وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
Ministry of higher education and scientic research.
جامعة الشهيد الشيخ العربي التبسي -تبسة-.
Echahid cheikh larbi tebessi Unversity -tebessa
كلية علوم الأرض والكون.
Faculty of Earth and Universe sciences

قسم: جيولوجيا
تخصص: جيولوجيا المهندس والجيوتقنية

مذكرة ماستر تحت عنوان:

# دراسة وتقييم لأسباب انهيار سد وادي درنة/ليبيا

مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماستر L.M.D

من إعداد الطالب.
- ابوقيلة محمد عبد السلام

إشراف الأستاذ:
د/ عثمانية جمال

أعضاء لجنة المناقشة.

| الاسم واللقب. | الرتبة العلمية | الصفة. |
|---|---|---|
| كفايفية عمار | بروفيسور | رئيسا. |
| عثمانية جمال | بروفيسور | مشرفا ومقررا. |
| مويسي رضا | بروفيسور | عضوا مناقشا. |

السنة الجامعية: 2024/2023

# الإهداء

الى افراد عائلتي الكريمة.

# الشكر والعرفان.

**الحمد لله والشكر لله القدير، والصلاة والسلام على خير من رتل القرآن تريلا. أما بعد:**

**اتوجه بالشكر الى الأستاذ المشرف جمال عثمانية الذي تفضل بقبول الاشراف على هذا البحث المتواضع، واقول له لي عظيم الشرف أنك كنت الأستاذ المشرف على مذكرتي.**

**لك مني كل الشكر والتقدير على مجهوداتك وإرشاداتك.**

**كما اتوجه بالشكر والعرفان الى الأستاذ الفاضل يونس العوامي منسق حصاد المياه وإدارة الري في ليبيا حفظه الله، الذي تفضل مشكورا على ما قدمه لي من النصح والتوجيه.**

**واتقدم أيضا بالشكر والعرفان الى الأستاذ خالد الصغير شوية الأستاذ بقسم جيولوجيا جامعة صبراتة كما لا ننسى الدكتور لعيادي مهدي الذي مدني من القوة والعون فمني فائق الشكر.**

**كما نشكر جميع أساتذة قسم الجيولوجيا فلهم مني فائق الاحترام والتقدير.**

# *Résumé*

Les études géologiques et géotechniques liées à la construction et à l'entretien des barrages au fil du temps sont un sujet qui exige une familirisation avec plusieurs données et concepts. Dans notre étude, nous aborderons ce sujet pour clarifier les risques d'inondations, en particulier en cas de rupture de barrage, ainsi que les pertes matérielles et humaines potentielles qui peuvent en découler.

Le barrage de Wadi Derna est un exemple récent de ce qui s'est produit après l'ouragan Daniel, qui a causé d'importants dégâts. Pour atteindre les objectifs de cette étude, j'ai fourni un aperçu historique des inondations enregistrées en Libye et consacré une section importante pour expliquer la nature topographique, géologique et hydrologique de la région.
J'ai utilisé plusieurs cartes et images satellites pour recueillir des informations sur le sujet et comprendre chaque détail de la morphologie du bassin.
En conclusion, j'ai formulé plusieurs recommandations pour prévenir de tels risques naturels.

**Mots-clés :** bassin, barrage de la vallée de Derna, hydrologie, systèmes d'information géographique, Libye.

## *Abstract*

The geological and geotechnical studies related to the construction and maintenance of dams over time is a topic that requires every specialist to be familiar with several data and concepts. In our study, we will address this topic to clarify the risks of floods, especially in the case of dam failures, and the potential material and human losses that may occur.

The Wadi Derna Dam is a recent example of what happened after Hurricane Daniel, which caused extensive damage. To achieve the objectives of this study, I provided a historical overview of recorded floods in Libya and dedicated an important section to explain the topographic, geological, and hydrological nature of the region.

I used several maps and satellite images to gather information about the topic and understand every detail about the basin's morphology.

In the conclusion, I made several recommendations to prevent such natural hazards.


**Keywords:** Basin, Derna Valley dam, hydrology, geographic information systems, Libya.

## *ملخص*

ان الدراسات الجيولوجية والجيو تقنية الخاصة بأنشاء السدود والمحافظة عليها عبر الزمن هو موضوع يتطلب من كل مختص ان يكون ملما بعدة معطيات ومفاهيم، وفي دراستنا هذه سنتناول هذا الموضوع لتوضيح مخاطر الفيضانات خاصة في انهيار السدود وما قد يحدث من خسائر مادية وبشرية.

ان سد وادي درنة هو مثال حي على ما وقع حديثا بعد إعصار دانيال الذي اتى على الأخضر واليابس ولبلوغ اهداف الدراسة تناولت في بحثي هذا لمحة تاريخية علي الفيضانات المسجلة في ليبيا وخصصت جزاء مهما لتوضيح الطبيعة الطبوغرافية والجيولوجية والهيدرولوجية للمنطقة.

لقد استعملت العديد من الخرائط وصور الأقمار الصناعية للإحاطة بالموضوع ومعرفة كل كبيرة وصغيرة حول مورفولوجية الحوض. وفي الخاتمة قمت بعدة توصيات لتفادي مثل هذه المخاطر الطبيعية.


**الكلمات المفتاحية:** حوض، سد وادي درنة، هيدرولوجيا، نظم المعلومات الجغرافية، ليبيا.

**الاهداء**

**الشكر وعرفان**

**Résumé**

**Abstract**

**ملخص**

**الفهرس**

**قائمة الصور**

**قائمة الاشكال**

**قائمة الجداول**

**المقدمة .....1-3**

**الفصل الأول: الاطار النظري**

**1- دراسات سابقة ..... 4**

**1-1 دراسة هيدروبروجيكت..... 4**

**1-2 دراسة شركة ستوكي..... 4**

**2- منهجية البحث..... 4**

**3- التعريف بالظاهرة المدروسة..... 4**

**الفصل الثاني: الخصائص الطبيعية لحوض وادي درنة**

**1- حدود منطقة الدراسة ..... 6**

**2- الموقع الجغرافي لسد وادي درنة ..... 6**

**3- طبوغرافيا حوض وادي درنة..... 7**

**4- جيولوجيا الحوض..... 8**

**5- المناخ ..... 11**

**6- التربة..... 12**

7- الغطاء النباتي ..... 13

الفصل الثالث: مراحل تطور السدود في ليبيا

1- مقدمة ..... 15

2- السدود..... 15

1-2 سدود الخرسانية CONCRETE DAMS..... 15

2-2 سدود ترابية ركامية EARTH DAMS ..... 16

3- الخصائص البنائية لسدي وادي درنة ..... 16

1-3 سد بومنصور..... 17

2-3 سد البلاد ..... 19

4- حالة سد درنة قبل الانهيار ..... 20

5- انهيار سد درنة ..... 21

الفصل الرابع: الجريان السطحي وخصائصه

1- الشبكة المائية ..... 23

2- تقدير الجريان السطحي ..... 23

3- هيدرولوجية حوض درنة ..... 24

4- تقدير وحساب متوسط الامطار ..... 24

5- حساب معدل المطر ..... 25

1-5 المتوسط الحسابي ..... 25

2-5 مضلعات ثايسن ..... 26

3-5 خطوط تساوي المطر(ايزوهايت)..... 26

6- النفاذية والرشح ..... 28

الفصل الخامس: الفيضانات

1- الفيضانات وتأثيرها على السدود..... 29

2- حماية المدينة من الفيضانات ..... 30

3- مخاطر فيضانات حوض درنة ..... 30
4- التنبؤ بالفيضانات..... 35

**الخاتمة النتائج والتوصيات**

1- الخاتمة..... 36
2- التوصيات..... 37

# قائمة الصور

1- صورة سد خرساني مقوس في سويسرا.....15
2- صورة سد ترابي سد توريني كاليفورنيا .....16
3- صورة سد بومنصور .....17
4- صورة سد البلاد .....19
5- صورة لوادي درنة بعد الفيضان .....22
6- صورة لوادي درنة بعد الفيضان.....22

# قائمة الاشكال


| | |
|---|---|
| 1- الموقع الجغرافي لحوض درنة | 7 |
| 2- خريطة طبوغرافية لحوض درنة | 8 |
| 3- خريطة توضح التكوينات الجيولوجية لحوض وادي درنة | 10 |
| 4- خريطة العمود الاستراجرافي العام للجبل الأخضر | 11 |
| 5- خريطة توضح الغطاء النباتي لحوض درنة | 14 |
| 6- خريطة توضح رتب الحوض في وادي درنة | 23 |
| 7- خريطة توضح هيد وجيولوجيا حوض وادي درنة | 27 |
| 8- شكل مخطط بياني فيضانات وادي درنة | 32 |
| 9- صور القمر الصناعي كوبرنيكوس | 33 |
| 10- شكل يوضح نموذج الارتفاعات الرقمية لوادي درنة | 34 |

# قائمة الجداول


| | |
|---|---|
| 1- جدول الاحداثيات الجغرافية لمنطقة الدراسة | 06 |
| 2- جدول أنماط الغطاء النباتي ومنطقة الدراسة | 13 |
| 3- جدول يبين بالأرقام والخواص الفيزيائية لسد بومنصور | 18 |
| 4- جدول يبين الخواص الفيزيائية لسد البلاد | 20 |
| 5- معدل تساقط الامطار السنوات 2000-2010 | 24 |
| 6- جدول معدل المتوسط السنوي للهطول (ايزوهايت) | 26 |
| 7- جدول فيضانات وادي درنة | 31 |
| 8- جدول الاضرار المادية للفيضانات | 34 |

# المقدمـــــــــة

تعاني معظم الدول العربية من الجفاف والنقص في مصادرها المائية وتتفاوت حدة هذا النقص من دولة الي اخري وتصل الي ندرة في معظمها لذلك تعتمد هذه الدول على الامطار الموسمية للمساعدة في توفير متطلبات الحياة.

الامر الذي يستدعي انشاء السدود للمساهمة والاستفادة منها في توفير المياه الشرب والزراعة وتغذية مائدة المياه الجوفية والتحكم في الفيضانات وتوليد الطاقة الكهربائية.

تعد ليبيا من الدول التي تعاني من الجفاف مثل دول المغرب العربي وذلك تبع للمناخ السائد لهاذه المناطق ولتقليل من هذه المشكلة فقد قامت الدولة ببناء العديد من السدود عدد حوالي 16 سد تتوزع في مناطق البلاد تعرض معظمها للإهمال مع تعطل اغلب الشبكات المائية المرتبطة بالسدود في ظل غياب اعمال الصيانة الدورية التي هي تعتبر جز لا يستهان به في انشاء السدود كما انها مكلفة وتتطلب عمل شركات عملاقة في المجال.

شهد العالم انجاز الاف من السدود ولكن لا تخلو من الانهيارات اما بسبب الفيضانات او الأعاصير بسب مشاكل في التصميم او الزلازل او التخريب المتعمد في الحروب والنزاعات مما يسبب في كوارث على المجتمع والبيئة وتسبب الاضرار المادية من اتلاف للمنشئات القاعدية والمحاصيل الزراعية.

في ظل التحديات المتزايدة التي تواجه البنية التحتية الهيدروليكية في العالم تبرز اهمية اخذ الاحتياطات ودراسة مشكلة انهيار السدود كموضوع بالغ الأهمية يستحق العرض والتحليل في ظل التطورات والمشاكل مثل ظواهر الاحتباس الحراري والاعاصير التي تهدد دول العالم ولعل إعصار دانيال الذي شهدته مدينة درنة مؤخرا شاهد على المأساة، حيث ادي الي انهيار سدي (**ابومنصور والبلاد**) وتسبب في خسائر جسيمة في الأرواح والممتلكات.

وايمانا من الباحث بحجم المشكلة وتفاديا لتكرارها وضمانا لبلوغ الأهداف المحددة للدراسة؛ فان المنهجية العلمية وضعت محاور معينة متكاملة فيما بينها لإيجاد حلول علمية للظاهرة وقد قسمنا هذه المنهجية في بحثنا في شكل فصول كالتالي:

سأتناول الفصل الأول منهجية البحث والتعريف بالظاهرة المدروسة.

الفصل الثاني نعطي نبذة عن حدود منطقة الدراسة والموقع الجغرافي وطبوغرافيا الحوض المناخ والتربة والغطاء النباتي.

