استخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في تصميم نظام للاستجابة لبلاغات التلوث البيئي البحري: دراسة حالة سواحل المملكة العربية السعودية

شروق عبدالرحمن اليوبي
sawadalyoubi@stu.kau.edu.sa

د. عبدالحميد محمد عبده جميل
amjameel@kau.edu.sa

جدة - جامعة الملك عبدالعزيز

كلية الآداب والعلوم الإنسانية

قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

استخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في تصميم نظام للاستجابة لبلاغات التلوث البيئي البحري: دراسة حالة سواحل المملكة العربية السعودية

شروق عبدالرحمن اليوبي
sawadalyoubi@stu.kau.edu.sa
د. عبدالحميد محمد عبده جميل
amjameel@kau.edu.sa
جدة – جامعة الملك عبدالعزيز
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

المستخلص:

تتطور تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) بشكل سريع في شتى المجالات، وأصبح التوجه إلى استخدامها أمر ضروري كونها تلبي الاحتياجات المختلفة، اما لتسهيل سير العمل، أو لتحليل البيانات المكانية، أو لمساعدة متخذي القرار لفهم أعمق للبيانات؛ لاعتمادها على الخرائط التفاعلية والأدوات المساعدة لذلك، فهذه الدراسة تتمحور حول تسخير هذه التقنيات في احدى مواضيع إدارة الأزمات والكوارث وهي الاستجابة لبلاغات التلوث البيئي البحري، حيث هدفت إلى تصميم نظام لعمليات الاستجابة للبلاغات وإدارتها، للربط ما بين الفرق الميدانية وغرفة العمليات، بدءً بتقديم البلاغ وحتى الانتهاء منه واقفاله اعتمادًا على الخرائط التفاعلية المتضمنة في التطبيقات الميدانية والتطبيقات المكتبية، إذ تم اتباع المنهج الوصفي والمنهج التطبيقي لتجربة بناء نظام يتعامل مع إدارة عمليات الاستجابة، وتم استخدام تطبيق Survey123, Field Maps، للعمليات الميدانية و Dashboard, Web Appbuilder, Experience Builder للتطبيقات المكتبية في غرفة العمليات والتي تندرج تحت منصة ArcGIS Online، فقد تم تصميم نماذج الكترونية لتقديم البلاغ، ونماذج المسوحات الميدانية (بحري، بري وجوي)، ونموذج المعدات والتقرير اليومي لعملية الاستجابة، ليتم استخدامها وعرض نتائج هذه النماذج بشكل لحظي (Real time) حسب مواقعها في لوحة معلومات تستعرضها بخرائط تفاعلية وأدوات تساعد على إدارة البيانات، لتنشئ بذلك نظام لإدارة الاستجابة لبلاغات التلوث البيئي البحري.

توصلت الدراسة إلى إمكانية استخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في عمليات الاستجابة بالإضافة إلى سهولة الاستخدام وربط البيانات بالخرائط وإمكانية عرضها وإدارتها وتحليلها لتدعم بذلك اتخاذ القرار. أوصت الدراسة باستخدام أنظمة وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في الاستجابة لبلاغات التلوث البيئي البحري، وفي إدارة الأزمات والكوارث، والاستفادة من الخرائط التفاعلية لعرض البيانات المكانية عليها لإدارتها، وإنشاء قاعدة بيانات جيومكانية مؤسسية تشمل جميع البيانات التي يتم رصدها من عمليات الاستجابة، وتطوير النظام ليشمل إمكانيات وأدوات جديدة يمكن الاستفادة منها.

الكلمات المفتاحية: تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية، الاستجابة لبلاغات التلوث البيئي البحري، الخرائط التفاعلية، الموائل الطبيعية الساحلية.

USING GIS APPLICATIONS IN DESIGN A RESPONDING SYSTEM TO POLLUTION MARINE ENVIRONMENTAL REPORTS: A CASE STUDY IN COAST OF SAUDI ARABIA

Abstract

Geographic information systems (GIS) technologies are developing rapidly in various fields, and the tendency to use them has become necessary because it meets different needs, either to facilitate the workflow, or to analyze spatial data, or to help decision makers to understand the data; due it rely on web maps and auxiliary tools for that.

This study focuses on harnessing these technologies into one of crisis and disaster management topics, which is to respond to marine environmental pollution reports, where it aimed to design a system for operations to respond to reports and manage them, to link between field teams and the operations room, starting with the report until its completion, based on web maps included in field applications and office applications. As the descriptive approach and Applied approach was followed to experiment build a system that deals with the management of response operations, the Survey123, Field Maps application for field operations and Dashboard, Web Appbuilder and Experience Builder for office applications were used in the operating room, the Survey123, Field Maps application for field operations and Dashboard, Web Appbuilder and Experience Builder for office applications were used in the operating room, which fall under the ArcGIS Online platform.

Electronic forms were designed to submit the report, forms of field surveys (sea, land and air), the equipment form and the daily report of the response process, to be used and display the results of these forms in real time by their locations in a dashboard that displays them with web maps and tools that help manage data, thus creating a system to manage the response to reports of marine environmental pollution.

The study found the possibility of using GIS applications in response operations, as well as the ease of use, linking data to maps, and the ability to display, manage and analyze them to support decision-making.

The study recommended the use of GIS systems and applications in responding to reports of marine environmental pollution, in crisis and disaster management, taking advantage of web maps to display spatial data to be managed, establishing an organization geospatial database that includes all data that monitored from response operations, and developing the system to include new possibilities and tools that can take advantage of.

