المخاطر والتهديدات الطبيعية

التهديدات والتحديات: التغيرات الطبيعية

سيتناول هذا القسم التهديدات الطبيعية والأضرار التي تلحق بالتراث البحري، وبعضها يختص بشدة بالمنطقة الساحلية والبحرية، حيث إنها مدفوعة بالعمليات البحرية. وسنفحص كل من المواقع الأثرية على طول الساحل وكذلك تلك المغمورة تمامًا تحت سطح المحيط.

تتعرض مواقع التراث البحري لمجموعة من التهديدات الطبيعية حيث لطالما كانت البيئات الساحلية والبحرية دائمًا عرضة للتقلبات الطبيعية. تاريخيًا، شهدت السواحل عدة تغيرات، حيث فقدت بعض المنشآت والموانئ بسبب التآكل الساحلي، بينما أصبحت أخرى غير ساحلية بسبب الترسيب، حيث تعمل الأمواج والتيارات باستمرار على تآكل وتحرك البقايا الموجودة تحت الماء أو الموجودة مباشرة على طول الشاطئ. وتتأثر هذه العملية المستمرة أيضًا بالأحداث الجوية المتطرفة، والتي يمكن أن تكشف عن مواقع جديدة أو تلحق الضرر بالمواقع المعروفة. ولأن البيئة الساحلية ديناميكية للغاية ومتغيرة باستمرار، فمن المهم لعلماء الآثار البحرية والعاملين بالتراث أن يفهموا هذه العمليات حتى يتمكنوا من تسجيل المواقع المعرضة لخطر التلف أو التدمير الفوري.

التآكل الساحلي والتراكم

المستوطنة الساحلية توشني لاكيا في قبرص، التي تعود إلى الألفية الثانية قبل الميلاد، تتعرض لتآكل ساحلي، حيث يُقدَّر فقدان الأرض بحوالي 0.5 متر سنويًا. يتفاقم تآكل الموقع وتدهوره بسبب العوامل البشرية، بما في ذلك، على سبيل المثال، التخلص من مخلفات البناء.
(الصورة بواسطة *Georgia Andreou, 2013*)

تواجه المناطق الساحلية تحديين رئيسيين: التآكل والتراكم. التآكل الساحلي، وهو تهديد معروف، ينطوي على إزالة المواد من الشاطئ بفعل الأمواج وحركة المد والجزر، مما يتسبب في تراجع الساحل إلى الداخل. وعلى العكس من ذلك، يحدث التراكم عندما تتراكم الرواسب، مما قد يؤدي إلى امتداد الشاطئ باتجاه البحر أو توسيع السمات الساحلية مثل الكثبان الرملية. ويتأثر التفاعل بين هذه العمليات بتركيبة الساحل ومقاومته للتآكل، على سبيل المثال، إذا كان يتكون من الرمال أو الصخور، فضلاً عن شدة آليات نقل الرواسب البحرية.

وتظهر معدلات وأنماط التآكل الساحلي والتراكم اختلافات كبيرة في جميع أنحاء العالم بسبب العوامل المتنوعة التي تؤثر على هذه العمليات، بما في ذلك التضاريس والخصائص الجيولوجية وأنماط الأمواج والاختلافات المدية وتوافر الرواسب. ونظراً للتنوع العالمي لهذه العناصر، فإن سرعة وأنماط التآكل والتراكم تختلف بشكل كبير عبر المناطق الساحلية في جميع أنحاء العالم.