الفصل الثالث نتحدث عن مراحل تطور السدود في ليبيا السدود وانواعها والخصائص البنائية لسد درنة وحالة السد قبل الانهيار وانهيار سد درنة.

الفصل الرابع نتناول الجريان السطحي الشبكة المائية تقدير الجريان السطحي هيدرولوجية حوض درنة تقدير النفاذية والرشح.

الفصل الخامس نعرض عليكم نبذة على الفيضانات وتأثيرها على السدود وحماية المدينة من الفيضانات ومخاطر الفيضانات وكيفية التنبؤ بالفيضانات.

وأخيرا الخاتمة والنتائج ونقدم مجموعة من التوصيات التي يمكن العمل بها لتفادي تكرار الكارثة.

**أهمية الدراسة:**

السدود في العالم تعتبر من المشاريع الهندسية الضخمة التي تؤثر بشكل مباشر على النظام البيئي والاجتماعي. علما أن مخاطر وفشل هذه المنشآت يودي الي كوارث طبيعية وإنسانية لها تبعات وخيمة.

يهدف البحث الي التركيز على الأسباب المؤدية لهذه الانهيارات والتدابير الوقائية الممكنة لتجنبها وكيف يمكن من خلال التخطيط السليم والصيانة الدورية المستمرة ان نقلل هذه المخاطر.

ان الدراسات التي تناولت موضوع انهيار السدود في ليبيا قليلة، ومن خلال هذه الدراسة نأمل ان نقدم اسهامات معرفية تساعد في تطوير استراتيجيات فعالة لإدارة مخاطر السدود وتعزيز الأمان والاستدامة في هذه المجال الحيوي.

**أهدافها:**

لكل دراسة هدف قد تختلف من دراسة الي أخرى ولكن النتيجة واحدة وهي الوصول الي حلول علمية وفي عالم يزداد تطرف المناخ فيه والضغوطات البيئية تبرز الحاجة الماسة لفهم ديناميكية انهيار السدود.

تهدف الدراسة التي قمنا بها الي تحديد وتقييم الأسباب الرئيسية التي أدت الي انهيار سد درنة ولذلك سعينا من خلال هذه البحث للرجوع للدوافع الأساسية من بينها التركيب الجيولوجي والهيدرولوجي والعوامل البشرية وسنقوم بتقديم توصيات لتحسين أساليب الرصد والصيانة وتعزيز الاستدامة.

**مشكلة الدراسة:**

ككل بحث او دراسة تعتبر المراجع جزء مهما في بناء فكرة على الموضوع، لكن أحيانا قد يتعذر علينا الوصول الي كل الدراسات التي أنجزت من قبل ولعل الوقت أيضا يمنع من الوصول الي التفاصيل المطلوبة، فمثلا في منطقة الدراسة قد نجد نقص في المعطيات الخاصة في مراقبة السدود والقراءات اللازمة خاصة في منطقة الدراسة وادي درنة ومراقبة السدود وتسجيل معدل تساقط الامطار، ومن جهة أخرى نتفاجأ من الطبيعة بتغيرات مناخية لم تأخذ في الحسابات مما يترتب عليها حوادث قد تودي الي خلل في التوازن البيئي.

**فرضياتها:**

المقصود بالفرض العلمي انه حل مقترح لمشكلة البحث وهي من أبرز ركائز البحث العلمي. اضافة الي انها تساعد الباحث على فهم المشكلة او الظاهرة من خلال تقديم التفسيرات المنطقية للظروف والظواهر والاحداث المختلفة ويمكن التحقق منها عن طريق الفرضيات التالية:

1- السدود في ليبيا مرت بمراحل مختلفة واختلفت من حيث المتابعة والصيانة من مرحلة الي أخرى حسب الظروف السياسية والديموغرافية والمناخية.

2 الموقع الجغرافي لكل سد يختلف وفقا لتأثير وحجم الموارد المائية والامكانيات المتوفرة في المنطقة.

# الفصل الأول

# الإطار النظري

## 1 - الدراسات السابقة:

### 1-1 دراسة هيدروبروجيكت HIDROPROJEKAT

كلفت شركة الهيدروبروجكت اليوغسلافية بدراسة حوض وادي درنة سنة (1970-1972)، تناولت الدراسة التركيب الجيولوجي في المنطقة ودراسة المصادر المائية والمناخ وحساب معدل الجريان السطحي في الوادي وحساب وتقدير كيفية حدوث فيضانات وتصميم سدين لحماية المدينة. على رغم من أهمية الدراسة الا انها اعتمدت على بيانات لسلسلة زمنية قصيرة ومع تغير المعطيات في الوقت الحالي.

### 2-1 دراسة شركة ستوكي STUCKY

قامت شركة ستوكي السويسرية سنة 2003 بدراسة خطورة الفيضانات وتقديم مقترح لإجراء تعديل في هيكل السد لدعم السد والحماية من الفيضانات.

## 2- منهجية البحث :

منهج الدراسة.. اعتمدت هذه الدراسة على المنهج التكاملي؛ الذي تندرج تحته باقي المناهج الأخرى كالمنهج الوصفي التحليلي الذي يقوم على وصف الخصائص الجغرافية والتضاريس؛ والمكانية للمنطقة والتي من بينها التركيب الجيولوجي وكذا أنواع التربة والمناخ ومن جهة أخرى تناولنا نبذة نشأة السدود ومكوناتها وايجابياتها وسلبياتها وتم التطرق أيضا الي الجانب الاحصائي في تحليل معدلات الامطار السنوية.

كما وتم تتويج هذه الدراسة بضافة منهج الاستقرائي الذي يعتمد على ملاحظة الظواهر وجمع المعلومات والبيانات عنها من اجل التوصل الي مبادئ عامة والعلاقات التي تربط كل هذه المعطيات.

## 3- التعريف بالظاهرة المدروسة:

تحدث انهيارات السدود في العالم نتيجة لعدم مقاومة هياكل السدود وهذه بفعل الضغط المسلط عليها بفعل المياه الجارفة المحملة بألاف من الاطنان من الرواسب والصخور الطينية التي تعمل على الانهيار الفوري ومن ثم يودي الي تداعيات وخيمة على البيئة والحياة البشرية قد يحدث الانهيار بفعل عوامل داخلية او الخارجية توثر على استقرار السد تتعلق العوامل

الداخلية بتصميم او أخطاء في مواد بناء غير مستعملة وغير مطابقة للمواصفات او اهمال في الصيانة.

العوامل الخارجية مثل الفيضانات او بفعل الزلازل او وغيرها من الكوارث الطبيعية.

تهدف الرسالة الي دراسة وتحليل العوامل المؤثرة في انهيار السدود وفهم العمليات الميكانيكية المتعلقة بي الية عمل السدود من خلال تحليل والبحث ومراجعة الدراسات السابقة سوف نقوم بإعطاء توصيات او حلول لتفادي المخاطر المحتملة لتعزيز السلامة والحد من اخطارها.

# الفصل الثاني

# الخصائص الطبيعية لحوض وادي درنة

## 1- حدود منطقة الدراسة

تشمل الدراسة وداي درنة والذي يقع في شمال شرق ليبيا حيث يبدا الوادي من جنوب غرب درنة وهي الحافة الثالثة من الجبل الأخضر؛ يحده جنوبا **وادي المعلق** ومن الغرب حوض **وادي الكوف** اما شرقا نجد حوض **وادي الخليج**.

جغرافيا يقع وادي درنة بين خطي طول:

**جدول رقم 1 الاحداثيات الجغرافية لمنطقة الدارسة.**

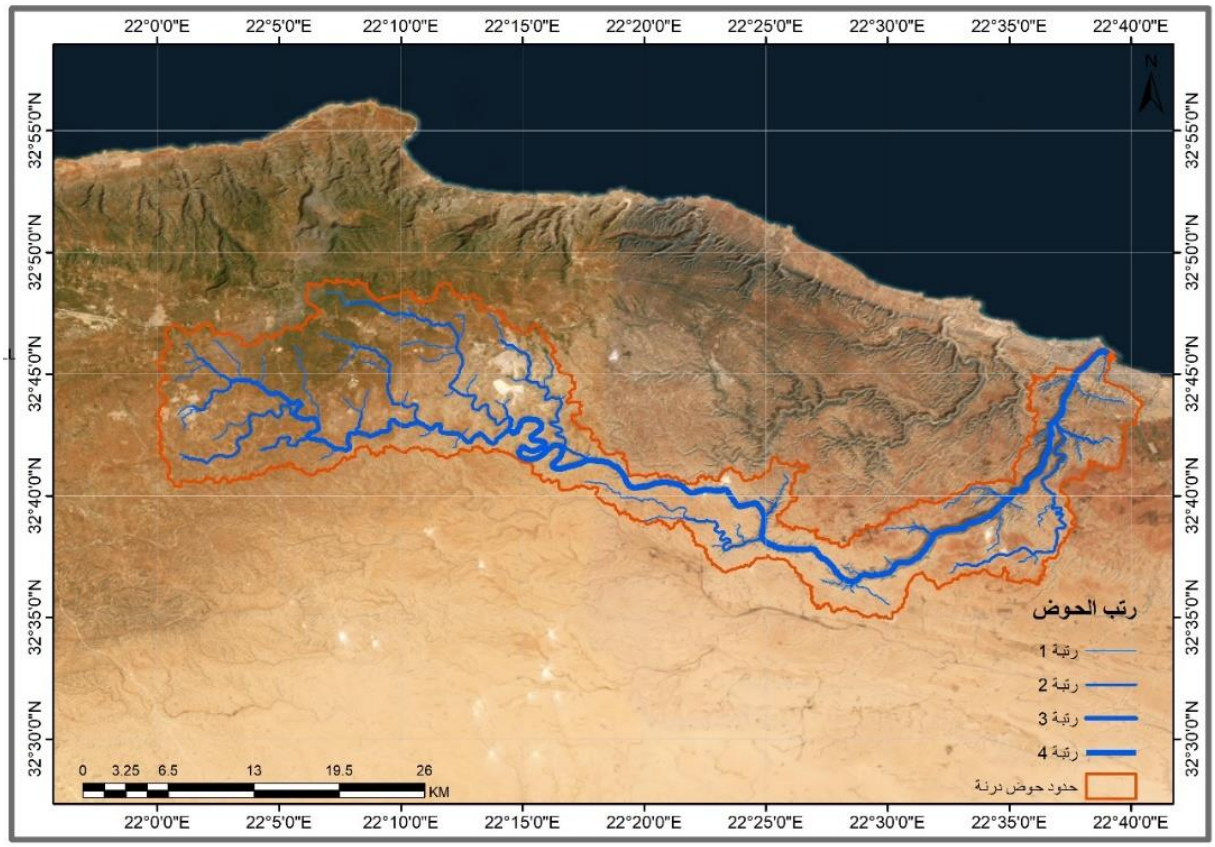
| | |
|---|---|
| '59 °21 و '38 °22 شرقا | خط طول |
| '48 °32 و '34 °32 شمالا | خط عرض |

## 2- الموقع الجغرافي لسد وادي درنة:

تقع مدينة درنة شمال شرق ليبيا علي البحر الأبيض هذه المدينة يشقها وادي درنة الي نصفين وهو يحمل اسم المدينة وادي درنة "وهو أحد وديان الجبل الأخضر في الجماهيرية الليبية الذي تكون عبر عصور فترات تهاطل الامطاربشدة".1

جغرافيا يمكن ملاحظة ان جنوب مدينة درنة هو عبارة عن هضاب جبلية تبلغ مساحتها 8773 كم $^2$ متمثلة في الجبل الأخضر ويتراوح متوسط ارتفاعها بين 400 الي 600 م.

1المجلة العراقية لدراسات الصحراء د مشعل فياض




**شكل رقم 1 الموقع الجغرافي لحوض درنة**

### 3- طوبوغرافيا حوض وادي درنة:

ان الدراسة الطوبوغرافية للحوض مهمة جدا لفهم طبيعة وتضاريس الوادي بما في ذلك دراسة التلال والمرتفعات والمنخفضات والوديان، حيث تسهم بشكل فعال في دراسة المنطقة ودرء مخاطر الفيضانات والكوارث الطبيعية.