١- مقدمة:

تشكل البيئة البحرية جزء من الحياة على سطح الأرض، بل تشمل الجزء الأكبر منها حيث تمثل المياه السطحية نسبة ٧١٪ من مساحة الكرة الأرضية (عبده وجادالله، ١٩٩٩م)، ويعتمد العديد من سكانها على تأمين الغذاء من خلال الكائنات البحرية كالسكان الذين يعيشون بالمناطق الساحلية أو تصديرها لسكان أخرين، ويوجد في البحار العديد من فرص العمل كالصيادين والباحثين عن الثروات الطبيعية في قيعان البحار، كما تُستخدم المسطحات المائية للنقل التجاري والأغراض السياحية، ويعد الحفاظ على البيئة البحرية ومقدراتها الطبيعية جزء هام من حياة الإنسان ويعتبر واجبًا أخلاقيًا وإنسانيًا.

تُولي المملكة العربية السعودية اهتمامًا كبيرًا بالمحافظة على البيئة وتنميتها وحمايتها من عوامل التلوث، وعملت على تسخير جميع الجهود لتحقيق أهداف ومقاصد التنمية المستدامة التي منها المحافظة على البيئة البحرية، وذلك من خلال سن القوانين والأنظمة واتخاذ الإجراءات الكفيلة بالحفاظ عليها وعلى مواردها الطبيعية، ومن ضمنها عمل الدراسات والأبحاث التي من شأنها توفير القاعدة العلمية اللازمة لفهم وتوثيق البيئة البحرية في الخليج العربي والبحر الأحمر (عكاظ، ٢٠١٧م)، ولعل من أهم الإجراءات التي تم اتخاذها هي اعتماد اللائحة التنفيذية لنظام البيئة للإدارة المستدامة للبيئة البحرية والساحلية بتاريخ ١٤٤٣/١٠/١٧هـ، واللائحة التنفيذية لحماية الأوساط المائية من التلوث، واطلاق المبادرات لحمايتها مثل: مبادرة حماية البيئة البحرية والساحلية (المركز الوطني للرقابة على الالتزام البيئي، ٢٠٢٠م)

وتبرز أهمية حفاظ المملكة العربية السعودية على البيئة من خلال رؤية ٢٠٣٠ التي من ركائزها مجتمع حيوي والذي كان جزء منه ينص على العمل للحد من التلوث بمختلف أنواعه، وحماية الشواطئ، والمحميّات، والجزر (رؤية ٢٠٣٠، ٢٠١٦م)، وهناك العديد من المشاريع في سواحل المملكة، كمشروع البحر الأحمر، نيوم وآمالا الذين يمتدون على سواحل البحر الأحمر.

تُعد نظم المعلومات الجغرافية من وسائل البحث الحديثة المهمة في إدارة الأزمات والكوارث والحوادث، ووسيلة قوية لجمع وتحليل البيانات الجغرافية والمكانية، مثل البرامج والأدوات التحليلية، والخرائط التفاعلية، والرسوم البيانية ولوحات المعلومات، ولها دور كبير في دعم ومساندة متخذيّ القرار، حيث أن إمكانية التحليل للظواهر المكانية والبنية الأساسية لتنظيم العمل وامتلاك الخرائط والمعلومات في إدارة الأزمات مثل: التلوث، التسرب النفطي والحرائق ..... الخ، وكافة الحوادث التي تشكل تهديدًا على البيئة والكائنات الحية، يعد أمرًا مهمًا في مثل هذه الحالات الطارئة، كتحديد مواقع البلاغات وإرسال فرق الاستجابة إلى موقع الكارثة، أو إرسال فرق المكافحة لتقديم الخدمات الطارئة، وأيضًا تقدير حجم التلوث في منطقة الحادث واستخدام لوحة المعلومات لعرض وتحليل وإدارة البيانات. إن تلك المميزات التي يضاف إليها رفع مستوى الآداء للاستجابة، ومساهمتها الفعالة لدى صانعي القرار في إدارة الحدث، يُمكن من فهم نطاق وانتشار التلوث البحري وتأثيراته على البيئة البحرية، ويُسهل الكشف عن الأخطار التي تتعرض لها البيئة حاضرًا وفي المستقبل المنظور والبعيد، فتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية تسمح بجمع البيانات إلكترونيًا وميدانيًا مع التحديد التلقائي للإحداثيات الجغرافية من قبل النظام العالمي لتحديد المواقع (GPS) لنقطة تجميع البيانات (Milenković and Kekić 2016)، بالإضافة إلى ربط البيانات الميدانية بالخرائط التفاعلية ولوحات المعلومات التي تُسهل إدارة البيانات والتعامل معها.

ومن هذا المنطلق ستولي هذه الدراسة اهتمامًا بتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية وكيفية مساهمتها في التمكين من التعامل مع بلاغات التلوث في البيئة البحرية والإستجابة لها.

٢- مشكلة الدراسة:

نتيجة لتعرض المناطق البحرية لتهديدات تشكل تحدي لاستمرار استدامتها، واستجابةً لهذه التحديات، يلزم تصميم نظام استجابة فعال ومبني على تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لإدارة بلاغات التلوث البحري بشكل فعال.

