



## أثر العاصفة المتوسطية دانيال على البيئة الطبيعية والبنية التحتية بحوض وادي درنة

سعد رجب حمدو لشهب

قسم الموارد والبيئة – كلية الآداب والعلوم الإيبير – جامعة بنغازي

[saadlashhab@gmail.com](mailto:saadlashhab@gmail.com)

تاريخ الاستلام: 2026/3/1 - تاريخ المراجعة: 2026/3/4 - تاريخ القبول: 2026/3/9 - تاريخ النشر: 2026/5/12

### الملخص:

ناقشت هذه الورقة تأثير العاصفة المتوسطية دانيال على البيئة الطبيعية والبنية التحتية بحوض وادي درنة حيث هدفت الدراسة إلى تحليل الأنماط المكانية للأضرار الناجمة عن الفيضانات داخل المدينة، ودراسة التغيرات الجيومورفولوجية والمورفومترية لمجرى الوادي الناتجة عن أحداث الفيضان، وتحليل التغيرات الزمنية للغطاء النباتي الطبيعي في حوض الوادي، وقد اعتدت الدراسة على عدة مناهج منها المنهج التاريخي لمتابعة التغيرات الزمنية التي طرأت على الغطاء النباتي في منطقة الدراسة، من خلال تحليل ومقارنة الصور الفضائية، والمنهج المقارن للمقارنة بين الوضع البيئي قبل حدوث الفيضان وبعده، والمنهج الوصفي التحليلي في وصف الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة وتحليل صور الأقمار الصناعية للكشف عن التغيرات البيئية، و جانب الاستشعار عن بعد في تحليل صور الأقمار الصناعية للفترة (2022-2024) لقياس التغير في مجرى الوادي بعد الفيضان باستخدام معدل التغير في المساحة، إضافة إلى توظيف مؤشر NDVI لتحديد التغير في كثافة ومساحة الغطاء النباتي، ومن أبرز ومن أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة قُدرت كمية المياه التي سقطت على جميع انحاء الحوض 111.880.000.000 متر مكعب في ساعة واحدة، إذا تم افتراض إن معدل التساقط 200 ملم، و زاد عرض مجرى الوادي عند الجسر الأول من 76 متر قبل الفيضان إلى 240 متر بعد الفيضان، وهو أكبر مقدار للتوسع، شغل النبات الكثيف أكبر مساحة 7128.4 هكتار في عام 2022، ثم تناقصت مساحته حتى بلغت 2387.5 هكتار عام 2024، بنسبة تغير بلغت - 198.5%، وقد خلصت الدراسة إلى عدة توصيات قد تسهم في الحد من تفاقم العديد من الكوارث البيئية.

### . الكلمات المفتاحية:

الحوض، السيول، الفيضانات، التذبذب، درنة.

### Abstract;

This paper discusses the impact of the Mediterranean storm Daniel on the natural environment and infrastructure within the Wadi Derna basin. The study aimed to analyze the spatial patterns of flood damage within the city, examine the geomorphological and morphometric changes in the wadi channel resulting from the flood event, and analyze the temporal changes in natural vegetation cover within the basin.

The study relied on several research approaches. The historical method was used to trace the temporal changes that occurred in vegetation cover within the study area by analyzing and comparing satellite images. The comparative method was employed to compare the environmental conditions before and after the flood event. In addition, the descriptive–analytical approach was used to describe the natural characteristics of the study area and to analyze satellite imagery in order to detect environmental changes.

The remote sensing approach was also applied by analyzing satellite images for the period (2022–2024) to measure the changes in the wadi channel after the flood using the area change rate equation. Furthermore, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was used to determine changes in vegetation density and the spatial extent of vegetation cover.

Among the most important results of the study, the total volume of water that fell across the entire basin was estimated at 111,880,000,000 cubic meters within one hour, assuming an average rainfall rate of 200 mm. The width of the wadi channel at the first bridge increased from 76 meters before the flood to 240 meters after the flood, representing the largest degree of channel expansion. Dense vegetation occupied the largest area in 2022, covering 7,128.4 hectares, but its area decreased to 2,387.5 hectares in 2024, representing a change rate of –66.5%.

The study concluded with several recommendations that may contribute to reducing the escalation of environmental disasters in the future

#### .Keywords:

Basin, torrents, floods, fluctuation, tuberculosis.

#### . مقدمة:

تواجه ليبيا تحديات بيئية متزايدة بفعل تغيّر المناخ، فقد جسّد إعصار دانيال في 10 سبتمبر 2023 حدثاً مناخياً متطرفاً أثر بشكل كبير على زيادة تدهور نظم البيئات الأرضية والبحرية والنظم الإيكولوجية؛ فالهطولات الاستثنائية زادت احتمالات حدوث الفيضانات بحوالي 50 مرة، وبشدة أكثر من 50%، عندما وصلت العاصفة الساحل الشمالي لليبيا، تساقطت الأمطار بكميات هائلة وبمعدلات عالية جداً، وطبقاً لسجلات محطات الأرصاد تساقط ما يقدر بنحو 400 ملم من الأمطار في 24 ساعة، أي أعلى بنحو 267 مرة عن متوسط هطول الأمطار اليومي طويل الأمد في سبتمبر والبالغ 1.5 ملم، وتشير الدراسات أن ارتفاع درجات الحرارة العالمية قد يعرض ليبيا لمزيد من المخاطر المرتبطة بالمناخ، بما في ذلك الفيضانات والجفاف وحرائق الغابات وموجات الحر والعواصف الرملية والتصحر (UNDP، 2023).

وقد شهد إقليم الجبل الأخضر كارثة بيئية غير مسبوقة نتيجة العاصفة المطرية، حيث تجاوزت الأمطار المعدل السنوي في يوم واحد، مسببة جرياناً هائلاً للأودية شمالاً نحو البحر وجنوباً نحو البلط. أدت السيول إلى جرف كميات ضخمة من الطمي والطين، ما طمس معالم بعض الأودية مثل وادي الثعبان ووادي الحمامة، وغطى مجرى وادي سمالوس بطبقات طينية تصل أحياناً إلى متر. كما تأثرت مصبات الأودية والبلطات بتراكم المياه والطين، وشهدت بعض المناطق تشكّل بحيرات مؤقتة، بينما تغيرت معالم أودية شمال الجبل الأخضر وانبتقت عيون مائية جديدة مع انجراف التربة الخصبة، مما يعكس التأثير المدمر للظواهر المناخية المتطرفة على البيئة والموارد الطبيعية.

### الشكل (1) المناطق المعرضة للفيضانات في إقليم الجبل الأخضر وسهل بنغازي



المصدر: McAlpin, Nick (17 Sep 2023). "Libya floods and sas plant:"

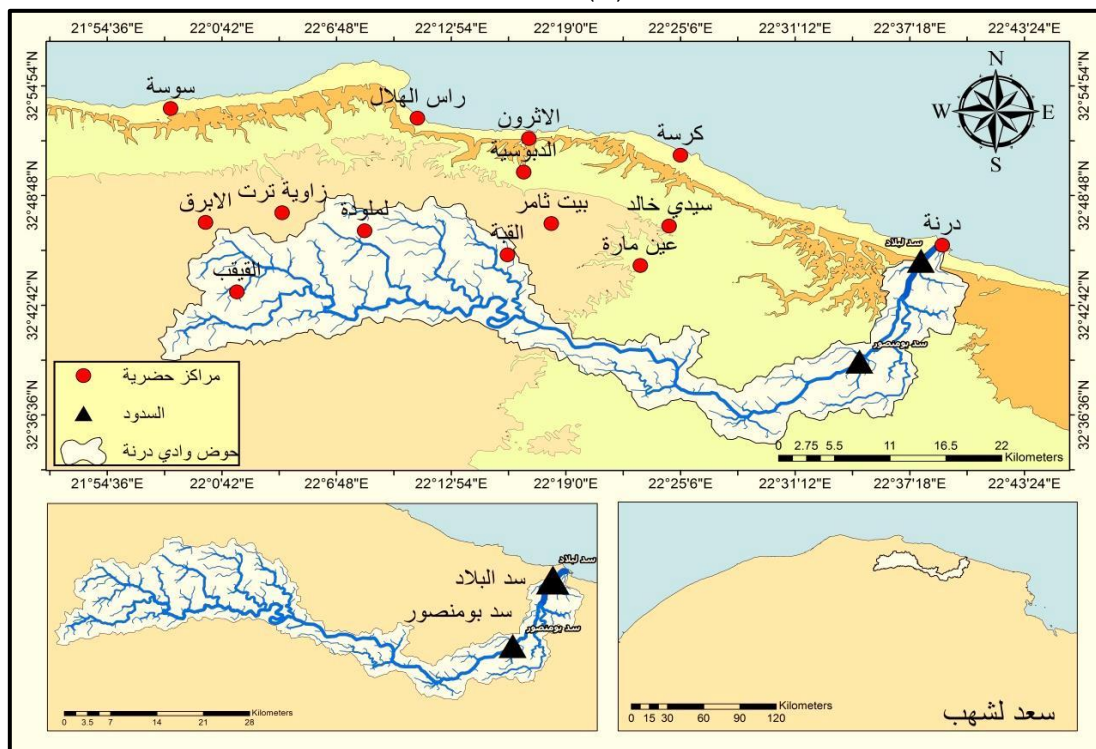
وحسب بيانات البنك الدولي فُدر عدد الأشخاص المتضررون من الكوارث الهيدرولوجية في ليبيا ما بين عامي (2003. 2023) قرابة 20000 شخص. (UNDP، 2023).

