السدود في المناطق الجافة الأهمية والآثار والمخاطر المحتملة
دراسة جغرافية بيئية "سد وادي غان أنموذجاً للدراسة"

أعداد

أ.د نوري أبوفايد العيساوي [1] / د.خالد عبد السلام الوحيشي [2]

قســـم الجغرافيا – جامعة غريان[1] / قسم الجغرافيا – جامعة صبراتة [2]

المستخلص:

تنافست الدول خلال عديد العقود السابقة على إنشاء السدود بأنواعها باعتبارها آنذاك ضمن أهم مشاريع التنمية الزراعية الطموحة والمستدامة مبررين أهميتها في حجز المياه في بحيراتها قصد استغلالها للشرب والري وذات الأهمية البالغة والحاجة الملحة في المناطق الجافة وشبه الجافة، ناهيك عن دورها في الحد من الانجراف ومخاطر الفيضانات والسيول التي كانت تهدد السهول المنبسطة ومجاري التصريف حتى مصباتها البحرية، وضمن طفرات الثورة الزراعية بخطط التنمية الثلاثية والخماسية في السبعينيات والثمانينيات من القرن الماضي حتى ناهز عددها 18 سداً، على امتداد الأودية الجافة المنحدرة من المرتفعات الشمالية لليبيا والتي تعاني دورات جفاف شديدة وتذبذبات حرجة في التساقط المطري، وعلى ذلك برزت عديد السلبيات والمخاطر البيئية المحتملة بعد إقامة تلك السدود، والتي تجاوزت عمرها الافتراضي والمقدر بنحو 50 عاماً، وبانقضاء أربعة عقود على انشائها وتهالك معظمها ومنها سد غان حيث أضحت بؤراً ومصادر خطر تتهدد السكان والمشاريع والمدن والبنى التحتية التي أقيمت على مجاريها وسهول تصريفها حتى مصباتها، وتكمن الخطورة في نسيان السكان لتلك المجاري وتعديهم عليها ما يفاقم مخاطر الفيضانات والسيول حال حدوثها "فالمياه ستسترد مجاريها يوماً ما ولو بعد حين" إلى جانب ذلك وعدا مقاومة الانجراف: لم تحقق تلك السدود أي من المستهدفات التنموية التي أنشأت من أجلها آنذاك وباتت بارزة للعيان والمتمثلة في: محدودية وقلة مساهمة معظمها في الامداد المائي الحضري والزراعي لعدم اعتماد خطط لاستغلال واستهلاك مياهها مباشرة قبل تبخرها، وخير مثال على ذلك فشل مشروع غريان المتكامل لضخ مياه بحيرة السد إلى شبكة القواسم وككله المقدر تكلفته بأكثر من 19مليون دينار ليبي، فكان المستهدف من تلك السدود أنها: ستحجز نحو 375 مليون متر3/السنة، ولكنها لم تحقق سوى 65 مليون متر^3/ السنة في أفضل أحوالها، ناهيك عن ضياع كميات وفيرة من مياه بحيراتها بالتبخر لوقوعها بمناطق شديدة الحرارة، حيث يبلغ معدل التبخر السنوي نحو 1914 ملم/ السنة، بينما لا يزيد معدل التساقط السنوي بنحو 362 ملم/السنة على أقصى تقدير ما قلص حجم تخزين بحيراتها بالطمر المستمر، ناهيك عن تلوث مياه تلك البحيرات بسبب ركودها.

يهدف البحث إلى استخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لتوضيح ورصد أثر مخاطر الفيضان الناتجة عن انهيار سد غان على المناطق الواقعة بعد السد ضمن حوضه المقدر مساحتها بنحو 834.28 كيلو متر^2، وذلك لأجل تقييم التأثيرات والسيناريوهات المحتملة للسيول والفيضانات حال تعرض المنطقة لتطرفات وشذوذات مطرية غزيرة وحادة تفوق قدرة السد التخزينية التي هي من سمات المناطق الجافة وشبه الجافة، ناهيك عن احتمالية

تعرض جسم السد للتصدع جراء هزات زلزالية محلية بفعل تراكم ضغط رواسب البحيرة لعقود طويلة، وقد تمت عملية التحليل والمعالجة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي((Digital Elevation odel=DEM) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS-GPS) بعد استقطاع منطقة البحث ومن خلالها يمكن تحديد المناطق المهددة بغمر المياه المتدفقة من البحيرة التي يحجزها السد، مما يجعل هذه الدراسة توفر قاعدة بيانات للإنذار المبكر قبل وقوع أي كوارث طبيعية وبيئية على المناطق التي قد تغمرها المياه، وقد اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي من خلال معالجة وتحليل البيانات المتوفرة، وتصميم وإنتاج خرائط رقمية توضيحية لتلك السيناريوهات، والتي تهدد السكان والمدن ومشاريع البنى التحتية التي أقيمت ضمن حوضه وعلى مجاريه التي تخترق المنطقة السهلية بداية من منطقة الهيرة إلى مدن العزيزية والسواني والنجيلة والجزء الغربي من مدينة جنزور حتى مصبه عند البحر.

Abstract:

Countries competed during the past several decades to establish dams of all kinds, as they were then among the most important ambitious and sustainable agricultural development projects, justifying their importance in reserving water in their lakes in order to exploit them for drinking and irrigation, which are of great importance and urgent need in arid and semi-arid areas, not to mention their role in reducing erosion and the risks of floods and torrents that threatened the flat plains and drainage courses up to their marine estuaries, and within the mutations of the agricultural revolution with tripartite and five-year development plans in the seventies and eighties of the century with more than 18 dams along the dry valleys descended from the northern highlands of Libya, which suffer from severe drought cycles and critical fluctuations in rainfall, and therefore many negatives and potential environmental risks emerged after the establishment of these dams, which exceeded their life span and estimated by about 50 years, and with the lapse of four decades since their construction and most of them are worn out, including the Ghan Dam, where they have become hotbeds and sources of danger that threaten the population, projects, cities and infrastructure that were built on their courses and plains of discharge to their mouths.

The danger lies in the population's forgetfulness of these sewers and their encroachment on them, which exacerbates the risks of floods and torrents if they occur since the water will recover its course one day, even after a while. In addition to that, and except for

resisting erosion, these dams did not achieve any of the development goals for which they were established at the time, and became visible to anyone. Most of the dams have limited contribution to the urban and agricultural water supply because plans were not adopted to exploit and consume their water immediately before its evaporation, and the best example of this is the failure of the Gharyan integrated project to pump the water of the dam lake to Qawasim and Kekla network and as a whole, estimated to cost more than 19 million Libyan dinars .

The target of these dams was to reserve about 375 million meters3 / year, but it has only achieved 65 million meters3 / year in the best conditions, not to mention the loss of abundant quantities of water from its lakes by evaporation due to its location in very hot areas, where the annual evaporation rate is about 1914 mm / year, while the annual precipitation rate does not increase by about 362 mm / year at most, which reduced the size of storage of its lakes with continuous landfill .

The research aims to use remote sensing and geographic information systems techniques to clarify and analyze the impact and risks of flooding resulting from the possibility of the collapse of the Ghan Dam on the areas within its drainage basin, estimated at 834.28 km2, in order to assess the possible effects and scenarios of torrential rains and floods if the region is exposed to extremes and abnormalities of heavy and severe rain, exceeding the dam's storage capacity, which is characteristic of arid and semi-arid areas, not to mention the possibility of the dam body being cracked due to local seismic tremors due to the accumulation of lake sediment pressure for many decades, and the analysis and treatment process was carried out based on the digital elevation model (DEM=Digital Elevation Model) and geographic information systems (GIS-GPS), and after deducting the research area, through which it is possible to identify the areas threatened by flooding the water flowing from the lake reserved by the dam, which makes this study provide a database for early warning before any natural and environmental disasters occur on the areas that may be flooded.

The study relied on the descriptive, analytical and field approach, through the processing and analysis of available data, and the design and production of illustrative digital maps of those risks and potential scenarios, which threaten the population, cities and infrastructure projects that were established within the drainage basin and along its streams that penetrate the plain area starting from the Al-Hera area to the cities of Al-Aziziyah, Al-Swani, Al-Najila and the western part of the city of Janzour until its mouth at the sea coast.

الكلمات المفتاحية: السدود، مخاطر الفيضانات والسيول، نموذج الارتفاع الرقمي(DEM-GIS-GPS)، خطط التنمية.

المقدمة

يُعد إنشاء السدود بأنواعها خلال العقود السابقة ضمن أهم مشاريع التنمية الزراعية الطموحة والمستدامة في ليبيا؛ لوقوعها بالمناطق الجافة، وكان الغرض من إنشائها الحد من مخاطر الفيضانات والسيول التي كانت تهدد السهول المنبسطة ومجاري التصريف حتى مصباتها وخصوصا البحرية واستغلال المياه المخزنة في بعض الأنشطة الزراعية والأغراض المنزلية، وقد أصبحت نظم المعلومات الجغرافية Geographic Information System (GIS) من الوسائل الضرورية لتخطيط وإدارة الموارد الطبيعية والبشرية على سطح الأرض وتشمل هذه النظم تجميع المعلومات وعمليات إدخالها وتخزينها في شكل قواعد للبيانات الجغرافية وكذلك تحليل تلك البيانات ومن ثم إمكانية إنتاجها في خرائط. وتعد الكوارث الطبيعية مثل: الأعاصير، الزلازل، الفيضانات، المجاعات، الحرائق، الأمراض، والتلوث الهوائي والمائي، من أكثر المشاكل التي تتطلب حلًا سريعا، ويمكن من خلال نظام الـ (GPS Geographic positioning system) - تحليل البنى الأساسية وتحديد الأماكن التي من شأنها أن تتأثر بأي نوع من المخاطر سواء كانت ناتجة عن فيضان الأودية أو الحرائق وغيرها، وبالتالي توفير الكثير من الوقت والجهد، وامتلاك المعلومات الكافية لإيجاد الحلول بأسرع وقت.