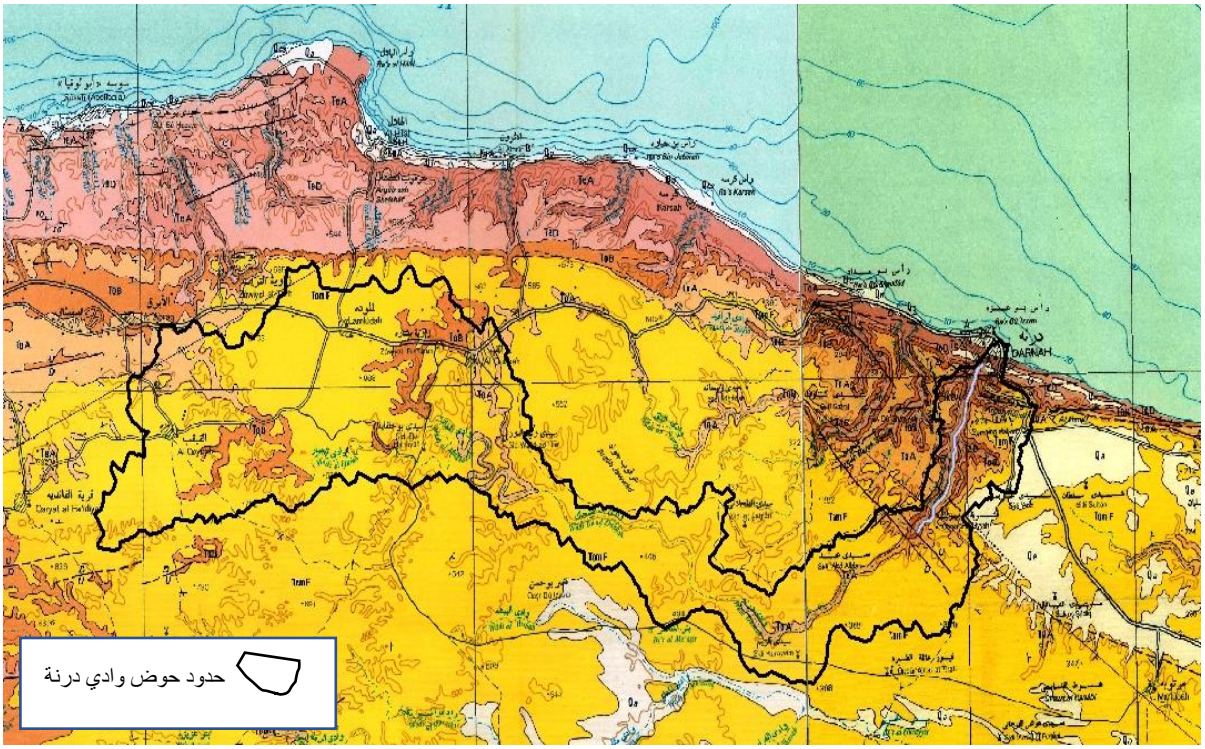
يبلغ طول وادي درنة أكثر من 70 كم. متوسط الانحدار حوالي $^{\circ}14.69$ ومساحة حوض التجميع (575 كم$^2$) وينتهي بمصب في البحر الأبيض المتوسط يبلغ الارتفاع الأقصى للوادي 765 متر غرب الوادي وينحدر نحو الشمال حتى يصل المصب في البحر.

ويمكن تقسيم الحوض الي ثلاثة أجزاء:

- "الجزء الأعلى تصل مساحته الي 336 كم$^2$ يشكل 60% من مساحة الحوض حدوث الجريان السطحي في هذه الجزء نادر جدا بسبب قلة الانحدار والمسامية العالية بين منطقة **الابرق** و**القيقب** و**شحات**"1

- "الجزء الوسطي تبلغ مساحته 140 كم$^2$ بطول 30كم متوسط عرض 4.5 كم يعتبر اضيق جز في الحوض"2

- "الجزء السفلي يمتد من سد **بومنصور** الي المصب مارا بوسط المدينة تصل مساحة الحوض 100 كم $^2$ وينحدر بشكل شديد عند سد **بومنصور** حيث تزداد سرعة الجريان السطحي بشكل كبير، وتتحول الى فيضانات تهدد المدينة لذلك تم انشاء سدين لحماية المدينة"3




**شكل رقم 2 خريطة طبوغرافية لحوض درنة المصدر مصلحة المساحة طرابلس 2**

## 4- جيولوجية الحوض:

التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة كرستية تتكون من تكهفات وفجوات تتراوح بين الجوراسي الأعلى والميوسين الأوسط من حقبة الحياة الحديثة الا انها تنعدم على سطح المنطقة إذا لا توجد الا تكوينات العصر الطباشيري؛ التكوين الجيولوجي يؤثر على مساحة الحوض

والوضع الهيدرولوجي للوادي، التكوينات الجيولوجية المنكشفة والرسوبيات في منطقة الدراسة والتي تمتد اعمارها ضمن الزمن الثالث والرابع (الميسوزي، الانثروبوزي).

1. **تكوين ابولونيا**: أقدم التكوينات الجيولوجية في المنطقة "وسمي بحجر جيري ابولوني بسبب وجوده بالقرب من مدينة **سوسة** الساحلية" يظهر هذه التكوين في الجزء الأدنى من وادي درنة داخل المدينة فضلا عن وجوده في الأعلى من الحوض اذ يتألف من الحجر الجيري الذي يميل الي اللون الرمادي والأبيض الفاتح.
2. **تكوين درنة**: يظهر هذه التكوين على امتداد الوادي مكونا الجروف والكهوف والمسلات وذلك بسبب صلابته العالية ويتكون الجزء العلوي من الحجر الجيري الطحلبي المرجاني الذي يحتوي على كميات كبيرة من حفريات النومولیت والجزء السفلي يتكون من حجر جيري ذو حبيبات دقيقة يكون لونها ابيض يميل الي الاصفرار في الجزء السفلي.

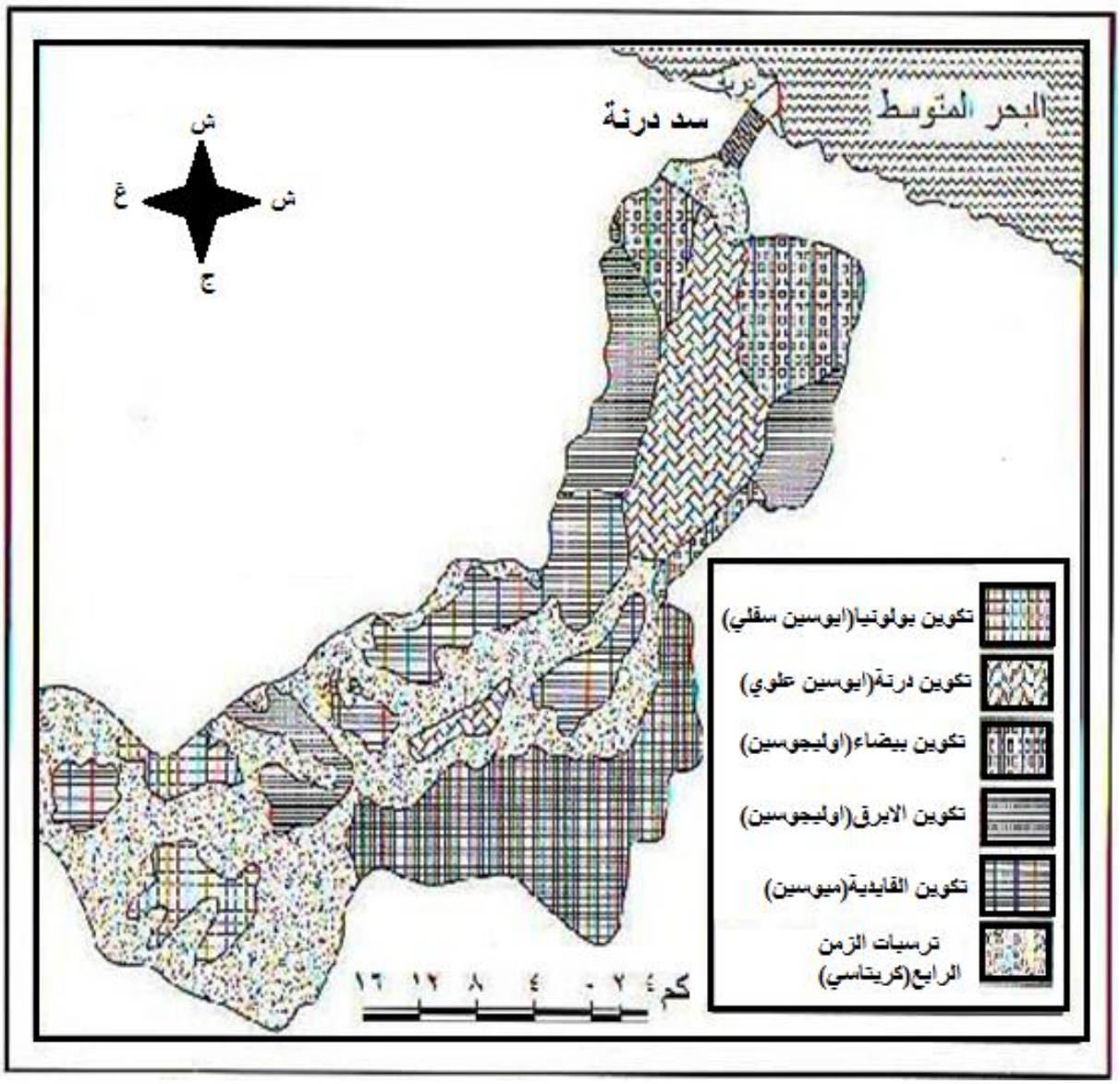
3. **تكوين البيضاء**: ينكشف هذه التكوين الأدنى على الجانبين بالقرب من مدينة درنة وفي الأجزاء الغربية ويتلاشى كلما اتجهنا شرقا ويتكون من الحجر الجيري اصفر يحتوي على الطفل والمارل.

4. **تكوين الابرق**: "يتكون من صخور الكالكارنايت الجيرية ذات حبيبات كبيرة الحجم, ويحتوي على نسبة عالية من الدولوميت ويكون ذو صلابة عالية، تكوين **الابرق** ذو نفاذية عالية من الناحية الهيدروجيولوجية سمك التكوين يتراوح بين 50-80 متر ويصل سمكه الي 70م في جنوب المدينة"[2]

5. **تكوين الفايديه**: هذه التكوين من أكثر التراكيب الجيولوجية انتشار في المناطق المرتفعة جنوب مدينة درنة فالجزء العلوي يتألف من الحجر الجيري الذي يميل الي اللون الابيض اما الجزء السفلي منه يتألف من الطين والمارل المائل الي اللون الأخضر والأصفر.
ونظرا لصلابة هذا التكوين فقد أصبح عدد الروافد في مناطق وجوده قليلة وعميقة.

