجاه الجنوبي ١.٧٪، وأخيراً الاتجاه الجنوبي الغربي ٩.٧٪، ومن خلال توزيع فئات السرعة يتضح أن السرعات السائدة للرياح بالمنطقة هى السرعات من (١-١٦ عقدة)، مما يشير إلى أن عامل الرياح فى المنطقة له الأثر القليل فى تشكيل سطح المنطقة.

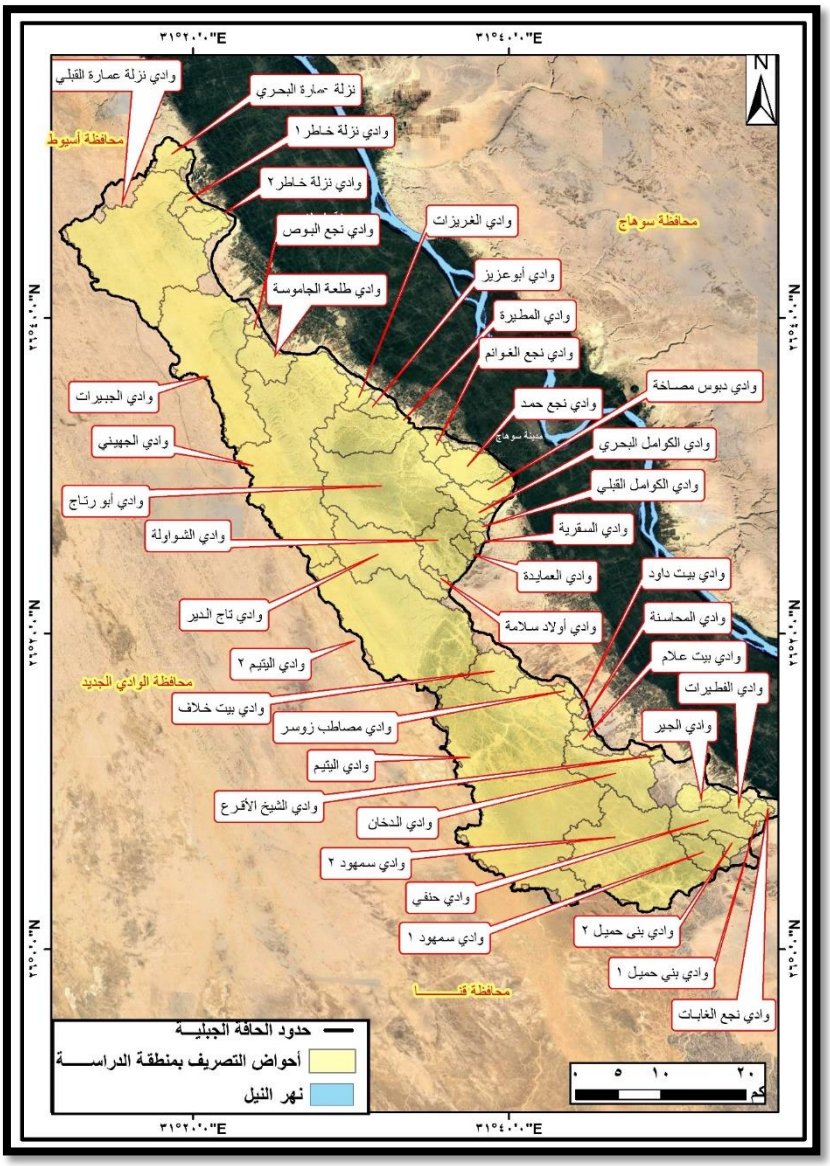
أوضحت دراسة الرطوبة النسبية والتبخر أن قنا المركز الأول للمحطات الأقل فى متوسط معدل الرطوبة خلال فصول السنة حيث بلغت النسبة (٣٧.٤٪)، أما أكبر نسبة لمتوسط معدل الرطوبة خلال السنة فكان من نصيب سوهاج والتى بلغت النسبة بها (٤١.١٪) ثم أسيوط فى المركز الثانى بعد سوهاج حيث بلغت نسبتها (٣٨.٢٪)، وترتفع معدلات التبخر بصورة واضحة بمنطقة الدراسة، حيث تبلغ أقصى ارتفاع لها

في أسيوط وقنا فيلاحظ متوسط معدل التبخر اليومى لها ١٤.٢مم و ١٣.٦مم على التوالى فى حين ينخفض ذلك المعدل ليصل إلى ٧.٢مم في سوهاج، اما من خلال دراسة المطر بمنططقة الدراسة فقد تبين أن متوسط معدل كمية المطر السنوى بمنطقة الدراسة (٠.٢٤مم)، وهو متوسط منخفض للغاية، بالرغم من ذلك إلا أن منطقة الدراسة تشهد من حين لآخر – على فترات متباعدة – كميات كبيرة من الأمطار، فقد يسقط في يوم واحد ما يزيد عن إجمالي ثلاثين عام، ومما يؤكد ذلك أن المتوسط العام لأكبر كمية مطر سقطت فى يوم على المنطقة بلغت (٤٢.٢مم)، أما بالنسبة لأكبر كمية على مستوى المحطات فنجد أن شهر ديسمبر احتل المركز الأول لمحطتي أسيوط وقنا حيث يلاحظ أنه قد بلغت الكمية نحو (١٤٨مم)، (٢٢٤مم) على الترتيب.

ثالثاً : معايير تحديد درجات الخطورة :

قد اعتمد الطالب على عدة مصادر فى دراسة التحليل الهيدروجيومورفولوجي لمعايير ودرجات الخطورة لأحواض تصريف منطقة الدراسة على: الخرائط الطبوغرافية للمنطقة مقياس ١ : ٥٠.٠٠٠، ولوحات الموزيك مقياس ١ : ٥٠.٠٠٠، والصور الجوية مقياس ١ : ٢٠.٠٠٠، والمرئيات الفضائية ***Land Sat TM*** بدرجة وضوح ٢٨.٥م، لعام ١٩٩٠، والمرئيات الفضائية ***Land Sat-7 ETM+*** بدرجة وضوح ١٤.٥م، لعام ٢٠٠٣، والمرئيات الفضائية ***Land Sat-8 OLI/TRIS*** بدرجة وضوح ٣٠م، لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي ***ALOS (DEM) PALSAR*** بدقة مكانية ١٢.٥م، لعام ٢٠١٨.

وتم معالجة هذه المرئيات ببرنامج ***(ARC/GIS V. 10.8)*** وبرنامج ***(Erdas Imagine V.14.0)***، وتم الاستخلاص الآلي لأحواض وشبكات التصريف بمنطقة الدراسة اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي ***ALOS PALSAR*** بدقة مكانية ١٢.٥ م، وللتأكد من دقة الاستخلاص الآلي تمت مقارنة نتائجه بصريًا مع الصور عالية الدقة المكانية في برنامج ***Google Earth***، وبناءً عليه، ومن التحليل وجد أنه يقطع سطح الهضبة والحافة بمنطقة الدراسة العديد من الأودية الجافة، التي تعد من الملامح الجيومورفولوجية المميزة لها، وتنحدر تلك الأودية من الحافة الجبلية فى الغرب تجاه نهر النيل فى الشرق، وقد تم تحديد عدد تسع وثلاثون حوضاً للدراسة، وذلك لأهمية الأحواض المختارة وزيادة درجة خطورتها، شكل (٢)، وتم حساب المعاملات المورفومترية لها.



المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على المرئيات الفضائية ***Land Sat-7 ETM+*** لعام ٢٠٠٣، والمرئيات الفضائية ***Land Sat-8 OLI/TRIS*** لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي ***(DEM)*** لعام ٢٠١٨، والخرائط الطبوغرافية للمنطقة مقياس ١ : ٥٠.٠٠٠، بعد المعالجة ببرنامج ***(ARC/GIS V. 10.8)***.

شكل (٢) أحواض التصريف بمنطقة الدراسة

تم تطبيق النمذجة الهيدرولوجية والهيدروليكية لشبكات التصريف بمنطقة الدراسة، وذلك لتقدير كميات السيول المحتمل حدوثها عند فترات رجوع مختلفة، وتمت النمذجة عن طريق تطبيق نموذج ***HEC-HMS***، وتم استخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لتوفير البيانات التي يحتاجها النموذج بدقة عالية، والمتمثلة في

الاستخلاص الآلي لشبكات التصريف، وتصنيف التربة والغطاء الأرضي، وحساب الغطاء النباتي، وتحديد المجموعات الهيدرولوجية للتربة، والمنحنى العددي ***CN***، والمنحنى العددي الموزون لأحواض وشبكات التصريف، وحساب زمني التركيز والتباطؤ، وتقدير عمق الأمطار، واعداد العاصفة التصميمة، وتلى ذلك تحليل نتائج النموذج على أحواض منطقة الدراسة، وشملت تقدير كمية السيول والتصرف وزمن الوصول لقمة التصرف، ثم التحليل الهيدرومورفومتري والهيدروجيومورفولوجي لتحديد درجات خطورة السيول.

ويقصد بالمعايير هى المعاملات المختلفة لأحواض التصريف والتي على أساسها يتم تحديد مناطق الخطورة ودرجاتها، ويمكن تحديد درجات خطورة الجريان السيلي بأحواض تصريف منطقة الدراسة اعتمادًا على المعاملات المورفومترية والهيدرولوجية، والتي أشار إليها ***(Alrikabi, A., et al, 2015, p. 1596)***، موضحاً أن بعض المعاملات ترتبط طرديًا مع درجة خطورة سيول الحوض، والبعض الآخر يرتبط عكسيًا، ولكي يتم استخدام جميع هذه المعاملات في تحديد خطورة سيول الأحواض لابد أن يتم ضبط وحدات قياسها عن طريق تحويلها إلى درجات معياري، حيث لا يمكن جمع قيم معاملات ذات وحدات قياس متنوعة، ولذلك يجب توحيد قيم هذه المعاملات في قيم ذات وحدات قياسية تتراوح من (٠ : ١)، على حسب درجتها المعيارية.

تم وضع المعاملات المستخدمة في مجموعتين على حسب طبيعة علاقتها الارتباطية والتي تربط بين قيم المعامل ودرجة خطورة الجريان السيلي، حيث تضم المجموعة الأولى المعاملات التي ترتبط طردياً مع درجة خطورة الجريان السيلي، وهي (معامل المساحة، معادل معدل الاستدارة، معامل التضرس، معامل قيمة الوعورة، معامل معدل الانحدار، معامل التكامل الهبسومتري، معامل أعداد المجاري، معامل أطوال المجاري، معامل معدل تكرار المجاري، معامل كثافة التصريف، قيمة المنحنى العددي الموزون، معامل صافي الجريان)، وتم تطبيق عليها المعادلة الأولي.

وعلى العكس في المجموعة الثانية والتي ضمت المعاملات التي ترتبط عكسياً مع درجات خطورة الجريان السيلي، وهي (معامل معدل الاستطالة، معامل معدل التشعب، معامل زمن التباطؤ، معامل زمن التركيز، معامل زمن النصريف)، وتم تطبيق عليها المعادلة الثانية.

- المعادلة الأولي : المستخدمة في المعاملات التي ترتبط طردياً مع درجة خطورة الجريان السيلي :

$$X' = \frac{X - min(X)}{max(X) - min(X)}$$

- المعادلة الثانية : المستخدمة في المعاملات التي ترتبط عكسياً مع درجة خطورة الجريان السيلي:

$$X' = 1 - \frac{X - min(X)}{max(X) - min(X)}$$

حيث أن :

X' = الدرجة المعيارية للمعامل. X = المعامل المورفومتري أو الهيدرولوجي.

$Min\ (X)$ = أقل قيمة مسجلة للمعامل. $Max\ \ (X)$= أكبر قيمة مسجلة للمعامل.

(Shi, Q., 2014, pp: 36-37)

١) تحديد درجات الخطورة حسب المعاملات التي ترتبط طردياً مع درجة خطورة الجريان السيلي :

تم استخدام أكثر من معامل مورفومتري وهيدرولوجي تتناسب جميعها طردياً مع درجات خطورة الجريان السيلي بمنطقة الدراسة، وهي (معامل المساحة، معامل معدل الاستدارة، معامل التضرس، معامل قيمة الوعورة، معامل معدل الانحدار، معامل التكامل الهبسومتري، معامل أعداد المجاري، معامل أطوال المجاري، معامل معدل تكرار المجاري، معامل كثافة التصريف، قيمة المنحنى العددي الموزون، معامل صافي الجريان)، وبعد تطبيق المعادلة الخاصة بها – المعادلة الأولى - تم حساب الدرجات المعيارية لكل معامل على حدى، وتم تقسيمها إلى أربع فئات لدرجات خطورة الجريان السيلي بالمنطقة وهي :

- أحواض قليلة الخطورة الدرجة المعيارية أقل من ٠.٢٥.
- أحواض متوسطة الخطورة الدرجة المعيارية من ٠.٢٥ : ٠.٥.
- أحواض خطرة الدرجة المعيارية من ٠.٥٠ : ٠.٧٥.
- أحواض شديدة الخطورة الدرجة المعيارية أكبر من ٠.٧٥.

جدول (١) الدرجة المعيارية للمعاملات التي ترتبط طردياً مع درجة خطورة الجريان السيلي

م	اسم الوادي	معامل المساحة	معامل معدل الاستدارة	معامل معدل التضرس	معامل قيمة الوعورة	معامل معدل الانحدار	معامل التكامل الهبسومتري	معامل أعداد المجاري	معامل أطوال المجاري	معامل تكرار المجاري	معامل كثافة التصريف	معامل المنحني العددي الموزون	معامل صافي الجريان
١	نزلة عمارة البحري	٠.٠٣	٠.٤٥	٠.٣١	٠.١٨	٠.١١	٠.١٦	٠.٠٣	٠.٠٣	٠.٠٩	٠.٣٨	٠.٤٣	٠.١٠
٢	نزلة عمارة القبلي	٠.٥٠	٠.١٧	٠.١٠	٠.٧١	٠.٣٤	٠.٠١	٠.٤٧	٠.٤٧	٠.٣٢	٠.٦٩	٠.٠٣	٠.٥٥
٣	نزلة خاطر١	٠.٠٢	٠.٢٦	٠.٣٤	٠.١٥	٠.١٠	٠.٢٩	٠.٠١	٠.٠١	٠.٠٧	٠.٠٠	٠.٦٥	٠.٠٥
٤	نزلة خاطر٢	٠.٠٤	٠.٥٧	٠.٣٤	٠.٢٨	٠.١٠	٠.١٥	٠.٠٤	٠.٠٤	٠.٢٧	٠.٤١	٠.٣٦	٠.١١
٥	الجبيرات	٠.٣٨	٠.١٣	٠.١١	١.٠٠	٠.٣٢	٠.٠٣	٠.٣٦	٠.٣٦	٠.٣٠	٠.٦٢	٠.٠٧	٠.٤٩
٦	نجع البوص	٠.٠٠	٠.٧٩	١.٠٠	٠.٤٨	٠.٠٠	٠.٨٣	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.١٩	٠.٩٧	٠.٧١	٠.٠٠
٧	طلعة الجاموسة	٠.٠٦	٠.٥٤	٠.٢٨	٠.٤٦	٠.١٢	٠.١١	٠.٠٦	٠.٠٦	٠.٢١	٠.٦٦	٠.٢٤	٠.١٨
٨	الجهيني	٠.٥٨	٠.٠٠	٠.٠٨	١.٠٠	٠.٤٠	٠.٠١	٠.٥١	٠.٥٦	٠.٢١	٠.٦٨	٠.٠١	٠.٢٠
٩	الغريزات	٠.٠٢	٠.٥٦	٠.٤٥	٠.٣٧	٠.٠٦	٠.٣٢	٠.٠١	٠.٠٢	٠.٢٨	٠.٧٧	٠.٤٩	٠.٠٤
١٠	أبوعزيز	٠.٠١	٠.٥٨	٠.٣٦	٠.٢٩	٠.٠٩	٠.٣٠	٠.٠١	٠.٠٢	٠.٣٣	١.٠٠	٠.٤٦	٠.٠٤
١١	المطيرة	٠.١٣	٠.٤٢	٠.١٦	٠.٤٣	٠.٢٣	٠.٠٥	٠.١٢	٠.١٣	٠.٢٦	٠.٧١	٠.٠٦	٠.٣٤
١٢	أبو رتاج	٠.٣٩	٠.٢٢	٠.١٠	٠.٦٦	٠.٣٣	٠.٠٢	٠.٣٦	٠.٣٧	٠.٢٦	٠.٦٦	٠.٠٩	٠.٧٢
١٣	نجع الغوانم	٠.٠٢	٠.٢٨	٠.٣٥	٠.٠٤	٠.٠٩	٠.٢٣	٠.٠٢	٠.٠٢	٠.١٣	٠.١٩	٠.٤٠	٠.٠٥
١٤	نجع حمد	٠.٠٧	٠.٤١	٠.٢٥	٠.٥١	٠.١٥	٠.١٠	٠.٠٦	٠.٠٧	٠.٢٢	٠.٧٢	٠.١٨	٠.١٩
١٥	دبوس مصاخة	٠.٠٣	٠.٥٤	٠.٣٦	٠.٤٨	٠.٠٩	٠.٢١	٠.٠٤	٠.٠٣	٠.٤٢	٠.٦٢	٠.٢٧	٠.٠٩
١٦	الكوامل البحري	٠.٠٣	٠.٢٣	٠.٢٥	٠.٢٨	٠.١٥	٠.١٨	٠.٠٣	٠.٠٣	٠.٣٧	٠.٤٩	٠.٥٢	٠.١٠
١٧	الكوامل القبلي	٠.٠٠	٠.٧٤	٠.٥٩	٠.٠٤	٠.٠٤	٠.٦٨	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٢٦	٠.٢٩	٠.٨٧	٠.٠٠
١٨	السقرية	٠.٠٠	١.٠٠	٠.٦٩	٠.٠٠	٠.٠٢	٠.٧١	٠.٠٠	٠.٠٠	١.٠٠	٠.٥٢	٠.٩٤	٠.٠٠
١٩	العمايدة	٠.٠١	٠.٦٧	٠.٤٢	٠.٠٦	٠.٠٧	٠.٣٧	٠.٠١	٠.٠١	٠.٤٣	٠.٤٠	٠.٦٨	٠.٠٢
٢٠	الشواولة	٠.١٠	٠.٢٥	٠.١٨	٠.٤٠	٠.٢٠	٠.٠٧	٠.٠٩	٠.١٠	٠.٢٢	٠.٧٣	٠.١٢	٠.٢٧
٢١	أولاد سلامة	٠.٠٠	٠.٣٠	٠.٤٣	٠.٠٥	٠.٠٧	٠.٥٨	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠١	٠.١٨	٠.٩٠	٠.٠١
٢٢	تاج الدير	٠.٢٠	٠.١٢	٠.٠٨	٠.٤٣	٠.٣٨	٠.٠٣	٠.١٧	٠.١٩	٠.١٣	٠.٦٢	٠.٠٧	٠.٤٣