مشكلة البحث ومحفزاته:

تتلخص في طرح عديد التساؤلات والاستفسارات قصد تحليل ودراسة الظاهرة المطروحة للنقاش، وإيجاد المبررات المنطقية والعلمية والعلاقات بين المسببات والعلل وإيجاد الحلول الممكنة لتفادي وتخفيف الآثار السلبية المحتملة الناجمة عن السيول والفيضانات الناجمة عن احتمال فيضان أو انهيار سد غان خاصة والسدود بليبيا عامة وتكمن في تساؤلات مفادها:

*ما هي الأسباب التي تؤدي إلى فيضان وادي غان وتدفق مياهه نحو المنطقة السهلية من حوضه؟

*ما مدى احتمالية امتلاء بحيرة سد غان بالرواسب والطمي خاصة بتقادم وقرب انتهاء العمر الافتراضي للسد؟

*هل لزيادة أثقال وأوزان الرواسب ببحيرة السد علاقة بإحداث اختلال توازن الطبقات الأرضية وهبوطها وميلها وتسببها في هزات أرضية محلية تهدد جسم السد؟

*ما مدى إمكانية إضافة مرافق ومنشآت للتحكم وتوجيه وتصريف مياه السيول والفيضانات إلى خزانات أو أودية جانبية وتغذية وحقن مياهها في السهول المجاورة على طول امتداد مجراه؟

* ما هي المناطق التي قد تتأثر بفيضان مجرى الوادي وروافده؟

فرضيات البحث ومحاوره:

- ما مدى العلاقة النسبية بين تكاليف انشاء سد غان ومدى مساهمته الفعلية كمشروع تنموي مستدام للدعم المائي بالمنطقة.
- ما العلاقة الإحصائية بين تقلص حجم التخزين في بحيرة سد غان وشدة السيول والفيضانات الحادة على امتداد حوضه الجاف وبحيرته تتراجع بالواد بطول 5-7 كم.
- هل هناك ارتباط بين احتمالية تعرض حوض السد لتطرفات وشذوذات مناخية ومطرية، وبين احتمالية انهياره.
- ما مدى مساهمة بحيرة السد في تعطيل أو توقف الدورة المورفولوجية والهيدرولوجية على طول مجرى تصريفه بعد البحيرة لمدة 45 سنة مضت.
- ما العلاقة بين تعاظم مخاطر وكوارث السيول، وبين نسيان السكان لها وتعديهم على مجري تصريف الأودية الجافة التي ستسترد مجاريها يوماً ما.
- ما العلاقة النسبية المحتملة بين إنشاء سد غان ومحدودية تغذية الخزانات الجوفية وفقر التربة على امتداد وادي تصريفه بمشروع الهيرة، وتداخل مياه البحر على امتداد السهل.

أهداف البحث

- إبراز أهم الإيجابيات والسلبيات المصاحبة لإقامة السدود بأنواعها في المناطق والبلدان الجافة وشبه الجافة في العقود المنصرمة ومنها سد غان.
- التعريف بالمخاطر البيئية والتأثيرات وتعطيل الدورات الجيومرفولوجية في مجاري الأودية بعد إقامة سد غان، وحرمانها من تجدد التربة وتغذيتها وحقن الخزانات الجوفية بوادي الهيرة خصوصاً وسهل الجفارة عموماً، وما علاقة ذلك بتسريع تداخل مياه البحر بسهل الجفارة.
- التذكير بمخاطر التعدي على مجاري الأودية الجافة والبناء فيها واستثمارها دون تحديد النقاط السوداء والحمراء عبر مجاريها وعدم نسيان أن المياه ستسترد مجاريها يوم ما.
- بيان المخاطر المحتملة على المدن والمنشآت والبنى التحتية القائمة حاليا على طول امتداد المجرى وحتي مصبه حال احتمالية حدوث شذوذات وتطرفات مناخية حادة، ناهيك عن احتمالية تعرض بحيرة سد غان للامتلاء والفيضان، أو الانهيار المحتمل بفعل الزلازل أو الحركات الأرضية الشائعة والمفاجئة.
- التنبيه والمساهمة الفاعلة في ضرورة تركيب أجهزة انذار مبكر للتنبؤ بتلك المخاطر قبل حدوثها.

- إمكانية تعميم نتائج الدراسة على الظواهر المشابهة واستشراف والتنبؤ بالمخاطر الممكنة ومحاولة بث الوعي لدى القاطنين والمستقرين بمجرى وادي غان والأودية المشابهة في ليبيا بالمخاطر المحتملة، واقتراح الحلول الممكنة لتفادي والتخفيف من مخاطرها.

أهمية الدراسة

تتمثل في كيفية توظيف دور نظم المعلومات الجغرافية GIS والاستشعار عن بعد في التخطيط وإدارة متطلبات كارثة طبيعية كتعرض منطقة أو مدينة لفيضان فجائي لأجل تجميع المعلومات وإدخالها وتخزينها وإعداد قاعدة للبيانات الجغرافية ثم معالجة وتحليل تلك البيانات وإنتاجها في شكل خرائط تبين التحليل المكاني للظاهرة المدروسة والتي يمكن الرجوع إليها وقت الحاجة والإنذار المبكر.

الدراسات السابقة

لم يتم العثور على أي دراسة تناولت حوض وادي غان وروافده ولكن توجد دراسات مشابهة محلية وإقليمية وهي:

- دراسة عبد الونيس عاشور(2022): **تقدير عمق الجريان لحوض وادي درنة بالتكامل مع نظم المعلومات الجغرافية ونموذج SCS-CN**، وهدفت الدراسة إلى تقدير حجم الجريان السطحي لعاصفتين مطريتين بناء على فيضان أكتوبر 1945، وأواخر نوفمبر 1986، ومن خلال النتائج المتحصل عليها يتضح أن منطقة الدراسة معرضة لمخاطر الفيضانات، مما يتطلب إجراء صيانة فورية للسدود القائمة.

- دراسة خالد الوحيشي وأخرون (2022): **فيضان وادي تنزوفت على مدينة غات سنة 2019**، هدفت الدراسة لتوضيح الأسباب التي أدت إلى حدوث فيضان الوادي وتحديد الأماكن الخطرة المهددة بغمر المياه والأماكن الآمنة من الحوض حيث موقع المدينة، وخلصت إلى نتائج أهمها: هناك احتمالية لتكرار الفيضان نتيجة الموقع الجغرافي للمدينة وطبيعة قُربها من السفوح الجبلية المحيطة بها وانحدارها نحو الوادي.

- دراسة عبد النور غانم (2008): **أسباب الفيضانات في المناطق الجافة وشبة الجافة وأساليب السيطرة عليها دراسة حالة "فيضانات مدينة معبر في اليمن"**، والتي أكد فيها على تعدد العوامل المؤدية إلى حدوث الفيضانات بالمنطقة، إلا أن العامل الرئيس المسبب للفيضانات بالمنطقة يتمثل في تأثر المنطقة بالتغيرات المناخية العالمية، حيث أدى التغير المناخي إلى حدوث فيضانات مدمر غمر مدينة معبر بالكامل والكثير من المباني السكنية والأراضي الواقعة في مجرى المياه.

-**دراسة : مطلك والجزائري** (2013):**إدارة الفيضانات والسيول في منطقة بحر النجف** هدفت الدراسة إلى تحديد نطاق خطر الفيضانات والسيول المحتملة على المستقرات البشرية لاتخاذ الإجراءات اللازمة للحد من مخاطرها، وتوصلت إلى عدة نتائج من أهمها أن هناك عدة عوامل طبيعية وبشرية تسببت في زيادة خطر الفيضان على المنطقة، إضافة إلى ضعف البنية التحتية وانتشار العشوائيات قد زاد من مخاطر السيول لعدم إمكانية تصريف المياه بكميات كبيرة.

- دراسة : الدليمي و العاني (2014):**أخطار الأنهار والسيول والحد من أثارها** هدفت إلى وضع حلول تناسب الأماكن المعرضة إلى أخطار الفيضانات حسب الإمكانات المتاحة وتوصلت الدراسة إلى نتائج منها أن الفيضانات تعد من أكثر الكوارث الطبيعية تأثيرا في العالم كما أنها تسبب في خسائر بشرية ومادية ما ينهك اقتصاد تلك الدول ،كما أن وتيرة فيضانات الأنهار تتغير من سنة إلى أخرى حتى وصلت إلى مناسيب غير مسبوقة ،وعدة توصيات منها ضرورة إعداد دراسات عن طبيعة فيضان النهر والمناسيب التي وصلت إليها سابقاً والمتوقعة مستقبلاً مع تحديد الأماكن التي قد تتعرض للفيضان واتخاذ الإجراءات المناسبة للحد من أخطارها وإعداد مخططات للمدن تتناسب مع طبيعة وموقع المنطقة.

- دراسة رائد الحلبي: **التحليل المكاني للمناطق المهددة بالسيول والفيضان في محافظة أريحا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد،** هدفت الدراسة إلى إجراء عمليات التحليل المكاني للمواقع المعرضة لخطر السيول والفيضانات وتحليلها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وإنتاج خرائط رقمية للتخفيف من حدتها وحماية السكان من أخطارها، وخلصت إلى نتائج منها أن منطقة الدراسة تغطي أربعة أحواض تصريف مائية رئيسة تبين من خلال التحليل أن المنطقة تنحدر متدرجة من الشرق إلى الغرب ما يهدد التجمعات السكانية والزراعية والطرق وغيرها، اختلفت درجات الخطورة ما بين الدرجة العالية إلى المتوسطة الخطورة، وتوصلت إلى توصيات لعل أهمها الاستفادة من نظم المعلومات الجغرافية في دراسات السيول والفيضانات والمساعدة في اتخاذ القرارات وإنشاء قنوات لتصريف مياه الأمطار في المناطق المكتظة بالسكان مع الأخذ في الاعتبار كميات السيول ومساراتها عند وضع المشاريع كالطرق وغيرها.