تكمن المشكلة في عدة جوانب:

أولاً: الوقت المستغرق لوصول المعلومة لغرفة العمليات، لذلك يجب الربط ما بين الفرق الميدانية وغرف العمليات، واستبدال العملية الورقية للاستجابة إلى عملية الكترونية تعتمد على نظام المعلومات الجغرافي، حيث يتم في الوقت

الحاضر الاستجابة للبلاغات من خلال استقبال البلاغات هاتفيًا وأخذ الموقع التقريبي ومن ثم يتم إرسال الفرق الميدانية للموقع وتقييم الوضع، ثم بعد ذلك يتم الرجوع لغرفة العمليات بمعلومات ورقية وبعدها يتم طلب المعدات المستخدمة للاستجابة للحادث البيئي عن طريق النماذج الورقية مما يكون هناك تعب وارهاق للفريق الميداني وهدر للوقت وتأخر بالاستجابة للحادث وهذا النوع من الحوادث يتطلب سرعة الاستجابة للبلاغات لحماية البيئة البحرية، بالإضافة إلى اعتماد خرائط ورقية لدعم اتخاذ القرار.

ثانيًا: يجب تكامل بيانات التلوث البحري المكانية والزمانية لتوجيه جهود الاستجابة واتخاذ القرارات الفعالة، لتحسين التعامل مع بلاغات التلوث البحري وتمكين التحليل الشامل وفي الاستجابة للطوارئ، فيمكن تحديد نطاق التلوث ومعرفة ما يحيط به من موائل طبيعية ساحلية، وتحديد نوعية خط الساحل الذي تعرض للتلوث داخل الخرائط التفاعلية، وبيانات أخرى يمكن أن يُستفاد منها، ويمكن خلال GIS إيجاد وسيلة ونظام لعملية الاستجابة للبلاغات ليتم تقديم البلاغ واستعراضه على الخرائط التفاعلية، وربط العملية الميدانية بالموقع وبخرائط تفاعلية لتحديد خط سير الفرق الميدانية اثناء عمليات المسح الميداني وتصوير المنطقة وتمكين الفريق الميداني من التعرف على المنطقة وحصر مدى الكارثة البيئية وإطلاع متخذي القرار بمعلومات لحظية عن الحادث بالإضافة إلى استعراض مواقع تخزين المعدات ومواقع طلب المعدات في منطقة الحادث وتحديد المسافة فيما بينها من خلال الأدوات، مما يُسهم في سرعة الاستجابة واتخاذ القرارات اللازمة للتعامل مع مثل هذه الحوادث والتقليل من الأضرار.

٣- أهمية الدراسة:

تبرز أهمية الدراسة في مجال الاستفادة من تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في المجال البيئي وبالأخص الاستجابة لبلاغات التلوث في البيئة البحرية، حيث إن حوادث التلوث في البيئة البحرية تقع في العمق البحري وعلى المناطق الساحلية مما يعني صعوبة في تحديد موقع الحادثة، فإذا لم يكن الموقع معروفًا بدقة فلن تتم الاستجابة له بأسرع وقت ممكن لعملية حصر الكارثة والتقليل من انتشارها وسيتم ضياع الوقت في الوصول للموقع والتأخر في عملية الاستجابة وانقاذ البيئة البحرية، بالإضافة إلى أهمية سرعة وصول المعلومة من الفرق الميدانية المشاركة لمتخذي القرار بشكل لحظي.

فتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية تساهم في تسهيل عملية الاستجابة وتقليل الأضرار الناتجة للحادث البحري والسيطرة عليه، فمن خلال النظام المقترح يصبح بالإمكان ربط البلاغ بموقعه وإمكانية تحديده بدقة، وبالتالي يكون موقعه معروفًا لدى الفرق الميدانية ليتم الاستجابة له وبدء عملية المسح وتحديد المنطقة من خلال التطبيق الميداني وتقدير مدى الكارثة البيئية، ليتم بذلك نقل الحدث لغرفة العمليات وصانعي القرار من خلال إرفاق صور عند البلاغ واثناء عملية المسح الميداني لمنطقة الكارثة بشكل لحظي، وايضًا تمكين من هم بغرفة العمليات من الاطلاع على سير عملية الاستجابة للبلاغات وتحليل البيانات، بدءً بتقديم البلاغ ووصولاً للاستجابة له ومن ثم قفل البلاغ من خلال منصة المتابعة والمراقبة والتي تشمل خرائط تفاعلية طبوغرافية وصور أقمار صناعية لكلاً من البلاغات والمناطق التي يتم مسحها ميدانيًا والمعدات بمواقعها.

٤- هدف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى التحقق من إمكانية تصميم نظام للاستجابة لبلاغات التلوث في البيئة البحرية باستخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية، بدلاً من الطريقة التقليدية المستخدمة لرفع كفاءة إدارة الحدث بين الفرق المشاركة وغرفة العمليات التي تساعد في تحديد نوعية الاستجابة والسيطرة على الأحداث الطارئة التي قد تنجم عن حوادث التلوث كتسرب الزيوت أو مواد أخرى ضارة في البيئة البحرية.

٥- تساؤل الدراسة:

كيف يمكن استخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في تصميم نظام استجابة فعال لبلاغات التلوث البحري بدلاً من الطريقة التقليدية المستخدمة وتحسين التعامل معها؟

٦- دراسات سابقة:

تستعرض الدراسات السابقة، دراسات استخدمت تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في إدارة وحل المشكلات البيئية:

- درس سلمي، (٢٠١٤م) دور نظم المعلومات الجغرافية

البحري (Marine GIS) في إدارة الكوارث البحرية وعمليات البحث والإنقاذ. هدفت الدراسة إلى مناقشة إمكانية استخدام نظام المعلومات الجغرافي البحري للحد من الخسائر بعد وقوع الحوادث البحرية قبل أن تتحول إلى كوارث وذلك من خلال تعريف بالنظام ومكوناته والمعلومات التي يساعد بها في عمليات البحث والإنقاذ بمراحله المختلفة وبهدف سرعة الاستجابة واتخاذ القرار وضمان كفاءة التطبيق والمتابعة.