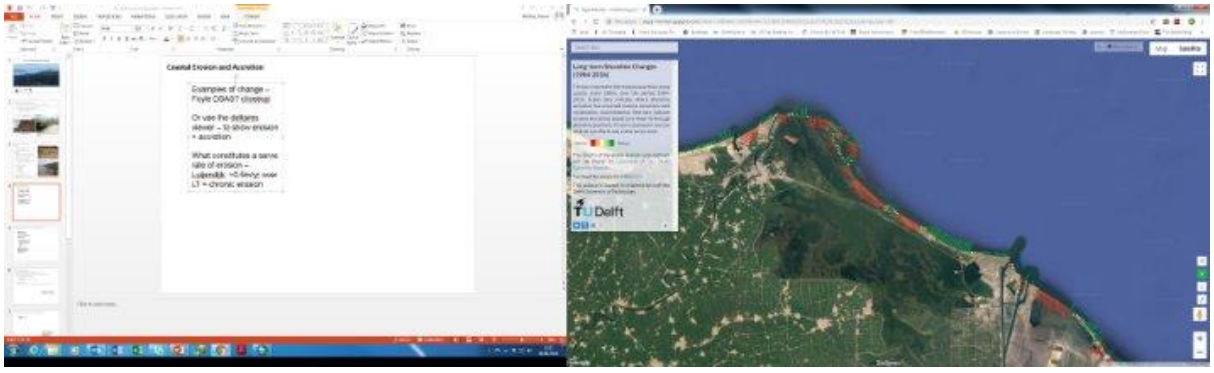
التعرية

- إزالة المواد من الساحل بواسطة الأمواج أو التيارات المدية
- تراجع خط الشاطئ نحو اليابسة

التراكم

- تراكم الرواسب (الشاطئية)
- تقدم خط الشاطئ نحو البحر أو النمو الصاعد للتضاريس الساحلية مثل الكثبان الرملية

تم مؤخرًا إنتاج معدلات عالمية لتغير خط الشاطئ بين عامي 1985 و2016. فيما يلي مثال من مصر في بورسعيد، والذي استخدم بيانات لاندسات منخفضة الدقة نسبيًا تمتد على مدى الثلاثين إلى الأربعين عامًا الماضية. وعلى الرغم من أنها ليست مثالية، إلا أن مجموعة البيانات هذه تمثل التجميع العالمي الأكثر شمولاً المتاح حتى الآن (يمكنك استكشافها هنا http://aqua-monitor.appspot.com/). وتوضح الصورة كل من التآكل (المشار إليه باللون الأحمر) والتراكم (الموضح باللون الأخضر) اللذين يحدثان داخل نفس المنطقة. وتنتج هذه التغيرات عن مجموعة من العمليات الطبيعية (نقل الرواسب شرقاً من مصب دمياط) والتدخلات البشرية (تنمية بورسعيد)، فضلاً عن انخفاض تدفق الرواسب إلى مصب دمياط.



لقطة شاشة لنتائج Aquamonitor في بورسعيد في مصر.

التآكل الساحلي والتراكم: التأثير على التراث البحري

يعد التأثير على مواقع التراث البحري واضحا إلى حد ما، حيث يمكن أن يتسبب التآكل في ضرر مباشر لهذه المواقع، إما عن طريق إلحاق الضرر بها ماديًا أو عن طريق إضعاف الأرض تحتها. ومن ناحية أخرى، يحد التراكم عادةً من الوصول إلى الموقع، ولكنه قد يوفر أيضًا حماية متزايدة.

تساهم حركة الأمواج والفيضانات الساحلية، بسبب ارتفاع مستويات سطح البحر، في تدهور الصخور الساحلية والتربة والرمال، وهي العملية المعروفة باسم التآكل الساحلي. تشمل أدلة تآكل الأراضي بسبب مياه البحر: تآكل الشاطئ، وانحسار الساحل، وتدهور الأراضي الرطبة، وزيادة محتوى الملح في المياه الجوفية الساحلية. وتلعب العوامل الطبيعية والبشرية دورًا في تآكل السواحل، كما إن تأثيرات هذا التآكل واسعة النطاق، ولا تؤثر فقط على التراث الثقافي، بل تؤثر أيضًا على النظم البيئية البحرية، مما يتسبب في فقدان الأراضي الأرضية، ويشكل مخاطر على الأرواح البشرية والممتلكات.