طرائق وأدوات الدراسة:

1- برنامج Arc GISإصدار 10.5، وهو البرنامج المستخدم في التحليل المكاني لتحديد موقع منطقة الدراسة والتحليل الطبوغرافي والهيدرولوجي المورفومتري.

2- قوقل أرث (Google Earth).

3- مرئيات فضائية المعروفة بـ نماذج الارتفاعات الرقمية Digital Elevation Model (DEM) المتاحة مجانا على شبكة الإنترنت من موقع مصلحة المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS) بدقة تمييز 30 X30م.

4- الخريطة الطبوغرافية للمنطقة مقياس رسم 1: 50000، والخريطة الجيولوجية، لوحة طرابلس مقياس 1:250000.

الخصائص الطبيعية والهيدرولوجية لسد غان:

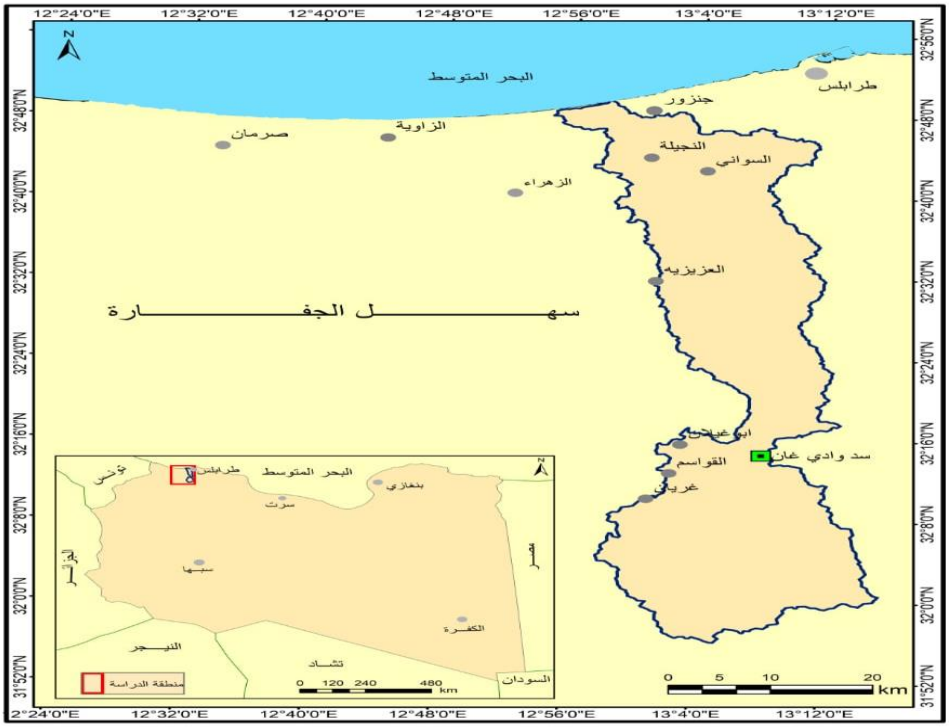
موقع منطقة البحث

يقع حوض وادي غان في القسم الشمالي الغربي من ليبيا حيث يعد من أهم الأحواض المائية المنحدرة من مرتفعات الجبل الغربي ويضم عدد من المدن أهمها مدينة غريان والقواسم بالقسم العلوي من الحوض، ومدن الهيرة والعزيزية

والسواني والنجيلة والقسم الغربي من مدينة جنزور عند حوضه الأدنى أو السفلي، وفلكيا بين خطي طول 12.57.47° و 13.15.43° ودائرتي عرض 31.56.05° و32.49.44° (شكل 1)، أما موقع السد عند تقاطع الإحداثيات: ً25 ´13 ً E32 -13. 9 .20 N ، شمال شرقي مدينة غريان بمسافة 15كم. ويعد أعلى السدود بليبيا بنحو343 مترا، ويبلغ ارتفاعه 84 متراً فوق مستوى الأساس الصخري، وكذلك أغنى أودية المنطقة بالمياه إذ تتجمع به مياه حوض يبلغ طوله 55 كم وعرضه 11.6كم، وتوضح الصورة 1 أهم معالم ومرافق سد وادي غان.

صورة 1: مظهر سد غان وبحيرته

المصدر: عدسة الباحثان، يوليو 2009



شكل1: موقع منطقة البحث

المصدر: استنادا إلى نموذج الارتفاعات الرقميDEM ، مصلحة المساحة الجيولوجية الأمريكية (usgs) والمعالجة والتصميم باستخدام برمجية Arc Gis 10.5

وكان الهدف من إنشاء هذا السدّ حصاد وحجز مياه الأمطار، وكبح مياه الفيضان الموسمي الذي يهدد مشروع وادي الهيرة الواقع في امتداده الشمالي وحتى مصبه البحري، وتغذية الطبقة المائية الجوفية الواقعة سافلة السدّ، وضمان استقرار التجمعات السكانية بالسهل. وتعدّ بحيرة سد وادي غان أكبر مسطح مائي بالمنطقة. وقد أقيمت أسفلها محطة لمعالجة وتصفية مياهها قبل ضخها إلى شبكة القواسم وككله ولكنها لم تعمل منذ ذلك، ويمكن تلخيص أهم خصائص هذا السد في المعطيات الآتية:

- مساحة الحوض التجميعي: 650كم^2.
- أقصى تخزين محتمل: 11.0 مليون متر^3.
- حجم بحيرة التخزين: 39.5 مليون متر^3.
- أقصى مساحة لبحيرة السد:201 هكتار.
- أقصى كمية تخزين محتملة لكل 100 سنة: 29.6 مليون متر^3.
- أقصى مساحة للبحيرة للتخزين الأقصى: 158 هكتار.
- أعلى مستوى للمياه فوق الهدار (قمع تصريف الزائدة):348.5 متر.
- أعلى منسوب لأقصى تخزين: 343 متراً فوق مستوى سطح البحر.
- أقصى تصريف للفيضان كل 100 سنة: 650 متر^3/ث.
- أقصى تصريف للمفيض الرأسي (القيسون): 1640 متر^3/ث.
- أقصى تصريف لنفق المأخذ: 100 متر^3/ ث.[1] أمانة السدود والموارد المائية، الكتيب الارشادي، سد وادي غان

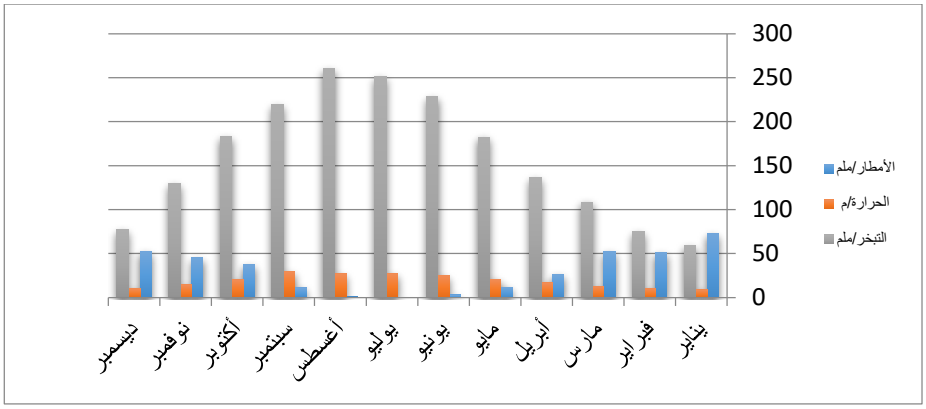
وعند الانشاء كانت هذه الخصائص: ذات أهمية بالغة في الترويج لقيمة المشروع وتحويله إلى استثمارٍ حضري وزراعيٍ ناجحٍ، فقدر متوسط درجة الحرارة آنذاك بين 18-19مْ مئوية، بينما هو قد يسجل أكثر 40-45 مْ صيفاً، ومعدل سقوط الأمطار قدر بين 250 – 300 ملليم/السنة وهي متذبذبة بشكل كبير، وتدني في الرطوبة النسبية بمتوسط ما بين 40 و 50%.

فضلاً عن العوامل الراجعة إلى طبيعة التربة، نلاحظ أن نسبة هامة من مياه البحيرة تتعرض للتبخر الذي يقدر بحوالي 1914 ملم/السنة، أي أنه يفوق التساقط بنحو 156%. والجدول 1 والشكل 2 يوضحان أهم الخصائص المناخية.

جدول 1: الخصائص المناخية لمنطقة سد غان

الشهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	م.السنوي
الأمطار/ملم	72.2	51	51.9	26.3	11.8	3.3	0.02	0.7	11.2	37.1	45.0	51.9	362.3
الحرارة/م	9.1	10.4	12.8	16.5	20.9	25.2	26.8	27.0	29.3	20.4	14.4	10.5	18.6
التبخر/ملم	58.9	75.4	108.5	136	182.1	228	251.1	260.4	219	182.9	129	77.5	1914

المصدر: مركز الإرصاد الجوي، طرابلس، بيانات غير منشورة.