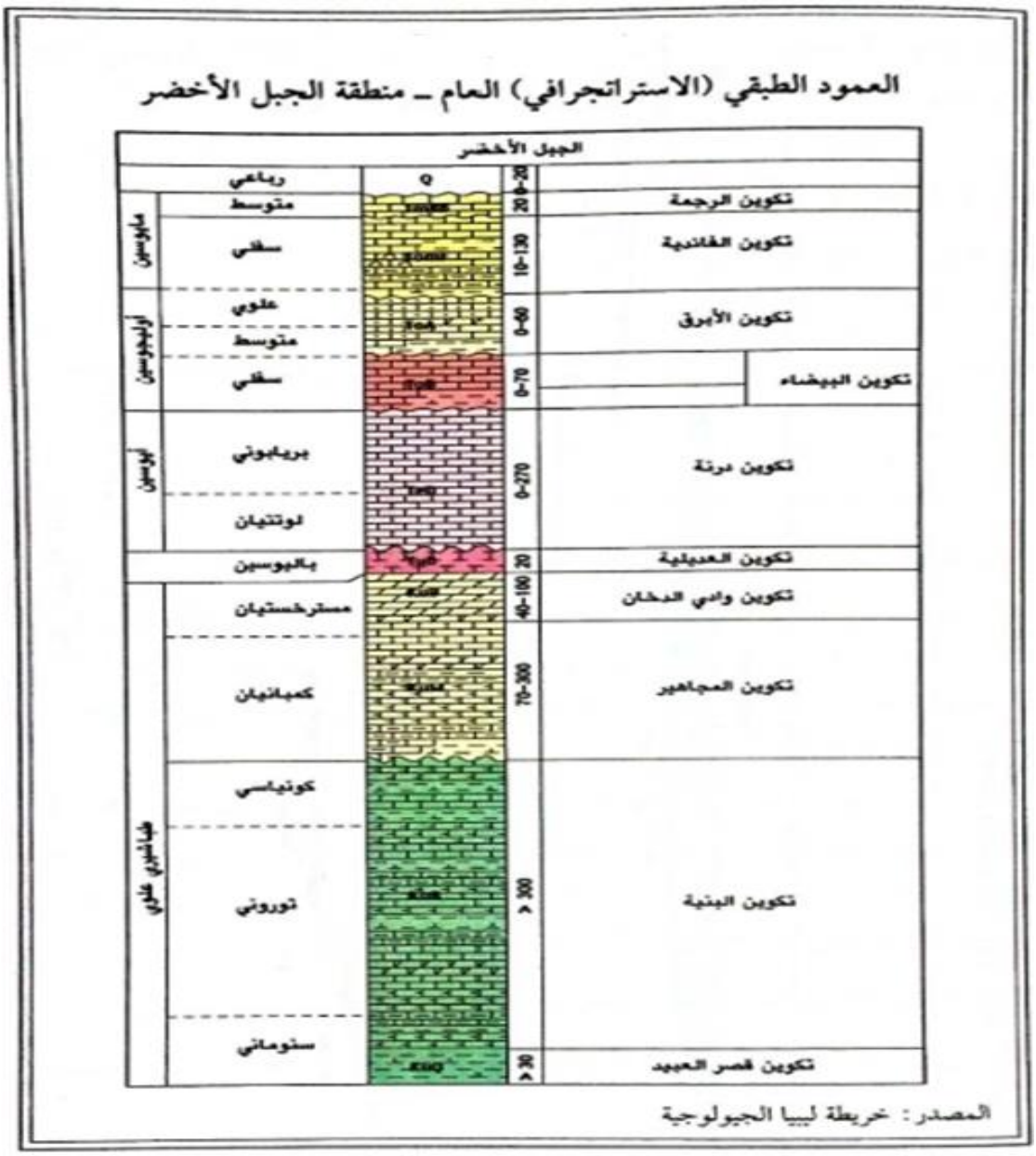
---

2 تقييم الجريان السطحي لحوض وادي درنة عبد الونيس عاشور




**شكل رقم 3 خريطة توضح التكوينات الجيولوجية لحوض وادي درنة**

المصادر بولقمة القزيري الساحل ليبي 1997 الصونية (بوب يضة1997) المركز العربي لدراسات الصحراء د مشعل فياض مصدر الخريطة امانة السدود و الموارد المائية




**شكل رقم 4 العمود الاستراتجرافي العام لمنطقة الجبل الاخضر**

## 5- المناخ:

فلكيا تقع مدينة درنة على خط طول '45 °32 وخط عرض'40 °22 ويعد مناخ درنة شبه صحراوي وحسب تصنيف كوبن **KOPPEN CLIMATE,** فانه يعطي ساحل درنة بتصنيف **CSA** لون اصفر يتم التعريف على انه مناخ البحر الأبيض المتوسط الذي يتميز بشتاء ممطر وصيف من دافئ الي حار.

" ارتفاع اعلي نقطة في حوض درنة هو 854 متر فوق سطح البحر واقل نقطة 0 عند مصب الوادي في البحر عند مستوي القاعدة العام ويبلغ متوسط انحدار الحوض $16.3^{\circ}$ "

**6- التربة:**

توجد في منطقة الدراسة ثلاثة أنواع:

التربة الصحراوية في منطقة الدراسة تربة تتكون من أنواع مختلفة. تبدأ من التربة الحديدة الحمراء والتربة الحجرية الضحلة الزراعية الموجودة في الوادي الي التربة الجافة الجيرية وبحكم انه التربة غير معتادة على تلقي كميات كبيرة من الامطار فأنها غير قادرة على تخزين المياه حيث يتدفق الماء مشكلا سيول جارفة.

"**التربة الحديدية الحمراء** وهي التي تغطي جزا كبيرا من الأراضي الزراعية وهي تربة طينية تحتوي على كربونات الكالسيوم واكاسيد الحديد وقدرتها على الاحتفاظ بالماء عالية إذا تبلغ نسبة الترشح فيها 4 سم / ساعة، وهذا ما يوثر على الزراعة حيث يجعل القيمة الفعلية عالية نسبيا"2.

"**التربة الحجرية الضحلة** (تربة قاع الوادي) تسود هذه التربة عند مصبات الاودية الفرعية وعلى جوانبها وتتباين في خصائصها الفيزيائية حسب طبيعة الوضع الطبوغرافي للمنطقة وتتصف هذه التربة بانها قليلة المواد العضوية والعناصر الغذائية الرئيسية للزراعة ومع هذا فهي تستغل للزراعة القائمة على جوانب الاودية."3

"**التربة الجافة الجيرية** وهي تربة جيدة لنمو الغابات واشجار الفاكهة تحتوي على نسبة عالية من كربونات الكالسيوم وتنتشر في الأجزاء الغربية من الوادي" 3

---

1 المصدر STRATEGIANEWS 2023/9/19

2-3 تقييم الجريان السطحي لحوض وادي درنة د عبد الونيس عاشور

**7- الغطاء النباتي:**

الغطاء النباتي في درنة متنوع وله دور كبير في تحديد الجريان السطحي ويتضمن الغابات والأشجار القصيرة والاعشاب واضافة الي أشجار الزيتون البري والتين والنباتات مثلا الاكليل والزعتر والزهرية والجعدة والشيح وهي تنمو على سفوح الوادي والذي يتكيف مع الظروف المناخية الجافة.

تساعد النباتات على تثبيت وربط أجزاء التربة وتمنع الانجراف لمكافحة التصحر وتثبيت التربة وتقليل حث الرياح.

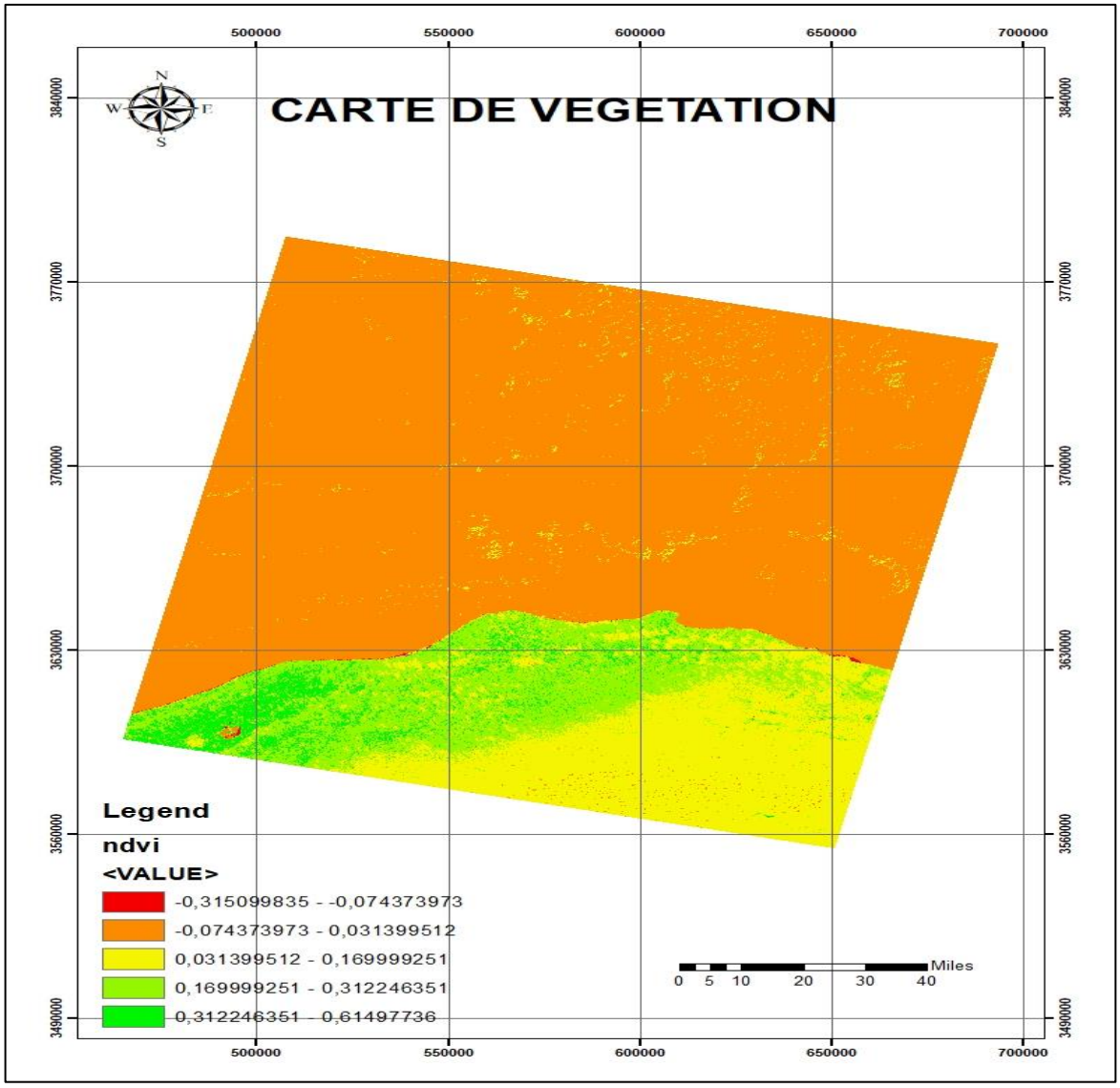
**جدول رقم 2 أنماط الغطاء النباتي في منطقة الدراسة**

| النوع | المساحة $Km^2$ | النسبة الي اجمالي المساحة% |
|---|---|---|
| **مناطق الشجيرات** | **115.25** | **18.3** |
| **مناطق الغابات** | **1.32** | **0.3** |
| **الأراضي الزراعية** | **30.70** | **5.5** |
| **الأراضي الرعوية** | **337** | **60.7** |
| **الأراضي الجرداء** | **84.5** | **15.2** |
| **المجموع** | **568** | **%100** |

3تقييم الجريان السطحي لحوض وادي درنة د عبد الونيس عاشور

2 بولقمة القزيري الجماهيرية 1997 / المجلة العراقية لدراسات الصحراء د مشعل فياض

جدول رقم 2الغطاء النباتي وزارة الزراعة والثروة الحيوانية




**شكل رقم 5 توضع الغطاء النباتي لحوض درنة**

# الفصل الثالث

# مراحل تطور السدود في ليبيا

## 1- مقدمة:

يوجد في ليبيا حوالي 16 سد موزعة بين شرق البلاد وغربها، أنشأت لتلبية الفاقد المائي الكبير في بلد يعتمد 98% من إمداداته من المياه الجوفية، واغلب هذه السدود وصل الي نهاية العمر الافتراضي. سوف نتناول تقسيم السدود من حيث الانشاء لأنه مهم في فهم طبيعة تكوين سد درنة وأسباب الكارثة.

## 2- السدود:

عبارة عن منشئات قاعدية تقام في مجري النهر او الوادي بهدف حجز المياه وتستخدم لأغراض متعددة مثل توليد الكهرباء الري التحكم في الفيضانات وتوفير مياه الشرب.

تقسيم السدود يتم وفق الهدف المنشاء له اما ان تكون سدود لتخزين المياه او سدود ترشيحية لتغذية المياه الجوفية اما من حيث الانشاء تنقسم الى:

### 1-2 سدود الخرسانية CONCRETE DAMS

تعد السدود الخرسانية من بين السدود التي تقوم بمقاومة ضغط المياه على جسم السد بفعل اوزانها وبفضل القواعد الضخمة التي تعتمد عليها مع العلم ان هذه الأخيرة تتطلب الكثير من الاسمنت وتكلفة عالية، في الصورة 1 المرفقة سد خرساني مقوس.

**صورة رقم 1 سد خرساني مقوس في سويسرا (Switzerland Jochen Bückers)**

## 2-2 سدود الترابية او الركامية EARTH DAMS

السدود الركامية أكثر السدود انتشار في العالم المواد المكونة لها هي الحجارة والحصى المتوفر في الوادي يتكون لب السد من نواة طينية تحيط بها منطقة انتقالية من التربة الراشحة واجسام استناديه امامية وخلفية من الركام.