٢٣	اليتيم ٢	٠.٥١	٠.٢٤	٠.٠٦	٠.٤٩	٠.٤٨	٠.٠١	٠.٤٩	٠.٤٨	٠.٣٢	٠.٦٥	٠.٠٦	٠.١٩
٢٤	بيت خلاف	٠.٠٦	٠.٦٢	٠.١٧	٠.٠١	٠.٢٢	٠.٠٧	٠.٠٦	٠.٠٦	٠.٣٦	٠.٦٦	٠.٣٣	٠.١٧
٢٥	اليتيم	١.٠٠	٠.٠١	٠.٠٠	٠.١٩	١.٠٠	٠.٠٠	١.٠٠	١.٠٠	٠.٤٠	٠.٨٥	٠.٠٠	٠.٧٦
٢٦	مصاطب زوسر	٠.٠٠	٠.٥٥	٠.٤٧	٠.١٠	٠.٠٦	٠.٤٦	٠.٠١	٠.٠١	٠.٤٥	٠.٧٩	٠.٨٤	٠.٠١
٢٧	بيت داود	٠.٠٠	٠.٦٦	٠.٦٦	٠.٠٦	٠.٠٣	٠.٦١	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.١٦	٠.٤٥	٠.٨١	٠.٠١
٢٨	المحاسنة	٠.٠٠	٠.٥٠	٠.٥٤	٠.٠٧	٠.٠٥	٠.٥٩	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.١٩	٠.٧٠	٠.٩٧	٠.٠١
٢٩	بيت علام	٠.٠١	٠.٤٩	٠.٣١	٠.٠٠	٠.١١	٠.٢٥	٠.٠١	٠.٠١	٠.٣٥	٠.٤٣	٠.٥٩	٠.٠٤
٣٠	الدخان	٠.١٤	٠.٢٦	٠.١٠	٠.٢٩	٠.٣٣	٠.٠٤	٠.١٢	٠.١٣	٠.٢١	٠.٦٤	٠.٢١	٠.٤٠
٣١	الشيخ الأقرع	٠.٠٠	٠.٤٨	٠.٥٤	٠.٠٥	٠.٠٥	٠.٥٩	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٥٣	١.٠٠	٠.٠١
٣٢	سمهود ٢	٠.٤٤	٠.٢٣	٠.٠٤	٠.١٢	٠.٥٩	٠.٠١	٠.٤١	٠.٤٤	٠.٢٩	٠.٨٢	٠.٠٧	١.٠٠
٣٣	سمهود ١	٠.٠٥	٠.٥١	٠.١٧	٠.٠٧	٠.٢٢	٠.١٠	٠.٠٤	٠.٠٤	٠.٣٢	٠.٧٢	٠.١٤	٠.١٢
٣٤	بنى حميل ٢	٠.٠٢	٠.٥٧	٠.٣٧	٠.١٦	٠.٠٩	٠.٢٧	٠.٠٢	٠.٠٢	٠.٥١	٠.٤٣	٠.٦٢	٠.٠٥
٣٥	حنفي	٠.٠٨	٠.٣١	٠.١٤	٠.٢٧	٠.٢٥	٠.٠٨	٠.٠٧	٠.٠٨	٠.٢٥	٠.٧٠	٠.٠٩	٠.٢٠
٣٦	بني حميل ١	٠.٠٠	٠.٧٤	٠.٨٠	٠.٢٨	٠.٠١	١.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٥٠	٠.٤٢	٠.٧٨	٠.٠٠
٣٧	نجع الغابات	٠.٠١	٠.٤٨	٠.٥٩	٠.٣٤	٠.٠٤	٠.٥٤	٠.٠١	٠.٠١	٠.٤٨	٠.٧٠	٠.٧٤	٠.٠٢
٣٨	الفطيرات	٠.٠١	٠.٦٢	٠.٧٠	٠.٤٢	٠.٠٢	٠.٤٨	٠.٠١	٠.٠١	٠.٤٥	٠.٤٩	٠.٥٥	٠.٠٣
٣٩	الجير	٠.٠٤	٠.٦١	٠.٣٨	٠.٣٤	٠.٠٨	٠.٢٠	٠.٠٣	٠.٠٣	٠.١٧	٠.١٠	٠.٣٠	٠.١٠
	المتوسط	٠.١٣	٠.٤٤	٠.٣٤	٠.٣٠	٠.١٨	٠.٢٨	٠.١٢	٠.١٢	٠.٢٩	٠.٥٧	٠.٤٣	٠.١٨
	الانحراف المعياري	٠.٢٢	٠.٢٢	٠.٢٣	٠.٢٥	٠.١٩	٠.٢٦	٠.٢١	٠.٢١	٠.١٧	٠.٢٢	٠.٣٢	٠.٢٤
	معامل الاختلاف	١٦٧.١٩	٥٠.٦٤	٦٨.٠٤	٨٣.٤٥	١٠٦.٣١	٩٤.٥٦	١٧٢.٤٩	١٧٠.٦٣	٥٨.٥٥	٣٨.٣٤	٧٤.١٣	١٢٩.٩٢

المصدر : الجدول من إعداد الطالب اعتماداً على برنامج ***(WMS V. 11.1)*** وتطبيق نموذج ***(HEC-HMS)***، والمرئيات الفضائية ***Land Sat-8 OLI/TRIS*** لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي ***(DEM)*** لعام ٢٠١٨، بعد المعالجة ببرنامج ***(ARC/GIS V. 10.8)***.

- **حسب الدرجة المعيارية لمعامل المساحة :**

من خلال الجدول (١) يلاحظ أن المتوسط العام للدرجة المعيارية لمعامل المساحة قد بلغ نحو ٠.١٣، وانحراف معياري وصل إلى ٠.٢٢، ومعامل اختلاف قدره ١٦٧.٢٪، مما يشير إلى عدم تجانس أحواض التصريف في الدرجة المعيارية لمعامل المساحة، وكان أقل الأحواض فى الدرجة المعيارية لمعامل المساحة حوض وادي (السقرية)، بينما أكبر الأحواض كان حوض وادي (اليتيم)، وقد تم تقسيم أحواض التصريف بمنطقة الدراسة إلى أربعة فئات حسب درجة خطورة الجريان السيلي، شكل (٣).

أحواض قليلة الخطورة :

وتضم إثنان وثلاثون حوضاً هي أحواض أودية (السقرية، بني حميل١، الكوامل القبلي، المحاسنة، نجع البوص، الشيخ الأقرع، بيت داود، أولاد سلامة، مصاطب زوسر، نجع الغابات، العمايدة، الفطيرات، بيت علام، أبو عزيز، الغريزات، بني حميل٢، نزلة خاطر١، نجع الغوانم، الكوامل البحري، دبوس مصاخة، نزلة عمارة البحري، الجير، نزلة خاطر٢، سمهود١، بيت خلاف، طلعة الجاموسة، نجع حمد، حنفي، الشواولة، المطيرة، الدخان، تاج الدير)، أى بنسبة ٨٢.١٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض متوسطة الخطورة :

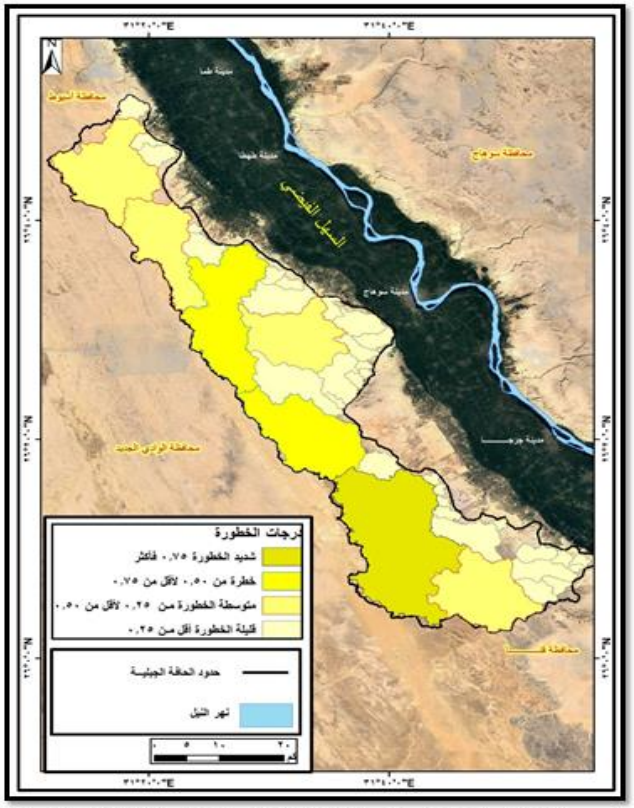
وهى تشمل أربعة أحواض هي أحواض أودية (الجبيرات، أبو رتاج، سمهود٢، نزلة عمارة القبلي) بنسبة بلغت ١٠.٣٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض خطرة :

وتضم حوضي واديي (اليتيم٢، الجهيني) أى بنسبة ٥.١٪ من جملة أحواض المنطقة.

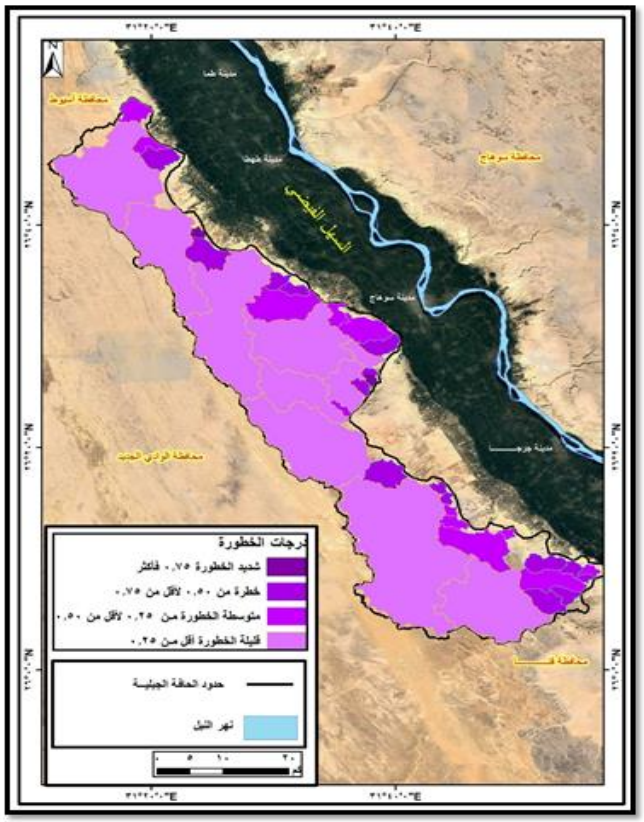
أحواض شديدة الخطورة :

وتضم حوض وادي (اليتيم)، بنسبة ٢.٦٪ من جملة أحواض المنطقة.



المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على برنامج *(WMS V. 11.1)* وتطبيق نموذج *(HEC-HMS)*، والمرئيات الفضائية *Land Sat-8 OLI/TRIS* لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي *(DEM)* لعام ٢٠١٨، بعد المعالجة ببرنامج *(ARC/GIS V. 10.8)*.

شكل (٣) التوزيع المكاني لدرجات الخطورة بمنطقة الدراسة حسب الدرجة المعيارية لمعامل المساحة



المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على برنامج *(WMS V. 11.1)* وتطبيق نموذج *(HEC-HMS)*، والمرئيات الفضائية *Land Sat-8 OLI/TRIS* لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي *(DEM)* لعام ٢٠١٨، بعد المعالجة ببرنامج *(ARC/GIS V. 10.8)*.

شكل (٤) التوزيع المكاني لدرجات الخطورة بمنطقة الدراسة حسب الدرجة المعيارية لمعامل معدل الاستدارة

- **حسب الدرجة المعيارية لمعامل معدل الاستدارة :**

من خلال الجدول (١) يلاحظ أن المتوسط العام للدرجة المعيارية لمعامل معدل الاستدارة قد بلغ نحو ٠.٤٤، وانحراف معياري وصل إلى ٠.٢٢، ومعامل اختلاف قدره ٥٠.٦٪، مما يشير إلى تجانس أحواض التصريف في الدرجة المعيارية لمعامل معدل الاستدارة، وكان أقل الأحواض فى الدرجة المعيارية لمعامل معدل الاستدارة حوض وادي (الجهيني)، بينما أكبر الأحواض كان حوض وادي (السقرية)، وقد تم تقسيم أحواض التصريف بمنطقة الدراسة إلى أربعة فئات حسب درجة خطورة الجريان السيلي، شكل (٤).

أحواض قليلة الخطورة :

وتضم عشرة أحواض هي أحواض أودية (الجهيني، اليتيم، تاج الدير، الجبيرات، نزلة عمارة القبلي، أبو رتاج، الكوامل البحري، سمهود٢، اليتيم٢، الشواولة)، أى بنسبة ٢٥.٦٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض متوسطة الخطورة :

وهى تشمل أثنى عشر حوضاً هي أحواض أودية (الدخان، نزلة خاطر١، نجع الغوانم، أولاد سلامة، حنفي، نجع حمد، المطيرة، نزلة عمارة البحري، الشيخ الأقرع، نجع الغابات، بيت علام، المحاسنة) بنسبة بلغت ٣٠.٨٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض خطرة :

وتضم خمسة عشر حوضاً هي أحواض أودية (سمهود١، دبوس مصاخة، طلعة الجاموسة، مصاطب زوسر، الغريزات، بني حميل٢، نزلة خاطر٢، أبو عزيز، الجير، الفطيرات، بيت خلاف، بيت داود، العمايدة، بني حميل١، الكوامل القبلي) أى بنسبة ٣٨.٥٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض شديدة الخطورة :

وتضم حوضي واديي (نجع البوص، السقرية)، بنسبة ٥.١٪ من جملة أحواض المنطقة.

- **حسب الدرجة المعيارية لمعامل معدل التضرس :**

من خلال الجدول (١) يلاحظ أن المتوسط العام للدرجة المعيارية لمعامل معدل التضرس قد بلغ نحو ٠.٣٤، وانحراف معياري وصل إلى ٠.٢٢، ومعامل اختلاف قدره ٦٨.٠٪، مما يشير إلى تجانس أحواض التصريف في الدرجة المعيارية لمعامل معدل التضرس، وكان أقل الأحواض فى الدرجة المعيارية لمعامل معدل التضرس حوض وادي (اليتيم)، بينما أكبر الأحواض كان حوض وادي (نجع البوص)، وقد تم تقسيم أحواض التصريف بمنطقة الدراسة إلى أربعة فئات حسب درجة خطورة الجريان السيلي، شكل (٥).