كما كشفت السلطات الليبية إن إجمالي عدد الوفيات المقيدة في كارثة فيضان درنة بلغ 4540 شخص بينهم أجانب، بينما أعلن مكتب الأمم المتحدة لتنسيق الشؤون الإنسانية عن ارتفاع عدد قتلى السيول مدينة درنة إلى 11300 قتيل و10100 مفقود، في حين أن عدد القتلى وصل حتى الثاني من أكتوبر إلى 4333 وفق منظمة الصحة العالمية التي أوضحت أيضاً أن المفقودين المسجلين بلغوا 8500 شخص، وكانت التقديرات المحلية أشارت إلى أن 8% من سكان درنة الليبية قتلوا أو فقدوا في الفيضانات، وربع أحيائها مسح من الخريطة في مدينة يقدر عدد سكانها بنحو 200000 نسمة. (زعطوط، وآخرون، 2023).

## . منطقة الدراسة:

يقع حوض وادي درنة في الجزء الشمالي من الجبل الأخضر، وهو يمتد بشكل طولي من الغرب إلى الشرق ثم يتجه مجراه الرئيسي باتجاه الشمال ليصب في البحر المتوسط عند ميناء مدينة درنة، تبلغ المساحة الاجمالية لحوض وادي درنة 559.4 كم مربع، ومحيطه 240.58 كم، أما اقصى طول للحوض 78.86 كم، واقصى عرض من الشمال إلى الجنوب 14.69 كم، يبلغ ارتفاع أعلى نقطة 854 متر فوق مستوى سطح البحر، وأدنى نقطة 0 كون الوادي يصب في البحر عند مستوى القاعدة العام، أما مدينة درنة فهي تقع في مصب حوض الوادي ويشطرها المجرى الرئيسي إلى شطرين شرقي وغربي، الشكل (2).

الشكل (2) منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج Arc Gis10.5

## . مشكلة الدراسة:

تُعَدُّ عاصفة "دانيال" التي ضربت إقليم الجبل الأخضر شرق ليبيا، وما تبعها من دمار شامل في مدينة درنة، ظاهرة تستدعي الدراسة العميقة، ويمكن صياغة المشكلة البحثية على النحو التالي:

ما مدى تأثير التذبذبات المناخية المتطرفة، مثل عاصفة دانيال، على البيئة الطبيعية والبنى التحتية في إقليم الجبل الأخضر، وما دور العوامل المناخية (ككميات الأمطار الغزيرة) والبشرية (تدهور البنى التحتية) في تقاوم حجم الكارثة وتداعياتها البيئية والعمرانية؟

**.فروض الدراسة:**

1. تختلف شدة وتأثير الأضرار الناجمة عن الفيضان داخل المناطق المتضررة في المدينة، مما يشير إلى وجود تفاوت مكاني في درجة التأثير الكارثي.
2. طرأت تغيرات ملحوظة على مسار مجرى الوادي نتيجة الفيضان، مما ساهم في تعزيز حجم الضرر وزيادة حدة التدفقات المائية.
3. تعرض الغطاء النباتي الطبيعي لتدهور كبير بعد الفيضان، مما أدى إلى انحسار المساحات التي كان يغطيها، الأمر الذي انعكس سلبًا على التوازن البيئي في المنطقة.

**. أهداف الدراسة:**

1. تحليل وتحديد المواقع المتضررة داخل المدينة، مع تقييم دقيق لدرجة الضرر الناتج عن غمر المياه والإرسابات الطينية.
2. دراسة التغيرات المورفومترية التي طرأت على مجرى الوادي نتيجة الفيضان، مع قياس مدى التوسع أو التعديلات في مساره.
3. تقييم التغيرات الزمنية في مساحة الغطاء النباتي الطبيعي داخل حوض الوادي خلال الفترة (2022-2024)، لتحديد معدلات الانحسار أو التوسع.
4. إنتاج خرائط رقمية متكاملة تُبرز التغيرات البيئية التي طرأت على الغطاء النباتي وتوضح المواقع المتضررة في المدينة.

**أهمية الدراسة:**

1. تسليط الضوء على الآثار الكارثية التي سببتها العاصفة المطرية، وما نجم عنه من سيول جارفة أدت إلى إحداث دمار كبير سواء على البيئة الطبيعية أو البنى التحتية.
2. توظيف التقنيات الحديثة، مثل الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية، لدراسة ورصد التغيرات البيئية بدقة، مما يساهم في بناء قاعدة بيانات علمية موثوقة يمكن الاستفادة منها في الدراسات المستقبلية ذات الصلة.

**المناهج المستخدمة في الدراسة:****المنهج التاريخي:**

يستخدم هذا المنهج لمتابعة التغيرات الزمنية التي طرأت على كتلة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة، من خلال تحليل ومقارنة الصور الفضائية الملتقطة للمنطقة في عامي 2022 و2024.

### المنهج المقارن:

يتم الاعتماد على هذا المنهج للمقارنة بين الوضع البيئي للمنطقة قبل حدوث الفيضان وبعده، من خلال تحليل القياسات الميدانية والنتائج المتحصل عليها، بهدف تحديد حجم التغير وشدته.

### المنهج الوصفي التحليلي:

يُعتمد هذا المنهج في وصف الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة وتحليل صور الأقمار الصناعية لتحديد التغيرات البيئية. كما يتم استخدام مؤشر الفرق النباتي الطبيعي (NDVI) لتحليل التغيرات في كثافة الغطاء النباتي، مما يتيح فهماً أدق للاختلافات الخضرية الناتجة عن التغيرات المناخية.

. أسلوب الدراسة:

. جانب الاستشعار عن بعد:

1. قياس مقدار التوسع في مجرى الوادي بعد حدوث الفيضان عن طريق تحليل صور الأقمار الصناعية في الفترة ما بين (2022. 2024)، ثم تطبيق معادلة معدل التغير في المساحة.

2. استخدام مؤشر NDVI لتحليل التغير في الاختلافات الخضرية للغطاء النباتي، عن طريق تحليل مرئيتين فضائيتين للسنوات (2022. 2024)، لمعرفة مدى التغير الذي طرأ على مساحة الغطاء النباتي، باستخدام معادلة نسبة التغير في الغطاء النباتي

. معادلة نسبة التغير في الغطاء النباتي الطبيعي = س . ص / ص × 100.

وباستخدام المرئيات الفضائية وعمل بعض التصحيحات عليها والتي تشمل التصحيح الجغرافي والتصحيح الإشعاعي بحيث يتم تنقية المرئيات من الشوائب الموجودة في الغلاف الجوي التي تحدث عند النقاط الانعكاسات من المستشعر المثبت على القمر الصناعي، تم استخراج قيم تشمل الغطاء النباتي لكل خلية.

### جدول (1) المؤشرات المستخدمة في الدراسة ومعادلاتها

المؤشر	المعادلة
NDVI	$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$
NDWI	$NDWI = (Green - NIR) / (Green + NIR)$

المصدر: (Ross, J. W., R. H. Haas, J. A. Schell, and D. W. Dearing (1973)

“Monitoring Great Plains Vegetation Systems Using ERTS,” Third ERTS

Symposium, NASA SP-351 I, 309-317

باستخدام المعادلة التالية: (Normalized Difference Vegetation Index)

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

### جدول (2) مؤشر الاختلافات الخضرية للغطاء النباتي NDVI

حالة الغطاء النباتي	مدى قيم مؤشر NDVI
معدوم	0.13 . 0
نادر جدا	0.2 . 0.13
نادر	0.3 . 0.2
متوسط	0.4 . 0.3
كثيف	0.5 . 0.4
كثيف جدا	0.7 . 0.5

المصدر: Ross, J. W., R. H. Haas, J. A. Schell, and D. W. Dearing (1973) "Monitoring Great Plains Vegetation Systems Using ERTS," Third ERTS Symposium, NASA SP-351 I, 309-317

. استخدام مؤشر فرق المياه NDWI لمعرفة المواضع التي غمرت بالمياه، وتحديد درجة الضرر للمناطق التي غمرت بالمياه، وبالإرسابات الطينية في المدينة.