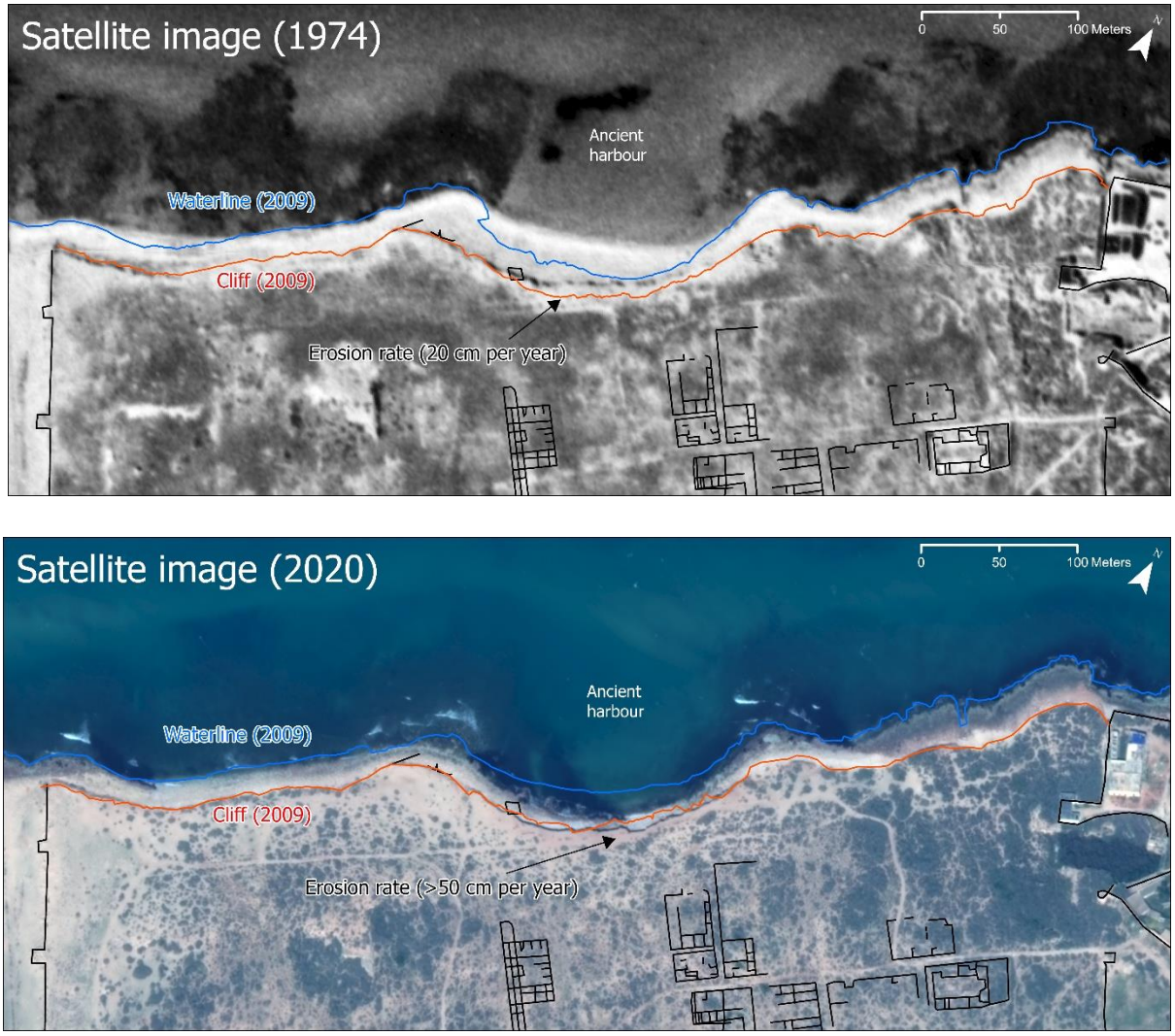
تعرضت مدينة أنثيدون الميناائية متعددة الفترات في غزة لتأثيرات التعرية، التي تفاقمت بسبب بناء ميناء غزة الحديث والغارات الجوية المتكررة. وفي عام 2023، تم تدمير الموقع بالكامل نتيجة مزيج من الغارات الجوية وعمليات الجرف (أعدت بواسطة مشروع GAZAMAP).

دراسة الحالة 1: توكرة، ليبيا

يأتي مثال لكيفية تهديد التآكل الساحلي للتراث الثقافي وإلحاق الضرر به من توكرة (توكرة القديمة) في شرق ليبيا. تأسست توكرة في أواخر القرن السابع قبل الميلاد، ونعرف هذا من الفخار والأشياء الأخرى التي عُثر عليها في مزار ديميتر وكوري الذي كان يقع على الشاطئ. كما عُثر هناك على بعض الأدلة على وجود مستعمرة مسورة مبكرة. في البداية، كانت توكرة بمثابة ميناء لقورينا ثم بكرة لاحقا.