شكل 2: الخصائص المناخية لمنطقة سد غان

المصدر: استنادا إلى جدول 1

مخاطر تموضع السد وبحيرته:

يتبين من خلال الشكل 1 تموضع جسم السد وبحيرته في الخانق الضيق من منتصف الوادي السحيق، والذي يرتفع أعلى منسوب لأقصى تخزين فيه إلى نحو 343 متراً فوق مستوى سطح البحر، حيث يعترض السد آلاف الأطنان من الرواسب والطمي والمخلفات الصخرية والتربة كل وابل مطري على امتداد حوضه الجنوبي المقدر مساحة تجميعه بنحو 650 كم2. ويخزنها في بحيرته التي يتقلص حجم تخزينها باستمرار على مدار العقود المنصرمة فالبحيرات الصناعية ومنها بحيرة سد غان: تعد من أقصر المظاهر المورفولوجية عمراً، ما شكل ويشكل ضغوطاً عالية على جسم السد، واضحت احتمالية تعرضه للتصدع واختلال توازنه وانهياره واردة للغاية، ويحتم بالضرورة مراجعة وترميم وتدعيم خصائصه الانشائية الهندسية والهيدرولوجية وتفادي تلك المخاطر المحتملة.

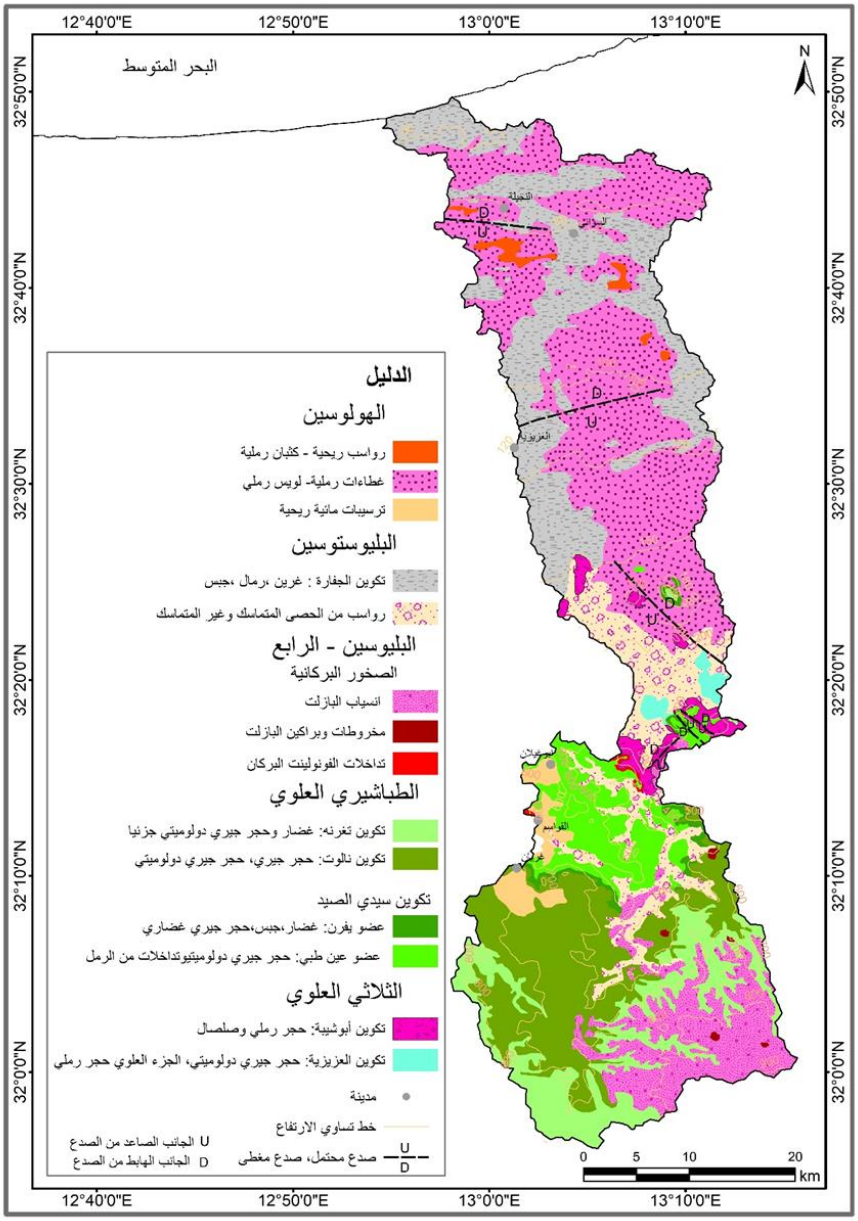
الخصائص الجيولوجية لحوض وادي غان

يلاحظ من تحليل الخريطة الجيولوجية (شكل3) تنوع وتداخل التكوينات والتراكيب الصخرية على امتداد حوض وادي غان حيث يتضح التتابع الزمني الممتد من الهليوسين إلى الثلاثي العلوي، ويظهر من خلال الخريطة أن التكوين الجيولوجي للوادي ينقسم إلى قسمين: **فالقسم الجنوبي من السد:** والذي يمثله حوض التجميع: يتشكل من تكوينات البازلت والمخاريط البركانية والفونوليت البركاني والحجر الجيري الدولومايتي المتنوع والحجر الرملي عبر تكوينات (تغرنة، نالوت، سيدي الصيد، يفرن، عين طبي، أبوشيبة ،العزيزية)، وهي تداخلات متنوعة في مجملها بين الصلابة والهشاشة ويمكن التعرف على معظمها من خلال المنحدرات التي نحرتها مظاهر التعرية المائية بدرجات متباينة وكشفت تكويناتها عبر الأودية والشعاب والانهيار في شكل كتل وجلاميد صخرية، والتي ترتب عنها ملايين الأطنان من الرواسب حال السيول الجارفة التي تنتهي إلى بحيرة السد ما يشكل ضغوطاً كبيرة على جسم السد وقاع البحيرة مما يسهم في إحداث خللاً بالتوازن الأرضي والتهيئة لاهتزازات وتصدعات تعجل باحتمالية انهيار السد.

أما القسم الشمالي من الوادي: الذي يمثله حوض التصريف فتعمه تكوينات وتراكيب جيولوجية أشهرها الرواسب الريحية "اللويس" والمائية والكثبان الرملية والغرين والجبس والحصى المفكك والمتماسك الذي يمثله تكوين الجفارة،

الناجمة عن الرواسب المنقولة من وادي غان عبر آلاف السنين والتي ستشكل خطراً محدقاً يكتسح المدن والمشاريع والبنى التحتية حال السيول والفيضانات المحتملة على امتداد وادي التصريف الذي يخترق سهل الجفارة حتى مصبه عند جنزور.

أما جيولوجية التكوينات الصخرية حول السد وبحيرته فتتمثل في الآتي: فالسد يرتكز على تكوين البلايوستوسين الرابع من الحصى غير المتماسك وتداخلات البازلت والفونولايت من تكوينات تغرنة ونالوت، وتكمن الخطورة في أن السد مقام على صدع (راجع الخريطة 2) مخفي مغطى بتلك الرواسب أسفله تقريباً وفي خانق ضيق أسفل جسم السد حيث يمثل حرف(U) الجانب الصاعد من الصدع، وحرف (D) يمثل الجانب الهابط من الصدع ما يضاعف احتمالية تعرضه لحركات تكتونية وزحزحة صاعدة وهابطة على امتداد جسم السد وبحيرته في أية لحظة، وتزداد المخاطر حال تزامن ذلك مع شذوذات مطرية حادة وهي تعد من سمات المناطق الجافة ومنها منطقة غان، وتعد الفيضانات والسيول مدمرة حال تركز الرواسب فيها بنسبة تزيد عن 15% من حجم المياه المتدفقة، ما يحفز بقوة اتخاذ تدابير وقائية لحماية المدن الكبرى المزدحمة (العزيزية، السواني، النجيلة، جنزور.) ومئات المشاريع الزراعية والمزارع الخاصة، والبنى التحتية المقامة على طول المصب لأكثر من 70 كم، وغفل السكان عن مخاطرها بالتقادم مند إقامة السد لفترة تقارب من الخمسين50 عاماً، ومن المعلوم أن المياه ستسترد مجاريها يوماً ولو بعد حين.



الخريطة (2) الخريطة الجيولوجية لحوض وادي غان

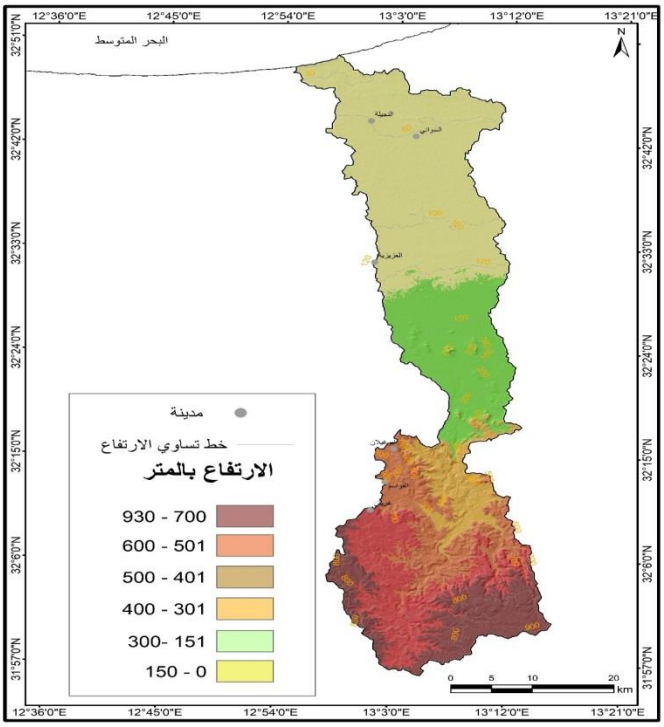
المصـدر: مركز البحوث الصـناعية، خريطة ليبيا الجيولوجية، لوحة طرابلس (ش ذ . 33 ـــ 13) ، الكتيب التفسـيري ، تاجوراء ، 1975 .