باستخدام المعادلة التالية: (Natural water difference indicator)

$$NDWI = \frac{(Green - NIR)}{(Green + NIR)}$$

### جدول (3) مؤشر فرق المياه الطبيعي NDWI

حالة السطح	قيم NDWI
سطح الماء	0.81
سطح الماء	0.8 - 0.6
سطح الماء	0.6 - 0.3
سطح الماء	0.3 - 0.2
الفيضانات والرطوبة	0.2 - 0.1

الفيضانات والرطوبة	00.1
جفاف معتدل، واسطح غير مائية	- 0.30
الجفاف، الأسطح غير المائية	-0.3 - 0.6
الجفاف، الأسطح غير المائية	-10.6.

المصدر: (Rouse, 1973)

#### . منهجية تحليل الصور الفضائية:

تحميل الصور من موقع المسح الجيولوجي الأمريكي (USGS Earth Explorer)، وقد تم الاعتماد في التحليل على الصور الفضائية من القمر Land Sat 8 و Land Sat 9، وتم اختيار الصور في نفس الموسم لتقليل تأثير التغيرات الموسمية.

#### . معالجة البيانات الأولية:

تمت معالجة البيانات الأولية للمريئات الفضائية عن طريق برامج الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

. تصحيح هندسي (Geometric Correction): لتعديل التشوهات الناتجة عن زاوية التصوير أو حركة القمر الصناعي، و تصحيح إشعاعي (Radiometric Correction): لتقليل تأثير الإضاءة أو الغلاف الجوي، ثم اقتطاع منطقة الدراسة لتسهيل التحليل، ومن ثم تصنيف الصور (Image Classification)، تصنيف غير موجه (Unsupervised Classification) بناءً على التشابه الطيفي، بدون معرفة مسبقة بالفئات.

#### . تحليل النتائج:

تم حساب المساحات لكل فئة (مساحة الغطاء النباتي بالهكتار)، ثم رسم الخرائط الموضوعية، باستخدام ArcGIS، والتحقق من النتائج بمقارنة مع بيانات ميدانية و خرائط مرجعية.

#### . الدراسات السابقة:

1. دراسة Yuan Zhang, Qiangzi (2022)، Growing prevalence of heat over cold extremes with overall milder extremes and multiple successive events، ناقشت الدراسة الظواهر الحرارية القصوى ذات الخصائص المتغيرة من أخطر تأثيرات الاحترار العالمي، ومع ذلك، فإن كيفية تغير خصائصها غير مؤكدة وتختلف من منطقة إلى أخرى. في هذه الدراسة، قمنا بتحليل بيانات إعادة التحليل ERA5 للفترة من 1980 إلى 2018 لتسليط الضوء على الخصائص المكانية والزمنية

للظواهر الحرارية القصوى المفردة والمتعاقبة على المستوى العالمي، وقد أظهرت النتائج أنه على المستوى العالمي، ارتفعت شدة الظواهر الحرارية الحارة بشكل ملحوظ، بينما انخفضت شدة الظواهر الباردة بمعدل أسرع. ونتيجة لذلك، تحول المناخ السائد من سيادة الظواهر الباردة إلى سيادة الظواهر الحارة، كما انخفضت الشدة الإجمالية للظواهر القصوى، وعلى الصعيد العالمي، شكلت الظواهر الحرارية القصوى المتعاقبة نحو ربع جميع الظواهر المحددة. ولم تكن هذه الاتجاهات متجانسة عالمياً. وقد لوحظت أبرز الاتجاهات في المناطق الاستوائية والقطبية، بينما تم تحديد الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، بما في ذلك المنطقة المتوسطة، كمناطق ساخنة لتغيرات المناخ.

2. دراسة هيفاء وميلود (2023)، تحليل تشخيصي للخصائص الأرصادية والبيئية لعاصفة دانيال في مدينة درنة بشرق ليبيا عام 2023، تناولت هذه الدراسة العوامل الجوية المؤثرة في هذه العاصفة، بما في ذلك الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر، وكميات الهطول المطري، ودرجة حرارة سطح البحر، وسرعة الرياح، وذلك خلال الفترة من 8 إلى 11 سبتمبر 2023، مع التركيز على شمال شرق ليبيا حيث بلغت العاصفة ذروتها في 10 سبتمبر، وقد سُجلت أعلى كمية هطول مطري يومي في مدينة المرج بحوالي 379.08 ملم في اليوم. كما أظهرت البيانات انحرافات مطرية ملحوظة خلال سبتمبر 2023 في شمال شرق ليبيا، حيث بلغت الانحرافات اليومية حوالي 10.91 ملم في بنغازي، و14.98 ملم في المرج، و9.23 ملم في البيضاء، في حين سُجل أعلى انحراف مطري في مدينة درنة حيث بلغ نحو 16.44 ملم.

3. دراسة (2024) Hunt, C., El-Rishi, H., Brown, D., & Dick, J Assessing flash flood erosion following storm Daniel in Libya Sentinel-1A باستخدام صور بالرادار ذي النطاق (C-band SAR) (C) لتحليل تأثير الفيضانات المفاجئة على التآكل وحركة الرواسب عبر أحواض المياه، ولرصد الأضرار داخل المدن الساحلية عند مصبات الأودية. وأشارت النتائج إلى أن زيادة تحميل الرواسب الناتج عن التعرية السطحية زادت من كثافة الجداول الموحلة، مما فاقم التأثير الكارثي للفيضانات المفاجئة في المدن الساحلية درنة وسوسة، حيث تعرض 66% و48% من المسطح الحضري لكل منهما لأضرار متوسطة إلى شديدة، وقد سلطت النتائج الضوء على زيادة ضعف أحواض المياه الساحلية في المناطق الجافة ضمن حوض البحر الأبيض المتوسط الشرقي، بسبب التوقعات بزيادة شدة الظواهر المناخية المائية، وتدعو إلى اتباع نهج تحولي لإدارة السواحل يركز على الحلول الطبيعية وتغيير استخدام الأراضي للحد من هذه المخاطر المتصاعدة.

4. دراسة أنور إسماعيل (2025)، "التحليل السينوبتكلي للعاصفة المتوسطية "دانيال" التي أثرت على شمال شرق ليبيا، 10-11 سبتمبر 2023" في هذه الدراسة، تم تحليل الظروف الجوية المصاحبة لنشأة وتطور العاصفة المتوسطية "دانيال" حيث أثرت العاصفة على اليونان وبلغاريا وتركيا قبل أن تتطور إلى "ميديكين" ضرب مدناً في شمال شرق ليبيا في 10-11 سبتمبر 2023، مسببةً انهيار سدين في مدينة درنة ومقتل