الفرق الرئيسي بين السد الترابي والركامية هو انه السد الترابي يتم البناء باستخدام التربة المتاحة في الموقع اما الركامية يتم البناء باستخدام الحصى والركام المتماسك بواسطة الاسمنت او الطين كمواد رابطة.

**صورة رقم 2 سد ترابي سد ترينيتي كاليفورنيا الولايات المتحدة**

### 3- الخصائص البنائية لسدى وادي درنة:

السدود التي تم انشاءها في درنة سدود ركامية ذات قالب طيني (نواة طينية) وقشرة صخرية وهي سدود حماية أقيمت في السبعينات بهدف حماية المدينة من الفيضانات.

### 1-3 سد بومنصور:

يقع على بعد 13 كم من المدينة وهو سد ركامي "عبارة عن نواة من الطين وطبقة من المرشحات وعلى وجه نواة وقد أسس على طبقة من الأحجار الكلسية مما تطلب إزالة طبقات الحصى والطمي التي تغطي الصخور" 1

وتم تصميم السد بحيث تكون له القدرة على حجز المياه والرواسب الغرينية والطين.

**صورة رقم 3 سد بومنصور**

**جدول رقم 3 يبين بالأرقام الخواص الفيزيائية لسد بومنصور**

| | |
|---|---|
| **ارتفاع السد** | **74m** |
| **طول السد** | **273m** |
| **عرض السد عند القمة** | **7m** |
| **عرض السد عند القاعدة** | **155m** |
| **منسوب السد عند القمة** | **228m نسبة لمستوى سطح البحر** |
| **الميول الجانبي اتجاه البحيرة** | **1:1.5** |
| **الميول الجانبي اتجاه خلف السد** | **1:1.4** |
| **كمية التربة** | **106191$m^3$** |
| **كمية الصخور** | **559097$m^3$** |
| **سعة التخزين** | **22.5$m^3$ مليون** |
| **سعة تخزين الطمي** | **3 مليون م$^3$** |

### 2-3 سد البلاد:

يبعد علي البحر 2.5 كم وعلى سد بومنصور 10 كم نفس تصميم السد الأول ركامي ذو نواة طينية ويقوم بتغذية المياه الجوفية ويقوم بتزويد المدينة بنسبة 60% من احتياجاتها المائية.

**صورة رقم 4 سد البلاد**

**جدول رقم 4 الخواص الفيزيائية لسد البلاد**

| | |
|---|---|
| **ارتفاع السد** | **40 متر** |
| **طول السد** | **105 متر** |
| **عرض السد عند القمة** | **8 متر** |
| **عرض السد عند القاعدة** | **84 متر** |
| **منسوب السد عند القمة** | **45 متر فوق البحر** |
| **الميول الجانبي اتجاه البحيرة** | **1:1.5** |
| **الميول الجانبي اتجاه خلف السد** | **1:1.4** |
| **كمية التربة** | **10592 م$^3$** |
| **كمية الصخور** | **66665 م$^3$** |
| **سعة التخزين** | **1.5مليون م$^3$** |
| **سعة تخزين الطمي** | **3 مليون م$^3$** |

**4- حالة سد درنة قبل الانهيار:**

تم انشاء المشروع عن طريق مجلس تنمية الزراعية وهو أحد مشاريع التابعة للهيئة العامة للمياه.

تمت الدراسة سنة 1971 عن طريق مكتب استشاري للشركة اليوغسلافية المنشئة تم التنفيذ والانتهاء من المشروع سنة 1978 وكان من ضمن مشاريع التنمية الزراعية من قبل الهيئة العامة للمياه أساس تصميم السد كان الحماية من الفيضانات.

اثناء تشغيل هذه السدود ظهرت العيوب بعد فيضان عام 1986 وصلت كمية الفيضانات ببحيرة السد الي حوالي 12 مليون م$^3$ ساعد ذلك على ظهور مؤشرات توضح تأثر جسم السد بهذه الكمية حيث ظهر هبوط في جسم السد واكتاف السدين وتشوه وضعية الأحجار الركامية الا انه تم تسريب هذه المياه بكميات وصلت الي 700 ألف م$^3$ يوميا.

"وخلال فيضان 2011/9/29 وصلت كمية مياه بحيرة التخزين الي أكثر من 15 مليون م$^3$ ومع استمرار تدفق المياه ووصولها لمستويات خطيرة خاصة ان وضعية جسم السد تدعو للقلق أدى ذلك لتشكيل لجنة طواري حيث تقرر ضرورة فتح بوابات سد بومنصور وصرف أكبر كمية ممكنة من المياه المحتجزة الي البحر.1

أساس التصميم كان لحماية المدينة من الفيضانات غير ان الجانب الاقتصادي لتخفيض التكلفة المادية في اعمال التأسيس أثر إيجابيا من حيث التكلفة لكن كانت التكلفة سلبية للسلامة العامة.

هنا يجب ان نشير الي انه تم تسجيل مجموعة من المخالفات في بنية السد من بينها:

- سدود المدينة سدود قديمة مصممة في 1970 تم الانتهاء منها سنة 1978 أي ان عمرها تجاوز 46 سنة.
- سد البلاد كان يحتوي على فجوات تفوت من خلالها المياه.
- سد بومنصور به مشاكل انشائية تمثلت في هبوط أكثر من 1 مترعلى مدار 18 عام تم رصده سنة 1996.
- حدوث بعض الاضرار في المنشآت الهيدروليكية القائمة والمتمثلة في سدي وادي درنة ومدينة درنة بعد فيضان 1986.

**5- انهيار سد درنة:**

يلعب الموقع الجغرافي والظروف الطبيعية والعامل البشري دور أساسي في تفاقم حجم الكارثة في **11 سبتمبر 2023** تعرضت مدينة درنة في ليبيا لكارثة غير مسبوقة عندما أطلقت العاصفة دانيال امطار غزيرة تقدر بأكثر من **200** ملمتر لكل متر مربع في كل 24 ساعة مقابل 200 ملم تسقط على المدينة خلال عام كامل مما ادي الي فشل السدود وانهيارها وحدوث فيضانات مدمرة.

---

1د عبد الجواد ببويضة الجمعية الليبية للتخطيط والتنمية المستدامة.

في دراستنا هذه سنقوم بتسليط الضوء على العوامل التي أدت الي فشل هذه السدود مما فاقم من تداعيات حجم الفيضانات المدمرة في درنة. مع الاستعانة لدعم الموضوع بإنشاء خرائط جيو تقنية وهيدرولوجية وعن طريق جمع البيانات من مصادر مختلفة بما في ذلك الدارسات السابقة والتقارير الإعلامية، وباستخدام نظم المعلومات الجغرافية **GIS** نماذج الارتفاع الرقمية وصور الأقمار الصناعية سوف نعطي صورة واضحة وتوصيات لتفادي تكرار الكارثة في المستقبل.

**صورة رقم 5 لوادي درنة بعد الفياضان تصوير وليد الطالب**

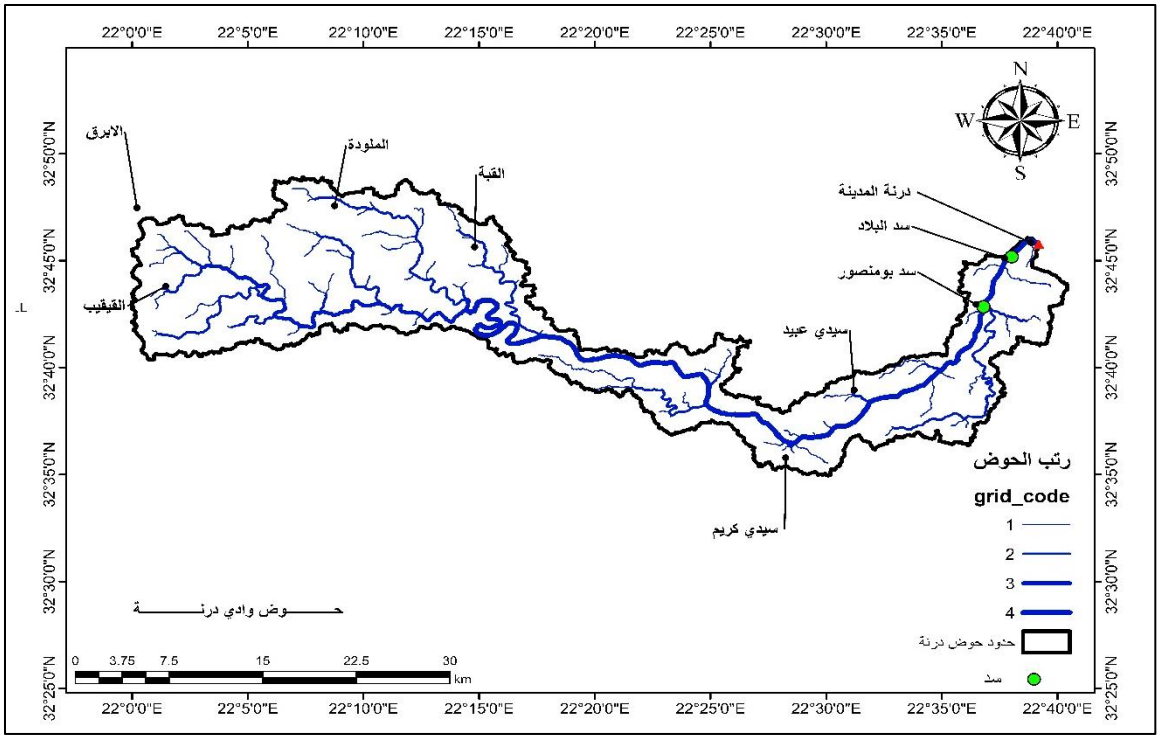
**صورة رقم 6 لوادي درنة بعد الفياضان تصوير وليد الطالب**

# الفصل الرابع

# الجريان السطحي وخصائصه

## 1- الشبكة المائية:

من خلال دراسة الرتب النهرية والروافد تلعب هذه الرتب دور مهم في تغذية الخزانات الجوفية من خلال تسريب المياه داخل الفواصل والشقوق.




**شكل رقم 6 خريطة توضح رتب الحوض في وادي درنة**

## 2- تقدير الجريان السطحي:

جغرافيا مدينة درنة والمناطق المحيطة بها. تموقعها يسهل من جعل كميات كبيرة من المياه تتجمع في الحوض في حالة حدوث عاصفة مطرية غزيرة.

تساعد الوديان والجبال والتلال والمناطق ذات الانحدارات الشديدة وفروع الاودية على تكون جريان وتدفق سريع للمياه. وتمنع التربة الطينية الضحلة والصخور تسرب كثير من المياه الي القنوات تحت سطح الأرض.

هذه الاحداث والكوارث تشكل مخاوف وتحدي من دون وجود تنسيق مشترك ودراسة وفهم لألية التعامل معها والحد من الاضرار.

هطول المطر على شكل زخات قوية وتماسك التربة وقلت نفاذيتها وخلو المنطقة من الغطاء النباتي والبناء كلها عوامل تساهم في سرعة الجريان السطحي.

**3- هيدرولوجية حوض درنة:**

يبلغ متوسط هطول الامطار في الحوض 314 ملم ونسبة البخر(نتح) في الحوض 78% ومقارنة بمتوسط امطار السنوات السابقة يقدر معامل الجريان السطحي بنسبة 2.1% من مجموع الامطار الساقطة في الحوض أي انه حجم الجريان السنوي في الحوض يصل الي 3798144 م $^3$ / السنة".

الأرقام السابقة ارقام تقريبية لأنه من صعب وضع تقديرات دقيقة لمعدلات الجريان السطحي في المناطق الكارستية وبالإضافة الي طبيعة الامطار المتذبذبة والجفاف لذلك فانه معدلات الجريان قد تزيد او تنقص.

الجريان في وادي درنة ليس دائم ويستمر الجريان في بعض الأجزاء بفعل العيون منها عبن **بومنصور** وتزداد في وقت هطول الامطار" يبلغ معدل هطول الامطار من خلال البيانات المرصودة من عام 1960 الي 2000 حوالي 303.50 ملم وبأمثال تم حساب معدل الامطار في فيضان عام 1986 حيث بلغ متوسط الامطار اثناء العاصفة 64.14 ملم".