يمكن أن يتسبب التآكل في تدهور المنشآت القديمة بسرعة، مما قد يتسبب في أضرار جسيمة حتى أثناء عاصفة واحدة. الموانئ القديمة مثل توكرة معرضة بشكل خاص للتآكل بسبب قرب العديد من الهياكل من البحر.

كما يمكن أن يكشف التآكل أيضًا عن مواد أثرية لم يتم اكتشافها سابقًا. فمنذ ستينيات القرن العشرين، لاحظ علماء الآثار منشآت وقطع جديدة كشف عنها التآكل في توكرة. ومع ذلك، فإن معدل التآكل الحالي سريع للغاية لدرجة أن المواد المكتشفة حديثًا غالبًا ما يتم تدميرها قبل أن يتمكن علماء الآثار من إجراء ابحاث شاملة.



صور أقمار صناعية لطلميثة (KH-7 وGoogle Earth Pro) تُظهر التآكل الساحلي في الموقع.

وتشير تحليلات صور الأقمار الصناعية إلى أن المنحدر الساحلي قد تراجع بمقدار يصل إلى 10 أمتار منذ عام 1974. ويكشف التحليل المقارن لهذه الصور عن زيادة في متوسط معدل التآكل. فقبل عام 2009، كان المعدل حوالي 20 سم في السنة. أما الآن، فإنه يتجاوز 50 سم في السنة في مناطق معينة. بالإضافة إلى ذلك، اختفى الشاطئ المواجه للمنحدر تقريبًا، مما يسمح للأمواج بالوصول بسهولة أكبر وتآكل واجهة المنحدر غير المحمية.

ومن الأمور المثيرة للقلق بشكل خاص إمكانية تسارع التآكل في المستقبل بسبب تغير المناخ. ومن المتوقع أن يؤدي استمرار حرق الوقود الأحفوري إلى تسريع ارتفاع مستوى سطح البحر، مما يؤدي إلى اختراق الأمواج إلى الداخل والتسبب في تآكل أسرع.

يوضح منطقة التأثير المتوقعة على مدى السنوات العشرين المقبلة، على افتراض أن معدلات التآكل تظل متسقة مع المستويات الحالية.

ومن المرجح أن يتسارع ارتفاع مستوى سطح البحر بشكل كبير بعد عام 2050 إذا استمر حرق الوقود الأحفوري دون هوادة. وفي ظل هذه الظروف، قد تصبح مناطق كبيرة من توكرا معرضة للخطر بحلول عام 2100. وعلى كل حال فان هذا الوضع ليس قابلاً للإصلاح، ولكن من الممكن أن يخفف من هذا التسارع خفض استهلاك الوقود الأحفوري من قِبَل البشر بشكل كبير. ورغم أن أجزاء من العديد من المواقع الأثرية الساحلية سوف تتعرض للخطر حتماً، فإن مدى الضرر سوف يكون أقل حدة بشكل كبير مما قد يحدث إذا استمرت المعدلات الحالية لحرق الوقود الأحفوري وتدمير الأراضي الطبيعية والغابات.

سيناريوهات محتملة للتآكل الساحلي المستقبلي في طلميثة.

الفيضانات الساحلية (الغمر)

تشكل الفيضانات تهديدًا كبيرًا آخر، وتتميز بغمر المناطق الجافة عادةً بعد ارتفاع منسوب المياه، وتساهم هذه الظاهرة أيضًا في انحسار خط الساحل. وبينما تحدث الفيضانات بشكل طبيعي، فإن الأنشطة البشرية يمكن أن تزيد من آثارها.

يختلف تأثير الفيضانات عبر المواقع والأوقات، ويتأثر بعوامل مثل التضاريس المحلية (على سبيل المثال، مسطحة أو شديدة الانحدار)، ووجود هياكل واقية (على سبيل المثال، الكثبان الرملية، والحواجز البحرية)، واتجاهات مستوى سطح البحر الإقليمية (ارتفاع أو انخفاض)، وتآكل الدفاعات الساحلية. ومن المهم ملاحظة أن العديد من المناطق سوف تشهد ارتفاع مستويات سطح البحر في المستقبل بسبب تغير المناخ، مما يؤدي بالتالي إلى زيادة حوادث الفيضانات.