طبوغرافية الحوض

بالنظر للطبيعة المورفولوجية والطبوغرافية الجبلية المقام عليها (شكل 4)، يعد سد وادي غان من أعلى السدود في ليبيا، ويبلغ ارتفاع أعلى مستوى للمياه فوق الهدار بنحو348.5 متراً أعلى مستوى سطح البحر، ومن خلال الشكل3 الذي يوضح تدرج مناسيب طبوغرافية الحوض وخطوط تساوي الارتفاع بالانحدار من أعلى إلى أسفل حيث تمتد خطوط تقسيم مياهه مع الأحواض الأخرى المجاورة عند خط المناسيب 700 - 930مترا، وهي ذات طبوغرافية معقدة تشمل آلاف المجاري المائية الفرعية والرئيسة التي تنحر بشدة أسطح التلال والسفوح عند المنابع من المرتفعات التي

تحف بالجزء الجنوبي لمجرى الوادي من أغلب تلال غريان والقواسم والكليبة وغوط الريح والعربان وجندوبة والقضامة، مما ترتب عنها نقل ملايين الأطنان من الرواسب الطينية والرملية والحصى وخاصة حال الوابل المطري القوي والمفاجئ وهي ظاهرة ملازمة تتميز بها المنطقة ووادي التجميع خاصة في فصلي الخريف والربيع، وتزداد مخاطرها بوقوعها في منطقة جافة وجرداء في مجملها ذات تربة هشة ومفككة قابلة للانجراف والحركة السريعة على امتداد المنحدرات بفعل عوامل التعرية وما زاد من انجرافها الأنشطة البشرية الزراعية الناجمة عن حرث تلك السفوح وهي نشطة للغاية في الفصول الجافة السابقة لها على طول مساحة حوض التجميع المقدر بنحو 650 كم^2، أما عند منسوب الارتفاع بين 600- 700 متر حيث يتقلص عدد المجاري الفرعية إلى أودية واضحة المعالم تنحرها المجاري وتتعمق خلالها بحدة وتبرز على ضفافها عتبات الصخور والمصاطب الجانبية التي تبرز بعض من خصائصها الجيولوجية، كما وتغطي مجاريها وخوانقها الصخور البيضاوية الشكل ناهيك عن الركامات الحجرية والحطام الصخري المتجمع في بطون الأودية حتى منسوب الارتفاع 400-500مترا ثم يبدأ الوادي في التهدئة وترسيب حمولته بأحجام مختلفة من الصخور المتوسطة والصغيرة وبعض من الكتل الخشنة وحملها عبر التيار المائي إلى المنسوب الأدنى عند 300-400 مترا، أما الرواسب الناعمة من الطمي والطين والغرين تتموضع عند البحيرة التي تقع على مستوى هذا المنسوب وتشكل كميات ضخمة إذا علمنا أن حجم بحيرة التخزين يقدر بنحو 39.5 مليون متر^3/السنة وأقصى تخزين محتمل لها حوالي 11 مليون متر^3.

أما الوادي شمال السد " وادي التصريف " بعد الخانق المقام عليه جسم السد حتى مصبه في مدينة الساحل المتاخم لمدينة جنزور وبطول يزيد عن 80 كيلومترا فتكاد تتوقف أو تتباطأ عمليات التعرية وخاصة المائية منها بسبب عرقلة السد لعمليات التدفق المائي حيث المظاهر الموفولوجية المتأثرة بعمليات التعرية والتجوية الميكانيكية السائدة والمرتبطة بارتفاع درجات الحرارة والرياح بين خطوط المناسيب أقل من 200-300 مترا حيث تستغل رواسبها القديمة كمحاجر لإنتاج الزلط والرمل ومواد البناء بكثافة ما طمس جل معالمها الجيومورفولوجية؛ ونظراً لتعطل وعرقلة الجريان بحوض التصريف لعقود مند إنشاء السد، تسارع السكان لاستغلال واستثمار حوض التصريف في إنشاء المشاريع الزراعية العامة الواسعة كمشروع وادي الهيرة الزراعي بمختلف فروعه، وآلاف المزارع الخاصة والمصانع والمنشآت والمؤسسات التعليمية والصحية والخدمية والبُنى التحتية المقامة بعد إنشاء السد حول مدن السبيعة والعزيزية والسواني والحواضر التي يسكنها أكثر من مليون نسمة والتي لا يزيد منسوب ارتفاعها العام عن 0-100 مترا عن مستوى سطح البحر، وتقدر مساحتها بنحو 834.28ألف كم^2 تقريباً متناسين بالتقادم المخاطر الرهيبة والمحتملة حال تصدع أو انهيار السد، أو حدوث تطرفات مناخية وتساقطات تفوق قدرة السد التخزينية وما قد ينجم عنها من فيضانات وسيول مدمرة تتهدد مجرى تصريفه فكما يقال " المياه ستسترد مجاريها يوماً ما ولو بعد حين".

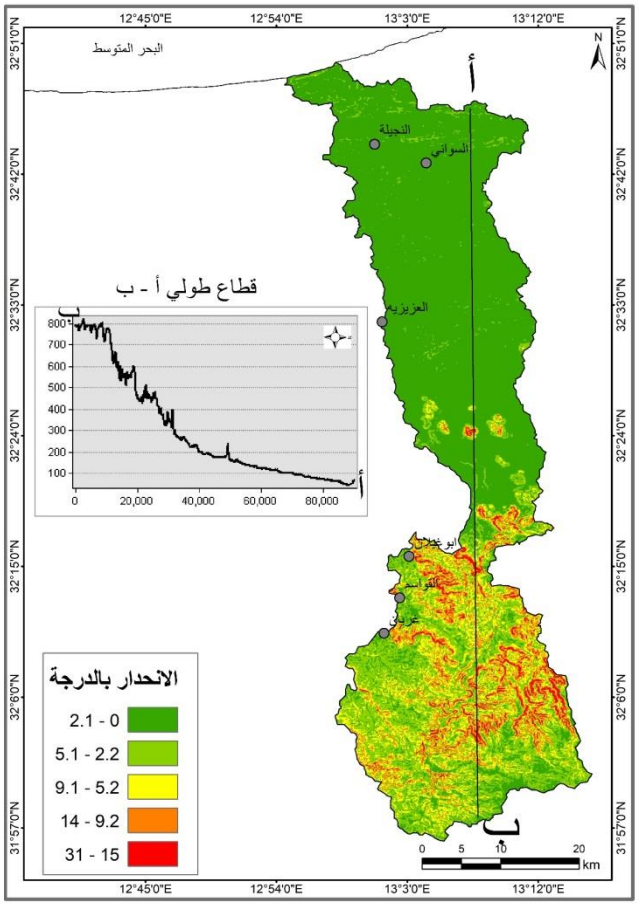


خريطة (3) طبوغرافية حوض وادي غان

المصدر: استنادا إلى نموذج الارتفاعات الرقميDEM ، مصلحة المساحة الجيولوجية الأمريكية (usgs) والمعالجة والتصميم باستخدام برمجية Arc Gis 10.5

الانحدار العام وشدة التدفق

يتضح من الخريطة (4) التي تمثل درجة ونسبة الانحدار العام على طول امتداد مجرى الوادي من أعالي خطوط تقسيم المياه عند ارتفاع 900 متر عند النقطة (ب) والتي يسجل فيها الانحدار أعلى درجاته حتى البحيرة بين 5.2 – 31 درجة حيث يسجل الجريان أشد تدفقاته إلى البحيرة وعلى امتداد خط القاعدة حتى المصب عند نقطة الصفر عند (أ)، بينما تقدر درجة الانحدار بعد جسم البحيرة بين 2.1 – 5.2درجة، وإذا ما اعتمدنا على أقصى تصريف للفيضان محتمل كل 100 سنة 650 متر$^{3/ث}$ والمحتمل تدفقه بشدة وسرعة عالية لا تستغرق سوى بضعة ساعات حتى تتجمع المياه والسيول إلى بحيرة السد ويبلغ أشده بين المنابع العليا وحوض البحيرة والتي تبلغ مساحتها نحو 201 هكتار وأقصى كمية تخزين محتملة لكل 100 سنة نحو من 29.6 مليون متر^3، وتكمن المخاطر المدمرة حال تدفق الجريان والسيل العارم دفعة واحدة دون اعتراض حال انهيار السد على امتداد المجرى فيما يحمله من رواسب وحطام ومخلفات تكتسح حوض التصريف أسفل البحيرة وتتضاعف سرعتها بالانحدار الشديد من 31درجة إلى 2.1 درجة، ما يهدد حياة السكان واستقرارهم، ما يتطلب اتخاذ التدابير كافة لتفادي تلك المخاطر والتوعية العامة بما ستواجهه المنطقة الواقعة أسفل سد غان والمناطق المقامة أسفل السدود المشابهة بالبلاد والتي قارب عمرها الافتراضي من نهايته.