أحواض قليلة الخطورة :

وتضم ستة عشر حوضاً هي أحواض أودية (اليتيم، سمهود٢، اليتيم٢، الجهيني، تاج الدير، نزلة عمارة القبلين، أبو رتاج، الدخان، الجبيرات، حنفي، المطيرة، سمهود١، بيت خلاف، الشواولة، الكوامل البحري، نجع حمد)، أى بنسبة ٤١.٠٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض متوسطة الخطورة :

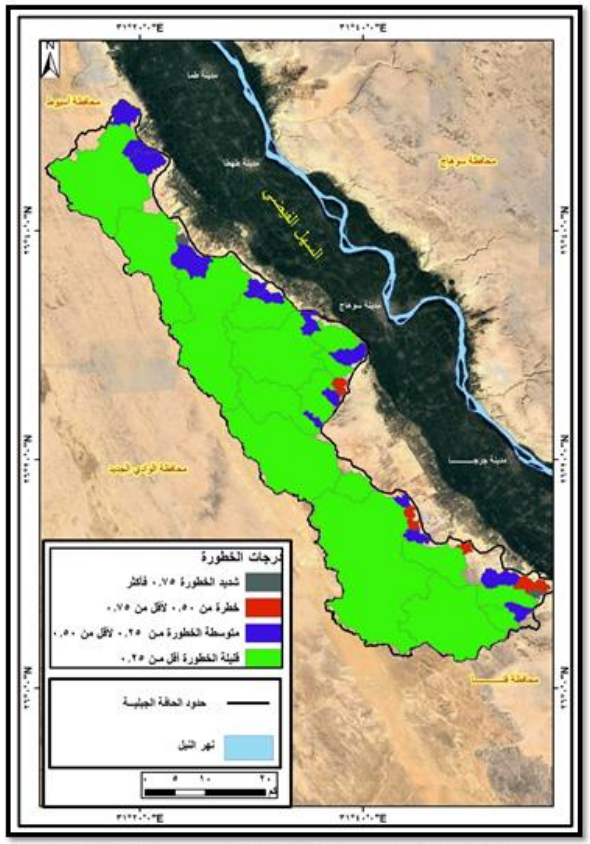
وهى تشمل أربعة عشر حوضاً هي أحواض أودية (طلعة الجاموسة، بيت علام، نزلة عمارة البحري، نزلة خاطر٢، نزلة خاطر١، نجع الغوانم، دبوس مصاخة، أبو عزيز، بني حميل٢، الجير، العمايدة، أولاد سلامة، الغريزات، مصاطب زوسر) بنسبة بلغت ٣٥.٩٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض خطرة :

وتضم سبعة أحواض هي أحواض أودية (الشيخ الأقرع، المحاسنة، نجع الغابات، الكوامل القبلي، بيت داود، السقرية، الفطيرات) أى بنسبة ١٧.٩٪ من جملة أحواض المنطقة.

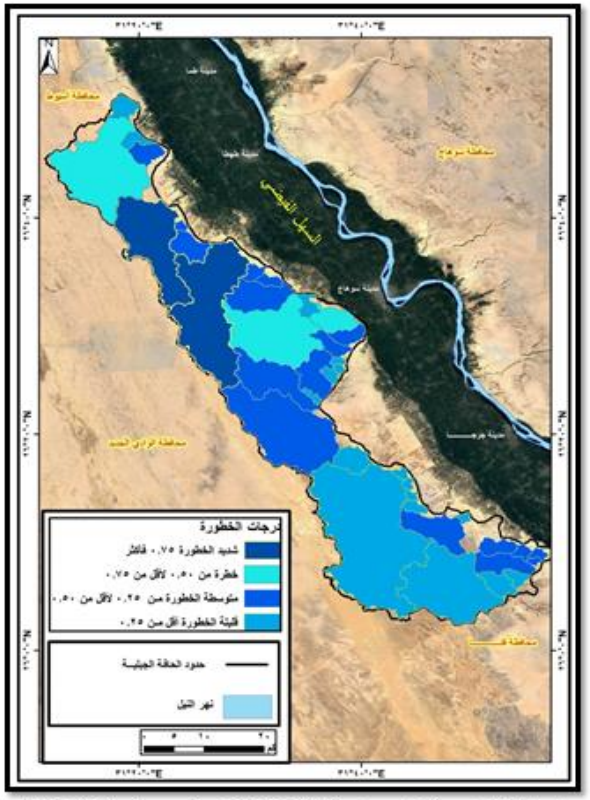
أحواض شديدة الخطورة :

وتضم حوضي واديي (بني حميل١، نجع البوص)، بنسبة ٥.١٪ من جملة أحواض المنطقة.



المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على برنامج *(WMS V. 11.1)* وتطبيق نموذج *(HEC-HMS)*، والمرئيات الفضائية *Land Sat-8 OLI/TRIS* لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي *(DEM)* لعام ٢٠١٨، بعد المعالجة ببرنامج *(ARC/GIS V. 10.8)*.

شكل (٥) التوزيع المكاني لدرجات الخطورة بمنطقة الدراسة حسب الدرجة المعيارية لمعامل معدل التضرس



المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على برنامج *(WMS V. 11.1)* وتطبيق نموذج *(HEC-HMS)*، والمرئيات الفضائية *Land Sat-8 OLI/TRIS* لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي *(DEM)* لعام ٢٠١٨، بعد المعالجة ببرنامج *(ARC/GIS V. 10.8)*.

شكل (٦) التوزيع المكاني لدرجات الخطورة بمنطقة الدراسة حسب الدرجة المعيارية لمعامل قيمة الوعورة

- **حسب الدرجة المعيارية لمعامل قيمة الوعورة :**

من خلال الجدول (١) يلاحظ أن المتوسط العام للدرجة المعيارية لمعامل قيمة الوعورة قد بلغ نحو ٠.٣٠، وانحراف معياري وصل إلى ٠.٢٥، ومعامل اختلاف قدره ٨٣.٠٪، مما يشير إلى تجانس أحواض التصريف في الدرجة المعيارية لمعامل قيمة الوعورة، وكان أقل الأحواض فى الدرجة المعيارية لمعامل قيمة الوعورة حوض وادي (السقرية)، بينما أكبر الأحواض كان حوض وادي (الجبيرات)، وقد تم تقسيم أحواض التصريف بمنطقة الدراسة إلى أربعة فئات حسب درجة خطورة الجريان السيلي، شكل (٦).

أحواض قليلة الخطورة :

وتضم سبعة عشر حوضاً هي أحواض أودية (السقرية، بيت علام، بيت خلاف، نجع الغوانم، الكوامال القبلي، أولاد سلامة، الشيخ الأقرع، العمايدة، بيت داود، سمهود١، المحاسنة، مصاطب زوسر، سمهود٢، نزلة خاطر١، بني حميل٢، نزلة عمارة البحري، اليتيم)، أى بنسبة ٤٣.٦٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض متوسطة الخطورة :

وهى تشمل سبعة عشر حوضاً هي أحواض أودية (حنفي، الكوامل البحري، نزلة خاطر٢، بني حميل١، الدخان، أبو عزيز، نجع الغابات، الجير، الغريزات، الشواولة، الفطيرات، تاج الدير، المطيرة، طلعة الجاموسة، دبوس مصاخة، نجع البوص، اليتيم٢) بنسبة بلغت ٤٣.٦٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض خطرة :

وتضم ثلاثة أحواض هي أحواض أودية (نجع حمد، أبو رتاج، نزلة عمارة القبلي) أى بنسبة ٧.٧٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض شديدة الخطورة :

وتضم حوضي واديي (الجهيني، الجبيرات)، بنسبة ٥.١٪ من جملة أحواض المنطقة.

- **حسب الدرجة المعيارية لمعامل معدل الانحدار :**

من خلال الجدول (١) يلاحظ أن المتوسط العام للدرجة المعيارية لمعامل معدل الانحدار قد بلغ نحو ٠.١٨، وانحراف معياري وصل إلى ٠.١٩، ومعامل اختلاف قدره ١٠٦.٣٪، مما يشير إلى عدم وجود تجانس بين أحواض التصريف في الدرجة المعيارية لمعامل معدل الانحدار، وكان أقل الأحواض فى الدرجة المعيارية لمعامل معدل الانحدار حوض وادي (نجع البوص)، بينما أكبر الأحواض كان حوض وادي (اليتيم)، وقد تم تقسيم أحواض التصريف بمنطقة الدراسة إلى أربعة فئات حسب درجة خطورة الجريان السيلي، شكل (٧).

أحواض قليلة الخطورة :

وتضم ثلاثون حوضاً هي أحواض أودية (نجع البوص، بني حميل١، الفطيرات، السقرية، بيت داود، الكوامل القبلي، نجع الغابات، المحاسنة، الشيخ الأقرع، مصاطب زوسر، الغريزات، أولاد سلامة، العمايدة، الجير، بني حميل٢، أبو عزيز، دبوس مصاخة، نجع الغوانم، نزلة خاطر١، نزلة خاطر٢، نزلة عمارة البحري، بيت علام، طلعة الجاموسة، نجع حمد، الكوامل البحري، الشواولة، بيت خلاف، سمهود١، المطيرة، حنفي)، أى بنسبة ٧٦.٩٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض متوسطة الخطورة :

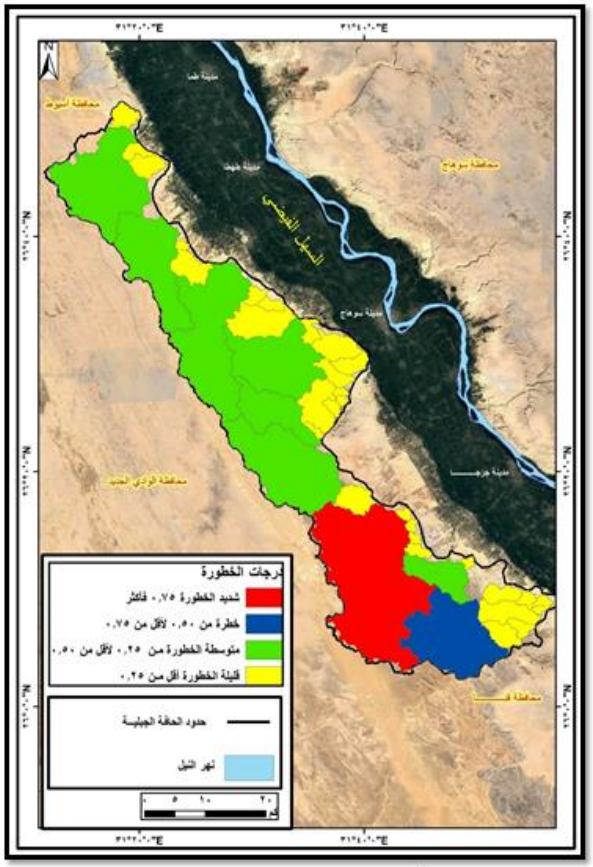
وهى تشمل سبعة أحواض هي أحواض أودية (الجبيرات، الدخان، أبو رتاج، نزلة عمارة القبلي، تاج الدير، الجهيني، اليتيم٢) بنسبة بلغت ١٧.٩٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض خطرة :

وتضم حوض وادي (سمهود٢) أى بنسبة ٢.٦٪ من جملة أحواض المنطقة.

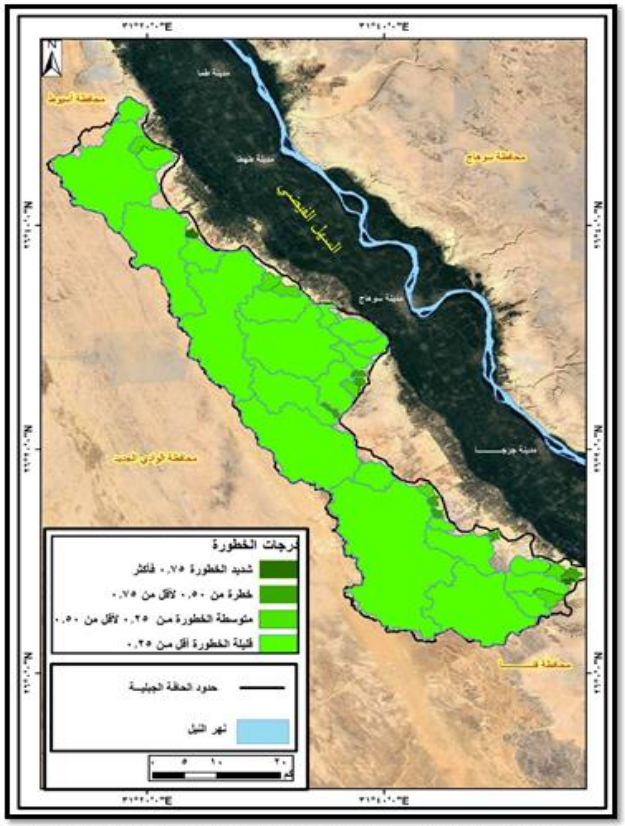
أحواض شديدة الخطورة :

وتضم حوض وادي (اليتيم) أى بنسبة ٢.٦٪ من جملة أحواض المنطقة.



المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على برنامج *(WMS V. 11.1)* وتطبيق نموذج *(HEC-HMS)*، والمرئيات الفضائية *Land Sat-8 OLI/TRIS* لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي *(DEM)* لعام ٢٠١٨، بعد المعالجة ببرنامج *(ARC/GIS V. 10.8)*.

شكل (٧) التوزيع المكاني لدرجات الخطورة بمنطقة الدراسة حسب الدرجة المعيارية لمعامل معدل الانحدار



المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على برنامج *(WMS V. 11.1)* وتطبيق نموذج *(HEC-HMS)*، والمرئيات الفضائية *Land Sat-8 OLI/TRIS* لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي *(DEM)* لعام ٢٠١٨، بعد المعالجة ببرنامج *(ARC/GIS V. 10.8)*.

شكل (٨) التوزيع المكاني لدرجات الخطورة بمنطقة الدراسة حسب الدرجة المعيارية لمعامل التكامل الهيبسومتري

- **حسب الدرجة المعيارية لمعامل التكامل الهبسومتري :**

من خلال الجدول (١) يلاحظ أن المتوسط العام للدرجة المعيارية لمعامل التكامل الهبسومتري قد بلغ نحو ٠.٢٨، وانحراف معياري وصل إلى ٠.٢٦، ومعامل اختلاف قدره ٩٤.٦٪، مما يشير إلى عدم تجانس أحواض التصريف في الدرجة المعيارية لمعامل التكامل الهبسومتري، وكان أقل الأحواض فى الدرجة المعيارية لمعامل التكامل الهبسومتري حوض وادي (اليتيم)، بينما أكبر الأحواض كان حوض وادي (بني حميل١)، وقد تم تقسيم أحواض التصريف بمنطقة الدراسة إلى أربعة فئات حسب درجة خطورة الجريان السيلي، شكل (٨).

أحواض قليلة الخطورة :

وتضم ثلاثة وعشرون حوضاً هي أحواض أودية (اليتيم، سمهود٢، اليتيم٢، نزلة عمارة القبلي، الجهيني، أبو رتاج، الجبيرات، تاج الدير، الدخان، المطيرة، الشواولة، بيت خلاف، حنفي، سمهود١، نجع حمد، طلعة الجاموسة، نزلة خاطر٢، نزلة عمارة البحري، الجير، دبوس مصاخة، نجع الغوانم، بيت خلاف)، أى بنسبة ٥٨.٩٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض متوسطة الخطورة :

وهى تشمل سبعة أحواض هي أحواض أودية (بني حميل٢، نزلة خاطر١، أبو عزيز، الغريزات، العمايدة، مصاطب زوسر، الفطيرات) بنسبة بلغت ١٧.٩٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض خطرة :

وتضم سبعة أحواض هي أحواض أودية (نجع الغابات، أولاد سلامة، المحاسنة، الشيخ الأقرع، بيت داود، الكوامل القبلي، السقرية) أى بنسبة ١٧.٩٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض شديدة الخطورة :

وتضم حوضي واديي (نجع البوص، بني حميل١)، بنسبة ٥.١٪ من جملة أحواض المنطقة.

- **حسب الدرجة المعيارية لمعامل أعداد المجاري :**

من خلال الجدول (١) يلاحظ أن المتوسط العام للدرجة المعيارية لمعامل أعداد المجاري قد بلغ نحو ٠.١٢، وانحراف معياري وصل إلى ٠.٢١، ومعامل اختلاف قدره ١٧٢.٥٪، مما يشير إلى عدم وجود تجانس بين أحواض التصريف في الدرجة المعيارية لمعامل أعداد المجاري، وكان أقل الأحواض فى الدرجة المعيارية لمعامل أعداد المجاري حوض وادي (الشيخ الأقرع)، بينما أكبر الأحواض كان حوض وادي (اليتيم)، وقد تم تقسيم أحواض التصريف بمنطقة الدراسة إلى أربعة فئات حسب درجة خطورة الجريان السيلي، شكل (٩).