تعد المواقع المنخفضة معرضة بشكل خاص للغمر والتآكل والتدمير الناجم عن الغمر. ووفقًا لخريطة مؤشر الضعف الساحلي المركب، فإن 47٪ من ساحل شمال إفريقيا القاحل معرض للخطر بشكل كبير. بالإضافة إلى ذلك، يشير تراجع الخط الساحلي على طول ساحل شمال أفريقيا في الأماكن شبه القاحلة إلى اختلال التوازن في عمليات الترسيب الساحلية الناجمة عن التغيرات المفاجئة في أنماط هطول الأمطار الحالية والتوسع الحضري.

الفيضانات الساحلية (الغمر): التأثير على التراث البحري

تواجه الآثار تهديدًا كبيرًا عندما تتعدى الظواهر البحرية على المواقع الأرضية التي عادة ما تكون جافة. يمكن أن يحدث الضرر المباشر بسبب عمل الأمواج وقوى المد والجزر. بالإضافة إلى ذلك، قد يؤدي التعرض للمياه إلى التدهور، مثل أكسدة القطع الأثرية المعدنية. ومع ارتفاع مستوى سطح البحر المتوقع، ستصبح العديد من المواقع معرضة للخطر في السنوات القادمة. ويمكن ملاحظة الحالات في الولايات المتحدة ومنطقة البحر الأبيض المتوسط، مع إيلاء اهتمام خاص لتصنيف المخاطر المعتدلة المخصص للعديد من مواقع التراث العالمي في شمال أفريقيا.

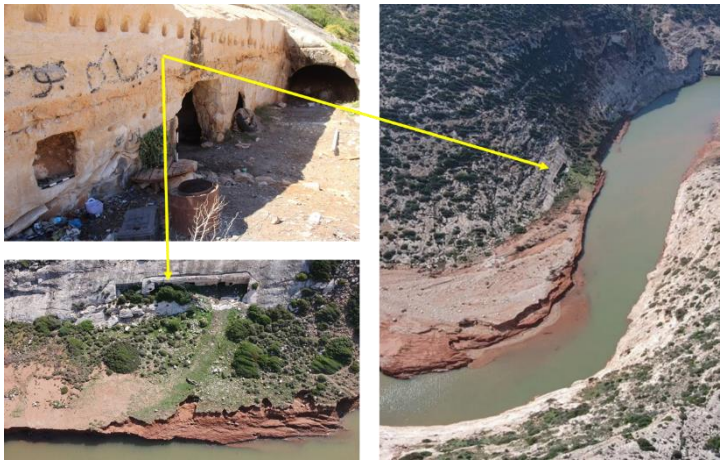
الأحداث السريعة عالية الحجم

تحدث الفيضانات والتآكل بشكل متكرر تدريجيًا على مدى فترات طويلة، ولكنها يمكن أن تحدث أيضًا بسرعة بسبب العواصف والتسونامي والزلازل. وغالبًا ما تسبب هذه الأحداث المفاجئة أضرارًا أكثر شدة من العمليات طويلة الأمد.

من المهم التأكيد على أن عوامل متعددة تساهم في كثير من الأحيان في التعرية السريعة وأحداث الفيضانات، وتحديد السبب الرئيسي لمثل هذه الأحداث غالبًا ما يكون معقدًا. تشمل العوامل المحتملة ارتفاع مستوى سطح البحر الناجم عن تغير المناخ، والأنشطة البشرية غير ذات الصلة مثل عرقلة الوديان بالتوسع الحضري أو البنيوي، أو مزيج منها. ففي حالة العاصفة دانيال، أدى بناء السدود والطرق إلى تفاقم شدة الفيضانات في مواقع مثل درنة وسوسة، حيث أُجبرت المياه على البحث عن مسارات بديلة للوصول إلى البحر.