خريطة (4) مستوى الانحدار العام في وادي غان

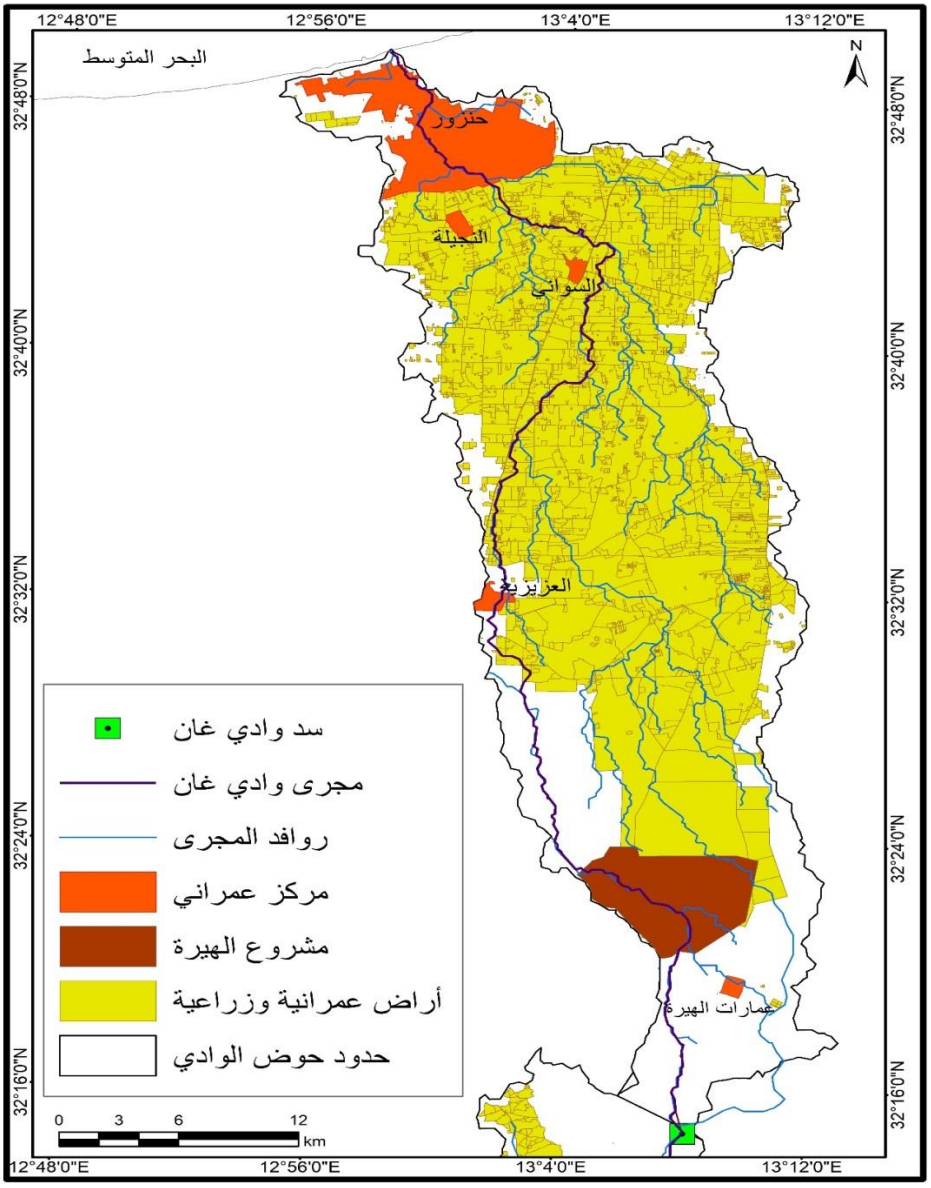
المصدر: استنادا إلى نموذج الارتفاعات الرقميDEM ، مصلحة المساحة الجيولوجية الأمريكية (usgs) والمعالجة والتصميم باستخدام برمجية Arc Gis 10.5

طبيعة استخدام الأرض بحوض وادي غان

يتضح من الخريطة(5) طبيعة استخدام الأرض بالحوض بعد السد حيث بلغت مساحته نحو 834.28 كم^2 تم استغلال ما يزيد عن ثلثي تلك المساحة أي قرابة 655.9 كم^2 أيّ ما نسبته 78.6% منها، في إقامة عديد المراكز العمرانية الكبرى: كمدن الهيرة والعزيزية والسواني والنجيلة والقسم الغربي من مدينة جنزور بمساحة قدرها 50.4 كم^2، أما باقي المساحة 566.2 كم^2 والتي تم استخدامها في إقامة المشاريع الزراعية العامة والملكيات الزراعية الخاصة بما فيها من مساكن ومرافق خدمية وبنى تحتية مختلفة، في حين شكلت باقي المساحة المقدرة بنحو 178.38 كم^2، كمناطق خالية من أي استخدام وتتركز معظمها في القسم الجنوبي المتآخم للسد، وذلك لأن طبوغرافية المنطقة غير المتجانسة، حيث يسودها نسبيا التضرس والعورة نتيجة اقترابها من حافة وأقدام الجبل الغربي وانتشار بعض التلال، كما تخترقها مجاري بأعماق متفاوتة قللت من أوجه استغلالها اقتصادياً.

كما يتضح من الخريطة (59) أن سطح الحوض المنبسط بشكل عام يخترقه عدة مجاري مائية أهما مجرى وادي غان بطول 89 كم تقريبا ليخترق مجراه مشروع وادي الهيرة مروراً بالقسم الشرقي لمدينة العزيزية ثم ينحرف في الاتجاه الشمالي الشرقي ليمر إلى الشرق من مدينة السواني ثم يخترق القسم الغربي من مدينة جنزور.

تكاد تنتشر تلك المجاري على معظم مساحة الحوض وأن معظم معالمها غير واضحة نتيجة لتوقف عمليات التعرية والنحت لما يزيد عن أربعين سنة وأصبحت غير ظاهرة للعيان وهذا ما يزيد من مخاطر الفيضان في حالة انهيار السد الشيء الذي يعرض معظم المناطق المعمورة للغمر بالمياه وبمساحات شاسعة.



خريطة (5) طبيعة استخدام الأرض بعد السد بحوض وادي غان

المصدر: استنادا إلى نموذج الارتفاعات الرقميDEM ، مصلحة المساحة الجيولوجية الأمريكية (usgs) والمعالجة والتصميم باستخدام برمجية Arc Gis 10.5

الأثر المحتمل للفيضانات على التجمعات السكانية بحوض وادي غان

يكمن الخطر المحتمل للفيضانات بوادي غان ابتداء من جسم السد وامتداد مجراه الرئيس الذي ينحدر من ارتفاع 343 مترا فوق مستوى سطح البحر، علماً بأن حجم تصريفه العادي يقدر بنحو 1640 متر^3/ الثانية على طول مجراه المقدر 89كم ليصل الى مصبه القديم قبل انشائه عند الساحل المتاخم لمدينة جنزور، ولنا أن نتصور حجم التدفق الخطير الذي سيتضاعف عشرات المرات حال حدوث التطرفات والشذوذات المطرية، ومن خلال الخريطة