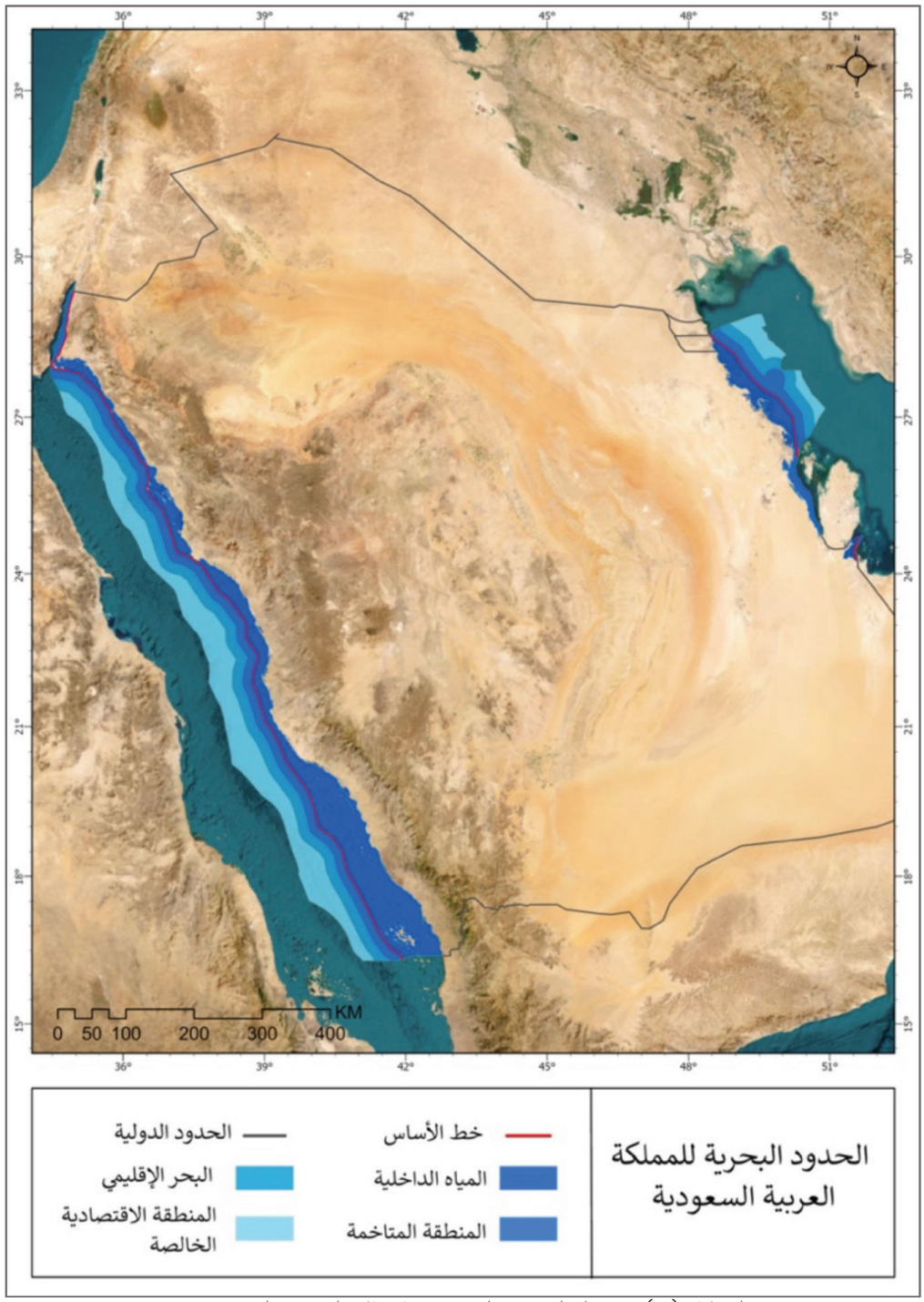
- درس (Nowak et al.2020) تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) المتنقلة للمسوحات البيئية الميدانية. Mobile GIS applications for environmental field surveys: A state of the art . هدفت هذه الدراسة إلى تحقيق المزيد من الوعي حول الاستفادة من تطبيقات مخصصة للأجهزة المحمولة لرسم الخرائط الميدانية وأهمية هذه التقنيات للباحثين البيئيين، وإمكانية هذه البرامج من تحسين سير العمل والدقة وجودة البيانات، والتي يمكن أن تساعد في تحقيق أفضل النتائج. تم تقديم مراجعة تطبيقات الهاتف المحمول لرسم الخرائط الميدانية ووصف شامل لإنشاء مساحة العمل للاستطلاعات الميدانية باستخدام (2019 ArcGIS Online (Esri، و (٢٠١٩(Esri Collector for ArcGIS في هذا العمل. تم إجراء هذا البحث باستخدام دراسة الحالة الخاصة بمصنع تعدين الحجر الجيري في بولندا.