أحواض قليلة الخطورة :

وتضم إثنان وثلاثون حوضاً هي أحواض أودية (الشيخ الأقرع، نجع البوص، الكوامل القبلي، أولاد سلامة، بيت داود، المحاسنة، بني حميل١، السقرية، مصاطب زوسر، نجع الغابات، العمايدة، الفطيرات، نزلة خاطر١، أبو عزيز، بيت علام، الغريزات، نجع الغوانم، بني حميل٢، نزلة عمارة البحري، الجير، الكوامل البحري، دبوس مصاخة، نزلة خاطر٢، سمهود١، طلعة الجاموسة، بيت خلاف، نجع حمد، حنفي، الشواولة، المطيرة، الدخان، تاج الدير)، أى بنسبة ٨٢.١٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض متوسطة الخطورة :

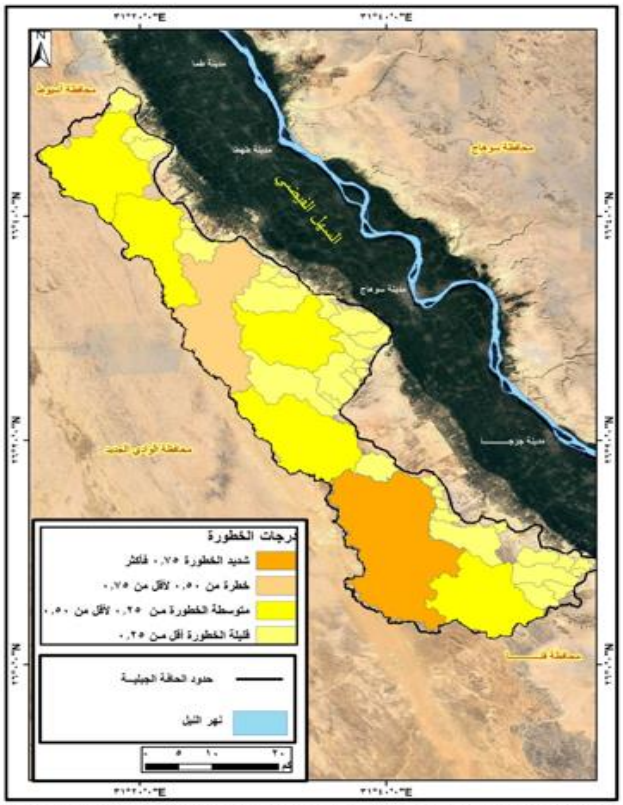
وهى تشمل خمسة أحواض هي أحواض أودية (الجبيرات، أبو رتاج، سمهود٢، نزلة عمارة القبلي، اليتيم٢) بنسبة بلغت ١٢.٨٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض خطرة :

وتضم حوض وادي (الجهيني) أى بنسبة ٢.٦٪ من جملة أحواض المنطقة.

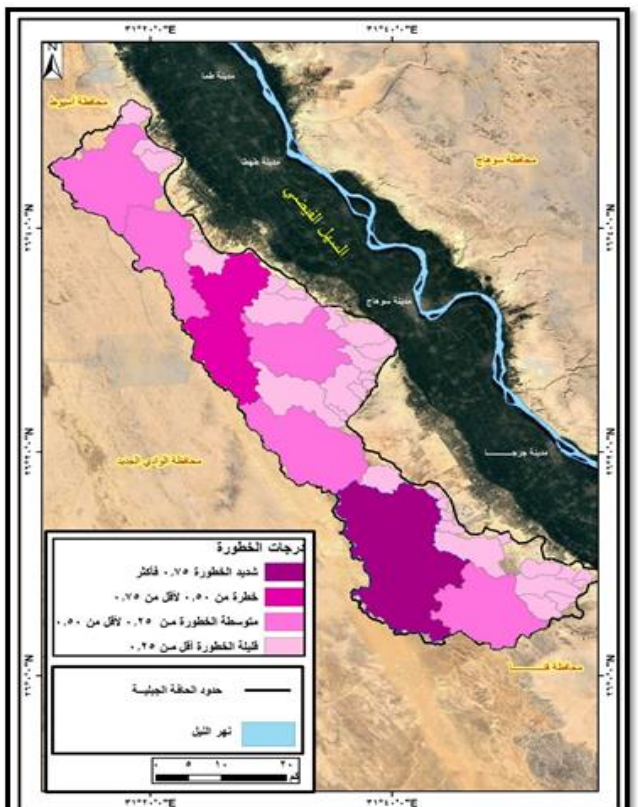
أحواض شديدة الخطورة :

وتضم حوض وادي (اليتيم) أى بنسبة ٢.٦٪ من جملة أحواض المنطقة.



المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على برنامج *(WMS V. 11.1)* وتطبيق نموذج *(HEC-HMS)*، والمرئيات الفضائية *Land Sat-8 OLI/TRIS* لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي *(DEM)* لعام ٢٠١٨، بعد المعالجة ببرنامج *(ARC/GIS V. 10.8)*.

شكل (٩) التوزيع المكاني لدرجات الخطورة بمنطقة الدراسة حسب الدرجة المعيارية لمعامل أعداد المجاري



المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على برنامج *(WMS V. 11.1)* وتطبيق نموذج *(HEC-HMS)*، والمرئيات الفضائية *Land Sat-8 OLI/TRIS* لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي *(DEM)* لعام ٢٠١٨، بعد المعالجة ببرنامج *(ARC/GIS V. 10.8)*.

شكل (١٠) التوزيع المكاني لدرجات الخطورة بمنطقة الدراسة حسب الدرجة المعيارية لمعامل أطوال المجاري

- **حسب الدرجة المعيارية لمعامل أطوال المجاري :**

من خلال الجدول (١) يلاحظ أن المتوسط العام للدرجة المعيارية لمعامل أطوال المجاري قد بلغ نحو ٠.١٢، وانحراف معياري وصل إلى ٠.٢١، ومعامل اختلاف قدره ١٧٠.٦٪، مما يشير إلى عدم تجانس أحواض التصريف في الدرجة المعيارية لمعامل أطوال المجاري، وكان أقل الأحواض فى الدرجة المعيارية لمعامل أطوال المجاري حوض وادي (السقرية)، بينما أكبر الأحواض كان حوض وادي (اليتيم)، وقد تم تقسيم أحواض التصريف بمنطقة الدراسة إلى أربعة فئات حسب درجة خطورة الجريان السيلي، شكل (١٠).

أحواض قليلة الخطورة :

وتضم إثنان وثلاثون حوضاً هي أحواض أودية (السقرية، بني حميل١، الكوامل القبلي، بيت داود، الشيخ الأقرع، أولاد سلامة، المحاسنة، نجع البوص، مصاطب زوسر، نجع الغابات، العمايدة، الفطيرات، بيت علام، نزلة خاطر١، بني حميل٢، نجع الغوانم، أبو عزيز، الغريزات، الجير، نزلة عمارة البحري، الكوامل البحري، دبوس مصاخة، نزلة خاطر٢، سمهود١، بيت خلاف، طلعة الجاموسة، نجع حمد، حنفي، الشواولة، المطيرة، الدخان، تاج الدير)، أى بنسبة ٨٢.١٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض متوسطة الخطورة :

وهى تشمل سبعة عشر حوضاً هي أحواض أودية (الجبيرات، أبو رتاج، سمهود٢، نزلة عمارة القبلي، اليتيم٢) بنسبة بلغت ١٢.٨٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض خطرة :

وتضم حوض وادي (الجهيني) أى بنسبة ٢.٦٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض شديدة الخطورة :

وتضم حوض وادي (اليتيم)، بنسبة ٢.٦٪ من جملة أحواض المنطقة.

- **حسب الدرجة المعيارية لمعامل معدل تكرار المجاري :**

من خلال الجدول (١) يلاحظ أن المتوسط العام للدرجة المعيارية لمعامل معدل تكرار المجاري قد بلغ نحو ٠.٢٩، وانحراف معياري وصل إلى ٠.١٧، ومعامل اختلاف قدره ٥٨.٦٠٪، مما يشير إلى تجانس أحواض التصريف في الدرجة المعيارية لمعامل معدل تكرار المجاري، وكان أقل الأحواض فى الدرجة المعيارية لمعامل معدل تكرار المجاري حوض وادي (الشيخ الأقرع)، بينما أكبر الأحواض كان حوض وادي (السقرية)، وقد تم تقسيم أحواض التصريف بمنطقة الدراسة إلى أربعة فئات حسب درجة خطورة الجريان السيلي، شكل (١١).

أحواض قليلة الخطورة :

وتضم ستة عشر حوضاً هي أحواض أودية (الشيخ الأقرع، أولاد سلامة، نزلة خاطر١، نزلة عمارة البحري، تاج الدير، نجع الغوانم، بيت داود، الجير، نجع البوص، المحاسنة، الدخان، طلعة الجاموسة، الجهيني، الشواولة، نجع حمد، حنفي)، أى بنسبة ٤١.٠٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض متوسطة الخطورة :

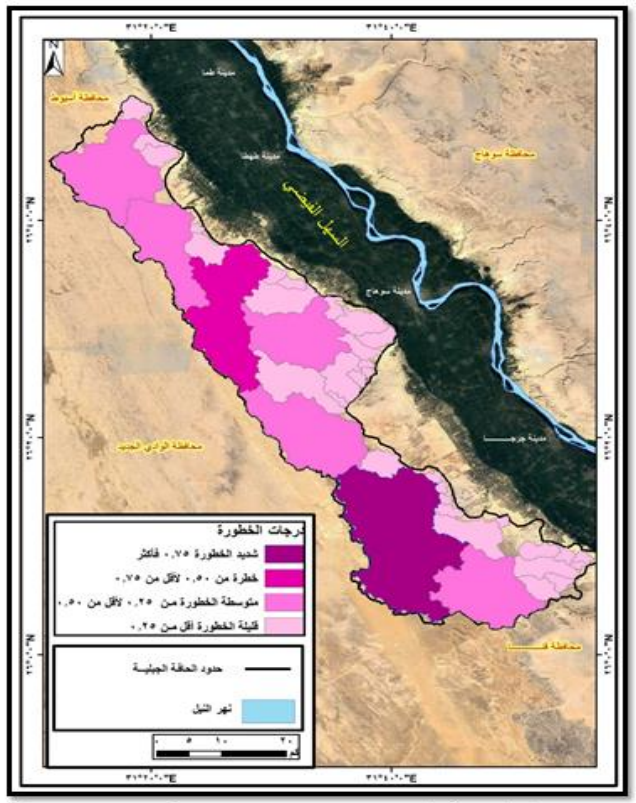
وهى تشمل احدى وعشرون حوضاً هي أحواض أودية (أبو رتاج، الكوامل القبلي، المطيرة، نزلة خاطر٢، الغريزات، سمهود٢، الجبيرات، سمهود١، نزلة عمارة القبلي، اليتيم٢، أبو عزيز، بيت علام، بيت خلاف، الكوامل البحري، اليتيم، دبوس مصاخة، العمايدة، مصاطب زوسر، نجع الغابات، بني حميل١) بنسبة بلغت ٥٣.٩٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض خطرة :

وتضم حوض وادي (بني حميل٢) أى بنسبة ٢.٦٪ من جملة أحواض المنطقة.

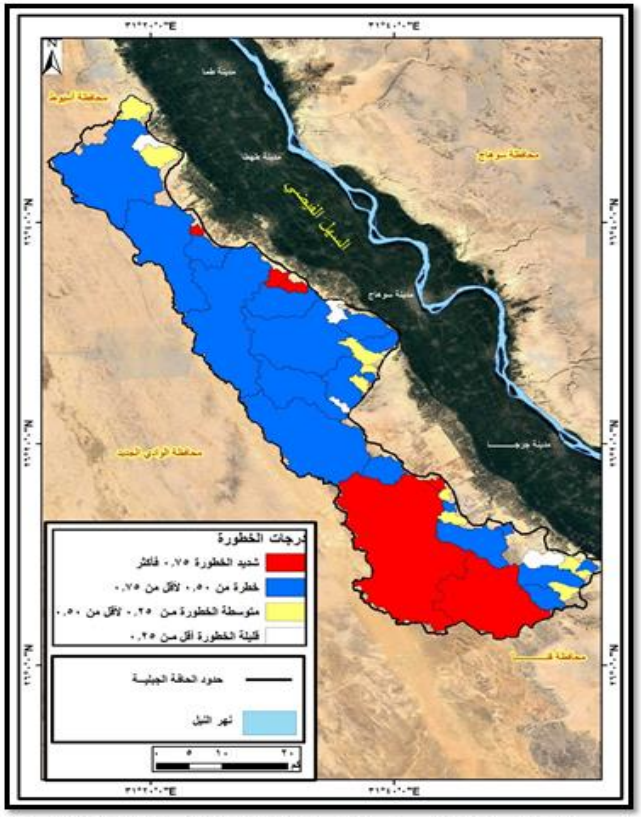
أحواض شديدة الخطورة :

وتضم حوض وادي (السقرية)، بنسبة ٢.٦٪ من جملة أحواض المنطقة.



المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على برنامج *(WMS V. 11.1)* وتطبيق نموذج *(HEC-HMS)*، والمرئيات الفضائية *Land Sat-8 OLI/TRIS* لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي *(DEM)* لعام ٢٠١٨، بعد المعالجة ببرنامج *(ARC/GIS V. 10.8)*.

شكل (١١) التوزيع المكاني لدرجات الخطورة بمنطقة الدراسة حسب الدرجة المعيارية لمعامل معدل تكرار المجاري



المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على برنامج *(WMS V. 11.1)* وتطبيق نموذج *(HEC-HMS)*، والمرئيات الفضائية *Land Sat-8 OLI/TRIS* لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي *(DEM)* لعام ٢٠١٨، بعد المعالجة ببرنامج *(ARC/GIS V. 10.8)*.

شكل (١٢) التوزيع المكاني لدرجات الخطورة بمنطقة الدراسة حسب الدرجة المعيارية لمعامل كثافة التصريف

- **حسب الدرجة المعيارية لمعامل كثافة التصريف :**

من خلال الجدول (١) يلاحظ أن المتوسط العام للدرجة المعيارية لمعامل كثافة التصريف قد بلغ نحو ٠.٥٧، وانحراف معياري وصل إلى ٠.٢٢، ومعامل اختلاف قدره ٣٨.٣٪، مما يشير إلى وجود تجانس كبير بين أحواض التصريف في الدرجة المعيارية لمعامل كثافة التصريف، وكان أقل الأحواض فى الدرجة المعيارية لمعامل كثافة التصريف حوض وادي (نزلة خاطر١)، بينما أكبر الأحواض كان حوض وادي (أبو عزيز)، وقد تم تقسيم أحواض التصريف بمنطقة الدراسة إلى أربعة فئات حسب درجة خطورة الجريان السيلي، شكل (١٢).

أحواض قليلة الخطورة :

وتضم أربعة أحواض هي أحواض أودية (نزلة خاطر١، الجير، أولاد سلامة، نجع الغوانم)، أى بنسبة ١٠.٣٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض متوسطة الخطورة :

وهى تشمل عشرة أحواض هي أحواض أودية (الكوامل القبلي، نزلة عمارة البحري، العمايدة، نزلة خاطر٢، بني حميل١، بيت علام، بني حميل٢، بيت داود، الكوامل البحرين الفطيرات) بنسبة بلغت ٢٥.٦٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض خطرة :

وتضم تسعة عشر حوضاً هي أحواض أودية (السقرية، الشيخ الأقرع، الجبيرات، تاج الدير، دبوس مصاخة، الدخان، اليتيم٢، أبو رتاج، طلعة الجاموسة، بيت خلاف، الجهيني، نزلة عمارة القبلي، نجع الغابات، حنفي، المحاسنة، المطيرة، سمهود١، نجع حمد، الشواولة) أى بنسبة ٤٨.٧٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض شديدة الخطورة :

وتضم سنة أحواض هي أحواض أودية (الغريزات، مصاطب زوسر، سمهود١، اليتيم، نجع البوص، أبو عزيز)، بنسبة ١٥.٤٪ من جملة أحواض المنطقة.

- **حسب الدرجة المعيارية لمعامل قيمة المنحنى العددي الموزون :**

من خلال الجدول (١) يلاحظ أن المتوسط العام للدرجة المعيارية لمعامل قيمة المنحنى العددي الموزون قد بلغ نحو ٠.٤٣، وانحراف معياري وصل إلى ٠.٣٢، ومعامل اختلاف قدره ٧٤.١٪، مما يشير إلى تجانس أحواض التصريف في الدرجة المعيارية لمعامل قيمة المنحنى العددي الموزون، وكان أقل الأحواض فى الدرجة المعيارية لمعامل قيمة المنحنى العددي الموزون حوض وادي (اليتيم)، بينما أكبر الأحواض كان حوض وادي (الشيخ الأقرع)، وقد تم تقسيم أحواض التصريف بمنطقة الدراسة إلى أربعة فئات حسب درجة خطورة الجريان السيلي، شكل (١٣).