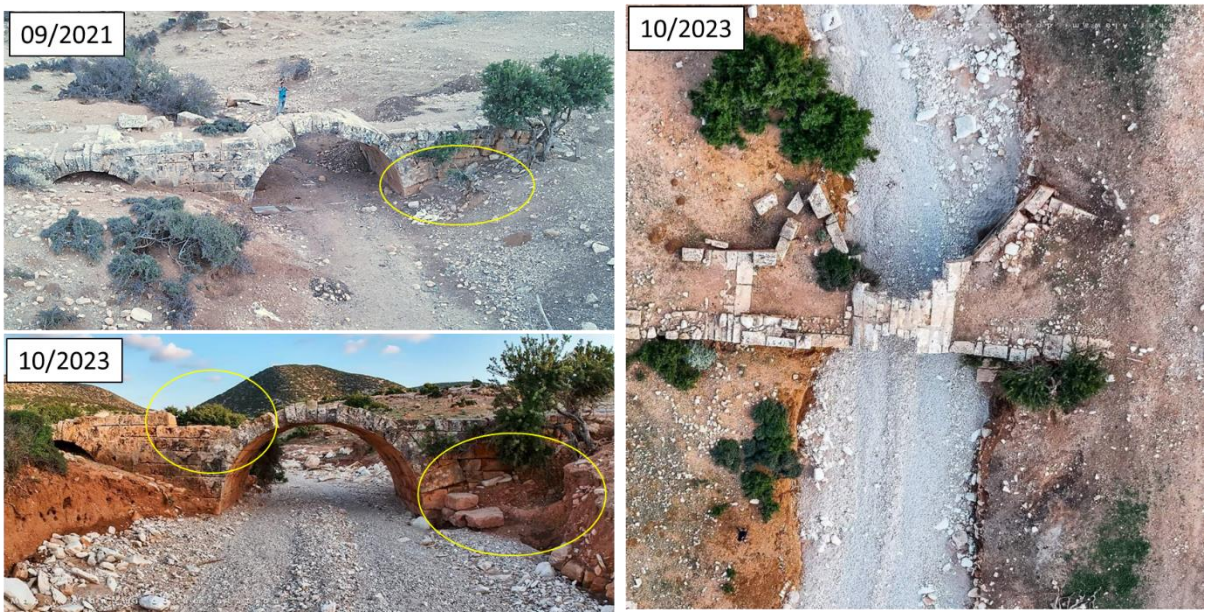
مثال العاصفة دانيال:

في 9 سبتمبر 2023، ضرب إعصار شديد يشبه الإعصار المداري ساحل برقة في ليبيا، مما أثر على المناطق الساحلية والداخلية. وأدى هطول الأمطار الغزيرة إلى فيضانات كبيرة، مع عواقب كارثية بشكل خاص على مدينتي درنة وسوسة.



آثار العاصفة دانيال على وادي مقيونيس في شرق ليبيا (الصورة: مشروع المسح الساحلي لقورينا).

في أكتوبر 2023، قام فريق مشروع مسح ساحل برقة (وهو تعاون بين MarEA ودائرة الآثار الليبية وجامعة بنغازي) بمسح المنطقة الواقعة بين توكرة وأبولونيا بهدف أساسي لتقييم الأضرار الناجمة عن الإعصار. وقد قام مشروع مسح ساحل برقة بمسح هذه المنطقة في عام 2022، وبالتالي يمكنه تقييم ومقارنة التغيرات في حالة المواقع بين عامي 2022 و2023. وقد نُسب الضرر الأكثر شمولاً الناجم عن العاصفة دانيال إلى مياه الجريان السطحي التي تدفقت عبر قنوات الوادي، مما أدى إلى تآكل عناصر المواقع. وتظهر هذه الظاهرة جلية في الصورة التي تصور وادي مقيونس والجسر الروماني في وادي زيوانة .