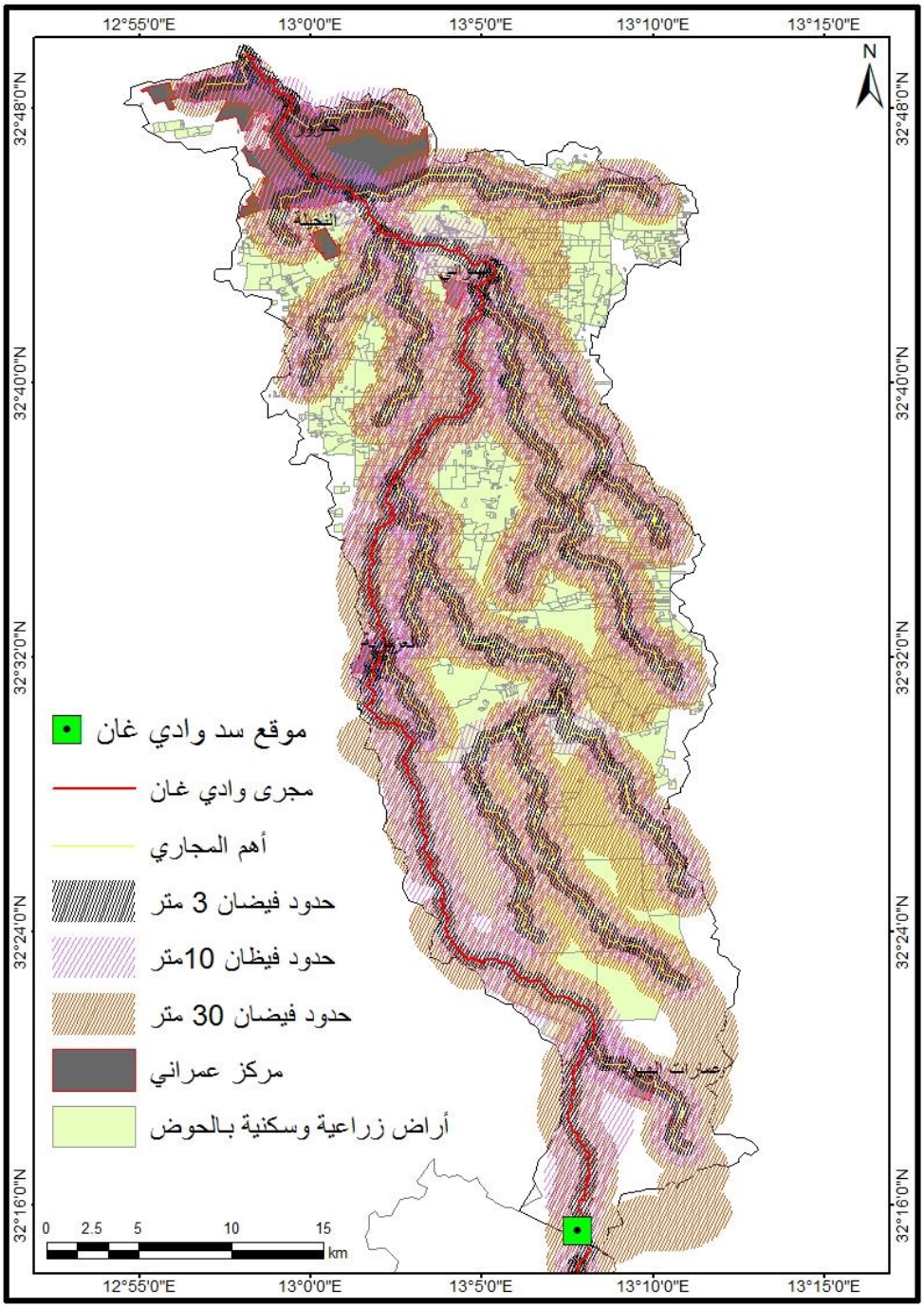
(6) يمكن وصف السيناريوهات المحتملة للمساحات التي يمكن أن تغمرها المياه المحتملة حسب غزارتها المتدفقة بالمجرى، ومما يزيد قوة المياه وتدفقها أن المجرى الرئيس يخترق طريقه عبر الخانق العميق المحصور بين المرتفعين المطلين عليه ويتجه شمالاً بجانب وأسفل المرتفعات المجاورة ويحفر مجراه خندقاً عميقاً ضيقاً محملا بالرواسب والطمي والكتل الصخرية بقوة، ويمكن ادراك قوتها التدميرية من خلال معاينة الرواسب الضخمة التي تستغل كمحاجر لإنتاج الرمل والزلط بأنواعه مند عشرات السنين وتعتمد عليها أغلب المدن المجاورة كمواد بناء، والصورة (2 أ.ب) توضح ذلك الانتشار الواسع للرواسب الناجمة عن التدفقات الطميية لوادي غان، ناهيك عن الانحدار الشديد للمصاطب الجانبية والعتبات حول المجري والتي ستزداد شدة تدفقها وما يصحبه من نحت جانبي وتعميق المجرى حال حدوث شذوذات مطرية غزيرة لا يستطيع السد احتمالها ولعل ما حدث في كوارث السيول لسدي وادي درنة واعصار دانيال ماثل للعيان خاصة وأن المجرى الرئيس لوادي غان يتجه شمالاً ويكاد يخترق مدينة العزيزية وفيضان الوادي سيهدد استقرار وتدمير التجمعات السكانية لنحو 65618.2ألف نسمة* حسب تقديرات سنة 2020، أما بمنطقتي السواني والنجيلة المقدر عدد السكان بنحو 57000ألف نسمة*، بالإضافة إلى تدمير البنى التحتية من شبكات الطرق وعشرات المنشآت التعليمية والصحية ونحوها، كما ويمتد اكتساح الفيضانات والسيول المدمرة الخطرة نحو شرق مدينة السواني عبر المزارع والأحياء السكنية حتى مطار طرابلس الدولي شرقاً، وقد يمتد تأثيرها الخطير الى مناطق مجاورة مثل مدن وتجمعات الزهراء والتي تضم اعداد كبيرة من السكان تقدر بنحو (20000) نسمة لسنة2006م* والبنى التحتية والمنشآت والمصانع الخاصة والعامة، وإذا كان التدفق قوياً وغامراً سيستمر ليغمر مساحات واسعة من منطقة مصبه بالقسم الغربي من مدينة جنزور أحد ضواحي مدينة طرابلس الغربية وهي ضواحي مكتظة بالسكان يقدر تعدادهم بنحو (23000) نسمة لسنة 2006م* ناهيك عن الأف المنشآت والمصانع العامة والخاصة والبنى التحتية، خاصة وأن تلك المناطق زراعية ومنبسطة في معظمها ستغمرها المياه ولمسافات واسعة عبر الاف المزارع الخاصة والمشاريع الزراعية العديدة العامة كمشروع وادي الهيرة الزراعي المقدر مساحته الواقعة ضمن الحوض بنحو39.447 كم^2، وغيرها من المشاريع الزراعية الخاصة، هذا فضلا عن إحداث تلوث واسع في خزانات المياه الجوفية وما يصاحب ذلك من انتشار عديد الأوبئة والأمراض وتكاليف الأضرار بأنواعها، ما يحتم أخذ التدابير كافة لتفادي تلك المخاطر المحتملة جراء احتمالية انهيار سد غان وتكثيف عمليات

$$\frac{P_2 - P_1}{n} \qquad \frac{P_1 + P_2}{2}$$

*حسب تقدير السكان وفق المعادلة الآتية:

** تقديرات تعداد 2006م.

الصيانة الدورية للسد والاستعداد لتوجيه مياه الفيضان المحتملة خلف السد إلى مناطق منخفضة مجاورة.



الخريطة (6) السيناريوهات المحتملة للمساحات المهددة بغمر مياه الفيضانات والسيول المحتملة على امتداد وادي التصريف وروافده بمعدل تساقط يفوق 400 ملم/س.

المصدر: استنادا إلى نموذج الارتفاعات الرقميDEM ، مصلحة المساحة الجيولوجية الأمريكية (usgs) والمعالجة والتصميم باستخدام برمجية Arc Gis 10.5

كما أن وادي التصريف في غان يحوي مئات الفروع المتعددة الأشكال والأنواع لتغذيته بمياه الأمطار التي تتوزع على معظم مساحته ما يسهم في تعاظم كميات الغمر بالمياه وداعماً للسيول والفيضانات المدمرة حال حدوثها وتعاظم المخاطر المحتملة. خاصة إذا أخذنا في الاعتبار الاستغلال الواسع لرواسب الوادي القديمة وجوانبه كمحاجر يتخلف عنها ملايين الأطنان من الرمال والحطام الصخري المفكك والسائب على طول مجرى التصريف والقابلة للانجراف السيلي المدمر حال حدوثه والتي تهدد بطمر المدن والبنى التحتية على طول حوض تصريفه، ويمكن تبين ذلك من خلال الصورة(3 أ.ب)

(أ) (ب)

صورة (2 أ.ب): حدة النحت الرأسي والجانبي بمصاطب مجرى وادي غان

المصدر: عدسة الباحثين: فبراير 2023م

(أ) (ب)

صورة (3) مخلفات المحاجر السائبة والكتل الصخرية بمجرى الوادي

المصدر: عدسة الباحثين: فبراير 2023م

ولتقدير حجم ومساحة المناطق المعرضة للغمر المائي حال الفيضانات والسيول الضخمة المفاجئة والمحتملة على امتداد المجرى الرئيس وروافده، ويتضح من الخريطة (6) حجم الغمر المائي حول المجاري بأنواعها حيث تتأثر نسبة الغمر ومساحته ومخاطره على عديد الظروف منها (حجم المياه المتدفقة بالمجرى، طبيعة المجرى المورفولوجية، نوع التربة، العوائق الطبيعية، طبيعة استغلال الأراضي)، ويمكننا تقدير حجم الأخطار المحتملة بالفيضانات والسيول المدمرة على امتداد المجرى الرئيس والفروع المجاورة بافتراض عديد السيناريوهات والاحتمالات ومنها والتي بُنيت على أساس تحليل فيضانات حدثت في منطقة الوجه القبلي بشمال شرق تونس يوم 22 سبتمبر 2018م حيث تساقطت كمية من الأمطار الغزيرة بمعدل(100-50ملم/ ساعة) ولبضع ساعات، فقد فاضت الأودية وبشكل فجائي ارتفع منسوب المياه بين 1 – 1.75 متر لتغمر جوانب تلك الأودية لمسافة ما بين 300 – 400 مترا في أغلب أحياء مدينة نابل وغمرت المياه والطين والطمي والرواسب مناطق (دار شعبان، قربة، تاكلسا، سليمان) وأدت إلى غمر المنازل وأغلقت الأحياء بأكملها وسدت الطرق وهدمت اسوار وجدران المنازل حيث قدرت مساحة الأراضي المغمورة في نابل ودار شعبان وحدها حوالي 1200هكتار، وكانت الأضرار جسيمة للغاية (المهدواني، 2018، ص) وشمل الغمر والاكتساح السيلي والفيضي مسافة 400 مترا تقريبا على جانبي المجرى الرئيس، وتتمثل تلك السيناريوهات في الآتي:

- **السيناريو الأول:** احتمالية تساقط معدل تساقط الأمطار بين(50-100 ملم/ ساعة) وبالمقارنة تبين أن منطقة نابل مشابهة للمراكز الحضرية بحوض وادي غان مناخيا وطبوغرافيا، ويمكن بذلك التمثيل للمخاطر المحتملة لحوض التصريف الشمالي لوادي غان (راجع الخريطة 7)، والتي يتضح منها الغمر المحتمل على امتداد جانبي مجرى وادي التصريف، ويعني ذلك ارتفاع منسوب مياه الفيضان الطميي في حدود 3 أمتار وباعتبار ضيق المجرى الرئيس وعدم تعمقه وانبساط المنطقة وخاصة طمس معالمه والتعدي على مجراه لعشرات السنين بفعل أنشطة السكان واستغلال الأراضي، بذلك سيجتاح مدينة العزيزية والقسم الشرقي من السواني والقسم الأوسط من مدينة جنزور إلى مسافة 400 مترا تقريبا من المجرى الرئيس وفروعه وسيسبب أضراراً جسيمة في كل الأحياء السكنية وخاصة ذات الطابق الواحد وسيتعرض السكان إلى مخاطر وتهديد مباشر وانتشار أمراض وأوبئة، وستتعرض المزارع والمشاريع الزراعية العامة والخاصة لمخاطر الانجراف والتدمير، وستتضرر بقوة جل البُنى التحتية كالطرق والمنشآت التعليمية والصحية والمرافق العامة، بسبب تفكك وهشاشة التربة الرملية المقامة عليها، ناهيك عن تلوث المياه الجوفية بسبب اختلاطها بالمياه الماوثة ومياه الصرف الصحي ومخلفات المزارع والحيوانات.
- **السيناريو الثاني:** احتمالية تضاعف معدل تساقط الأمطار بين(100-150 ملم/ ساعة)، ويعني ذلك ارتفاع منسوب مياه الفيضان الطميّي قرابة 10 أمتار ما سيؤدي إلى مضاعفة مساحة الغمر على جانبي المجرى إلى مسافة 800 مترا تقريبا، وستتضاعف معه الأضرار المحتملة إذا زادت كثافة العوالق والطمي عن 15%،

وسيكتسح مناطق أوسع وأطول نحو المصب كمدن (الزهراء وانجيله وجنوب جنزور) والقرى والأحياء المجاورة لها، وجميعها ذات كثافة سكانية عالية وتكتظ فيها المزارع الخاصة والمشاريع العامة والبنى التحتية بأنواعها وستتضاعف معها الخسائر والأضرار سالفة الذكر وعلى كل المستويات الشعبية والحكومية، ما يتطلب تكاليف اقتصادية ونفقات باهظة لإعادة الصيانة والاعمار، كما وتتطلب وقتاً طويلاً وجهداً مضنياً لإعادة الاستقرار للمدن والمناطق المدمرة.