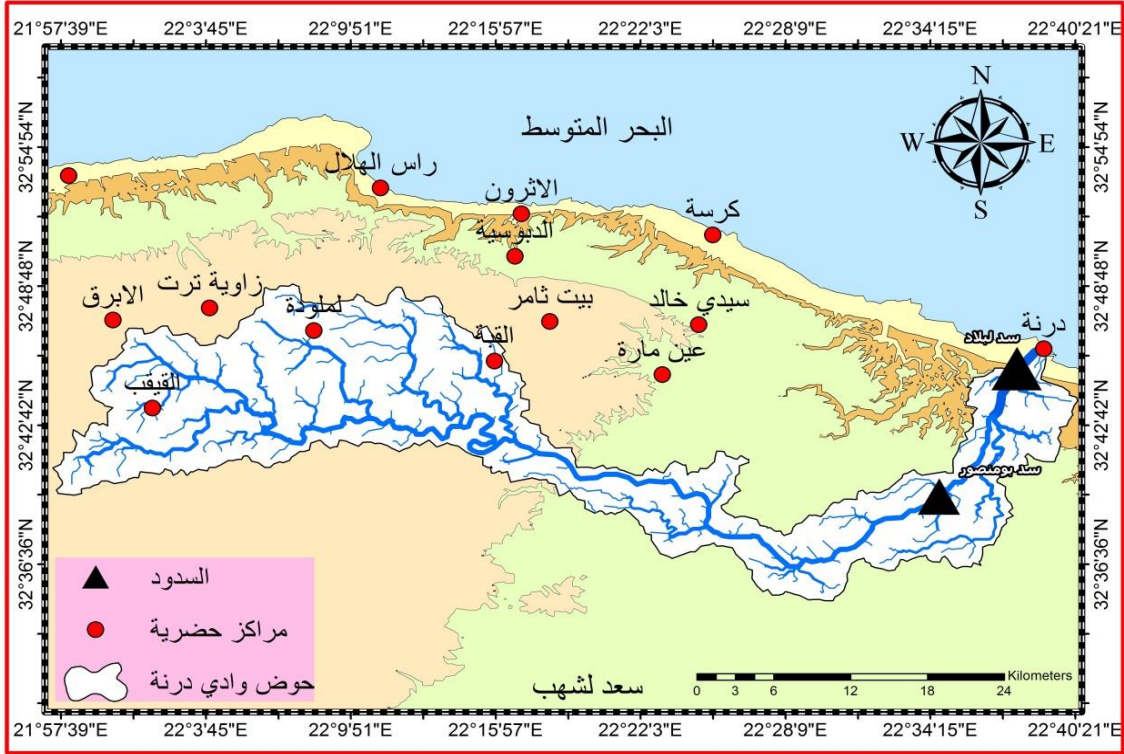
آلاف الأشخاص ودمارًا هائلًا في المباني والبنية التحتية، وتم تحليل خرائط الطقس السطحية والعلوية على عدة مستويات لتتبع عناصر المنظومتين الجويتين، وتحليل القطاع الرأسي للهواء من خلال المخططات الديناميكية الحرارية وتفسير صور الأقمار الصناعية، و أظهرت الدراسة أن ارتفاع درجة حرارة سطح البحر، الذي حطم الأرقام القياسية المسجلة في يوليو، وتدفق التبريد العلوي المرتبط بتحول محور التيار النفاث القطبي إلى جنوب البحر الأبيض المتوسط، ساهم في تكوين منخفض جوي عميق، اتصف بعد أيام بظهور سمات العاصفة المتوسطة (ميديكين) مثل ضعف القص الريحي، ونشاط الحمل الحراري القوي، وظهور عين شبه مغلقة مع نطاقات سحابية حلزونية، ومع استمرار ارتفاع درجة حرارة مياه البحر السطحية، فمن المرجح تكرار هذه الظاهرة مستقبلاً.

. المبحث الأول: الخصائص الطبوغرافية:

جيومورفولوجية حوض وادي درنة:

يبدأ حوض وادي درنة من منابعه غرب منطقة القيقب، عند خط تقسيم المياه الذي يفصل بين حوضي وادي درنة ووادي الكوف، وتغذي هذه المنابع مجموعة من الأودية الصغيرة، مثل أودية الهيرة، أم أقبيبة، أدبيش، المرطوط، البويرات، ووادي الحمر، الذي يتفرع منه وادي طاهر ووادي الكرمة، وينحدر وادي الكرمة من شمال شرق غرب قرية لملودة باتجاه الجنوب الشرقي، حيث يصب في وادي الجرولة، ويمتد هذا الجزء من الحوض عبر شبكة من الأودية التي تتحد من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي، مثل وادي بوشعراية، الذي يلتقي بوادي الحمر ليشكل مجرى وادي بوحلفاية، ويتجه وادي بوحلفاية في مسار غربي جنوبي شرقي، حيث يلتقي بوادي القطامية القادم من وادي الشقيقة عند منطقة سيدي بوحلفاية، وتتجمع العديد من الروافد المنحدرة من الشمال الغربي مع تلك القادمة من الغرب لتشكل مجرى وادي بو الضحاك، الذي يتفرع بدوره إلى عدة أودية أبرزها وادي سيدي غريب باتجاه الجنوب، ووادي رأس البيضا باتجاه الشمال وينحرف مجرى وادي بو الضحاك باتجاه الشمال الشرقي ليصبح معروفًا بوادي درنة، ويتفرع وادي درنة إلى روافد متعددة، أهمها وادي بورويس، ويستمر في انحداره شمالاً ليخترق مدينة درنة ليصب في البحر قرب ميناء المدينة. (لشهب، 2023).

## الشكل (3) جيومورفولوجية حوض وادي درنة

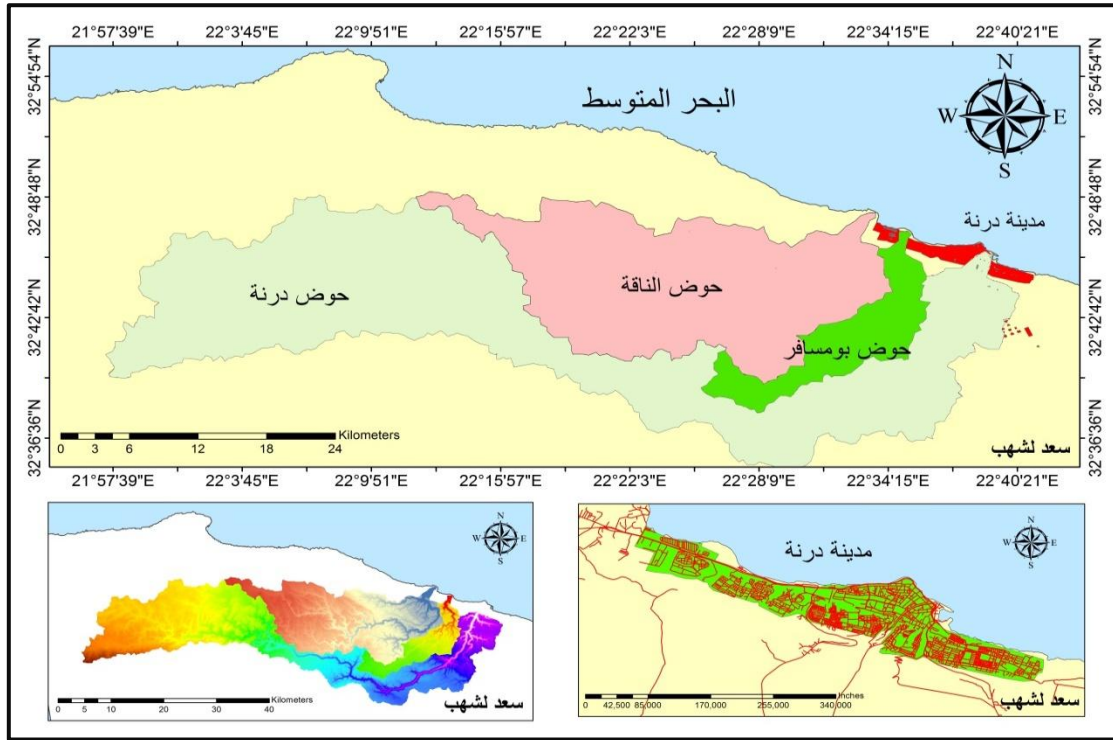


المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج Arc Gis10.5

### طوبوغرافية مدينة درنة:

تتسم مدينة درنة بموقعها المحصور بين البحر الأبيض المتوسط من الشمال وسلسلة جبلية من الجنوب، حيث تمتد على طول الساحل من الغرب إلى الشرق لمسافة تقارب 10 كيلومترات، بينما لا يتجاوز امتدادها جنوباً أكثر من 3 كيلومترات، حيث أن الطوبوغرافيا المعقدة للمدينة جعلت أحياءها تتباين في ارتفاعاتها، فتبرز أحياء مثل باب طبرق، الزهور، المغار، حي السلام، وشيخا الشرقية والغربية، والساحل الشرقي بارتفاعاتها الملحوظة مقارنة بأحياء أخرى مثل البلاد، الجبيلة، والمدينة القديمة، وتنقسم المدينة إدارياً إلى خمس محلات عمرانية هي (محلة بومنصور، محلة الساحل الشرقي، محلة المغار، محلة الجبيلة، ومحلة السلام)، وتحيط بالمدينة من الجنوب سلسلة جبلية يصل ارتفاعها إلى حوالي 260 متراً فوق مستوى سطح البحر، حيث تقطعت هذه الحافة الجبلية بفعل الأودية التي تتحدر عبر السهل الساحلي لتصب في البحر، وأبرز هذه الأودية وادي الناقة في الغرب، وادي بومسافر، وادي درنة الذي يقسم المدينة إلى شطرين شرقي وغربي، بالإضافة إلى وادي اميخ، ووادي الحصين الذي يشكل حاجزاً طبيعياً يعيق التوسع العمراني للمدينة شرقاً، ويمتد مجرى وادي درنة لمسافة تبلغ حوالي 15 كيلومتراً، من مصبه في البحر وحتى منطقة ما بعد سد بومنصور، حيث يُعرف بعدها بوادي بو الضحاك. (لشهب، 2023)، الشكل (4).