أحواض قليلة الخطورة :

وتضم خمسة عشر حوضاً هي أحواض أودية (اليتيم، الجهيني، نزلة عمارة القبلي، اليتيم٢، المطيرة، سمهود٢، الجبيرات، تاج الدير، حنفي، أبو رتاج، الشواولة، سمهود١، نجع حمد، الدخان، طلعة الجاموسة)، أى بنسبة ٣٨.٥٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض متوسطة الخطورة :

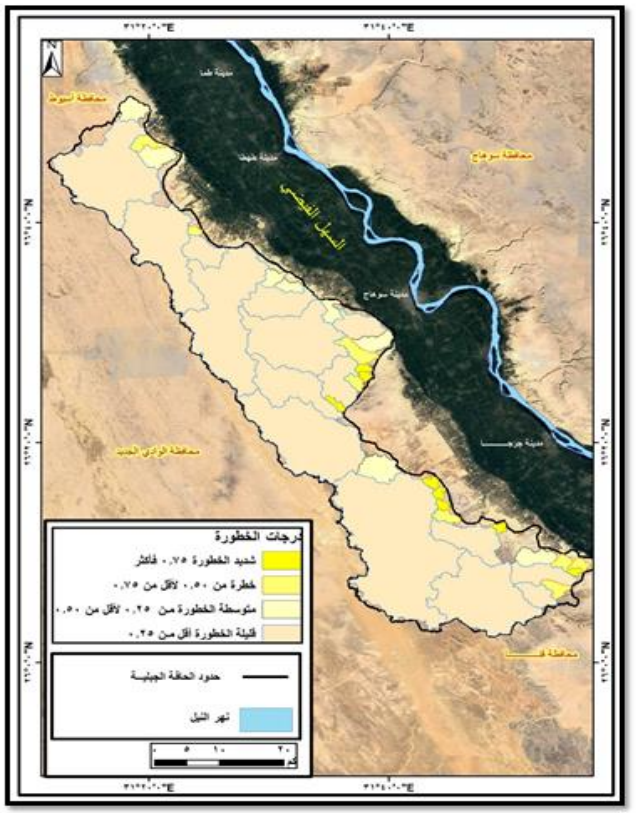
وهى تشمل ثمانية أحواض هي أحواض أودية (دبوس مصاخة، الجير، بيت خلاف، نزلة خاطر٢، نجع الغوانم، نزلة عمارة البحري، أبو عزيز، الغريزات) بنسبة بلغت ٢٠.٥٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض خطرة :

وتضم ثمانية أحواض هي أحواض أودية (الكوامل البحري، الفطيرات، بيت علام، بني حميل٢، نزلة خاطر١، العمايدة، نجع البوص، نجع الغابات) أى بنسبة ٢٠.٥٪ من جملة أحواض المنطقة.

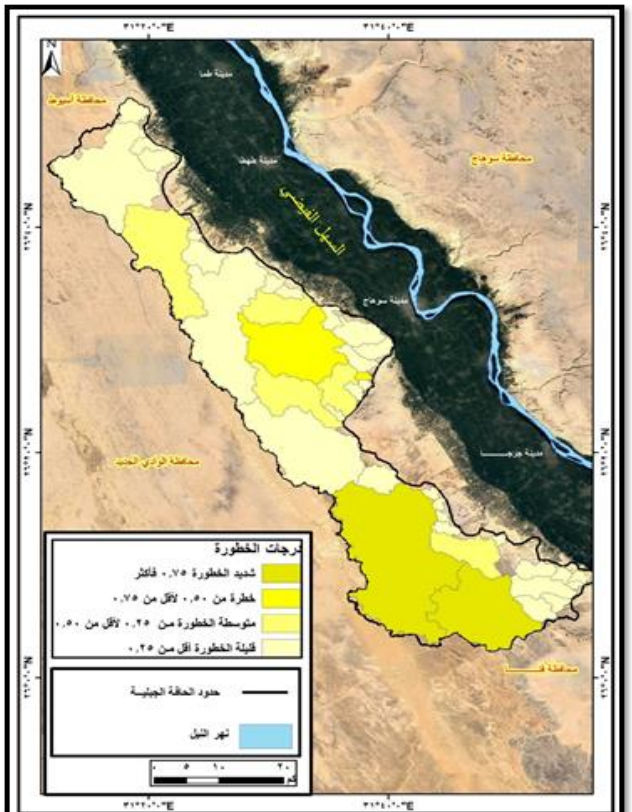
أحواض شديدة الخطورة :

وتضم ثمانية أحواض هي أحواض أودية (بني حميل١، بيت داود، مصاطب زوسر، الكوامل القبلي، أولاد سلامة، السقرية، المحاسنة، الشيخ الأقرع)، بنسبة ٢٠.٥٪ من جملة أحواض المنطقة.



المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على برنامج *(WMS V. 11.1)* وتطبيق نموذج *(HEC-HMS)*، والمرئيات الفضائية *Land Sat-8 OLI/TRIS* لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي *(DEM)* لعام ٢٠١٨، بعد المعالجة ببرنامج *(ARC/GIS V. 10.8)*.

شكل (١٣) التوزيع المكاني لدرجات الخطورة بمنطقة الدراسة حسب الدرجة المعيارية لمعامل قيمة المنحنى العددي الموزون



المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على برنامج *(WMS V. 11.1)* وتطبيق نموذج *(HEC-HMS)*، والمرئيات الفضائية *Land Sat-8 OLI/TRIS* لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي *(DEM)* لعام ٢٠١٨، بعد المعالجة ببرنامج *(ARC/GIS V. 10.8)*.

شكل (١٤) التوزيع المكاني لدرجات الخطورة بمنطقة الدراسة حسب الدرجة المعيارية لمعامل صافي الجريان

حسب الدرجة المعيارية لمعامل صافي الجريان :

من خلال الجدول (١) يلاحظ أن المتوسط العام للدرجة المعيارية لمعامل صافي الجريان قد بلغ نحو ٠.١٨، وانحراف معياري وصل إلى ٠.٢٤، ومعامل اختلاف قدره ١٢٩.٩٪، مما يشير إلى عدم تجانس أحواض التصريف في الدرجة المعيارية لمعامل صافي الجريان، وكان أقل الأحواض فى الدرجة المعيارية لمعامل صافي الجريان حوض وادي (السقرية)، بينما أكبر الأحواض كان حوض وادي (سمهود٢)، وقد تم تقسيم أحواض التصريف بمنطقة الدراسة إلى أربعة فئات حسب درجة خطورة الجريان السيلي، شكل (١٤).

أحواض قليلة الخطورة :

وتضم ثلاثون حوضاً هي أحواض أودية (السقرية، بني حميل١، نجع البوص، الكوامل القبلي، بيت داود، المحاسنة، الشيخ الأقرع، أولاد سلامة، مصاطب زوسر، نجع الغابات، العمايدة، الفطيرات، أبو عزيز، بيت علام، الغريزات، بني حميل٢، نجع الغوانم، نزلة خاطر١، دبوس مصاخة، الكوامل البحري، نزلة عمارة البحري، الجير، نزلة خاطر٢، سمهود١، بيت خلاف، طلعة الجاموسة، اليتيم٢، نجع حمد، حنفي، الجهيني)، أى بنسبة ٧٦.٩٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض متوسطة الخطورة :

وهى تشمل خمسة أحواض هي أحواض أودية (الشواولة، المطيرة، الدخان، تاج الدير، الجبيرات) بنسبة بلغت ١٢.٨٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض خطرة :

وتضم حوضي واديي (نزلة عمارة القبلي، أبو رتاج) أى بنسبة ٥.١٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض شديدة الخطورة :

وتضم حوضي واديي (اليتيم، سمهود٢)، بنسبة ٥.١٪ من جملة أحواض المنطقة.

٢) تحديد درجات الخطورة حسب المعاملات التي ترتبط عكسياً مع درجة خطورة الجريان السيلي :

تم استخدام أكثر من معامل مورفومتري وهيدرولوجي تتناسب جميعها عكسياً مع درجات خطورة الجريان السيلي بمنطقة الدراسة، وهي (معامل معدل الاستطالة، معامل معدل التشعب، معامل زمن التباطؤ، معامل زمن التركيز، معامل زمن التصريف)، وبعد تطبيق المعادلة الخاصة بها – المعادلة الثانية - تم حساب الدرجات المعيارية لكل معامل على حدى، جدول (٢)، وتم تقسيمها إلى أربع فئات لدرجات خطورة الجريان السيلي بالمنطقة وهي :

- أحواض قليلة الخطورة الدرجة المعيارية أكبر من ٠.٧٥.
- أحواض متوسطة الخطورة الدرجة المعيارية من ٠.٥٠ : ٠.٧٥.
- أحواض خطرة الدرجة المعيارية من ٠.٢٥ : ٠.٥٠.
- أحواض شديدة الخطورة الدرجة المعيارية أقل من ٠.٢٥.

جدول (٢) الدرجة المعيارية للمعاملات التي ترتبط عكسياً مع درجة خطورة الجريان السيلي

م	اسم الوادي	معامل معدل الاستطالة	معامل معدل التشعب	معامل زمن التباطؤ	معامل زمن التركيز	معامل زمن التصريف
١	وادي نزلة عمارة البحري	٠.٤١	٠.٧٧	٠.٦٧	٠.٩٨	٠.٩٨
٢	وادي نزلة عمارة القبلي	٠.٤٥	٠.٧٠	٠.٧٥	٠.٣١	٠.٣١
٣	وادي نزلة خاطر ١	٠.٨٨	٠.٥٨	٠.٧٠	٠.٩٨	٠.٩٨
٤	وادي نزلة خاطر٢	٠.٣٤	٠.٧٧	٠.٦٠	٠.٩٧	٠.٩٧
٥	وادي الجبيرات	٠.٩١	٠.٧٣	٠.٧٦	٠.٣٩	٠.٣٩
٦	وادي نجع البوص	٠.٠٠	١.٠٠	٠.٠٠	٠.٩٨	٠.٩٨
٧	وادي طلعة الجاموسة	٠.٤٢	٠.٧٦	٠.٦٢	٠.٩٨	٠.٩٨
٨	وادي الجهيني	٠.٨٧	٠.٦٩	٠.٧٩	٠.٠٠	٠.٠٠
٩	وادي الغريزات	٠.٥٣	٠.٧٥	٠.٥٦	٠.٩٤	٠.٩٤
١٠	وادي أبوعزيز	٠.٧٠	٠.٧٧	٠.٧٠	٠.٩٠	٠.٩٠
١١	وادي المطيرة	٠.٦١	٠.٦٣	٠.٧٧	٠.٨٩	٠.٨٩
١٢	وادي أبو رتاج	٠.٥٦	٠.٧٤	٠.٧٧	٠.٦٠	٠.٦٠
١٣	وادي نجع الغوانم	٠.٤٥	٠.٧٤	٠.٦٨	٠.٩٠	٠.٩٠
١٤	وادي نجع حمد	٠.٥٩	٠.٨٠	٠.٦٨	٠.٩٦	٠.٩٦
١٥	وادي دبوس مصاخة	٠.٦٣	٠.٨٥	٠.٥٩	٠.٩٤	٠.٩٤
١٦	وادي الكوامل البحري	٠.٩٢	٠.٧٣	٠.٧٧	٠.٩٨	٠.٩٨
١٧	وادي الكوامل القبلي	٠.٥٦	٠.٨٢	٠.٥٨	٠.٩٨	٠.٩٨
١٨	وادي السقرية	٠.١٩	٠.٦٨	٠.٥٠	٠.٩٨	٠.٩٨
١٩	وادي العمايدة	٠.٥٧	٠.٨٢	٠.٦٨	٠.٩٤	٠.٩٤
٢٠	وادي الشواولة	٠.٥٧	٠.٨٣	٠.٧٥	٠.٩٢	٠.٩٢
٢١	وادي أولاد سلامة	٠.٩٥	٠.٨٢	٠.٧٣	٠.٩٨	٠.٩٨
٢٢	وادي تاج الدير	١.٠٠	٠.٨١	٠.٨٩	٠.٧١	٠.٧١
٢٣	وادي اليتيم ٢	٠.٦٧	٠.٧٠	٠.٨٧	٠.٠١	٠.٠١
٢٤	وادي بيت خلاف	٠.٣٢	٠.٧٤	٠.٨٤	٠.٩٧	٠.٩٧
٢٥	وادي اليتيم	٠.٦٦	٠.٧٦	١.٠٠	٠.١٤	٠.١٤
٢٦	وادي مصاطب زوسر	٠.٥١	٠.٥٤	٠.٦٥	٠.٩٩	٠.٩٩
٢٧	وادي بيت داود	٠.٢٢	٠.٨٢	٠.٤٨	٠.٩٨	٠.٩٨
٢٨	وادي المحاسنة	٠.٥٠	٠.٨٢	٠.٦٢	٠.٩٩	٠.٩٩
٢٩	وادي بيت علام	٠.٦٠	٠.٧٧	٠.٧٧	٠.٩٤	٠.٩٤

م	اسم الوادي	معامل معدل الاستطالة	معامل معدل التشعب	معامل زمن التباطؤ	معامل زمن التركيز	معامل زمن التصريف
٣٠	وادي الدخان	٠.٨٥	٠.٨٢	٠.٨٨	٠.٩٩	٠.٩٩
٣١	وادي الشيخ الأقرع	٠.٥٣	٠.٨٩	٠.٦٢	١.٠٠	١.٠٠
٣٢	وادي سمهود ٢	٠.٣٣	٠.٦٧	٠.٩٤	٠.٧٥	٠.٧٥
٣٣	وادي سمهود ١	٠.٧١	٠.٨١	٠.٨٧	٠.٨٨	٠.٨٨
٣٤	وادي بنى حميل ٢	٠.٥٧	٠.٥٤	٠.٦٧	٠.٩٨	٠.٩٨
٣٥	وادي حنفي	٠.٨٦	٠.٠٠	٠.٨٥	٠.٨٥	٠.٨٥
٣٦	وادي بني حميل ١	٠.٦١	٠.٣٣	٠.٣٧	٠.٩٦	٠.٩٦
٣٧	وادي نجع الغابات	٠.٥٦	٠.٧٩	٠.٤٩	٠.٩٨	٠.٩٨
٣٨	وادي الفطيرات	٠.٢٣	٠.٨١	٠.٢٧	٠.٩٧	٠.٩٧
٣٩	وادي الجير	٠.٥٣	٠.٨٧	٠.٥٥	٠.٩٦	٠.٩٦
	المتوسط	٠.٥٧	٠.٧٣	٠.٦٧	٠.٨٣	٠.٨٣
	الانحراف المعياري	٠.٢٢	٠.١٦	٠.١٩	٠.٢٧	٠.٢٧
	معامل الاختلاف	٣٩.٠١	٢٢.٣٤	٢٧.٦٤	٣٢.٨٣	٣٢.٨٣

المصدر : الجدول من إعداد الطالب اعتماداً على برنامج ***(WMS V. 11.1)*** وتطبيق نموذج ***(HEC-HMS)***، والمرئيات الفضائية ***Land Sat-8 OLI/TRIS*** لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي ***(DEM)*** لعام ٢٠١٨، بعد المعالجة ببرنامج ***(ARC/GIS V. 10.8)***.

- **حسب الدرجة المعيارية لمعامل معدل الاستطالة :**

من خلال الجدول (٢) يلاحظ أن المتوسط العام للدرجة المعيارية لمعامل معدل الاستطالة قد بلغ نحو ٠.٥٧، وانحراف معياري وصل إلى ٠.٢٢، ومعامل اختلاف قدره ٣٩.٠٪، مما يشير إلى وجود تجانس كبير بين أحواض التصريف في الدرجة المعيارية لمعامل معدل الاستطالة، وكان أقل الأحواض فى الدرجة المعيارية لمعامل معدل الاستطالة حوض وادي (نجع البوص)، بينما أكبر الأحواض كان حوض وادي (تاج الدير)، وقد تم تقسيم أحواض التصريف بمنطقة الدراسة إلى أربعة فئات حسب درجة خطورة الجريان السيلي، شكل (١٥).