**4- تقدير وحساب متوسط المطر في الحوض:**

يبلغ متوسط هطول الامطار 250 ملم شرق الوادي وغرب الوادي 500 ملم في السنة "ليلة الاعصار يقدر هطول الامطار بي 170 ملم في 10 ساعات".

**جدول رقم 5 معدل تساقط الامطار السنوات 2000-2010**

| خط طول '35 °22 خط عرض '47 °32 Latitude and longitude | |
|---|---|
| **المجموع السنوي** | **السنوات** |
| **197.4** | **2000** |
| **315.6** | **2001** |
| **181.5** | **2002** |
| **194.0** | **2003** |
| **228.2** | **2004** |

| | |
|---|---|
| **2005** | **248.9** |
| **2006** | **276.8** |
| **2007** | **262.0** |
| **2008** | **326.7** |
| **2009** | **201.8** |
| **2010** | **183.3** |

**5- حساب معدل المطر:**

عندما تقوم محطة رصد المطر بتسجيل قراءة المطر في مكان تسمى هذه القراء "بالقيمة النقطية" أي انه القيمة التي سجلت تعبر عن المنطقة الموجودة فيها المحطة وليس الحوض المائي وبالتالي نحتاج لحساب معدل المطر للتعبير عن كمية المطر التي سقطت على الحوض. معدل المطر قيمة تعبر عن متوسط عمق المطر الذي هطل على امتداد الحوض ويتم حسابه بثلاثة طرق:

**1-5 المتوسط الحسابي**

طريقة المتوسط الحسابي ابسط طريقة ولكنها الأقل دقة وتتم عن طريق المعادلة التالية:

متوسط الهطول= مجموع قيم محطات المطر / عدد محطات المطر

$$P\ average = \sum p/of\ stations \quad (mm)$$

$$Precipitation\ average = \sum Precipitation/number\ of\ stations$$

**ملاحظة:**

المحطات الموجودة خارج حدود الحوض تستثنى من عملية الحساب.

جدول الأرصاد الجوية طرابلس

## 2-5 مضلعات ثايسن

في هذه الطرقة نحتاج الي رسم خارطة للحوض تبين حدود مضلعات ثايسن.

نقوم بتوصيل الخطوط بين المحطات بحيث ان لا تتقاطع وتكون كل ثلاثة خطوط مثلث، نرسم أعمدة من منتصف هذه الخطوط الموصلة بين المحطات هذه الاعمدة اشكال متعددة الاضلاع وكل شكل يمثل تأثير محطة قياس ثم نقوم بحساب مساحة كل الاشكال وضرب مساحة كل شكل بمعدل الامطار للمحطة الممثلة للشكل وقسمة المجموع على مساحة الحوض.

يعبر عن بمعادلة:

$$P_a = \frac{a1*p1+a2*p2+a3*p3+\cdots\ldots an*pn}{A}$$

## 3-5 خطوط تساوي المطر (ايزوهايت)

نحتاج لرسم خريطة للحوض المائي تبين توزيع خطوط تساوي المطر(ايزوهايت), وذلك يعبر عنه بالمعادلة :

$$P_a = \sum_i^n \frac{pi*Ai}{A}$$

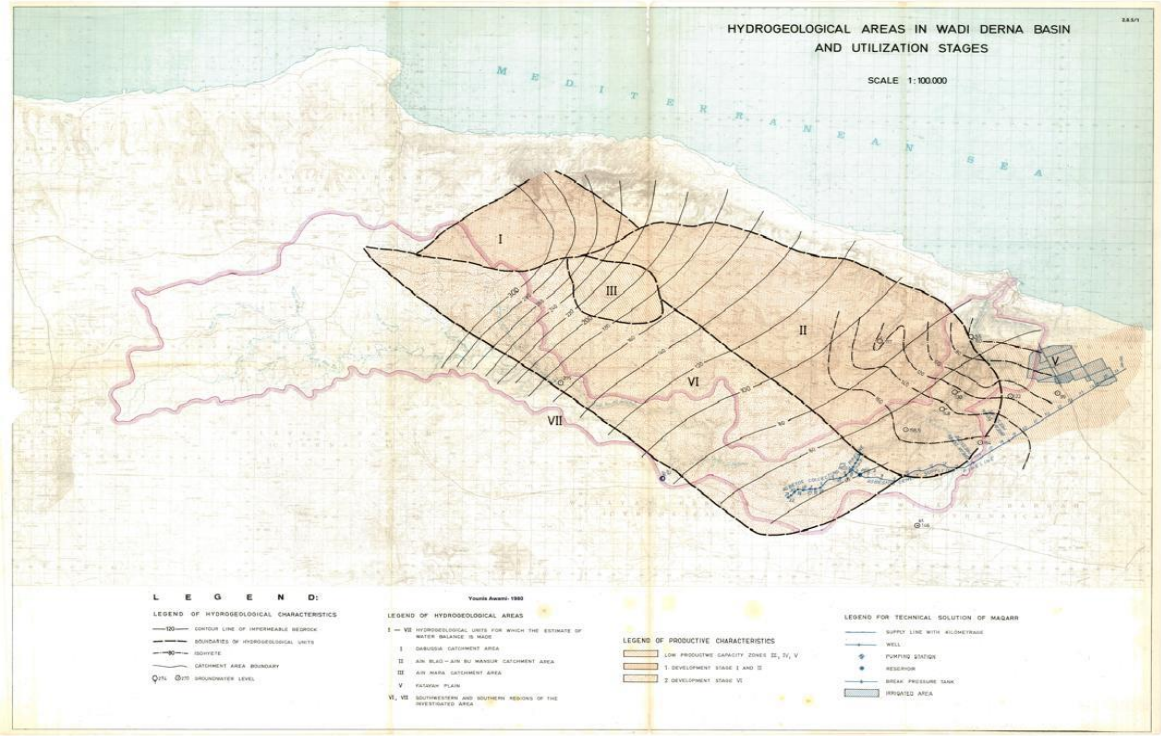
**جدول رقم 6 معدل المتوسط السنوي للهطول (ايزوهايت)**

| المساحة بين ايزوهايت $Km^2$ | متوسط هطول الامطار Mm | حجم الهطول $M^3\ 10^3$ |
|---|---|---|
| 100 | 250 | 2500 |
| 140 | 275 | 38500 |
| 166 | 325 | 53950 |
| 170 | 375 | 63750 |
| 576 | | 181200 |

باستخدام معادلة ايزوهايت لتقدير متوسط هطول المطر، فان المتوسط السنوي للهطول على حوض وادي درنة يقدر ب :

$$P_a = \sum_i^n \frac{\text{pi}*\text{Ai}}{A}$$

$$\mathbf{P_a}=\frac{\mathbf{250*100+275*140+325*166+375*170}}{\mathbf{576}}=\frac{\mathbf{181200}}{\mathbf{576}}=\mathbf{314\ mm}$$




**شكل رقم 7 هيدروجيولوجيا حوض وادي درنة**

**6- النفاذية والرشح (m/s) permeability: (mm /h) infiltration**

"تختلف حسب طبيعة وتشكيل الحوض او المنطقة وباختلاف كثافة الغطاء النباتي وطبوغرافية الأرض وتجانس قطاع التربة جراء تشبع المنطقة السطحية للتربة بالمياه ومع زيادة تساقط الامطار تتجه هذه المياه الى الطبقات السفلى "يكون التسرب مرتفع في بداية التساقط ثم ينخفض الي ان يصل الي حالة توازن وهذا يرجع الي شد الرطوبي للطبقة السطحية يكون صفر في المرحلة الأولى "1 .

وتقاس النفاذية بأجهزة مثل جهاز الأسطوانة المزدوجة ويتكون من اسطوانتين متصلتين بأنبوب مطاطي يتم وضع عينة من التربة او الصخور داخل الأسطوانة يمرر الماء او السائل من خلال الانبوبة المطاطية ويتم قياس الزمن الزم لتدفق المياه من الأسطوانة العلوية الي السفلية ويستخدم هذه الزمن لحساب معامل النفاذية.

**المواصفات الفنية:**

ضغط عمل 4.0 ميجا باسكال.

نطاق الضغط 0-3500 كيلو باسكال.

الجهد 220 فولت 50 هرتز.

حجم العينة 55*100 ملم.

والاستخدامات للجهاز لأغراض تقيم الرشح والنفاذية وبناء السدود.

# الفصل الخامس

# الفيضانات

**1- الفيضانات وتأثيرها على السدود:**

الفيضانات ظاهرة طبيعية تحدث في أي وقت وقد تكون بدون علم او سابق انذار وليست محددة بوقت او زمن معين؛ وعندما يتجاوز تدفق المياه سعة الجدول المائي ومجاري الأنهار والأودية والسدود تحدث بفعل الأمطار الغزيرة لساعات طويلة ويؤدي الي ارتفاع ضفتي الوادي يمكن حدوث الفيضان عند انهيار السدود المنشأة نتيجة لوجود خلل في بنية السد.

تعمل الفيضانات علي زيادة ضغط المياه الجارية على السد هذا الضغط يؤدي مع الوقت الى تأكل السطح الخارجي في بنية السد

يودي الضغط الزائد إلى تشققات وتلف في الجدار القاعدي للسد وبالتالي يؤثر على قدرته على احتجاز المياه

تغير المناخ واستمرار الأنشطة البشرية يساهم بشكل كبير في كثرة العواصف والأعاصير.

إن ارتفاع درجات الحرارة في العالم يجعل الأرض أقل قدرة على امتصاص المياه بحسب تقرير لصحيفة "فايننشال تايمز" البريطانية.

الفيضانات تتسبب في تضرر أكثر من ملياري شخص في العالم بين عامي 1998 و2017

تعتبر المناطق ذات الكثافة السكانية العالية أكثر عرضة لخطر الفيضانات المفاجئة إذا يؤدي تشييد المباني والطرق السريعة ومواقف السيارات والأحياء السكانية وأسطح الأسفلت وعدم كفاءة شبكات التصريف الي زيادة الجريان السطحي لمياه الامطار وتقليل قدرة الأرض على الامتصاص، وتشير التقارير الي انه ما يقارب 55% من سكان العالم اليوم يعيشون في المدن والمناطق الحضرية وهي نسبة من المتوقع ان ترتفع الي 68% بحلول عام 2050 ما يجعل سكان المدن والمناطق الكبرى الأكثر تعرضا الاخطار هذه الكوارث الطبيعية.

---

إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية الأمم المتحدة

## 2- حماية المدينة من الفيضانات:

نتيجة للفيضانات المتكررة على المدينة تم تصميم سدين للحماية.
وتم دراسة منطقة الحوض وعلى الضوء الدراسة. تم التعاقد مع الشركة اليوغسلافية المكلفة بالمشروع التصميم للسدين في السبعينات بناء على هذه الدراسة تم اجراء دراسة سنة 1971 عن طريق مكتب استشاري وشركة اليوغسلافية المنشئة. تم التنفيذ المشروع والاستلام، سنة 1978 كان من ضمن مشاريع التنمية الزراعية من قبل الهيئة العامة للمياه.
أساس التصميم كان للحماية وبالتالي اقتصدت الكثير من الاعمال في اعمال التأسيس. ومع الإهمال وعدم المتابعة قد ظهرت عيوب في تصميم السدين.
سد البلاد يبعد علي البحر 2.5 كم سعة التخزين مليون ونص مشكلة السد كان يحتوي على فجوات تفوت من خلالها المياه سد بمنصور به مشاكل انشائية هبوط أكثر من 1000 مليمتر تم رصده سنة 1996.