## الشكل (4) طبوغرافية مدينة درنة



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج Arc Gis10.5

### . المبحث الثاني . نبذة تاريخية عن سيول وفيضانات مدينة درنة:

تعرضت مدينة درنة منذ القدم لعدة فيضانات موسمية حادة أدت إلى حدوث عدة أضرار جسيمة في الممتلكات والأرواح لسكان مدينة درنة كما حدث أثناء فيضان عام 1959 الذي حصد العديد من أرواح سكان مدينة درنة القديمة، ولهذا كان التفكير في إنشاء عدد من السدود الركامية بمجري الوادي تكفل حماية مدينة درنة من أخطار الفيضانات حيث اعتمدت الدراسة الهيدرولوجيولوجية السابقة علي حجم وكمية الفيضانات المسببة لفيضانات مدمرة بوادي درنة تعتمد أساسا علي عامل الوقت، وبالتالي لا بد من إعطاء الوقت المناسب لنقل كمية من المياه ينتج عنه في نهاية الأمر تدفق انسيابي للمياه بأقل الأضرار، ولهذا تم إنشاء السدود، وعليه فقد تم خلال السبعينيات إنشاء سد البلاد الركامي بسعة تخزينية حوالي مليون متر مكعب وسد بومنصور الركامي بسعة تخزينية حوالي 22 مليون متر مكعب لتؤدي هذا الغرض الأساسي وهو حماية المدينة. (بويضة، 2011).

إن الوضع الجغرافي لمدينة درنة والمناطق المرتفعة المحيطة بها تجعل كميات من المياه تتدفق في وقت قصير في حالة حدوث عواصف مطرية غزيرة تستمر لعدة أيام متصلة، مما يجعلها تحدث وتسبب تدفق كبير للمياه بمجري الوادي الرئيسي وفروعه، وإذا تواصل هطول الأمطار علي منطقة تجمع وادي درنة، فإن التدفق أيضا سيستمر لبضعة أيام جالبا كمية كبيرة من المياه قد تكون بملايين الأمتار المكعبة يكون

تأثيرها كبير علي المنشآت المائية بالوادي وخصوصا سد بومنصور الركامي الذي تأثرت منشآته كثيرا أثناء فيضان 27 / 11 / 1986، وبالتالي حتم ضرورة أخذ الحيطة والحذر عند حدوث فيضان كبير آخر. (بوبيضة، 2011).

فيضان سنة 1942 الذي جرف فرقة من الجيش الالمانى الى البحر الى فيضان سنة 1959 الذي اودى بحياة جمع من اهل درنة اكبر تساقط مطري حدث سنة 1986 والذي تسبب في هبوط اكتاف السد، بمعدل 156 مليمتر هذا التساقط الذي حدث نتيجة العاصفة او الاعصار دانيال بلغ 442 مليمتر وهو تقريبا ثلاث اضعاف اعلى تساقط مطري خلال 50 سنة، جدول (4).

#### جدول (4) تاريخ حدوث الفيضانات واضرارها في مدينة درنة

الاضرار	السنة
لم تعرف الخسائر	1942
حصد العديد من أرواح سكان مدينة درنه القديمة	1959
—	1968
—	1971
تساقط مطري بمعدل 156 ملم تسبب في هبوط اكتاف سد بومنصور	1986
حدثت هبوطات وتشققات في اكتاف سد بومنصور	2011
دمر قرابة ربع المدينة وأودى بحياة الآلاف من سكان منطقة البلاد	2023

McAlpin, Nick (17 Sep 2023). "Libya floods: UN withdraws 11,300 Derna – death toll". The New Arab. Archived from the original on 2023-09-18. Retrieved 2023-09-17

. المبحث الثالث: حساب كمية المطر الهاطلة، ومدى حجم الكارثة:

إن مساحة حوض وادي درنة تبلغ 559.4 كم<sup>2</sup>، وحسب بيانات محطات الأرصاد الجوية، إن كمية التساقط المطري على مدينة درنة بلغت 200 ملم، ولو جزمنا الامطار غطت كامل المساحة، وأن نسبة الهطول 200مل اي (200 لتر في الساعة لكل متر مربع) نستطيع حساب كمية سقوط المطر في ساعة واحدة متواصلة على كامل المساحة للحوض 559.4 كم<sup>2</sup> × 1000 × 1000 لتحويل الوحدة للمتر المربع × 200 لتر أو (0.2 متر مكعب) الناتج 111.880.000.000 متر مكعب في ساعة واحدة.

## . حجم الكارثة:

إن انهيار سد درنة الواقع عند التقاء واديين نهريين قد انهار في البداية، واندفعت المياه المنبعثة مسافة 12 كيلومترا باتجاه البحر وغمرت سد المنصور الذي كان يعاني أيضا من ضغوط بسبب ارتفاع منسوب المياه في خزانه. وذكر السكان أنهم سمعوا انفجارات مدوية وقت انفجار السدود، إن مدينة درنة بدت وكأنها تعرضت لـ "تسونامي"، حيث قُدر إن 25% من المدينة "اختفت"، مع تحرك أجزاء كبيرة من المدينة إلى البحر الأبيض المتوسط، اجتاحت هذه المياه مدينة درنة مع مقطع فيديو يظهر وصول الفيضان إلى المدينة قبل وقت قصير من الساعة 3:00 بعد منتصف الليل بتوقيت ليبيا (UTC+2:00) في 11 سبتمبر، واختلفت تقديرات ضحايا الكارثة بشكل كبير، أعطى مكتب الأمم المتحدة لتنسيق الشؤون الإنسانية تقديراً إن العدد النهائي للقتلى في المدينة يمكن أن يتراوح بين 18,000 إلى 20,000، أي ما يعادل خمس سكان المدينة حيث نجت ثلاثة أحياء (مناطق) فقط من أصل عشرة أحياء من الفيضانات، بينما تعذر الوصول إلى خمسة من أصل سبعة طرق للدخول إلى مدينة درنة، حيث أدى انهيار أربعة جسور على طول وادي درنة إلى تقسيم المدينة إلى قسمين، وأظهر تحليل للأمم المتحدة أن أكثر من 2200 مبنى في المدينة غمر بالمياه. (McAlpin, Nick, 2023)

يوم 10 سبتمبر 2023، نتجت عن العاصفة دانيال كميات أمطار ضخمة في حوض وادي درنة وصلت إلى 200 مم، وسرعان ما امتلأ السدين اللذان لم يقاوما قوة سيلان المياه، فلم يصمدا أمام الكميات المتدفقة وانهارا حوالي منتصف الليل بين 10 و 11 سبتمبر 2023. شكّلت المياه التي كانت مخزنة في السدين مع المياه الجارية في الوادي بين السدين (على مسافة حوالي 13 كم) كمية ضخمة تجاوزت 30 مليون متر مكعب على الأقل واجتاحت مدينة درنة جارفة معها كل ما يعترضها في وادي درنة السفلي خاصة في المناطق المنخفضة، أحياء سكنية بأكملها بسكانها اختفت وجرفت المياه نحو البحر المتوسط. (بحبة، 2023).

شكل (5) قطاع طولي من سد بومنصور إلى مصب الوادي



المصدر : Google Earth Professional

شكل (6) قطاع طولي من سد البلاد إلى مصب الوادي



المصدر : Google Earth Professional

المبحث الرابع: النتائج والمناقشة:

تحديد شدة الضرر في المناطق الواقعة ضمن حوض وادي درنة:

تقع العديد من المراكز الحضرية ضمن حدود المساحة التجميعية لحوض وادي درنة، وقد تضررت العديد من المنشآت والوحدات السكنية في بعض المراكز الحضرية الواقعة في نطاق الحوض، ويبين الجدول (5) أهم المناطق التي حدثت بها أضرار في المباني والمنشآت.