- **السيناريو الثالث:** احتمالية تضاعف معدل تساقط الأمطار بين(200-400ملم/ساعة)، مما يترتب عنه احتمال انهيار سد غان فجأة والمحاكاة للأضرار والدمار الذي شهدته مدينة درنة بإعصار "دانيال"، بتاريخ2023/10/11م، وقُدر فيه أن معدل التساقط المطري بلغ 400 ملم في بضع ساعات وبلغ تخزين البحيرة 50 مليون متر^3 حيث عجز جسم السد المتهالك عن تحمل الضغوط المهولة فانهار بقوة وحمل معه العوالق والطمي الضخم الجاهز للجرف عبر الأودية على امتداد 15 كم والذي اكتسح المدينة 3:00 فجراً وارتفع تيار المياه والركام إلى أكثر من 30 مترا ودمر طوابق في الدور الرابع من البنايات على جانبي المجرى، وأزالت أحياء بأكملها بما فيها من مئات المنازل وعشرات من العمارات السكنية من أساسها بقاطنيها وهلاك ما بين 15-20 ألف نسمه حسب التقديرات وقذف بهم في البحر ناهيك عن آلاف المشردين وجرف مئات المنشآت والسيارات والعربات والبنى التحتية، وباحتمال تكرار هذا السيناريو على سد وادي غان، وذلك بالنظر للتشابه الكبير بينهما في الظروف المناخية التي تشهد تطرفات وشذوذ وطفرات مناخية حادة ومتكررة في عديد الدورات المناخية، وكذلك تشابه الطبيعة المورفولوجية والتضاريسية والتربة: فإن مخاطر انهيار السد ستكون مدمرة للغاية وعلى طول حوض التصريف حتى مصبه وذلك لعديد العوامل ومنها:

- ارتفاع منسوب بحيرة السد بنحو 343 متر على مستوى سطح البحر، ما يفاقم سرعة التدفق المائي والسيول بسرعة فائقة إلى مستوى 30 مترا بالانحدار والجاذبية حتى خط قاعدة السهل، والتي ستكتسح وادي ومشروع الهيرة الزراعي ومدينة العزيزية، وستحدث دماراً مهولاً وفي زمن وجيز لا يمكن معه إخلاء السكان وتفادي المخاطر.
- وفرة الركامات والمخلفات الناجمة عن المحاجر والكسارات لعشرات السنين، ناهيك عن التربة المتهالكة والمفككة بسبب الجفاف والتعرية الطبيعية والأنشطة البشرية الزراعية والرعوية وقطع الغابات وانشاء البنى التحتية ونحوها ما يزيد من سهولة وشدة اندفاعها وتضاعف قدرتها التدميرية، فالخطر لا يكمن في الماء ولكن فيما يحمله من كتل صخرية.
- قصر المسافة بين جسم السد وأقرب التجمعات السكانية والحضرية والتي لا تزيد عن 15-20 كم، ما يجعل قوة اندفاع مياه السيول في أوجها وقوته التدميرية في أعلاها.

- ❖ انبساط وانخفاض منسوب ومستوى ارتفاع ضفاف وادي التصريف والذي يتراوح بين 10-50 متراً ما يوسع أفق امتداد الفيضان ليغمر مساحات واسعة من الأراضي الزراعية ويحدث دماراً على طول امتداد المجرى حتى المصب كما أسلفنا.
- ❖ التعدي وطمس وتغيير مجاري التصريف القديمة ما يجبر السيول على التشعب بالجاذبية عبر مجاري فرعية تحفرها بقوة التدفق وتستمر في ذلك مدمرة لكل العوائق من البنى التحتية حتى تستعيد وتصنع مجاريها القديمة مخلفة دماراً حاداً.

النتائج والتوصيات

بعد إجراء الدراسة والتحليل للمعطيات المتوفرة عن حوض وادي غان تم التوصل للنتائج الأتية:

1- إعداد قاعدة بيانات تتعلق بالقسم السفلي لحوض وادي غان والسد المقام عليه والمخاطر المحتملة حال انهياره.

2- تم إنتاج خرائط رقمية لحوض وادي غان يمكن الرجوع إليها وقت الحاجة تتمثل في خرائط الموقع والانحدار والطبوغرافيا والجيولوجيا وأهم المجاري التي تخترق سطحه.

3- تبين من خرائط الانحدار والطبوغرافيا بأنها تساعد على اكتساح الفيضان في حالة انهيار السد مساحات كبيرة من الحوض السفلي والتي تعد مراكز مهمة للاستقرار البشري.

4- اتضح من الخريطة الجيولوجية وجود صدوع مخفية تحت جسم سد وادي غان من شأنها أن تساعد على انهياره خصوصا مع تراكم كميات ضخمة من الرواسب لما يزيد عن أربعين عاما.

5- تعد ليبيا من بين الدول المهددة بالتطرفات المناخية قد تؤدي إلى تساقط كميات كبيرة من الأمطار تفوق السعة التخزينية للسد والسدود الركامية المشابهة لها ولعل ما حدث في درنة خير مثال على ذلك.

6- إنتاج خرائط رقمية تتعلق بالسيناريوهات المحتملة للمساحات التي يمكن أن تغمرها المياه بمناطق الاستقرار البشري بالحوض والتي يمكن الاستفادة منها واستخدامها للإنذار المبكر.

7- تبين من خلال الزيارة الميدانية وفرة الرواسب والحطام الصخري جراء عوامل التعرية المتباينة لعقود طويلة، ويضاف اليها ملايين الأطنان من مخلفات المحاجر العديدة لإنتاج الرمال والزلط ومواد البناء، والتي تمثل خطراً داهماً على التجمعات السكانية والمدن والبنى التحتية التي يكلف تعويضها وقتاً وجهداً عظيمين.

التوصيات

1- الوضع القائم ومعطيات انهيار سد وادي درنة، يحتم العمل الفوري على ضرورة صيانة سد وادي غان، المشابه له انتهاء العمر الافتراضي لا نشاءه، والظروف المناخية والطبيعية شبه المتطابقة.

2- الاستفادة من كل الأخطاء والأحداث التي صاحبت انهيار سد وادي درنة في 10 أكتوبر 2023 واعتمادها كمنهاج عمل في التقليل من حجم مخاطر الفيضان.

3- العمل على ضرورة توعية السكان بالأماكن التي تخترقها المجاري المائية بالحوض السفلي لوادي غان وخصوصا المجرى الرئيس لتجنيبهم مخاطر الفيضان حال وقوعه.

4- ضرورة تنبيه السكان الذين أقاموا مساكنهم في مجرى وادي غان والعمل على ايجاد حلولا مناسبة لهم للتقليل من الأضرار التي قد يسببها الفيضان.

5- العمل على تنظيف المجرى الرئيس لوادي غان من كل ما يتسبب في تجمع المياه حال جريانها ومراقبة القناطر والجسور وفتحات التصريف المائي التي أقيمت ضمن مجراه. حتى لا تكون عائق أمام جريان المياه، ناهيك عن العمل على تغيير وتهدئة تصريف مياهه إلى مناطق مفتوحة وعلى مراحل متتالية.

6- زيادة الاهتمام بالأبحاث، والدراسات الجغرافية التي تتعلق بمخاطر الكوارث الطبيعية كالفيضانات وغيرها.

المراجع والمصادر

1- مهدواني، منجي، دراسة فيضانات 22 سبتمبر 2018 في منطقة الوطن القبلي (تونس الشرقية)، عمل منشوربالمجلة التونسية للجغرافيا عدد 52.

2- أمانة اللجنة الشعبية للزراعة (سابقا)، مصلحة التنمية الزراعية والرعوية، الخطة الوطنية لمكافحة التصحر في ليبيا، 2005.

3- الهيئة العامة للمعلومات والتوثيق (2006)- النتائج الأولية والنهائية للتعداد العام للسكان.

4- نموذج الارتفاع الرقمي(Digital Elvigen model) موقع مصلحة المساحة الجيولوجية الامريكية، https://earthexplorer.usgs.gov، المرئية الفضائية للقمر الصناعيLand sat1

5- المركز الوطني للأرصاد الجوي ، بيانات مناخية غير منشورة ، طرابلس.

6- مركز البحوث الصناعية، خريطة ليبيا الجيولوجية ، لوحة طرابلس (ش ذ . 33 ـــ 13)، الكتيب التفسيري، تاجوراء، 1975 .

7- مصلحة المساحة، الخريطة الطبوغرافية، لوحة غريان، مقياس رسم 1 : 50.000 ، طرابلس، 1976.

8- امانة السدود والموارد المائية، الكتيب الارشادي لسد وادي غان، 1975م.

9- مصلحة الإحصاء والتعداد، تقديرات اعداد السكان 2006م.