أحواض قليلة الخطورة :

وتضم ثمانية هي أحواض أودية (تاج الدير، أولاد سلامة، الكوامل البحري، الجبيرات، نزلة خاطر١، الجهيني، حنفي، الدخان)، أى بنسبة ٢٠.٥٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض متوسطة الخطورة :

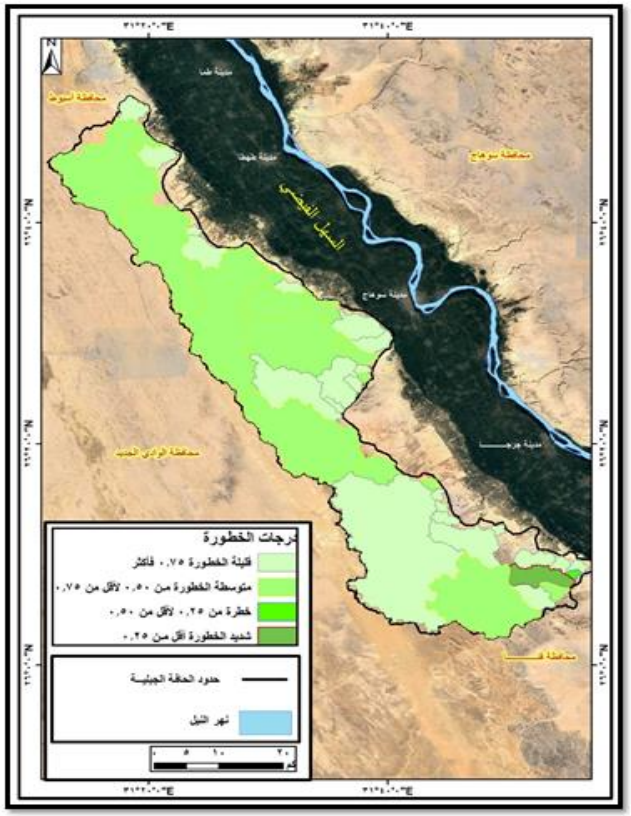
وهى تشمل تسعة عشر حوضاً هي أحواض أودية (سمهود١، أبو عزيز، اليتيم٢، اليتيم، دبوس مصاخة، المطيرة، بني حميل١، بيت علام، نجع حمد، بني حميل٢، الشواولة، العمايدة، نجع الغابات، الكوامل القبلي، أبو رتاج، الشيخ الأقرع، الغريزات، الجير، مصاطب زوسر) بنسبة بلغت ٤٨.٧٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض خطرة :

وتضم ثمانية أحواض هي أحواض أودية (المحاسنة، نزلة عمارة القبلي، نجع الغوانم، طلعة الجاموسة، نزلة عمارة البحري، نزلة خاطر٢، سمهود٢، بيت خلاف) أى بنسبة ٢٠.٥٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض شديدة الخطورة :

وتضم أربعة أحواض هي أحواض أودية (الفطيرات، بيت داود، السقرية، نجع البوص)، بنسبة ١٠.٣٪ من جملة أحواض المنطقة.



المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على برنامج ***(WMS V. 11.1)*** وتطبيق نموذج ***(HEC-HMS)***، والمرئيات الفضائية ***Land Sat-8 OLI/TRIS*** لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي ***(DEM)*** لعام ٢٠١٨، بعد المعالجة ببرنامج ***(ARC/GIS V. 10.8)***.

شكل (١٥) التوزيع المكاني لدرجات الخطورة بمنطقة الدراسة حسب الدرجة المعيارية لمعامل معدل الاستطالة

المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على برنامج ***(WMS V. 11.1)*** وتطبيق نموذج ***(HEC-HMS)***، والمرئيات الفضائية ***Land Sat-8 OLI/TRIS*** لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي ***(DEM)*** لعام ٢٠١٨، بعد المعالجة ببرنامج ***(ARC/GIS V. 10.8)***.

شكل (١٦) التوزيع المكاني لدرجات الخطورة بمنطقة الدراسة حسب الدرجة المعيارية لمعامل معدل التشعب

- **حسب الدرجة المعيارية لمعامل معدل التشعب :**

من خلال الجدول (٢) يلاحظ أن المتوسط العام للدرجة المعيارية لمعامل معدل التشعب قد بلغ نحو ٠.٧٣، وانحراف معياري وصل إلى ٠.١٦، ومعامل اختلاف قدره ٣٠٪، مما يشير إلى وجود تجانس كبير بين أحواض التصريف في الدرجة المعيارية لمعامل معدل التشعب، وكان أقل الأحواض فى الدرجة المعيارية لمعامل معدل التشعب حوض وادي (حنفي)، بينما أكبر الأحواض كان حوض وادي (نجع البوص)، وقد تم تقسيم أحواض التصريف بمنطقة الدراسة إلى أربعة فئات حسب درجة خطورة الجريان السيلي، شكل (١٦).

أحواض قليلة الخطورة :

وتضم اثنان وعشرون حوضاً هي أحواض أودية (نجع البوص، الشيخ الأقرع، الجير، دبوس مصاخة، الشواولة، المحاسنة، بيت داود، أولاد سلامة، العمايدة، الكوامل القبلي، الدخان، تاج الدير، سمهود١، الفطيرات، نجع حمد، نجع الغابات، أبو عزيز، بيت علام، نزلة خاطر٢، نزلة عمارة البحري، طلعة الجاموسة، اليتيم)، أى بنسبة ٥٦.٤٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض متوسطة الخطورة :

وهى تشمل خمسة عشر حوضاً هي أحواض أودية (الغريزات، بيت خلاف، أبو رتاج، نجع الغوانم، الكوامل البحري، الجبيرات، اليتيم٢، نزلة عمارة القبلي، الجهيني، السقرية، سمهود٢، المطيرة، نزلة خاطر١، بني حميل٢، مصاطب زوسر) بنسبة بلغت ٣٨.٥٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض خطرة :

وتضم حوض وادي (بني حميل١) أى بنسبة ٢.٦٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض شديدة الخطورة :

وتضم حوض وادي (حنفي)، بنسبة ٢.٦٪ من جملة أحواض المنطقة.

- **حسب الدرجة المعيارية لمعامل زمن التباطؤ :**

من خلال الجدول (٢) يلاحظ أن المتوسط العام للدرجة المعيارية لمعامل زمن التباطؤ قد بلغ نحو ٠.٦٧، وانحراف معياري وصل إلى ٠.١٩، ومعامل اختلاف قدره ٢٧.٦٪، مما يشير إلى وجود تجانس كبير بين أحواض التصريف في الدرجة المعيارية لمعامل زمن التباطؤ، وكان أقل الأحواض فى الدرجة المعيارية لمعامل زمن التباطؤ حوض وادي (نجع البوص)، بينما أكبر الأحواض كان حوض وادي (اليتيم)، وقد تم تقسيم أحواض التصريف بمنطقة الدراسة إلى أربعة فئات حسب درجة خطورة الجريان السيلي، شكل (١٧).

أحواض قليلة الخطورة :

وتضم أربعة عشر حوضاً هي أحواض أودية (اليتيم، سمهود٢، تاج الدير، الدخان، اليتيم٢، سمهود١، حنفي، بيت خلاف، الجهيني، الكوامل البحري، النطيرة، أبو رتاج، بيت علام ، الجبيرات)، أى بنسبة ٣٥.٩٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض متوسطة الخطورة :

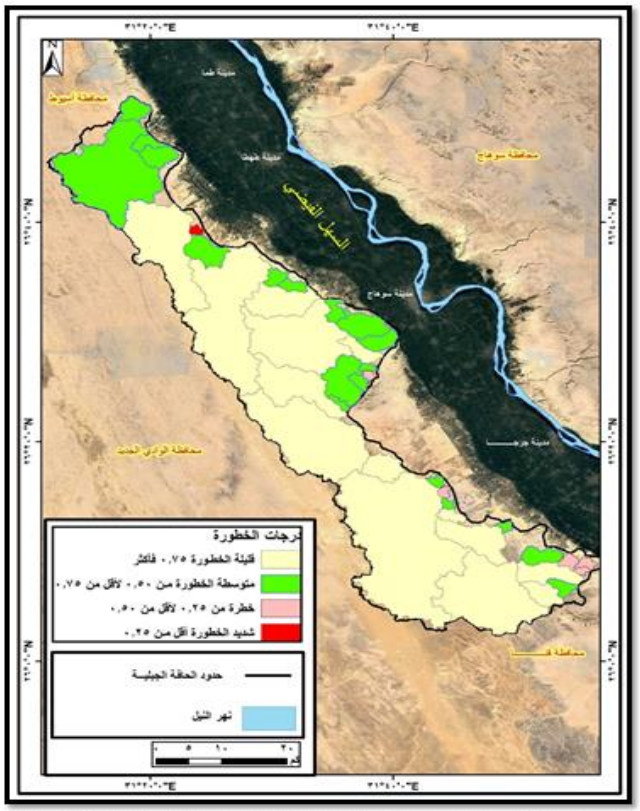
وهى تشمل تسعة عشر حوضاً هي أحواض أودية (الشواولة، نزلة عمارة القبلي، أولاد سلامة، نزلة خاطر١، أبو عزيز، نجع الغوانم، العمايدة، نجع حمد، نزلة عمارة البحري، بني حميل٢، مصاطب زوسر، طلعة الجاموسة، الشيخ الأقرع، المحاسنة، نزلة خاطر٢، دبوس مصاخة، الكوامل القبلي، الغريزات، الجير) بنسبة بلغت ٤٨.٧٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض خطرة :

وتضم خمسة أحواض هي أحواض أودية (السقرية، نجع الغبات، بيت داود، بني حميل١، الفطيرات) أى بنسبة ١٢.٨٪ من جملة أحواض المنطقة.

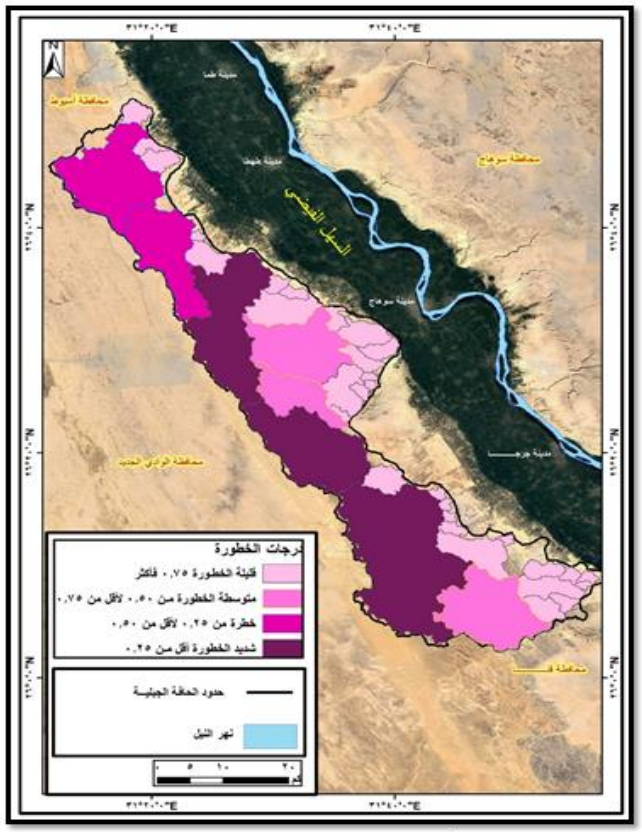
أحواض شديدة الخطورة :

وتضم حوض وادي (نجع البوص)، بنسبة ٢.٦٪ من جملة أحواض المنطقة.



المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على برنامج *(WMS V. 11.1)* وتطبيق نموذج *(HEC-HMS)*، والمرئيات الفضائية *Land Sat-8 OLI/TRIS* لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي *(DEM)* لعام ٢٠١٨، بعد المعالجة ببرنامج *(ARC/GIS V. 10.8)*.

شكل (١٧) التوزيع المكاني لدرجات الخطورة بمنطقة الدراسة حسب الدرجة المعيارية لمعامل زمن التباطؤ



المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على برنامج *(WMS V. 11.1)* وتطبيق نموذج *(HEC-HMS)*، والمرئيات الفضائية *Land Sat-8 OLI/TRIS* لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي *(DEM)* لعام ٢٠١٨، بعد المعالجة ببرنامج *(ARC/GIS V. 10.8)*.

شكل (١٨) التوزيع المكاني لدرجات الخطورة بمنطقة الدراسة حسب الدرجة المعيارية لمعامل زمن التركيز

حسب الدرجة المعيارية لمعامل زمن التركيز :

من خلال الجدول (٢) يلاحظ أن المتوسط العام للدرجة المعيارية لمعامل زمن التركيز قد بلغ نحو ٠.٨٣، وانحراف معياري وصل إلى ٠.٢٧، ومعامل اختلاف قدره ٣٢.٨٪، مما يشير إلى وجود تجانس كبير بين أحواض التصريف في الدرجة المعيارية لمعامل زمن التركيز، وكان أقل الأحواض فى الدرجة المعيارية لمعامل زمن التركيز حوض وادي (الجهيني)، بينما أكبر الأحواض كان حوض وادي (الشيخ الأقرع)، وقد تم تقسيم أحواض التصريف بمنطقة الدراسة إلى أربعة فئات حسب درجة خطورة الجريان السيلي، شكل (١٨).

أحواض قليلة الخطورة :

وتضم احدى وثلاثون حوضاً هي أحواض أودية (الشيخ الأقرع، المحاسنة، الدخان، مصاطب زوسر، الكوامل البحري، نجع البوص، بني حميل٢، أولاد سلامة، نزلة خاطر١، نزلة عمارة البحري، السقرية، طلعة الجاموسة، بيت داود، الكوامل القبلي، نجع الغابات، نزلة خاطر٢، بيت خلاف، الفطيرات، بني حميل١، نجع حمد، الجير، العمايدة، بيت علام، دبوس مصاخة، الغريزات، الشواولة، أبو عزيز، نجع الغوانم، المطيرة، سمهود١، حنفي)، أى بنسبة ٧٩.٥٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض متوسطة الخطورة :

وهى تشمل ثلاثة أحواض هي أحواض أودية (سمهود٢، تاج الدير، أبو رتاج) بنسبة بلغت ٧.٧٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض خطرة :

وتضم حوضي واديي (الجبيرات، نزلة عمارة القبلي) أى بنسبة ٥.١٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض شديدة الخطورة :

وتضم ثلاثة أحواض هي أحواض أودية (اليتيم، اليتيم٢، الجهيني)، بنسبة ٧.٧٪ من جملة أحواض المنطقة.

- **حسب الدرجة المعيارية لمعامل زمن التصريف :**

من خلال الجدول (٢) يلاحظ أن المتوسط العام للدرجة المعيارية لمعامل زمن التصريف قد بلغ نحو ٠.٨٣، وانحراف معياري وصل إلى ٠.٢٧، ومعامل اختلاف قدره ٣٢.٨٪، مما يشير إلى وجود تجانس كبير بين أحواض التصريف في الدرجة المعيارية لمعامل زمن التصريف، وكان أقل الأحواض فى الدرجة المعيارية لمعامل زمن التصريف حوض وادي (الجهيني)، بينما أكبر الأحواض كان حوض وادي (الشيخ الأقرع)، وقد تم تقسيم أحواض التصريف بمنطقة الدراسة إلى أربعة فئات حسب درجة خطورة الجريان السيلي، شكل (١٩).

أحواض قليلة الخطورة :

وتضم احدى وثلاثون حوضاً هي أحواض أودية (الشيخ الأقرع، المحاسنة، الدخان، مصاطب زوسر، الكوامل البحري، نجع البوص، بني حميل٢، أولاد سلامة، نزلة خاطر١، نزلة عمارة البحري، السقرية، طلعة الجاموسة، بيت داود، الكوامل القبلي، نجع الغابات، نزلة خاطر٢، بيت خلاف، الفطيرات، بني حميل١، نجع حمد، الجير، العمايدة، بيت علام، دبوس مصاخة، الغريزات، الشواولة، أبو عزيز، نجع الغوانم، المطيرة، سمهود١، حنفي)، أى بنسبة ٧٩.٥٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض متوسطة الخطورة :

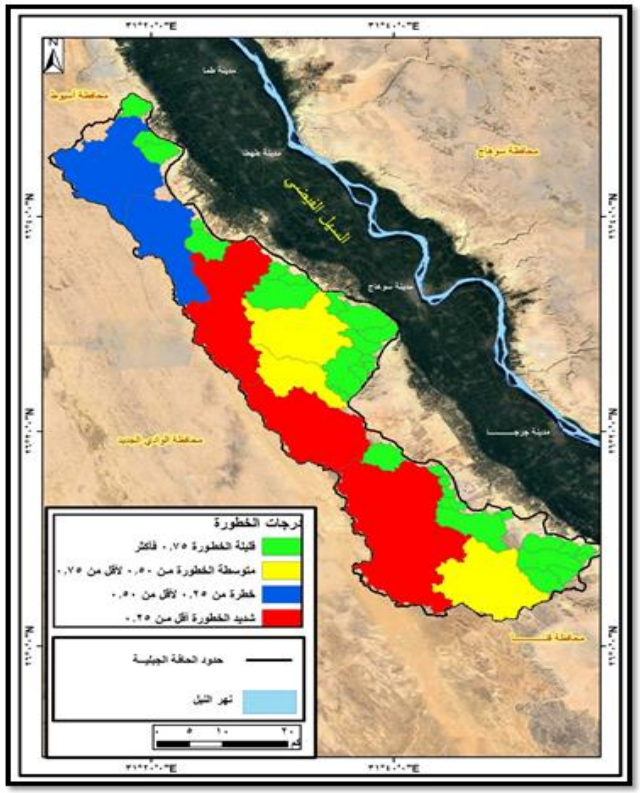
وهى تشمل ثلاثة أحواض هي أحواض أودية (سمهود٢، تاج الدير، أبو رتاج) بنسبة بلغت ٧.٧٪ من جملة أحواض المنطقة.