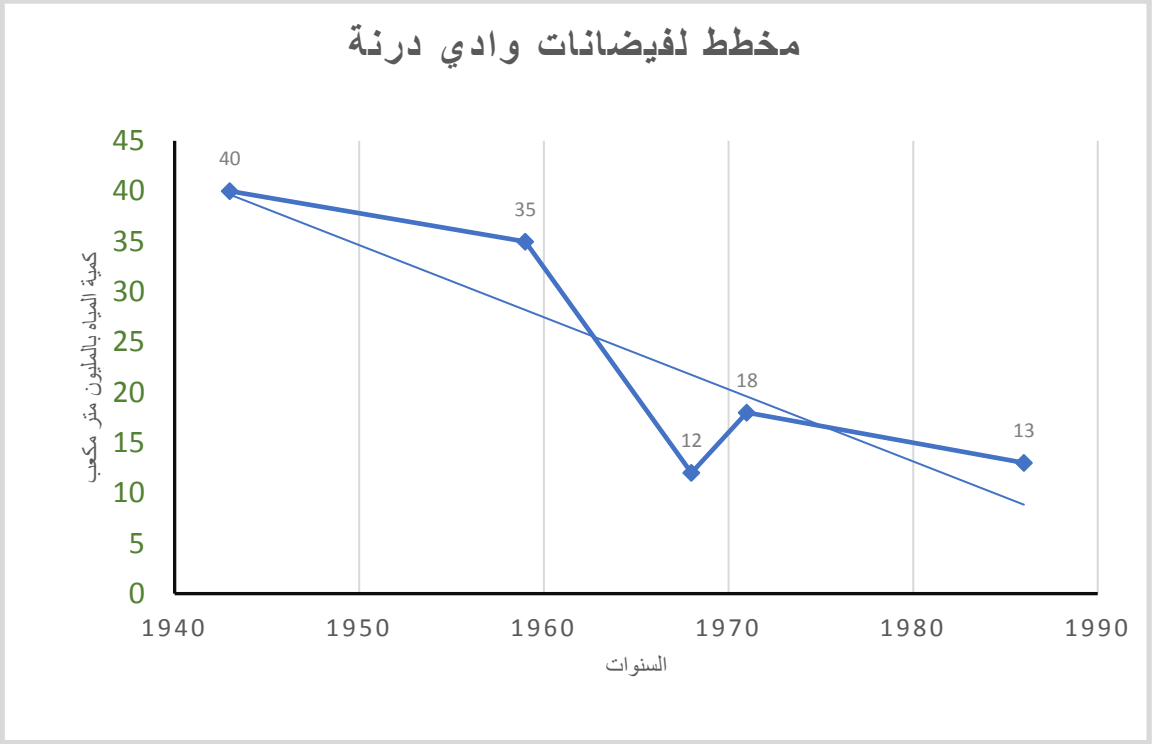
## 3- مخاطر فيضانات حوض درنة:

إن المناطق ذات الكثافة السكانية العالية مهيئة لخطر الفيضانات المفاجئة إذ يودي تشييد المباني والطرق السريعة ومواقف السيارات والأحياء السكانية وأسطح الأسفلت وعدم كفاءة شبكات التصريف إلى زيادة الجريان السطحي لمياه الأمطار وتقليل قدرة الأرض على الامتصاص.
تؤثر الفيضانات على المنشآت وتسبب في تلف البنية التحتية مثل الطرق والجسور وتعطيل الشبكة الكهربائية والتأثير على الصحة العامة.
إن فيضان درنة عطل شبكة الصرف الصحي وعمل على تلوث مصادر المياه، نشير أيضا إلى أن البناء العشوائي على ضفتي الوادي أمام وخلف السد فاقم من حجم الأضرار.
تاريخيا تعرضت المدينة إلى الكثير من الكوارث بسبب الفيضانات اهمها:

- كارثة فيضانية عام 1986 حيث حجز سد بومنصور 13مليون م$^3$ وسد البلاد 1.5 مليون م$^3$ واستمر هذا الفائض عبر السد أكثر من 12 ساعة وتسبب في خسائر مادية بوسط الوادي ودخلت مياه الفيضان إلى البيوت عند منطقة المصب.
- بينما تسبب فيضان وادي الناقة الذي قدر بحوالي 18 مليون م$^3$ في انهيار جزئي لجسرين رئيسيين بمدخل درنه الغربي، ومن بين التوصيات آنذاك لوزارة الموارد المائية تمثلت بالحث على أنشاء سد ركامي على هذا الوادي.
- فيضان عام 1971م هذا الفيضان حدث في شهر سبتمبر واستمر أربع ساعات والكمية الكلية للفيضان قدرت بأكثر من 18مليون م$^3$
- فيضان عام 1968م وكان معدل حجم الفيضان حوالي 12 مليون م$^3$ وأحدث إضرار مادية كبيرة بوسط الوادي ومنطقة المصب في مدينة درنة.
- فيضان عام 1959م في الأول من أكتوبر حيث هطلت علي درنه أمطار غزيرة جدا لمدة يومين متتاليين واستمر هذا الفيضان ليلة الفاتح من أكتوبر الي غايت اليوم الثاني وتسبب في خسائر بشرية ومادية، وقد قدر حجم المياه المتدفقة ليوم واحد بحوالي 35 مليون م$^3$.
- فيضان عام 1941 والذي تسبب في جرف اليات عسكرية للجيش الألماني في الحرب العالمية الثانية حسب أقوال المعاصرين وتسبب في خسائر مادية كبيرة ويقدر بأكثر من 40 مليون م$^3$.

**جدول رقم 7 فيضانات وادي درنة (المياه المتدفقة)**

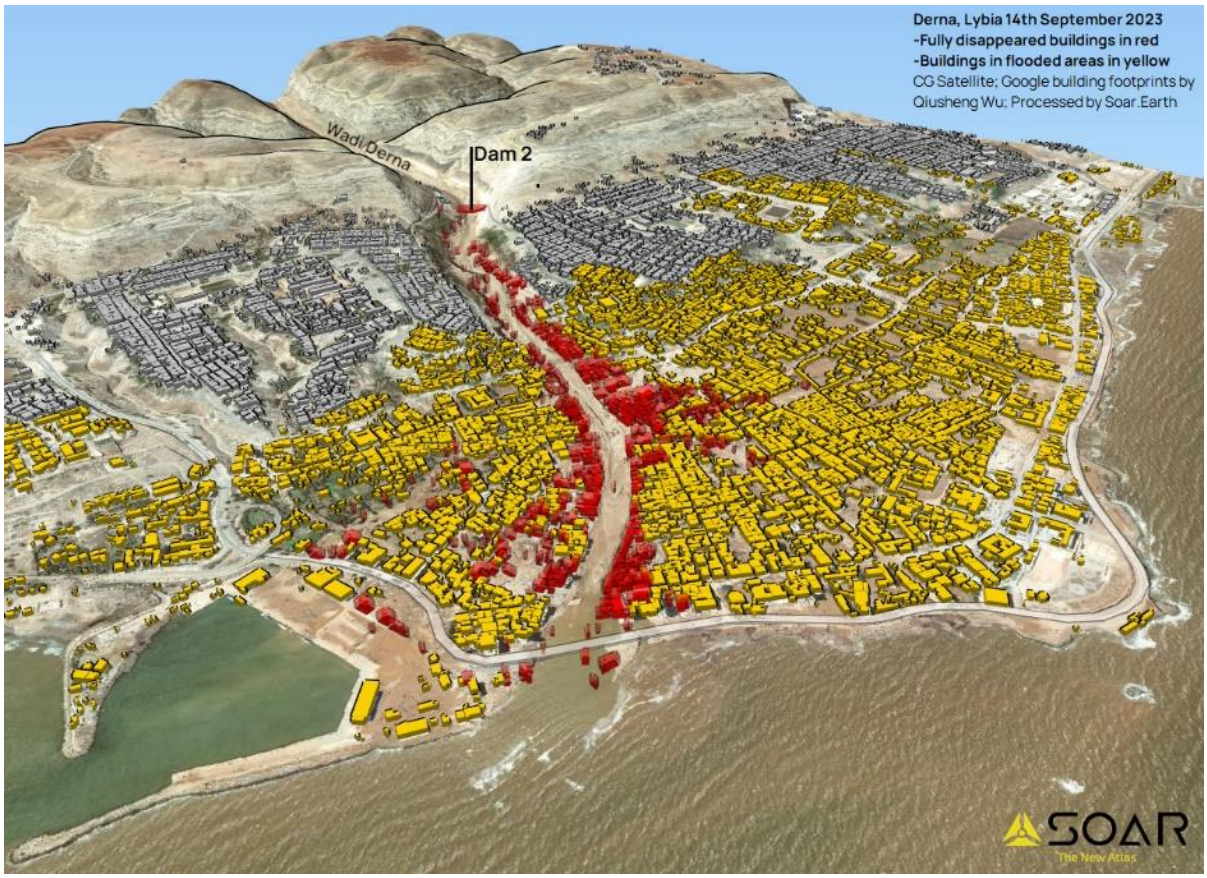
| | |
|---|---|
| **1986** | **13 مليون م$^3$** |
| **1971** | **18 مليون م$^3$** |
| **1968** | **12 مليون م$^3$** |
| **1959** | **35 مليون م$^3$** |
| **1943** | **40 مليون م$^3$** |




**شكل رقم 8 مخطط بياني فيضانات وادي درنة**

نلاحظ ان وتيرة تكرر الفيضانات تقل عن عشرة سنوات وفي الجدول كمية الامطار التي نزلت عام 1986 تقدر بـ 13 مليون متر$^3$, فانه في سنة 1943 نزل عل حوض درنة كمية من الامطار تقدر بـ 40 مليون متر$^3$ تاريخيا ان وفرة المياه وسقوط الامطار على حوض درنة كانت أكثر من الوقت الحالي، ونلاحظ من خلال الشكل البياني ان كمية الامطار تقل مع السنوات ولعل هذه يرجع إلى الاحتباس الحراري والظروف التي كانت سائدة في ذلك الوقت باستثناء أنه وقت الأعاصير وأشير إلى إعصار دانيال أن كمية المياه كانت غير متوقعة.

في سبتمبر 2023 طالت الأضرار وسط المدينة حيث تهدمت المباني وتعرضت التربة للانجراف والانهيار بفعل السيول وتقدر المساحة الاجمالية التي غمرتها السيول 6 كم$^2$.




**شكل رقم 9 صورة رقم القمر الصناعي كوبرنيكوس copernicus**

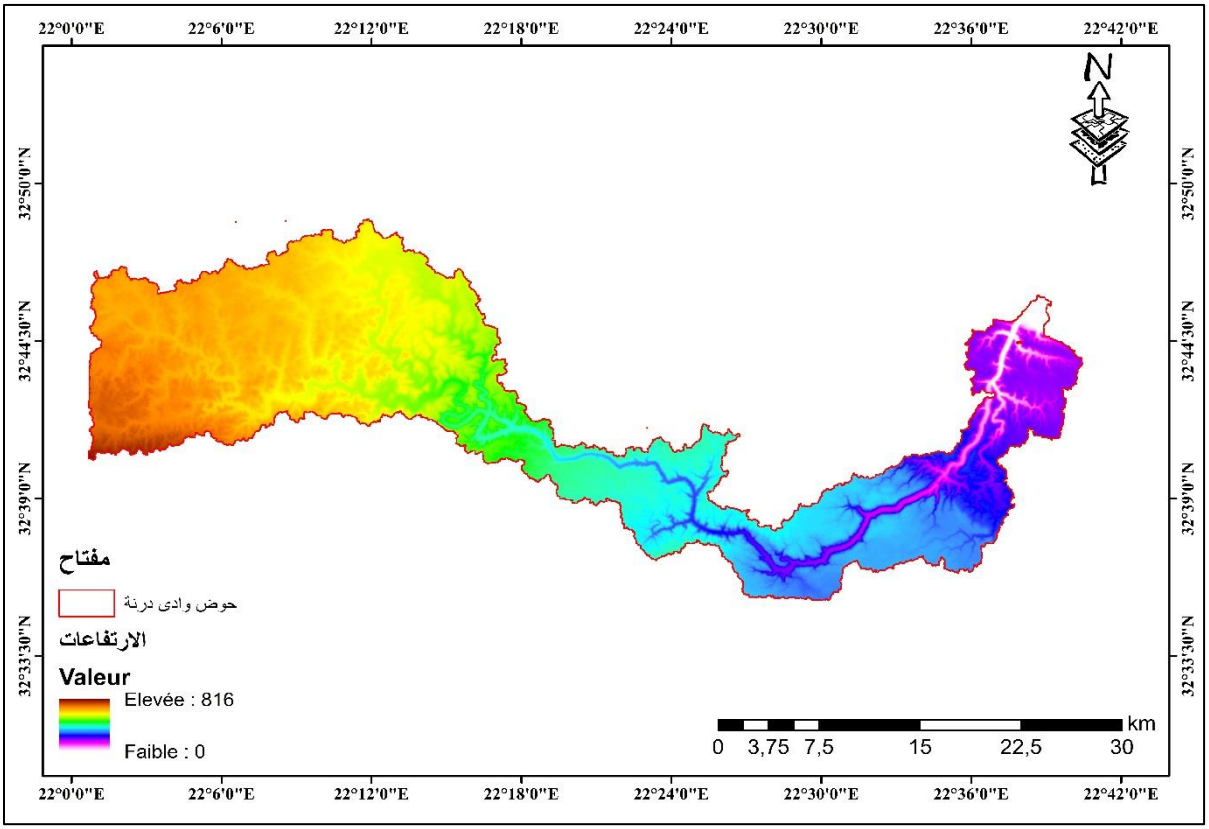
من خلال الصورة يمكن تقييم حجم الضرر الذي لحق بالمدينة وبالأحياء السكنية في منطقة المصب ويمكن من خلالها تقسيم المدينة الي منطقة (أ) ومنطقة (ب):

- نلاحظ في المنطقة (أ) ان المباني التي اختفت بالكامل مبينة باللون الأحمر وباستخدام برنامج ARCMAP يمكن حساب النسب المئوية للأجزاء التي اختفت تماما والمتضررة حيث ما لا يقل على 13% من وسط المدينة اختفى حيث جرفته السيول الى البحر.
- المباني المتضررة في المنطقة (ب) والمغمورة بالطمي مبينة باللون الأصفر وتقدر بمساحة .....مما يشير الي حدوث فيضان واسع النطاق ويقدر ب 60% من مساحة وسط المدينة نلاحظ ان تأثر الضفة الغربية من الوادي بشكل أكبر بسبب انخفاض المنطقة ويظهر في الصورة سد البلاد برقم 2 .