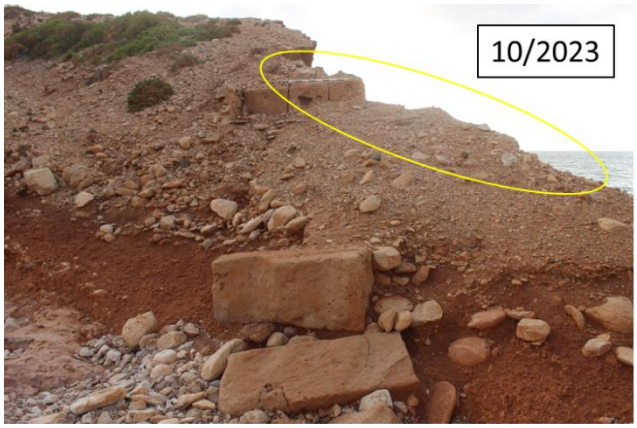


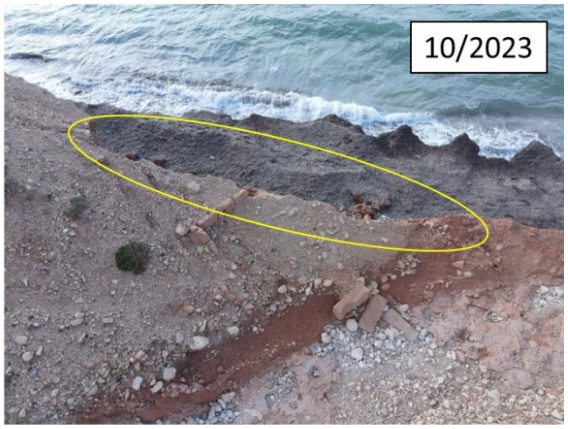
الأضرار التي لحقت بالجسر عند وادي زيوان، شرق ليبيا (الصورة: مشروع المسح الساحلي لقورينا).

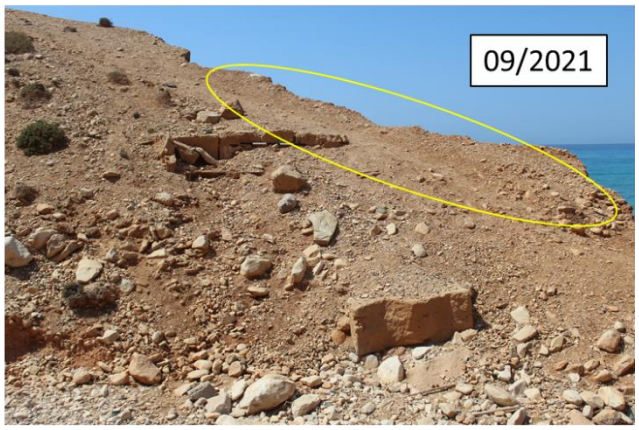
وقد برز تآكل السواحل باعتباره ثاني أهم مصدر للقلق. فقد انهارت المباني التي كانت تقع بالفعل بالقرب من المنحدرات الساحلية، بسبب تأثير الأمواج العالية .

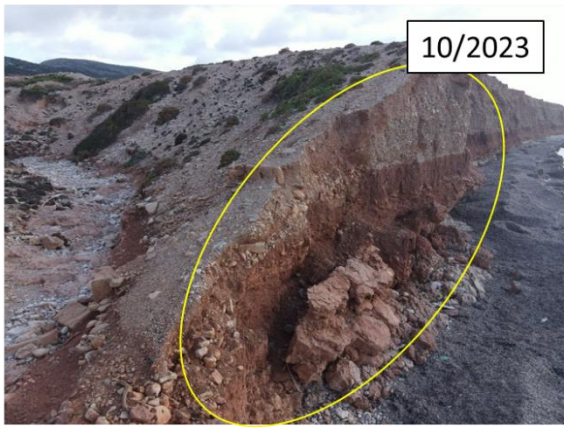
التآكل الساحلي الناجم عن تأثير الأمواج القوية غرب بطوليميس (الصورة: مشروع المسح الساحلي لقورينا).

كانت المنشآت الواقعة بالقرب من مجاري الأودية عرضة بشكل خاص للتلف، حيث تأثرت بتأثير الأمواج ومياه الجريان الداخلي. ومن الأمثلة التوضيحية على ذلك قناة المياه التي كانت تزود مدينة الميناء بطليموس في الفترة الكلاسيكية بالمياه. وقد تعرضت قناة المياه للتآكل الساحلي بسبب تأثير الأمواج وكذلك التآكل الناتج عن مياه الجريان السطحي.