جدول (5) تحديد شدة الضرر ودرجاته بالمناطق الواقعة بحوض وادي درنة

المدينة	العدد	متضررة بالكامل	مدمرة	متضررة جزئياً	اجمالي المتضرر*	**نسبة الضرر%
درنة	21976	4067	2287	1780	8134	37%
القبة	4236	90	1	89	180	4.2%
القيقب	1970	41	-	47	88	4.4%
المجموع	28182	4198	2288	1916	8402	

المصدر: لجنة حصر وتقييم الاضرار، اجمالي المتضرر ونسبة الضرر من حساب الباحث.

$$*إجمالي المتضرر = متضررة جزئياً + مدمرة + متضررة بالكامل.$$

$$**نسبة الضرر = (إجمالي المتضرر ÷ العدد الأساسي) × 100.$$

يبين الجدول (5) بيانات شدة الضرر في المناطق الواقعة ضمن حوض وادي درنة تبايناً مكانياً واضحاً في درجات التأثير، يعكس الطبيعة الهيدرولوجية للحوض وآلية تجميع الجريان من أعاليه نحو المصب، فإجمالي الوحدات المتضررة في المدن الثلاث بلغ 28182 وحدة، تضرر منها 8402 وحدة، أي ما يقارب 29.8%، وهي نسبة مرتفعة، إلا أن توزيع هذا الضرر لم يكن متوازناً مكانياً.

فمدينة درنة تُعد الأكثر تضرراً حيث بلغ إجمالي المتضرر فيها 8134 وحدة سكنية بنسبة 37%، وهي نسبة تصنف ضمن مستوى الضرر الشديد أو الكارثي، ويلاحظ أن الجزء الأكبر من هذا الضرر يتمثل في الوحدات المتضررة بالكامل والمدمرة (4067 متضررة بالكامل و2287 مدمرة)، ما يشير إلى تعرضها لجريان سطحي قوي نتيجة الموجة العنيفة الناجمة عن تحطم السدين، بينما سجلت مدينة القبة والقيقب نسب ضرر منخفضة بلغت 4.2% و4.4% على التوالي، وهي نسب محدودة إذا ما قورنت بمدينة درنة، فإجمالي المتضرر في مدينة القبة بلغ 180 وحدة سكنية، بينما بلغ في القيب 88 وحدة سكنية، ويشير هذا الانخفاض إلى أن تأثير الفيضان في هاتين المنطقتين كان أقل شدة، وربما اقتصر على بعض المباني والمنشآت المقامة في بطون الأودية أو بالقرب من المجاري النهرية، أو نتيجة لتهاك البنية التحتية.

### صورة (1) درنة قبل وبعد العاصفة المطرية



Google Earth 2022.2023

### تحديد شدة الضرر ودرجاته في مدينة درنة:

تعد السيول والفيضانات من الكوارث الطبيعية المتكررة على مستوى العالم، وتحدث نتيجة لتجمع مياه الأمطار بغزارة على أسطح منحدره ضعيفة الامتصاص، وهذه المياه تندفع إلى أسفل المنحدر، مكتسبة سرعة إضافية، وتتجمع مع بعضها لتشكل مجاري مائية قوية، وتم استخدام مؤشر NDWI مؤشر الفرق المائي والذي يبين مناطق الفيضانات ومناطق الجفاف، حيث تم التصنيف من مرئية فضائية من القمر

الصناعي سنتينال2، وإعداد خريطة توضح الجزء المتضرر من مدينة درنة ودرجات هذا الضرر جراء انهيار السد، جدول (5)، وبإدخال مؤشر NDWI جاءت النتائج كالآتي:

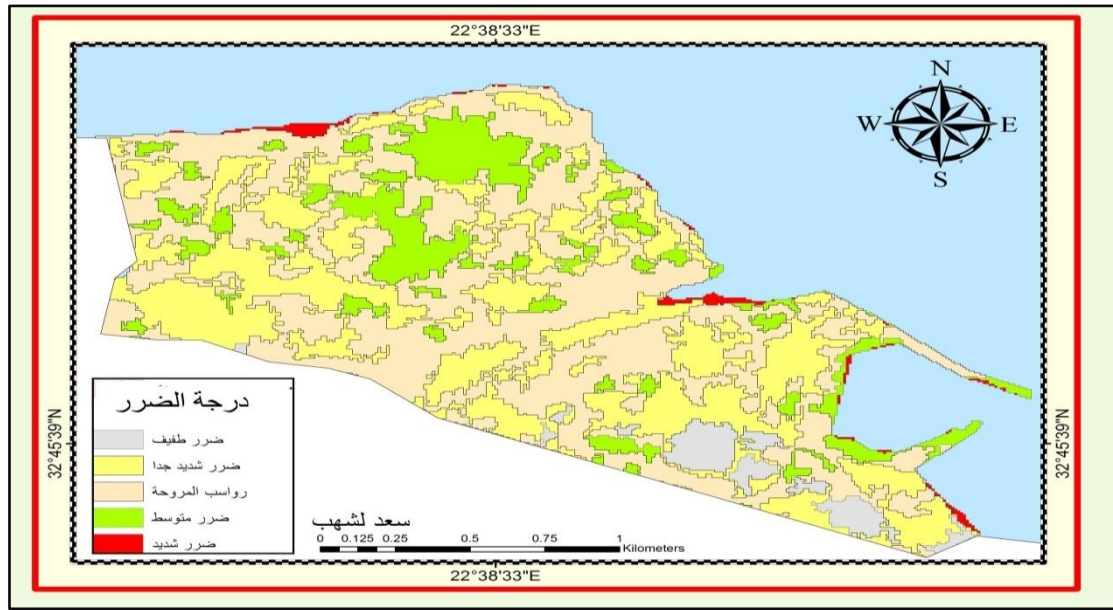
**جدول (6) تحديد درجة الضرر في مدينة درنة عن طريق مؤشر NDWI مؤشر الفرق المائي**

النسبة%	المساحة/ هكتار	درجة الضرر
14%	35.6	مناطق الضرر الشديد جدا
34%	88.3	مناطق الضرر الشديد
4%	10.1	مناطق الضرر المتوسط
1%	2.6	مناطق الضرر الطفيف
47%	122.2	المناطق التي غمرتها رواسب المروحة الفيضية
100%	258.8	المجموع

المصدر: تم التصنيف من مرئية فضائية من القمر الصناعي سنتينال2 باستخدام مؤشر NDWI

مناطق الضرر الشديد جدا تمثل هذه المناطق 35.6 هكتار من المساحة الإجمالية، أي ما يعادل 14% من المساحة الكلية، وهذه المناطق تعتبر الأكثر تضرراً من جراء السيول، أما مناطق الضرر الشديد فهي تمثل 88.3 هكتار، مما يعادل 34% من المساحة الإجمالية، وتشير هذه المناطق إلى حالة تضرر شديدة، ولكن أقل من المناطق التي تعاني من الضرر الشديد جداً، في حين أن مناطق الضرر المتوسط غطت 10.1 هكتار فقط، أي 4% من المساحة الكلية، وهذه المناطق قد تكون تضررت بشكل معتدل من العوامل المؤثرة، أما مناطق الضرر الطفيف فتتمثل 2.6 هكتار، أي 1% من المساحة الكلية، وهذه المناطق تضررت بشكل طفيف جداً، أما المناطق التي غمرتها رواسب المروحة الفيضية غطت 122.2 هكتار، أي 47% من المساحة الكلية، وهذا يشير إلى تأثير كبير للرواسب الناتجة عن الفيضانات.

## الشكل (7) تصنيف درجات الضرر في مدينة درنة



المصدر: تم التصنيف من مرئية فضائية من القمر الصناعي سنتينال2 باستخدام مؤشر NDWI

. حساب مقدار التوسع بالمتر في مجرى الوادي:

من خلال استخدام صور الأقمار الصناعية في متابعة ورصد التغير الحاصل في مجرى وادي درنة قبل وبعد الفيضان، ومعرفة مقدار التوسع في مجرى الوادي بعد اجتياح الفيضان له، تم اعتماد 4 نقاط لرصد التغير عند الجسور الرابطة بين ضفتي الوادي، جدول (7).

## جدول (7) مقدار التوسع في مجرى وادي درنة قبل وبعد الفيضان

الموقع	الارتفاع/ م	عرض المجرى قبل الفيضان/ م	عرض المجرى بعد الفيضان/ م	مقدار التوسع/ م
الجسر الاول	6	76	240	164
الجسر الثاني	7	52	112	60
الجسر الثالث	9	68	170	102
الجسر الرابع	11	54	177	123

المصدر: من حساب الباحث اعتماداً على تحليل المرئيات الفضائية قبل وبعد الفيضان.