- درس (Pirtskhalava-Karpova، Karpov, and Barashni ٢٠٢١)، استخدام التطبيق الإلكتروني لرصد الحيوانات في المناطق المحمية على مثال Survey123. Using electronic application for monitoring animals in protected areas on the example survey 123. هدفت الدراسة إلى تطوير نماذج جمع البيانات الإلكترونية لـ Survey123 المستخدمة في تطبيق ArcGIS. أظهر اختبار تطبيق Survey123 خلال المواسم الميدانية ٢٠١٨-٢٠١٩ كفاءة جمع البيانات الحيوانية في شكل إلكتروني مما يجعل البيانات متاحة على الفور للمعالجة والتحليل في نهاية المواسم الميدانية، تم التوصل إلى أن التطبيق الإلكتروني يمكن أن يحل تمامًا محل سجل الحيوانات المكتوبة بخط اليد.

٧- منطقة الدراسة:

سيتم تطبيق هذه الدراسة على البيئة البحرية والساحلية ضمن إقليم المملكة العربية السعودية، وتشمل المياه الداخلية والبحر الإقليمي والمنطقة المتاخمة والمنطقة الاقتصادية الخالصة للبحر الأحمر والخليج العربي شكل (١)، فالمملكة تمتلك سهلان ساحليان الأول في غربها بمحاذاة البحر الأحمر من الشرق، والآخر في شرقها بمحاذاة الخليج العربي من الغرب، فيمتد السهل الساحلي للبحر الأحمر على طول البحر الأحمر من الشمال إلى الجنوب، وذلك من خليج العقبة والحدود مع المملكة الأردنية الهاشمية شمالاً، حتى الحدود مع الجمهورية اليمنية جنوباً، فيصل طول ساحل البحر الأحمر إلى ١٩٠٠ كيلومتر (أبو بكر، وعادل، وخميس ٢٠٠٢م) (العجيلي، ٢٠١٢م) (مؤسسة خالد بن سلطان للمحافظة على الحياة البحرية في المحيطات، ٢٠١١م) ويتجه شمال شمال غربي إلى جنوب جنوب شرق بين خطي عرض ٣٦-١٢ درجة شمالاً عند باب المندب، وخط ٣٠ درجة شمالاً عند قناة السويس (عنبر، ٢٠٠٦م)، ويقع الخليج العربي بين خطوط الطول ٢٥ درجة شمالاً و٣٠ درجة شمالاً ومنتصف خط ٥٢،٥ شرقًا (عنبر، ٢٠٠٦م)، ويمتد السهل الساحلي في المملكة من حدودها مع دولة الكويت شمالاً، شمال رأس الخفجي، حتى حدودها مع دولة قطر في أسفل دوحة سلوى، ثم يمتد هذا السهل مرة أخرى لمسافة قصيرة بعد شبه جزيرة قطر وذلك حول دوحة دويهن جنوب خور العديد، ويبلغ طول ساحل الخليج العربي ٥٦٠ كيلومتر (أرامكو السعودية، ٢٠١٢م) (الشريف، ١٩٧٧م).

ويقع على كلاً من ساحل البحر الأحمر والخليج العربي عددًا من الموانئ البحرية التي تُسهم في تطوير أعمال التجارة البحرية الإقليمية والدولية ونقل الركاب (المنصة الوطنية الموحدة) شكل (٢).



الشكل (١) خريطة الحدود البحرية للمملكة العربية السعودية.

المصدر: إعداد الباحثة باستخدام برنامج ArcGIS Pro اعتمادًا على بيانات هيئة المساحة الجيولوجية السعودية والمركز الوطني للرقابة على الالتزام البيئي.

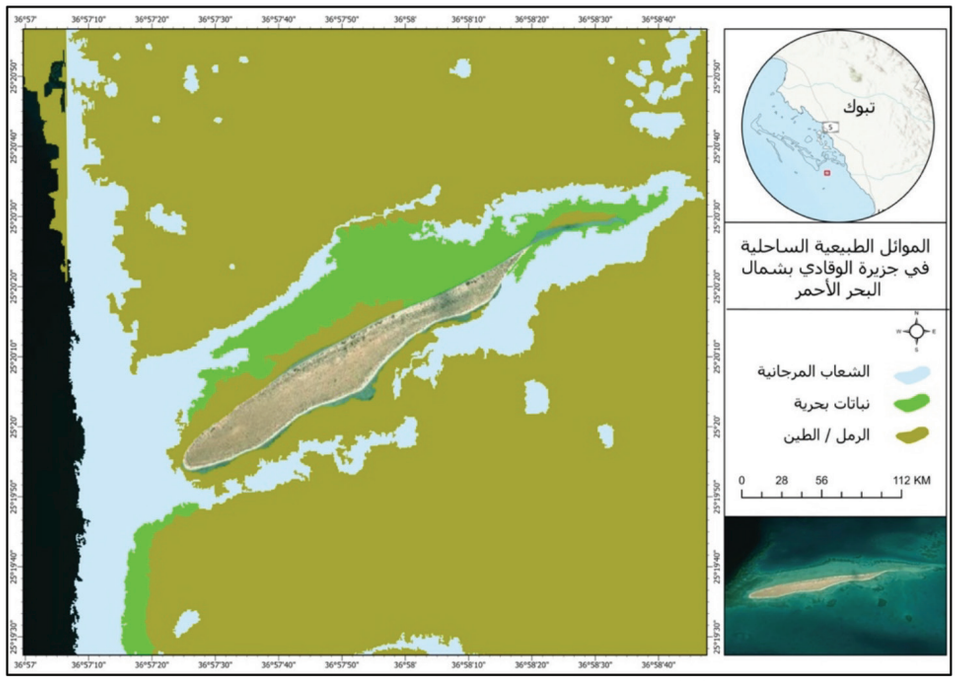
شكل (٢) خريطة مواقع الموانئ البحرية للمملكة العربية السعودية.