الأضرار الناجمة عن التعرية الساحلية ومياه الجريان السطحي شرق بطوليميس (الصورة: مشروع المسح الساحلي لقورينا).

ومن ناحية أخرى، يمكن لهذا النوع من التآكل السريع أن يكشف أيضًا عن السمات الأثرية التي كانت مخفية سابقًا، مثل الأرضية المقاومة للماء لمبنى يقع شرق توكرة .

تسجيل موقع أثري جديد كان مغطى بالرواسب سابقًا (الصورة: مشروع المسح الساحلي لقورينا).

الأضرار التي تلحق بالتراث تحت الماء

تواجه المنشآت وحطام السفن والقطع الأثرية التي تغمرها المياه لفترة طويلة من الزمن العديد من التهديدات الإضافية. ففي البيئة تحت الماء، يتم تصنيف العمليات الطبيعية عادة إلى ثلاث مجموعات: فيزيائية وبيولوجية وكيميائية. تتضمن العمليات الفيزيائية حركة المياه، مثل الأمواج والتيارات، والتي تؤثر على المواقع المغمورة بالمياه والرواسب القريبة. وغالبًا ما يؤدي هذا إلى تآكل موضعي وترسب (جرف) حول البقايا الأثرية، كما يتضح من حطام السفن. كما يمكن أن تتسبب الأمواج والتيارات في إيذاء الموقع بشكل كبير وتحريك الأشياء بعيدًا عن موقعها الأصلي، ويمكن أن تؤدي حركة الرواسب إلى تغطية المواقع أو كشفها. وإذا كان الموقع مغطى، فقد يساعد ذلك في منع بعض العمليات البيولوجية على الأقل التي يتم مناقشتها في الفقرة التالية، حيث تتطلب معظم الكائنات الحية، المسؤولة عن الضرر البيولوجي، الأكسجين.

تشمل العمليات البيولوجية كائنات حية مختلفة تؤثر على القطع الأثرية تحت الماء. ويمكن ان تتلف المواد العضوية والأشياء الهشة بشكل خاص عند تعرضها لمياه البحر لفترة طويلة من الزمن، وتبدأ أنواع من الطحالب والفطريات والبكتيريا في النمو والتغذية عليها. وتشكل الكائنات الحية التي تتغذى على الخشب مثل ديدان التريدو (أو ديدان السفن) مستعمرات في الخشب وتستهلكه لفترة طويلة من الزمن. كما ان الكائنات البحرية الأخرى التي تشكل قشورًا على الهياكل المغمورة بالمياه، والبكتيريا التي تحلل المواد الأثرية تعد ايضا عمليات أخرى تؤثر على المواقع. ومن الأمثلة البارزة على ذلك سفينة تيتانيك، التي تستهلكها البكتيريا تدريجيًا. تتضمن العمليات الكيميائية تفاعلات مثل تآكل المعادن الذي يسبب الصدأ.

على غرار المناطق الساحلية، تخضع البيئات تحت الماء للتغيرات بمرور الوقت. حيث تحدث التغيرات الفيزيائية طويلة المدى استجابة لتقلبات المناخ ومستوى سطح البحر، في حين يمكن أن تحدث تغييرات قصيرة المدى بسرعة بسبب أحداث مثل العواصف.

الملخص

يواجه التراث البحري مجموعة متنوعة من المخاطر الطبيعية، حيث يعد القرب من المحيط عاملاً أساسيًا في العديد من هذه التهديدات (مثل الأمواج والمد والجزر والعواصف). كما إن المواقع الساحلية معرضة بشكل خاص للغمر والتآكل وتراكم الرواسب. وتتأثر المواقع المغمورة بالمياه بالعمليات الفيزيائية والبيولوجية والكيميائية. وفي جميع الأحوال، تتطور التأثيرات بمرور الوقت ويتم تحديد مدى الضرر الذي يلحق بموقع معين من خلال طبيعته، وشدة وسرعة التهديد، وخصائص الموقع نفسه.

تنويه: تم جمع المواد والمعلومات المقدمة في هذه المحاضرات من مجموعة من المصادر الأكاديمية، والتي تم سردها في قسم "المراجع والقراءات الإضافية" لهذا المقرر.