أظهرت القياسات أن الفيضان قد تسبب في توسع ملحوظ لمجرى وادي درنة، إلا أن مقدار هذا التوسع كان متفاوتاً بين نقاط الرصد على طول الوادي، فقد سجل الجسر الأول (جسر الميناء) أكبر توسع، حيث اتسع

عر المجرى من 76 مترًا قبل الفيضان إلى 240 مترًا بعده، بمقدار 164 مترًا، مما يعكس قوة تدفقات مائية هائلة أثرت بشكل مباشر على المجرى في هذه المنطقة. بالمقابل، بلغ التوسع عند الجسر الثاني 60 مترًا فقط، إذ اتسع المجرى من 52 مترًا إلى 112 مترًا، مما يشير إلى تفاوت شدة الفيضان من نقطة إلى أخرى. وفي الجسر الثالث، نما عرض المجرى من 68 مترًا إلى 170 مترًا، بمقدار توسع 102 مترًا، بينما سجل الجسر الرابع توسعًا قدره 123 مترًا بعد أن اتسع عرض المجرى من 54 مترًا إلى 177 مترًا، ويشير هذا التفاوت الواضح في مقدار التوسع إلى أن تأثير الفيضان لم يكن موحدًا، بل تأثر بعدة عوامل محلية مثل طبيعة التضاريس، انحدار المجرى، وخصائص التربة والرواسب، كما أن التوسع الأكبر عند الجسر الأول يعكس تركيز الطاقة الهيدروليكية في هذه النقطة كونها تمثل مصب الحوض، ما يؤدي إلى التعرية النهرية ونقل كميات كبيرة من المواد الرسوبية، وبالتالي اتساع القناة المائية بشكل ملحوظ.

. نسبة التغير في مساحة النبات الطبيعي بحوض وادي درنة:

جدول (8) حالة النبات الطبيعي ومساحاته خلال الفترة من (2022.2024)

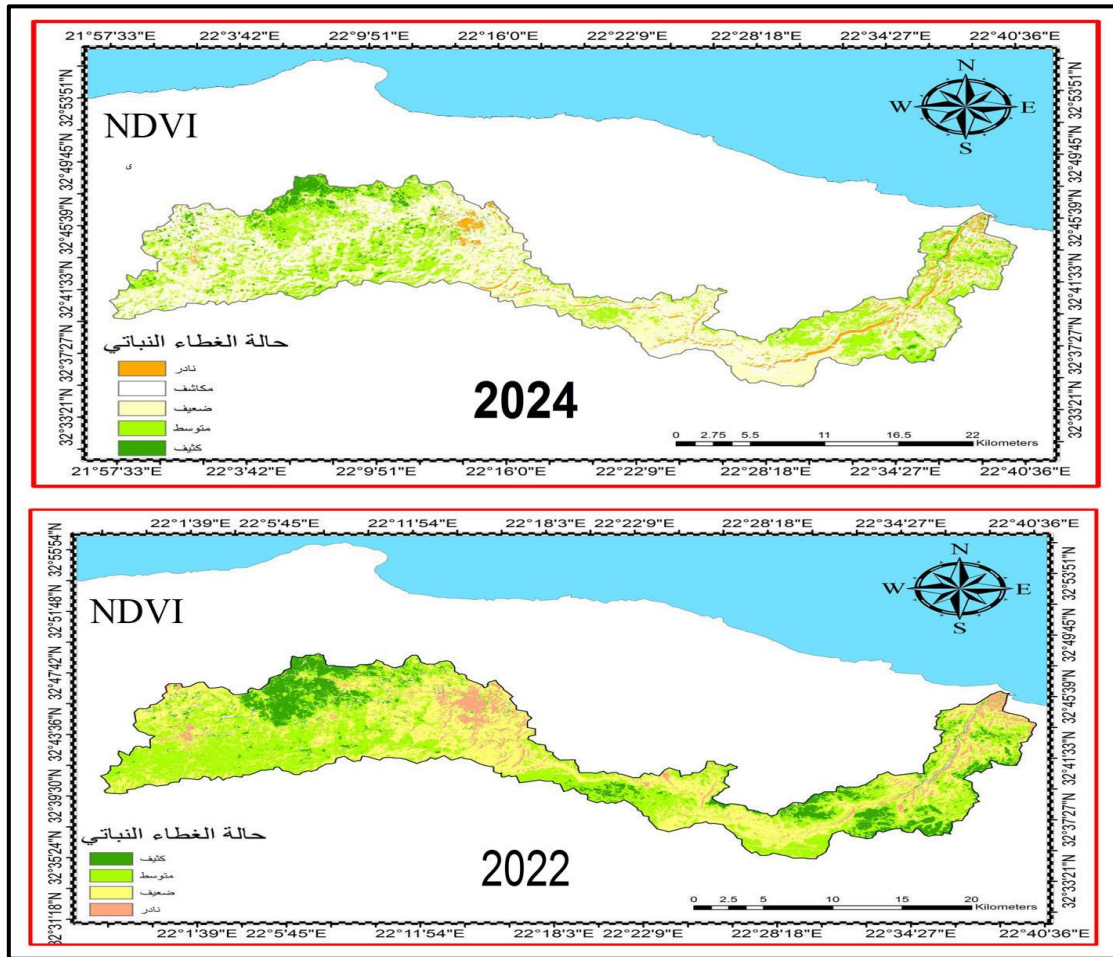
نسبة التغير %	2022	2024	الغطاء النباتي	قيم NDVI
	المساحة / هكتار	المساحة / هكتار		
66.5 - %	7128.4	2387.5	كثيف	0.5.0.4
2.28 - %	23804.08	23271.6	متوسط	0.4.0.3
9.30 %	10872.27	11951.02	ضعيف	0.3.0.2
9.68 %	12592.52	13942.56	نادر	0.2.0.13
64.8 %	1543	4387.59	مكاشف	0.0
55940.27	55940.27	55940.27	مجموع	

المصدر: من حساب الباحث اعتماداً على تحليل المرئيات الفضائية لعامي (2022.2024)، باستخدام مؤشر NDVI

من تحليل المرئيات الفضائية لعامي (2022.2024)، وباستخدام مؤشر NDVI للتعرف على حيوية الغطاء النباتي وتصنيف حالته، يوضح الجدول (4) المساحة التي يشغلها النبات الطبيعي في حوض وادي درنة، حيث هناك تباين في تزايد وانحسار المساحات التي يغطيها النبات الطبيعي خلال السنوات المستهدفة بالدراسة حيث شغل النبات الكثيف أكبر مساحة 7128.4 هكتار في عام 2022، ثم تناقصت مساحته

حتى بلغت 2387.5 هكتار عام 2024، بنسبة تغير بلغت - 66.5%، في حين بلغت المساحة التي يشغلها النبات الطبيعي هكتار عام 2022، وتناقصت هذه المساحة لتبلغ 23271.6 هكتار عام 2024، بنسبة تغير بلغت - 2.28%، أما النبات الطبيعي ضعيف الكثافة فقد تزايدت مساحته عام 2024 حيث بلغت 11951.02 هكتار، عن عام 2022 حيث كان يشغل مساحة قدرها 10872.27 هكتار، بنسبة تغير بلغت 9.30%، وتزايدت المساحة التي يشغلها النبات الطبيعي نادر الكثافة في عام 2024 حيث بلغت 13942.56 هكتار عن عام 2022 حيث كانت مساحته 12592.52 هكتار، بنسبة تغير بلغت 9.68%، وتزايدت مساحة المكاشف الصخرية نتيجة لعملية التعرية المائية الناجمة عن الجريان السطحي الذي أزال كميات كبيرة من التربة السطحية حيث بلغت 4387.59 هكتار عام 2024، في حين كانت تمثل مساحة صغيرة عام 2022 حيث كانت تبلغ 1543 هكتار، بنسبة تغير بلغت 64.8%، الشكل (8).

الشكل (8) حالة الغطاء النباتي بحوض وادي درنة قبل وبعد عاصفة دانيال



المصدر: من عمل الباحث عن طريق تحليل المرئيات الفضائية، باستخدام برنامج Arc Gis10.5

**النتائج:**

1. زاد عرض مجرى الوادي عند الجسر الأول من 76 متر قبل الفيضان إلى 240 متر بعد الفيضان، وهو أكبر مقدار للتوسع.
2. بلغ مقدرا التوسع عند الجسر الرابع 123 متر، حيث كان عرض المجرى قبل الفيضان 54 متر، واتسع المجرى بعد الفيضان، ليبلغ عرضه 177 متر.
3. شغل النبات الكثيف أكبر مساحة 7128.4 هكتار في عام 2013، ثم تناقصت مساحته حتى بلغت 2387.5 هكتار عام 2023، بنسبة تغير بلغت - 198.5%.
4. قُدرت كمية المياه التي سقطت على جميع انحاء الحوض 111.880.000.000 متر مكعب في ساعة واحدة، إذا تم افتراض إن معدل التساقط 200 ملم.
5. تزايدت مساحة المكاشف الصخرية نتيجة لعملية التعرية المائية الناجمة عن الجريان السطحي الذي أزال كميات كبيرة من التربة السطحية حيث بلغت 4387.59 هكتار عام 2023.
6. بلغت مساحة الأراضي التي تم غمرها بالطين الناجم عن الجريان السطحي 122.2 هكتار بنسبة 47%.
7. إن المناطق التي دمرت جراء مياه الفيضان تدمير كلي بلغت مساحتها 35.6 هكتار، بنسبة 14% من المساحة المتأثرة.