المصدر: إعداد الباحثة باستخدام برنامج ArcGIS Pro اعتمادًا على مواقع الموانئ في Google Maps ومسمياتها من موقع الهيئة العامة للموانئ https://mawani.gov.sa

١- البحر الأحمر:

تتميز بيئة البحر الأحمر بجمال طبيعي جذاب ينفرد بها عن بحار العالم، وتمتلك المملكة أكبر قدر من الموائل البحرية الضحلة (مؤسسة خالد بن سلطان للمحافظة على الحياة البحرية في المحيطات، ٢٠١١م)، إذ يتواجد فيه بيئات متنوعة كثيرة مثل بيئة الشعاب المرجانية، الحشائش البحرية، الشواطئ الرملية والصخرية، الأراضي الرطبة وأشجار المانجروف التي تغطي مساحة ٢٠٠كم٢ (أرامكو السعودية، ٢٠١٢م). وأكثر ما يميزها هي بيئة الشعاب المرجانية التي تُعتبر إحدى البيئات الهامة التي تتسم بتعدد وتنوع أشكالها الحية، وهي موطن ومأوى لأكثر من ٤٠٠٠ نوع مختلف من الأسماك و٧٠٠ نوع من المرجان وآلاف من النباتات والحيوانات البحرية الأخرى (أبو بكر، وعادل، وخميس ٢٠٠٢م)، كما يحتوي البحر الأحمر على ثديات وسلاحف وطيور بحرية (الهيئة الإقليمية للمحافظة على بيئة البحر الأحمر وخليج عدن)، ويعيش بالبحر الأحمر أكثر من ٣٠٠ نوع من الطيور، ويحتوي على أكثر من ٢٠٠ نوع من الشعاب المرجانية، وحوالي ١٥ نوع من الحشائش البحرية (أبو بكر، وعادل، وخميس ٢٠٠٢م)، ومؤخرًا تم اكتشاف أكثر من ٣٤٠ نوع من الأسماك والكائنات البحرية المتواجدة في شمال البحر الأحمر (نيوم) ليضفي على هذا البحر تنوعًا إحيائيًا مذهلاً، ولهذا التنوع البيولوجي قيمة كبيرة من ناحية الإمداد بالغذاء، واستقرار المناخ، وتنقية الهواء، والماء، وغيره (أبو بكر، وعادل، وخميس ٢٠٠٢م).

يقع على البحر الأحمر العديد من المشاريع التنموية التي تُسهم في تحقيق رؤية المملكة ٢٠٣٠ وتشكل وجهه سياحية طبيعية بمعايير تنمية مستدامة، كمدينة نيوم التي تقع في شمال سواحل المملكة الغربية، ومشروع البحر الأحمر الذي يقوم على تطوير أجزاء من الساحل الغربي للمملكة، وتم تحويل عدد من الجزر بالمشروع إلى محميات لأهميتها البيئية مثل جزيرة الوقادي كونها ملاذ لـ ١٪ من السلاحف صقرية المنقار المهددة بالانقراض شكل (٣)، و تحويل ثمان جزر أخرى تابعة للجزر الواقعة في منطقة تبوك بأملج شمال المملكة التي تشمل على العديد من التنوع الاحيائي المختلف والفريد لبيئاتها (رؤية ٢٠٣٠) كما في شكل (٤).



شكل رقم (٣) خريطة الموائل الطبيعية الساحلية في جزيرة الوقادي.

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على بيانات الموائل الطبيعية الساحلية للبحر الأحمر من الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

شكل رقم (٤) يوضح الشكل الشعاب المرجانية في البحر الأحمر وتفاعل الكائنات البحرية حولها.

المصدر: https://www.neom.com/ar-sa/newsroom/gallery

٢- الخليج العربي:

تقع على ساحل الخليج العربي للمملكة العديد من البيئات الساحلية والبحرية المتنوعة، منها الشعاب المرجانية وبُسُط الأعشاب البحرية وأشجار المانجروف الذي يغطي مساحة ٤ كم٢ على طول ساحل الخليج العربي ويتواجد نوع واحد منه وهو (نبات الشورى) (أرامكو السعودية، ٢٠١٢م)، وثديات وأسماك وكائنات بحرية أخرى.

تشكل الشعاب المرجانية الكبرى جزرًا مرجانية جميلة وملاذًا للعديد من الكائنات البحرية كالأسماك والسلاحف ومصدر رزق للصيادين، وتوفر أشجار الشورى موطنًا بيئيًا آمنًا لأسراب هائلة من الطيور وغيرها من الكائنات البحرية شكل (٥).

فالبيئة البحرية والساحلية بالخليج متنوعة أحيائيًا، فقد تم ظهور ما يزيد عن ٧٥٪ من أنواع الطيور المسجل وجودها في المنطقة الشرقية، بمحاذاة الساحل، وفي الخلجان الساحلية، وعلى الجزر القريبة والبعيدة عنه (أرامكو السعودية، ٢٠١٢م). وتُعد الجزر البعيدة عن الساحل مواقع ذات أهمية دولية لتعشيش الطيور البحرية.