**جدول رقم 8 الاضرار المادية للفيضانات (تقرير الأمم المتحد)**

| مجموع المباني المتضررة في المدينة | عدد المباني | النسبة المئوية من مساحة وسط المدينة |
|---|---|---|
| اجمالي المباني المتضررة | 1500 | %24.42 |
| المباني التي تعرض للانجراف | 891 | %14.50 |
| المباني المتضررة بشكل جزئي | 211 | %3.43 |
| المباني التي غمرها الوحل | 398 | %6.47 |
| عدد الجسور | 1 | |
| الكباري | 4 | |

نلاحظ من خلال الصورة الخريطة طبوغرافية لحوض درنة في ليبيا الخريطة تستخدم لون مدرج بتمثيل ارتفاعات الأرض حيث تتراوح من اللون الأزرق الداكن للمناطق الأكثر انخفاضا واللون البرتقالي للمناطق المرتفعة.




**شكل رقم 10 نموذج الارتفاعات الرقمية لوادي درنة**

**4- التنبؤ بالفيضانات:**

التنبؤ بالفيضانات امر بالغ الصعوبة فهو يعتمد على حساب معدل الهطول وحساب نسبة رطوبة التربة وتاريخ هطول المطر وتساهم العواصف بحدوث فيضانات غير متوقعة يمكن تحسين هذه التوقعات باستخدام:

- النظام العالمي لرصد الفيضانات "**GFMS**" نظام انذار مبكر للفيضانات الذي يرسم خرائط لظروف الفيضانات في جميع انحاء العالم يعتمد البرنامج على بيانات هطول الامطار من الأقمار الصناعية ونموذج سطح الأرض الذي يتضمن الغطاء النباتي ونوع التربة والتضاريس لتحديد كمية المياه التي يتم امتصاصها ومقدار الجريان وتدفق المجاري المائية.
- دراسة البيانات التاريخية للأمطار والفيضانات السابقة من خلال تحليل المعطيات السابقة يمكن من خلالها التنبؤ بالفيضانات المستقبلية.
- التعاون مع الخبراء والسلطات والتنسيق مع السلطات المعنية.
- نظام FFGS يعمل علي تحسين التنبؤ بموقع وتوقيت الفيضانات
- يمكن التنبؤ والكشف عن الفيضانات من خلال استخدام من خلال الأقمار الصناعية عن طريق قياس عمق البحر وتغير منسوب المياه والوانها
- الاستشعار عن بعد مثل تصوير الجوي لرصد تغيرات الغطاء الأرضي
- التنبؤ بالطقس تستخدم هذه التقنية البيانات من محطات الطقس والرادار للتنبؤ بالظروف الجوية.
- رسم خرائط الفيضانات تستخدم هذه التقنية نظم المعلومات الجغرافية GIS لأنشاء خرائط توضح مدى وعمق المياه فهو يساعد المتنبئين والمستجيبين لحالات الطواري علي تحديد المناطق المعرضة للخطر.

# الخاتمة النتائج والتوصيات

# 1- الخاتمة

في دراستنا هذه تناولنا عدة محاور لها علاقة مباشرة او غير مباشرة بما وقع في الكارثة التي حلت بمدينة درنة الليبية بتاريخ 11 سبتمبر 2023 حيث عدنا الى الاخذ بعين الاعتبار الدراسة الطبوغرافية والجيولوجية والهيدرولوجية للمنطقة مع تحليل كل البيانات والربط في ما بينها حتى يتسنى لنا معرفة العوامل الطبيعية التي تساهم في توفير الظروف الملائمة للفيضانات ؛ كما اننا اخذنا بعين الاعتبار كل من المناخ السائد وطبيعة التربة الفيزيائية من حيث النفاذية للماء دون ان ننسى عامل الغطاء النباتي لحوض وادي درنة و الذي يساهم في الحد من انجراف التربة .

وللوصول الى اهداف الدراسة قمنا بحساب متوسط المطر في الحوض وذلك بالرجوع الى جميع القياسات التاريخية حسب المحطات المنتشرة في الحوض واخذنا بعين الاعتبار متوسط الهطول خلال فترات متعددة. تمثل دراسة الفيضانات وتأثيرها على السدود مخاطر كبيرة على حياة الانسان وكذا المنشأة القاعدية من طرق والمباني ولهذا تناولنا نشأة وتصميم سدى درنة سد بومنصور وسد البلاد والذي جرى بناهما على مدار أربعة سنوات من عام 1973 الى 1977.

من خلال دراستنا توصلنا الى نتائج يمكن تلخيصها فيما يلي:

أولا كارثة درنة تعتبر تذكيرا قويا بأهمية الصيانة الدورية والتخطيط الهندسي السليم لبنية السدود.

ثانيا من اجل اخذ بعين الاعتبار الاجراءات الاحترازية لكوارث الفيضانات وجب علينا تشكيل لجان ورجال من الحماية المدنية متخصصين في التدخل السريع والتعامل مع الكارثة اللازمة لتجنب الحوادث المتكررة وتبادل المعلومات والخبرات من حوادث انهيار السدود.

ثالثا البناء العشوائي غير المنظم يفاقم في تعرض الناس للخطر حيث يعمل على انسداد مجرى الوادي وتضييق مساحته.

رابعا الزراعة في الوادي والأنشطة الرعوية المختلفة والمخلفات البشرية ومثال على ذلك رمى مخلفات البناء في الوديان تسبب في عرقلة مجرى الوادي.

خامسا إزالة الغطاء النباتي كقطع الأشجار واستعمال المناطق الزراعية لغرض البناء يزيد من احتمالية انجراف التربة وتسارع عملية التعرية وزيادة معدلات الجريان السطحي.

## 2- التوصيات

نظرا لنطاق الجغرافي لمدينة درنة وطبيعتها المحاذية للجبال والوادي يعتبر الموقع الجغرافي ذا خطورة كبيرة على سكان الوادي لذلك سوف نعطي مجموعة من التوصيات قد تساهم في تفادي تكرار الكارثة:

1- يعتبر التوسع العمراني من أهم التحديات خاصة بعد تضرر ضفتي الوادي لذلك واجب إيقاف جميع التعديات السكنية والتوسع العمراني والحاجة في إعادة دراسة مخطط عام جديد وعصري لا يتم فيه البناء العشوائي في منطقة المصب وضفاف الوادي.

2- العمل على إنشاء سدود إعاقة في منطقة التجمع وهي عبارة عن سدود حماية تعمل كمهدي أو عائق ولا تحمي بنسبة مئة في مئة ولكن تخفف من أضرار السيول وفي نفس الوقت تساعد في بناء خزان جوفي يمكن الاستفادة منه في المستقبل.

3- إنشاء سدود تخزين لأنه وبحكم انه السدود الأولى كانت سدود حماية والتي كانت تقوم بتجميع المياه بكميات كبيرة مسببة ضغوطات كبيرة لجسم السد مع خفض ارتفاع قمع التصريف لزيادة كمية التصريف المياه.

4- مزاولة وتنظيف مجرى الوادي من الرواسب والمخلفات البشرية والأشجار حتى يتسنى للمياه التدفق والانسياب إلى مصب الوادي

5- تزويد مواقع السدود بطرق حديثة ومواقع مراقبة للعاملين وإنارة وتوفير إمكانيات للمهندسين للكشف الدوري.

. 6- إنشاء لجنة طواري مختصة للجلاء والحماية من أخطار الفيضانات

# المصادر والمراجع

# المصادر والمراجع

1 المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة أكساد. التقرير النهائي للدراسات المائية بالجبل الأخضر. 1984م.

2 انتصار محمد الغول. "دراسة هيدرولوجية لتحليل الواردات المائية لسد وادي غان". رسالة ماجستير .

3امحمد، حسن امحمد رمضان. "السدود في شمال غرب الجماهيرية: عوامل نشأتها المكانية واثراها على التوازن البيئي (دراسة هيدروجغرافية)". رسالة ماجستير.

4عبد الونيس عاشور، "تقييم الجريان السطحي لوادي درنة". رسالة ماجستير.

5 عبدا هليل، م.د خلف عمر "الاستهلاك المائي وإدارته في مدينة درنة". مجلة جامعة ديالى / كلية التربية الأساسية.

6عبدالعزيز رمضان عاشور، عبد الونيس. "تقدير عمق الجريان السطحي لحوض وادي درنة بالتكامل بين تقنيات نظم المعلومات الجغرافية ونموذج CN-SCS". مجلة جامعة سبها.

7مشعل فياض، المجلة العراقية لدراسات الصحراء.

الكتب:

8جاد الله عزيز الطلحي "حتى لا نموت عطشًا " منشورات اللجنة الشعبية العامة للثقافة والاعلام 2002

# المقابلات الشخصية

1. هيئة الأرصاد الجوية، طرابلس.

2. وائل الازرق. إدارة السدود، الهيئة العامة للمياه، جنزور-طرابلس.

3. إدارة السدود، الهيئة العامة للمياه، طرابلس.

4. الهيئة العامة للمساحة، طرابلس.

5. توفيق الطرابلسي، الهيئة العامة للمياه، المنطقة الشرقية.

6. أستاذ يونس العوامي. منسق حصاد المياه وإدارة الري في ليبيا.

## التقارير

1 التقرير النهائي للدراسات المائية بالجبل الأخضر، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة أكساد. 1984م.

## رسائل علمية

جاد الله عزوز الطلحي حتى لا نموت عطشاء.

رسالة ماجستير بعنوان تقييم الجريان السطحي لوادي درنة م عبد الونيس عاشور.

رسالة ماجستير بعنوان السدود في شمال غرب الجماهيرية عوامل نشأتها المكانية واثراها على التوازن البيئي (دراسة هيدروجغرافية) حسن امحمد رمضان امحمد.

رسالة ماجستير دراسة هيدرولوجية لتحليل الواردات المائية لسد وادي غان م انتصار محمد الغول.

التقرير النهائي للدراسات المائية بالجبل الأخضر المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة أكساد1984م.

الدوريات المجلات واي بحث استشهد بيه والمجلة عنوان البحث وسنة النشر

اتصال شخصي مع إدارة السدود الهيئة العامة للمياه طرابلس

اتصال شخصي مع إدارة السدود م وائل الازرق هيئة العام للمياه جنزور-طرابلس

اتصالي شخصي بالأرصاد الجوية طرابلس

اتصال شخصي بالهيئة العامة للمساحة طرابلس

اتصال شخصي م توفيق الطرابلسي الهيئة العامة للمياه المنطقة الشرقية

اتصال شخصي أستاذ يونس العوامي منسق حصاد المياه وإدارة الري في ليبيا