أحواض خطرة :

وتضم حوضي واديي (الجبيرات، نزلة عمارة القبلي) أى بنسبة ٥.١٪ من جملة أحواض المنطقة.

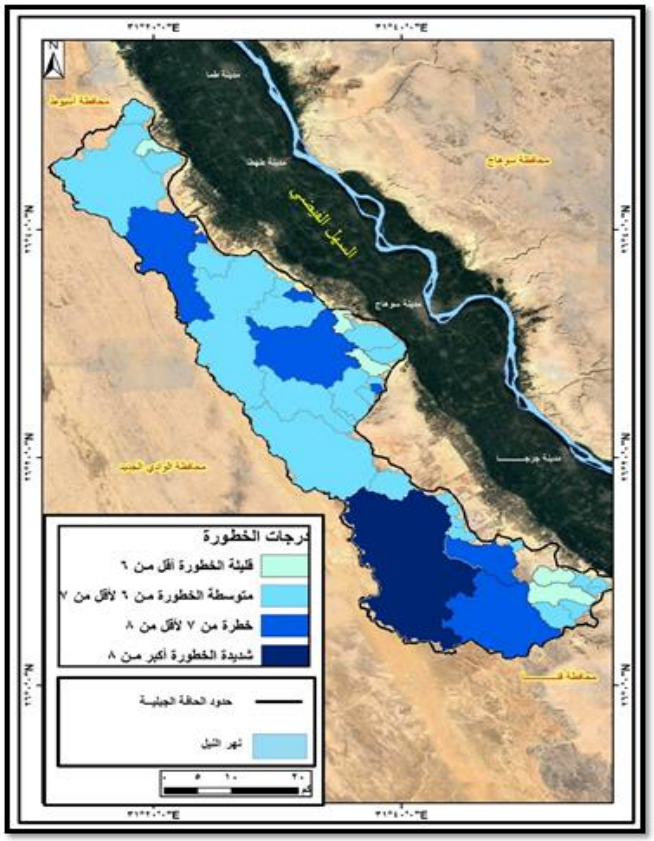
أحواض شديدة الخطورة :

وتضم ثلاثة أحواض هي أحواض أودية (اليتيم، اليتيم٢، الجهيني)، بنسبة ٧.٧٪ من جملة أحواض المنطقة.



المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على برنامج *(WMS V. 11.1)* وتطبيق نموذج *(HEC-HMS)*، والمرئيات الفضائية *Land Sat-8 OLI/TRIS* لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي *(DEM)* لعام ٢٠١٨، بعد المعالجة ببرنامج *(ARC/GIS V. 10.8)*.

شكل (١٩) التوزيع المكاني لدرجات الخطورة بمنطقة الدراسة حسب الدرجة المعيارية لمعامل زمن التصريف



المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على برنامج *(WMS V. 11.1)* وتطبيق نموذج *(HEC-HMS)*، والمرئيات الفضائية *Land Sat-8 OLI/TRIS* لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي *(DEM)* لعام ٢٠١٨، بعد المعالجة ببرنامج *(ARC/GIS V. 10.8)*.

شكل (٢٠) التوزيع المكاني لدرجات الخطورة بأحواض تصريف بمنطقة الدراسة

(ب) تصنيف درجات الخطورة بأحواض منطقة الدراسة :

تم تصنيف درجات الخطورة بأحواض منطقة الدراسة، وذلك بعد جمع قيم الدرجة المعيارية بجميع معايير درجات الخطورة السابقة لكل أحواض التصريف، جدول (٣).

جدول (٣) مجموع الدرجة المعيارية لجميع معايير درجات الخطورة

م	اسم الوادي	مجموع الدرجة المعيارية لجميع المعايير
١	وادي نزلة عمارة البحري	٦.١١
٢	وادي نزلة عمارة القبلي	٦.٨٩
٣	وادي نزلة خاطر١	٦.٠٩
٤	وادي نزلة خاطر٢	٦.٣٨
٥	وادي الجبيرات	٧.٣٣
٦	وادي نجع البوص	٧.٩٦
٧	وادي طلعة الجاموسة	٦.٧٦
٨	وادي الجهيني	٦.٥٩
٩	وادي الغريزات	٧.١٢
١٠	وادي أبوعزيز	٧.٤٧
١١	وادي المطيرة	٦.٨٤
١٢	وادي أبو رتاج	٧.٤٥
١٣	وادي نجع الغوانم	٥.٤٨
١٤	وادي نجع حمد	٦.٩٢
١٥	وادي دبوس مصاخة	٧.١٣
١٦	وادي الكوامل البحري	٧.٠٥
١٧	وادي الكوامل القبلي	٧.٤٤
١٨	وادي السقرية	٨.٢٣
١٩	وادي العمايدة	٧.١٠
٢٠	وادي الشواولة	٦.٧٢
٢١	وادي أولاد سلامة	٧.٠٠
٢٢	وادي تاج الدير	٦.٩٨
٢٣	وادي اليتيم ٢	٦.٢٢
٢٤	وادي بيت خلاف	٦.٦٤
٢٥	وادي اليتيم	٨.٩٠
٢٦	وادي مصاطب زوسر	٧.٤٢
٢٧	وادي بيت داود	٦.٩٣
٢٨	وادي المحاسنة	٧.٥٥
٢٩	وادي بيت علام	٦.٦٢
٣٠	وادي الدخان	٧.٣٩
٣١	وادي الشيخ الأقرع	٧.٢٨

م	اسم الوادي	مجموع الدرجة المعيارية لجميع المعايير
٣٢	وادي سمهود ٢	٧.٨٩
٣٣	وادي سمهود ١	٦.٦٤
٣٤	وادي بنى حميل ٢	٦.٨٧
٣٥	وادي حنفي	٥.٩٢
٣٦	وادي بني حميل ١	٧.٧٧
٣٧	وادي نجع الغابات	٧.٧٣
٣٨	وادي الفطيرات	٧.٠٥
٣٩	وادي الجير	٦.٢٤
المتوسط		٧.٠٣
الانحراف المعياري		٠.٦٦
معامل الاختلاف		٩.٣٥

المصدر : الجدول من إعداد الطالب اعتماداً على برنامج ***(WMS V. 11.1)*** وتطبيق نموذج ***(HEC-HMS)***، والمرئيات الفضائية ***Land Sat-8 OLI/TRIS*** لعام ٢٠١٨، بالإضافة لنموذج الارتفاع الرقمي ***(DEM)*** لعام ٢٠١٨، بعد المعالجة ببرنامج ***(ARC/GIS V. 10.8)***.

ومن الجدول السابق يتضح أن مجموع درجات المعيارية للمعاملات تراوح بين ٥.٤٨ في حوض وادي (نجع الغوانم) إلى ٨.٩٠ في حوض وادي (اليتيم)، بمتوسط عام بلغ نحو ٧.٠٣ للحوض الواحد، وانحراف معياري وصل إلى ٠.٦٦، ومعامل اختلاف قدره ٩.٣٥٪، مما يشير إلى وجود تجانس كبير جداً بين أحواض التصريف في مجموع الدرجة المعيارية لجميع المعاملات، وقد تم تقسيم أحواض التصريف بمنطقة الدراسة إلى أربع فئات لدرجات خطورة الجريان السيلي بالمنطقة على النحو التالي : شكل (٢٠).

- أحواض قليلة الخطورة مجموع الدرجة المعيارية لجميع المعاملات أقل من (٦).
- أحواض متوسطة الخطورة مجموع الدرجة المعيارية لجميع المعاملات أقل من (٦) : (٧).
- أحواض خطرة مجموع الدرجة المعيارية لجميع المعاملات أقل من (٧) : (٨).
- أحواض شديدة الخطورة مجموع الدرجة المعيارية لجميع المعاملات أكبر من (٨).

(١) أحواض قليلة الخطورة :

وتشمل خمسة أحواض وهى أحواض أودية (نجع الغوانم، نزلة خاطر١، نزلة عمارة البحري، حنفي، الجير)، وهى تمثل نسبة ١٢.٨٪ من جملة أحواض المنطقة، وهى لا تمثل أية خطورة على منطقة الدراسة ولكن لابد من وضع بعض التدابير فى حالة حدوث تساقط شديد بها مما يؤدى لحدوث سيول.

(٢) أحواض متوسطة الخطورة :

وتشمل ستة وعشرون حوضاً هى أحواض أودية (نزلة خاطر٢، بيت علام، أولاد سلامة، بيت داود، اليتيم٢، بني حميل٢، الشيخ الأقرع، بيت خلاف، العمايدة، الفطيرات، سمهود١، طلعة الجاموسة، الكوامل البحري، الجهيني، الكوامل القبلي، المحاسنة، مصاطب زوسر، الشواولة، الغريزات، نجع حمد، المطيرة، نزلة عمارة القبلي، دبوس مصاخة، تاج الدير، نجع الغابات، بني حميل١)، أى أنها تمثل نسبة ٦٦.٧٪ من جملة أحواض المنطقة، وهي أحواض يمكن التنبؤ بحدوث السيول بها ويمكن أيضاً وضع أجهزة إنذار مبكر بها وأخذ بعض التدابير لمواجهة أخطار السيول بها.

(٣) أحواض خطرة :

وتشمل سبعة أحواض هى أحواض أودية (أبو عزيز، الدخان، نجع البوص، الجبيرات، السقرية، أبو رتاج، سمهود٢)، بنسبة ١٩.٩٪ من جملة أحواض المنطقة، وتلك الأحواض تكون خطرة على الأنشطة البشرية، ومن الصعب وضع أجهزة إنذار مبكر بها.

(٤) أحواض شديدة الخطورة :

وتشمل حوض وادي (اليتيم)، الذي يمثل نحو ٢.٦٪ من جملة أحواض المنطقة، حيث يمثل أخطر الأحواض بمنطقة الدراسة، ومع حدوث السيول قد يؤدى لحدوث أضرار فى الأنشطة البشرية المنتشرة على سطح المروحة الفيضيةله، ويصعب وضع أجهزة إنذار مبكرة به.

(جـ) المقترحات والحلول للحد من أخطار الجريان السيلي :

تؤدي الجريانات السيلية في مصر إلى العديد من الخسائر في الأرواح والممتلكات والبنية التحتية، كما يتم إهدار معظم مياه السيول دون الاستفادة منها، وذلك على الرغم من الحاجة الماسة إليها، (محمد إبراهيم محمد خطاب، مها كمال سليم، ٢٠٢١، ص ٤٣)، وفي ضوء ذلك تحاول الدراسة الحالية وضع عدة مقترحات لدرء خطر الجريان السيلي، وكذلك محاولة الاستفادة من مياه السيول في العديد من أوجه التنمية في منطقة الدراسة، ويمكن تقسيم المقترحان والحلو إلى شقين يتمثل الشق الأول في طرق الإنذار المبكر، أما الشق الثاني فهو طرق الحماية والاستفادة من مياه السيول.

(أ) طرق الإنذار المبكر :

تعد طرق الإنذار المبكر من الأسس الهامة التى يجب الاعتماد عليها لمواجهة خطر الجريان السيلي والحد من أخطاره، وطرق الإنذار المبكر تعتمد فى المقام الأول على إعطاء توجيه وإنذار عند سقوط الأمطار قبل حدوث الجريان السيلى، ومن أنسب الوسائل لتحقيق الحماية المطلوبة ما يلى:

- إنشاء نقط مراقبة مجهزة بوسائل اتصال لاسلكية موزعة على أجزاء متفرقة للإبلاغ عن تقدم السيول حتى يمنع استخدام الطرق أو توقف الأنشطة البشرية (أحمد سالم صالح، ١٩٨٩، ص١٧٢).

وهو ما حدث بالفعل فى منطقة الدراسة فى أكتوبر من عام ١٩٩٤م، (كريم مصلح صالح، ٢٠٠٠، ص ٥١)، حيث قررت الجهات المعنية استمرار مناطق السيول وتوقف الطرق لمدة ٣ أيام خشية وقوع حوادث في منطقة السيول، وبدأت هيئة الطرق والكبارى بالمحافظة فى عمليات الإصلاح للمنطقة، التى تعرضت للسيول المفاجئة بمنطقة نزلة عمارة البحري،نزلة خاطر، وغرب جرجا، وذلك من خلال إزالة الإطماءات الرملية والترابية والأحجار التي جرفتها السيول أمامها، والتى تسببت فى إغلاق الطريق العام أمام حركة السير.

وقد تأثرت منطقة الدراسة أيضاً بسيول عام ١٩٨٠م، حيث تم تهدم وتدمير المنازل والرقعة الزراعية بنجع العلاونة، ونجع ساقية أبو مازن، والكوامل، وأولاد غريب، ونزلة على ، والكوم الأصفر، وقرية نزلة عمارة، وجميعها تقع أمام مصبات الأودية وعلى أسطح المراوح، فقد تراكمت الرواسب حول مبانيها بسمك يصل إلى نحو ١متر. (محمود أحمد حجاب، ٢٠١١، ص٨٢).

- ضرورة ربط المناطق المهددة بالسيل بشبكة اتصالات سلكية ولاسلكية واستغلال نقط الإسعاف المزودة باللاسلكى لخدمة المنطقة قيد الدراسة فى مواجهة السيول، وذلك لسرعة الاتصال بالجهات المعنية لتدارك الأمر واتخاذ الازم. (شادي صابر حسن، ٢٠٠٠، ص٢٧٣).

- استخدام نظم الاستشعار عن بعد ***Remote Sensing*** فى إعطاء صورة واضحة ومعلومات مؤكدة عن الأمطار وكمياتها وتجمعها وكذلك تحديد أماكن بدء الجريان، وبالتالي تكون هناك فرصة لتجنب السيول قبل تجمعها ووصولها لأماكن الأنشطة البشرية بمنطقة الدراسة. (أحمد سالم صالح، ١٩٨٩، ص٧٦).

- استخدام شبكات الإنذار للسيول الفجائية، حيث تقوم على أساليب ربط محطات رصد الأمطار فى مناطق المنابع بتليفونات لاسلكية وأجهزة وإشارات ضوئية لتحذير أماكن الاستغلال والأنشطة البشرية وكذلك الطريق، وهى وسيلة سهلة تعتمد على بيانات دقيقة ودراسات عن الأحواض وشبكات التصريف وخصائص الجريان. (عواد حامد موسى، ٢٠٠٠، ص ٨٨).

(ب) طرق الحماية من خطر السيول :

يعد الجريان السيلي ظاهرة طبيعية لا دخل للإنسان فيها وليس فى استطاعته إيقافها أو إلغائها، ولكن يمكن له أن يتفادى أخطارها ويقلل حجم الخسائر الناتجة عنها، بل ومحاولة تحويل هذا الخطر للاستفادة منه، وكل هذا يتم عن طريق إقامة السدود والجسور أو القدرة على التنبؤ بالسيول واتخاذ الاحتياطات والتدابير اللازمة للمواجهة.

وتهدف الدراسة إلى إيجاد الطرق العلمية والعملية لتوفير الحماية اللازمة لأوجه النشاط البشرى بمنطقة الدراسة، وذلك بهدف التقليل من خطر الجريان السيلي ومنع حدوث أى كوارث، وذلك بإيجاد أفضل الطرق الممكنة للاستفادة من مياه السيول فى مجالات التنمية المختلفة، ومن أهم تلك الطرق ما يلى :

(١) استخدام التقدم التكنولوجى والدراسات العلمية الحديثة :

فهى تعد من أهم الحلول العلمية المقترحة لمواجهة خطر السيول ويتم ذلك على طريق الآتى :

- زيادة دقة التنبؤ بحدوث السيول عن طريق استخدام الأقمار الصناعية ونظم الاستشعار عن بعد، فى عمليات الرصد الجوي، وبمتابعة الظواهر الجوية وتطورها وحركتها فهذا يساهم فى زيادة درجة دقة التنبؤات بالسيول.
- تبادل المعلومات المناخية عبر الدول المختلفة، وإعداد خرائط تصف حالة الطقس كل ستة ساعات، وتتبع التنبؤات بالأحوال الجوية، واستخدام قواعد للبيانات ونماذج رياضية على الحاسب الآلي، حيث نتاج تحليل قواعد البيانات وتلك النماذج الرياضية يعطى التنبؤ الدقيق بالأحوال الجوية للمنطقة.
- إقامة محطات أرصاد جوية جديدة وتطوير القديم منها على طول الأودية الكبيرة والتى يتركز بها النشاط البشرى.
- استكمال الدراسات الخاصة بالسيول ووضع تصور لمواجهة السيول بأسلوب علمى مع توظيف التقنيات الحديثة فى مواجهة السيول والاستفادة منها.