شكل رقم (٥) في الشكل (أ) توضح أشجار الشورى، والشكل (ب) توضح الشعاب المرجانية في الخليج العربي.
المصدر: Almahasheer, 2021 المصدر: Qurban et al. 2012

• الخصائص والسمات البحرية:

١- البحر الأحمر:

يعد البحر الأحمر من أكثر الممرات البيئية ازدحامًا في العالم، حيث تمر به أغلب التجارة بين أوروبا وآسيا، ويعتبر نظام بيئي فريد بين بحار العالم (أبو بكر، وعادل، وخميس ٢٠٠٢م)، ووسطًا مناسبًا للعديد من الموائل الساحلية والبحرية، وتتميز مياهه بنقاوتها، لكنه عميق نسبيًا، ويبلغ أقصى عمق أكثر من ٢٨٠م (الوليعي، ٢٠١٨م)، مع متوسط عمق حوالي ٤٩٠م، (مؤسسة خالد بن سلطان للمحافظة على الحياة البحرية في المحيطات، ٢٠١١م) ويتميز قاع البحر الأحمر بصفة عامة بوعورته وعدم انتظامه حيث تغطيه تلال مرتفعة نوعًا ما، ولكنها شديدة الانحدار. تبلغ مساحته ٤٣٨,٠٠٠ كم٢ (أبو بكر، وعادل، وخميس ٢٠٠٢م) (مؤسسة خالد بن سلطان للمحافظة على الحياة البحرية في المحيطات، ٢٠١١م)، أما عرضه فيختلف بحسب المكان، ويبلغ في المتوسط حوالي ٢٧٣كم، وهو يضيق في اتجاهي الشمال والجنوب، ويصل أقصى عرض للبحر الأحمر إلى حوالي ٣٠٦ كم (أبو بكر، وعادل، وخميس ٢٠٠٢م).

وتمتلك المملكة الحيز الأكبر من جزر البحر الأحمر في مياهها، إذ يوجد ١٤٤ جزيرة (أبو بكر، وعادل، وخميس ٢٠٠٢م)، كجزيرة يبوع في شمال البحر الأحمر التي تتميز بالشعاب المرجانية حولها.

٢- الخليج العربي:

تبلغ مساحة الخليج العربي ٢٣٩,٠٠٠ كم٢ (شاكر، ٢٠٠٣م) (عنبر، ٢٠٠٦م)، ويتراوح اتساعه بين ٤٧ كم عند مضيق هرمز و٢٨٠ كم في أوسع نقطة فيه (شاكر، ٢٠٠٣م)، وتعتبر المياه في الخليج العربي مياه ضحلة (الفقي، ١٩٩٣م)، إذ لا يتجاوز عمق المناطق البحرية في الخليج العربي عن ٨٠ - ١٠٠م كحد أقصى، ويقل العمق كلما اتجهنا نحو السواحل الغربية (العمر، ٢٠١٢م)، وهو من الخلجان شبه المنغلقة، وتعبر العديد من ناقلات النفط من خلاله عبر الموانئ النفطية الواقعة على سواحله وذلك لأن أغلب البلدان التي تطل على سواحله هي مُصدرة للنفط، إضافة إلى ذلك فإن مياهه تضم حقولاً نفطية (Kämpf, Sadrinasab, 2005)، وتُعد مياه غرب الخليج العربي وسواحله من بين أكثر الأنظمة البيئية تنوعًا وثراءً في المنطقة، وقد لعبت هذه البيئة البحرية النشيطة دورًا جوهريًا في حياة ورفاه شعوب المنطقة لآلاف السنين، فأدى كل ذلك مجتمعًا إلى تزايد الضغط البيئي على بيئته الهشة أساسًا وقد يعرضها إلى الخطر (أرامكو السعودية، ٢٠١٢م).

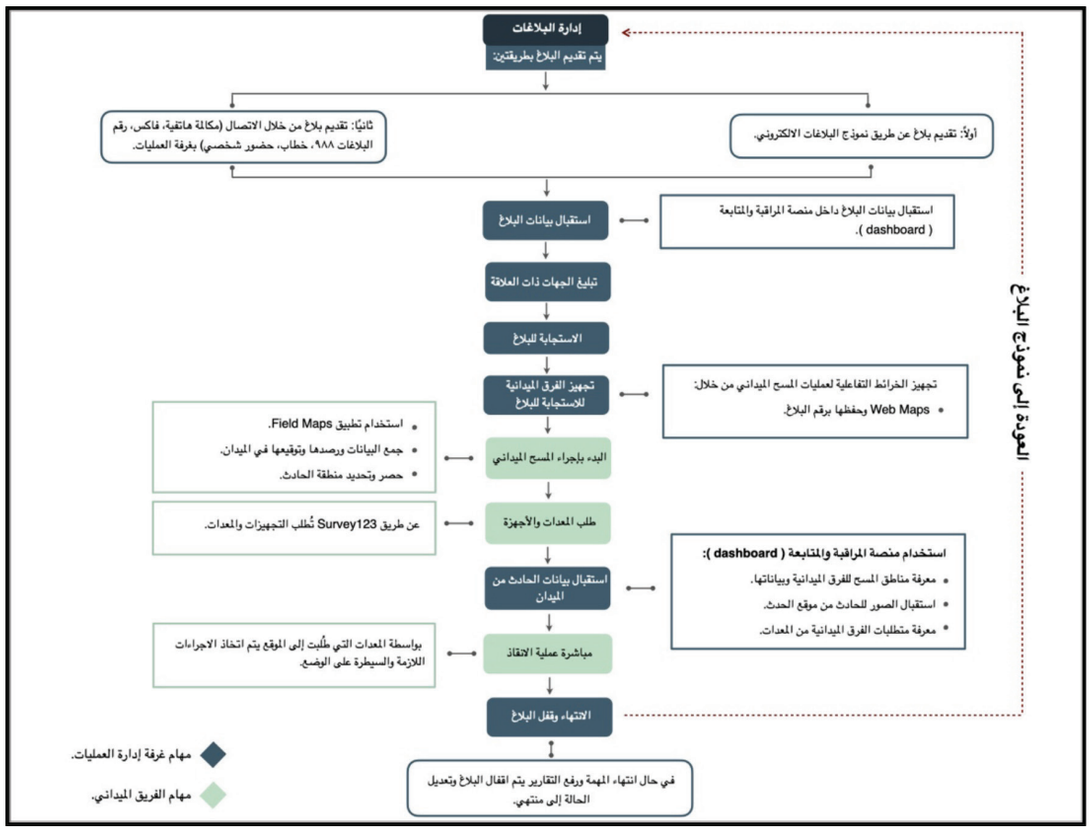
يحتوي الخليج العربي للمملكة على ١٢جزيرة قريبة من الساحل كجزيرة أبو علي، وهذه المنطقة الساحلية غير منتظمة الشكل وتحتوي على ستة خلجان كبيرة (أرامكو السعودية، ٢٠١٢م).