**. التوصيات:**

1. توسيع مجرى وادي درنة وتعميقه، وعدم البناء داخل مجرى الوادي وعلى جوانبه.
2. على الجهات ذات العلاقة بتنفيذ مشاريع السدود ومتابعتها، العمل على متابعة السدود بشكل مستمر وتقديم تقارير شاملة دورية عن حالتها.
3. إعادة النظر في مواقع السدود، وتشكيل فرق مختصة من المهندسين والجيولوجيين لمعاينة حالة السدود القائمة وتقييم حالتها ومدى كفاءتها وصلاحيتها.
4. تفعيل أو استحداث إدارة خاصة بالسدود ذات استقلالية عن وزارة الزراعة.
5. العمل على انشاء سدود تعويقية (قايون) في مجاري الاودية للتخفيف من اندفاع المياه نحو المصب.

**. قائمة المراجع:****. المراجع العربية:**

1. بحبة، ع. (2024، فبراير 20-22). أثر العوامل الطبيعية والبشرية في حدوث كارثة الفيضان السيلي بمدينة درنة بمنطقة الجبل الأخضر بشرق ليبيا. في المؤتمر العلمي الأول حول أساليب الوقاية والمواجهة

لأخطار السيول في المناطق الجافة وشبه الجافة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الابيار، جامعة بنغازي.

2. بو بيضة، أ. (2011). الحماية من أثر الفيضانات: تقرير حول الأخطار المحتملة لفيضانات وادي درنه وسبل تقاديبها، فيضان وادي درنه (2011/9/29).

3. زعطوط، م. م.، وآخرون. (2024، فبراير 20-22). الآثار البيئية للفيضان السيلي لوادي درنة المدمر. في المؤتمر العلمي الأول حول أساليب الوقاية والمواجهة لأخطار السيول في المناطق الجافة وشبه الجافة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الابيار، جامعة بنغازي.

4. لشهب، س، اغفير، إ. (محرران). (2023). تقرير حول الخسائر الكارثية في محمية وادي الناقة ب درنة بسبب إعصار دانيال: جيومورفولوجية الجبل الأخضر. منصة أوزون لقضايا التغيرات المناخية والبيئة في الشرق الأوسط.

. المراجع الأجنبية:

1. McAlpin, N. (2023, September 17). Libya floods: UN withdraws 11,300 Derna death toll. The New Arab. Archived from the original on September 18, 2023. Retrieved September 17, 2023, from <https://www.alaraby.com/news/libya-floods-un-withdraws-11300-derna-death-toll>

2. Ross, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., & Dearing, D. W. (1973). Monitoring Great Plains vegetation systems using ERTS. In Third ERTS Symposium (NASA SP-351 I, pp. 309-317). NASA.

3. Ross, J. W., Jr., Haas, R. H., Schell, J. A., & Dearing, D. W. (1973). Observing the spring advance and decline (green wave effect) of landscape vegetation (Prog. Rep. RSC 1978-1, Remote Sensing Center, Texas A&M University, College Station, 93 p.; NTIS No. E73-106393). Texas A&M University.

4. UNDP Libya. (2025). Environment and Climate Change – Libya. <https://www.undp.org/libya>

## ملاحق الجداول

## ملحق (1) بيانات المرئيات الفضائية المستخدمة في تحليل الغطاء النباتي لعام 2022

Dataset Attribute	Attribute Value
Landsat L2 Product ID	LC08_L2SP_182037_20220806_20220818_02_T1
Landsat L1 Product ID	LC08_L1TP_182037_20220806_20220818_02_T1
Landsat Scene ID	LC81820372022218LGN00
Acquisition Date	2022/08/06
Collection Category	T1
Collection Number	2
WRS Path	182
WRS Row	037
Target WRS Path	182
Target WRS Row	037
Nadir/Off-Nadir	Rare
Roll Angle (degrees)	-0.001
L2 Processing Date	2022/08/18
L1 Processing Date	2022/08/18
Scene Center Start Time	2022-08-06 09:00:21
Scene Center Stop Time	2022-08-06 09:00:52
Ground Station Identifier	LGN

Day/Night Indicator	Day
Land Cloud Cover (%)	0.03
Scene Cloud Cover L1 (%)	6.79
Sensor ID	OLI_TIRS
Satellite (Landsat 8)	8
Map Projection (L1 Product)	UTM
UTM Zone	34
Datum	WGS84

المصدر: USGS

ملحق (2) بيانات المرئيات الفضائية المستخدمة في تحليل الغطاء النباتي لعام 2024

Dataset Attribute	Attribute Value
Landsat L2 Product ID	LC08_L2SP_182037_20240828_20241005_02_T1
Landsat L1 Product ID	LC08_L1TP_182037_20240828_20241005_02_T1
Landsat Scene ID	LC81820372024272LGN00
Acquisition Date	2024/09/28
Collection Category	T1

Collection Number	2
WRS Path	182
WRS Row	037
Target WRS Path	182
Target WRS Row	037
Nadir/Off-Nadir	Nadir
Roll Angle (degrees)	-0.001
L2 Processing Date	2024/10/05
L1 Processing Date	2024/10/05
Scene Center Start Time	2024-09-28 08:59:42
Scene Center Stop Time	2024-09-28 09:00:13
Ground Station Identifier	LGN
Day/Night Indicator	Day
Land Cloud Cover (%)	0.65

Scene Cloud Cover L1 (%)	7.14
Sensor ID	OLI_TIRS
Satellite (Landsat 8)	8
Map Projection (L1 Product)	UTM
UTM Zone	34
Datum	WGS84

المصدر: USGS

## ملاحق الصور

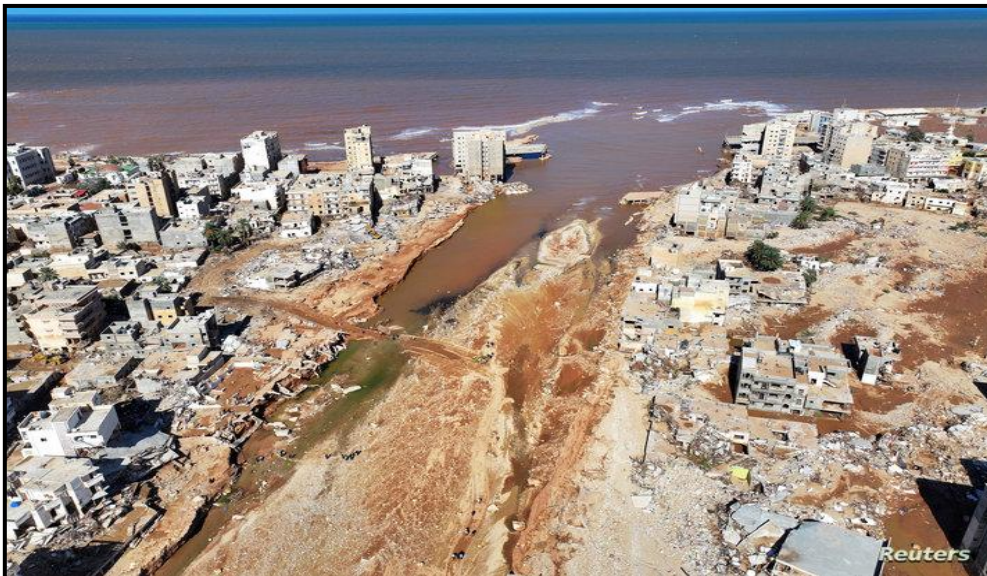
صورة (1) البنية التحتية المدمرة عند المصب



صورة (2) انجراف التربة والغطاء النباتي في مجرى الوادي



صورة (3) صورة جوية توضح حجم الدمار في مدينة درنة



صورة (4) الدمار الذي لحق بأحد الجسور الرابطة بين ضفتي المدينة



صورة (5) بقايا جذوع الأشجار فوق الجسر نتيجة ارتفاع وقوة الموجه



صورة (6) ظهور الصخور الأصل نتيجة قوة الانجراف