(٢) التعامل مع السيول ومواجهتها داخل أحواض التصريف بمنطقة الدراسة :

نظراً لخطورة الجريان السيلى وبخاصة فى الأودية صغيرة المساحة والتى يقل فيها زمن التركيز وزمن التباطؤ وما ينجم عنها من خسائر مادية، فلابد من وضع حلول مقترحة لتفادى خطر السيل قبل وصوله للمصب، ومن تلك المقترحات ما يلى :

- إقامة سلسلة متعاقبة من السدود البنائية المتبادلة والغير كاملة، بحيث لا يزيد كل من ارتفاعها وعرضها عن المتر الواحد، بحيث يبدأ السد من أحد جوانب الوادى ولا يصل إلى الجانب الآخر الذى يبدأ منه الحاجز الثانى بعد مسافة أقل من ١٠٠متر، وهكذا حيث تسمح تلك السدود بسريان المياه بصورة متعرجة وبطيئة مما يساعد على التقليل من سرعة المياه، وتغذية الخزان الجوفى. (إبراهيم زكريا الشامي، ١٩٩٥، ص ٦٩).

صورة (١) أحد السدود المقامة على وادي نزلة عمارة القبلي – ناظراً صوب الشمال

- إنشاء سدود إعاقة ركامية على طول الروافد الثانوية والرئيسية وذلك باستخدام نواتج التعرية من الصخور المفككة والمنتشرة على قاع الوادى، دون استخدام أى مواد خراسانية، وذلك بهدف التقليل من سرعة مياه السيول، وزيادة فرصة تغذية الجريان الجوفى، ومنع انجراف الكتل الصخرية المفككة والتقليل من خطر السيل.

صورة (٢) السدود المتعاقبة على مروحة وادي سمهود١ - ناظراً صوب الجنوب الشرقي

- إقامة عدد من السدود على روافد الأودية قبل مصباتها فى المجرى الرئيسى، ولاحظ عند توقيع هذه السدود أن تكون فى مواقع قبل بداية المراوح الفيضية للأودية، وتتوافر قربها المواد التى سوف تستخدم فى بنائها، وفى مواقع تسمح بتجميع مياه الروافد داخل الوادي، ومن المفضل أن تكون مناطق ضيقة، كما أن بناؤها فى هذه المواقع سوف يمنع تجمع السيول من أكثر من رافد، حيث تعمل السدود على حجز المياه ومن ثم تغذية الخزان الجوفى فى المنطقة واستخدام المياه المتجمعة فى أوجه النشاط البشرى واستغلالها. (أحمد سالم صالح، ١٩٨٩، ص١٧٠).

- إنشاء مجرى صناعى لتجميع مياه السيول بدءاً من مصب الوادي ليقوم بتجميع وتوصيل المياه إلى خزان صناعي حيث يقترح حفره عند قمة مروحة الوادي، وذلك بهدف توفير المياه لاستخدامها فى عمليات الزراعة. (إسلام سلامة محمد، ٢٠٠٤، ص٢٠٤).

- القيام بإنشاء خزانات مبطنة بالخرسانة المسلحة فى رؤوس دالات الأودية المحتمل تعرضها للسيول، على أن توجد عدة فتحات فى الجانب المقابل لمخرج الأودية من الكتل الجبلية، ويركب فى هذه الفتحات شبكات حديدية لمنع دخول المواد الصخرية الكبيرة الحجم إلى الخزانات، فى حين يتم عمل فتحة فى الجانب الآخر للخزان فى الجانب المقابل للدلتا على أن تكون هذه الفتحة عند أكثر أجزاء سطوح الدلتا ارتفاعاً، ويركب على هذه الفتحات بوابات حديدية يمكن التحكم فيها عند اللزوم، ثم يركب على هذه الفتحات أنابيب لنقل المياه.(صابر أمين دسوقى، ١٩٩٨، ص٦٦٨).

- إنشاء سلسلة من الخنادق أو البرك الصناعية ويتم إنشاؤها على قيعان الأودية حيث تسمح تلك البرك للمياه بالحركة ببطئ من خندق على الخندق الذى يليه، وبالتالى تقلل من قوة اندفاع السيل، وتغذية الخزان الجوفى للمنطقة. (مصطفى محمد الجابى، ٢٠٠٠، ص٥٧).

- القيام بإنشاء مخرات للسيول خاصة فى المناطق القريبة من الأنشطة البشرية، بهدف تحويل مياه السيل بعيداً عن مناطق الأنشطة البشرية، ويراعى عند بناء هذه المخرات ما يلى :
  - حجم التصريف المتوقع لكل وادي.
  - أن يبدأ معبر السيل بدءاً من مصب الوادي ويسير فى خط مستقيم، حتى يمكن تجنب نحت المياه فى الجوانب المقعرة للمخر.
  - القيام بتكسية جوانب مخرات السيول عن طريق الحجر الجيرى حفاظاً عليها من النحت والإنهيالات نظراً لقوة السيل وشدته.
  - عمل أسلاك شائكة على جوانب مخرات السيول وخاصة فى مناطق الأنشطة البشرية وبالقرب من الطريق بهدف عدم إلقاء المخلفات بها.
  - القيام بإنشاء مخرات سيول فرعية من المخر الرئيسي بهدف تقليل حجم التصريف المائي فى المخر الرئيسي ومن ثم تقل قوة المياه.

(سمير سامى محمود، ٢٠٠٠، ص٤٦١).

صورة (٣) مخرات السيول بوادي الكوامل القبلي - ناظراً صوب الغرب

(٣) التعامل مع السيول ومواجهتها فى حماية لطرق أسفل الحافة قيد الدراسية :

تعرضت منطقة الدراسة لأخطار الجريان السيلي بين عامي ١٩٨٠م، ١٩٩٤م، وقد أدي ذلك لتدمير القري والمنازل وأوجه النشاط البشري بصورة كبيرة، ومن هنا كان لزاماً التفكير فى وسائل وطرق لحماية الطريق من أخطار السيول بحيث تتناسب مع وضع منطقة الدراسة وأحواض التصريف بها، وتتمثل فيما يلى :

- إقامة كبارى عند تقاطع مجارى السيول مع الطرق المقامة أسفل الجافة، وليس برابخ والتى أثبتت فشلها فى استيعاب كمية المياه الجارية بالإضافة إلى تكرار ملئها بالرواسب الصخرية التى تجلبها السيول، (صابر أمين دسوقى، ١٩٩٨، ص ٣٤١).
- عمل تفريعات جانبية للطريق يمكن للسيارات الهروب بها عند مقابلة السيول (أحمد سالم صالح، ١٩٨٩، ص ١٧١).
- عمل تكسيات على جوانب الطرق فى الأجزاء التى يتوقع أن تتعرض لعمليات نحت بفعل السيول، وذلك لحماية الطريق من التكسير والتدمير.
- إنشاء مجارى صناعية وهى عبارة عن قنوات أسمنتية بجوار الطرق، وتبتعد عنه بمسافات آمنة أو عمل مجرى مائى بمواسير مياه ذات غرف تفتيش مغطاة بشبكة من السلك حتى تسمح بدخول المياه فقط ومنع الرواسب والجلاميد كى لا تردم المواسير، ويمتد ذلك المجرى ليصب بعيداً عن الطريق فى خزانات لاستغلالها والاستفادة منها.
- إنشاء مجموعة من الجسور لتحويل المياه بعيداً عن الطرق والوصول بها إلى أماكن استغلالها. (مصطفى محمد الجابى، ٢٠٠٠، ص ٥٧).

صورة (٤) إنشاء سد على مروحة وادي الكوامل البحري بجوار الطرق أسفل الحافة ناظراً صوب الشمال الغربي

الخلاصة :

مما سبق نستخلص ما يلي :

١) تضم منطقة الدراسة نحو تسعة وثلاثين وادياً، تم تحليل الخصائص الموروفومترية لشبكات التصريف بها، من حيث (رتب الأودية، أعداد المجاري، أطوال المجاري، معدل تكرار المجاري، معدل بقاء المجاري، كثافة التصريف، معدل التشعب، أنماط التصريف). وقد تباينت شبكات التصريف في خصائصها المورفومترية ، وتم تقسيمها لفئات وتوزيعها مكانياً داخل أحواض منطقة الدراسة.

٢) تم بناء نموذج هيدرولوجي شبه توزيعي ***HEC-HMS***، كأحد النماذج الهيدرولوجية شبه التوزيعية الشائعة الاستخدام، وذلك بعد توافر البيانات اللازمة وهي؛ (الاستخلاص الآلي لأحواض وشبكات التصريف، تصنيف التربة والغطاء الأرضي، حساب مؤشر الغطاء النباتي ***NDVI***، تحديد المجموعات الهيدرولوجية للتربة وتحديد قيمة المنحنى العددي ***CN***، تحديد قيم المنحنى العددي الموزون لأحواض التصريف، تقدير عمق الأمطار، إعداد العاصفة التصميمة).

٣) تم تحديد العوامل الهيدرولوجية والهيدروليكية لشبكات التصريف التصريف، بناءً على مخرجات نموذج هيدرولوجي شبه توزيعي ***HEC-HMS***، وشملت؛ (زمن التباطؤ، زمن التركيز، حجم الجريان السطحي، سرعة جريان المياه، زمن التصريف)، وتحليلها وتقسيمها على فئات وتوزيعها مكانياً داخل أحواض التصريف بمنطقة الدراسة.

٤) تم حساب الميزانية الهيدرولوجية لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة، ، بناءً على مخرجات نموذج هيدرولوجي شبه توزيعي ***HEC-HMS***، وشملت؛ أحجام المياه الساقطة، أحجام الفواقد المائية داخل أحواض التصريف، وصولاً على صافي الجريان بأحواض التصريف بمنطقة الدراسة، حيث تم تحليلها وتقسيمها على فئات وتوزيعها مكانياً داخل أحواض التصريف بمنطقة الدراسة.

٥) تتباين أحواض التصريف التي تم اختيارها في أبعادها وخصائصها الجيومورفولوجية والتضاريسية والمورفومترية، وترتب على ذلك اختلاف مقدار ما يفقد من مياه وبالتالى اختلاف صافى الجريان، ومن جانب آخر تتفاوت المسافة بين هذه الأودية ومراكز الأنشطة البشرية لذلك تتفاوت مدى خطورتها وإن كانت جميع الأودية تصب مباشرة على منطاق الاستصلاح الجديدة بمنطقة الدراسة.

٦) التحليل الهيدروجيومورفولوجي لمعايير ودرجات الخطورة، حيث تم تحديد بعض المعايير والمعاملات والتي على أساسها تم تحديد وتصنيف درجات الخطورة داخل أحواض التصريف بمنطقة الدراسة، وشملت تلك المعايير المجموعة الأولى المعاملات التي ترتبط طردياً مع درجة خطورة الجريان السيلي، وهي (معامل

المساحة، معادل معدل الاستدارة، معامل التضرس، معامل قيمة الوعورة، معامل معدل الانحدار، معامل التكامل الهبسومتري، معامل أعداد المجاري، معامل أطوال المجاري، معامل معدل تكرار المجاري، معامل كثافة التصريف، قيمة المنحنى العددي الموزون، معامل صافي الجريان)، المجموعة الثانية والتي ضمت المعاملات التي ترتبط عكسياً مع درجات خطورة الجريان السيلي، وهي (معامل معدل الاستطالة، معامل معدل التشعب، معامل زمن التباطؤ، معامل زمن التركيز، معامل زمن النصريف).

٧) تم تقسيم وتصنيف أحواض المنطقة حسب درجات الخطر فشملت الأحواض قليلة الخطورة أحواض أودية (نجع الغوانم، نزلة خاطر١، نزلة عمارة البحري، حنفي، الجير)، في حين شملت الأحواض متوسطة الخطورة أحواض أودية (نزلة خاطر٢، بيت علام، أولاد سلامة، بيت داود، اليتيم٢، بني حميل٢، الشيخ الأقرع، بيت خلاف، العمايدة، الفطيرات، سمهود١، طلعة الجاموسة، الكوامل البحري، الجهيني، الكوامل القبلي، المحاسنة، مصاطب زوسر، الشواولة، الغريزات، نجع حمد، المطيرة، نزلة عمارة القبلي، دبوس مصاخة، تاج الدير، نجع الغابات، بني حميل١)، وشملت الأحواض الخطرة أحواض أودية (أبو عزيز، الدخان، نجع البوص، الجبيرات، السقرية، أبو رتاج، سمهود٢)، وأخيراً الأحواض شديدية الخطورة حوض وادي (اليتيم).

٨) تم تحديد مجموعة من الحلول والمقترحات فشملت الحلول طرق الإنذار المبكر، وطرق الحماية من خطر السيول ومنها استخدام التقدم التكنولوجى والدراسات العلمية الحديثة، وكيفية مواجهة السيول داخل أحواض التصريف، وكيفية مواجهة السيول فى حماية الطرق أسفل الحافة قيد الدراسة، وللاستفادة من مياه السيول سواء بالتخزين أو عن طريق إقامة بوابات عند نهاية المخرات للاستفادة منها فى عمليات رى الأراضى المستصلحة فى بطون الأودية.

أولاً : المراجع

(أ) المراجع العربية:

١) **إبراهيم زكريا الشامي، (١٩٩٥) : التحكم في السيول – الاستفادة من مياهها ودرء أخطارها، الجمعية الجغرافية المصرية، ندوة المياه في الوطن العربي، المجلد الأول، القاهرة.**

٢) **أحمد سالم صالح ، (١٩٨٩) : المراوح الفيضية المراوح الفيضية في الجزء الأدنى من وادي وتير بسيناء، مجلة الدراسات الجغرافية، تصدر عن قسم الجغرافيا بكلية الآداب بجامعة المنيا، العدد (١٥).**

٣) **إسلام سلامة محمد، (٢٠٠٤) : الأخطار الجيومورفولوجية في منطقة أسيوط، رسالة ماجستير غير منشوره، قسم الجغرافيا، كلية الآداب ببنها، جامعة الزقازيق.**

٤) سمير سامى محمود، (٢٠٠٠) : المخاطر الطبيعية في مصر من منظور جيومورفولوجي، مجلة كلية الآداب، جامعة القاهرة، المجلد ٦٠، العدد٤، ص ٤٤١-٥٢٠.

٥) شادي صابر حسن، (٢٠٠٠) : سيناريو إدارة كارثة السيول بمحافظة المنيا، وحدة بحوث الأزمات بجامعة عين شمس، المؤتمر السنوي لإدارة الأزمات والكوارث، الجزء الثاني، أكتوبر.

٦) صابر أمين دسوقي، (١٩٩٨) : بعض أساليب مواجهة أخطار السيول في مصر والاستفادة من مياهها في التنمية، المؤتمر السنوي الثالث لإدارة الأزمات والكوارث، من ٢٥-٢٦أكتوبر ١٩٩٨، القاهرة.

٧) عواد حامد موسى، (٢٠٠٠) : السيول في أودية خليج العقبة في مصر – دراسة جغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنوفية.

٨) كريم مصلح صالح، ، (٢٠٠٠) : الأخطار الطبيعية على الجانب الشرقي لوادي النيل فيما بين أولاد يحي جنوباً والسلاموني شمالاً بسوهاج – دراسة جيومورفولوجية، مجلة كلية الآداب، جامعة سوهاج، العدد ٢٣، الجزء الأول، إصدار خاص.

٩) محمد إبراهيم محمد خطاب، مها كمال سليم، (٢٠٢١) : النمذجة الهيدرولوجية للسيول في حوض وادي القرن شرق فقط بالصحراء الشرقية باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، المجلة الجغرافية العربية، المجلد (٥٢)، العدد (٧٧).

١٠)محمود أحمد حجاب ، (٢٠١١) : الجريان السيلي في محافظة سوهاج، مجلة كلية الآداب جامعة بنها، إصدار خاص.

١١)مصطفي محمد محمد الجابي (٢٠٠٠) : الجريان السطحي ومخاطره في الصحراء المصرية، المؤتمر السنوي الخامس لإدارة الأزمات والكوارث وحدة بحوث الأزمات – كلية التجارة، جامعة عين شمس، القاهرة.

(ب) المراجع الإنجليزية:

1) **Alrikabi, A., Elmewafey, M., Beshr, A., & Elnaggar, A., (2015) : Using GIS based Morphometry Estimation of Flood Hazard Impacts on Desert Roads in South Sinai, Egypt, International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol. 6, Issue 7, July, pp: 1593-1599.**

2) **Shi, Q., (2014) : Flood hazard assessment along the western regions of Saudi Arabia using GIS-based morphometry and remote sensing techniques, Unpublished M.Sc., University of Mainz.**