٨- منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة على منهجين الأول: المنهج الوصفي من خلال دراسة التلوث البيئي البحري ومعرفة ماهيته وأنواعه وتصنيفاته، ووصف البيئة والسمات البحرية للبحر الأحمر والخليج العربي، والمنهج الثاني: المنهج التطبيقي لمحاولة حل مشكلة الدراسة والإجابة على تساؤلاتها. تم استخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في الاستجابة لبلاغات التلوث في البيئة البحرية للربط ما بين غرفة العمليات والفرق الميدانية من خلال التطبيقات المختلفة مثل: ArcGIS Survey123, ArcGIS Field Maps ArcGIS Dashboard, ArcGIS Experience builder, ArcGIS Web Application، والتي تندرج تحت منصة ArcGIS Online كما في الشكل (٦).

- ArcGIS Field Maps: يسمح بجمع البيانات الميدانية وتحديد المواقع وتحديث البيانات على الفور، يوفر واجهة سهلة الاستخدام لفرق العمل في الميدان (ESRI 2021).
- ArcGIS Survey123 Connect and ArcGis Survey123 (Field App): يمكن استخدامه لإنشاء استبيانات جغرافية مخصصة وجمع البيانات المكانية والغير مكانية، وتوفر منه نسخة للعمليات الميدانية (Field App) لاستخدام النماذج التي تم انشاؤها من خلاله (ESRI 2021).
- ArcGIS Dashboard: يعرض البيانات المكانية بشكل تفاعلي وبصورة سهلة القراءة عبر لوحة تحكم تفاعلية، يمكن استخدامه لرصد التطورات وتحليل البيانات المكانية (ESRI 2021).
- ArcGIS Experience Builder: يسمح بإنشاء تجارب تفاعلية قائمة على الخرائط والبيانات المكانية بدون الحاجة إلى برمجة، يمكن استخدامه لإنشاء تطبيقات ومواقع ويب ديناميكية (ESRI 2021).
- ArcGIS Web Application: يسمح بإنشاء تطبيقات ويب مخصصة تعتمد على الخرائط والبيانات المكانية، يوفر واجهة سهلة الاستخدام لتصفح وتحليل البيانات المكانية (ESRI 2021).

هذه التطبيقات توفر مزايا متنوعة لتصميم نظام استجابة فعال لبلاغات التلوث البحري والاستجابة له، مما يسهم في تحسين قدرة التحليل والتصور والتواصل، وتم استخدام كل برنامج من هذه البرامج بما يتناسب مع امكانياته شكل (٧).



شكل (٦) يوضح الشكل منهجية الدراسة.

المصدر: إعداد الباحثة.

اسم البرنامج	الاصدار المستخدم	الهدف من استخدامه
Field Maps	23.3.0	لعمليات المسح الميداني (بحري، بري وجوي)، وهو متاح لأنظمة Android وiOS.
Survey123 (Field App)	3.18.145	لعملية طلب المعدات ميدانيًا، وهو متاح لأنظمة Android وiOS.
Survey123 Connect (Desktop)	3.18.124	لتصميم نموذج تقديم ومتابعة بلاغات التلوث البيئي البحري، ونموذج المعدات المستخدمة، ونموذج التقرير اليومي لعمليات الاستجابة والمكافحة.
Dashboard	June 2023 update	لعرض بيانات البلاغات وبيانات المعدات بمواقعها على الخرائط التفاعلية وربطها بالرسوم البيانية والجداول.
Web AppBuilder	October 2023 update	لبناء تطبيق لمواقع البلاغات مع الأدوات المناسبة لعرض وتعديل البيانات وإمكانية التغيير لخرائط الأساس وغيرها من الأدوات.
Experience Builder	October 2023 update	لإنشاء منصة الاستجابة، لمراقبة ومتابعة الحدث، فجميع بيانات عملية الاستجابة ستنعكس بها.

شكل (٧) يوضح الشكل البرامج المستخدمة وتاريخ إصدارها والهدف من استخدامها في الدراسة.

المصدر: إعداد الباحثة.

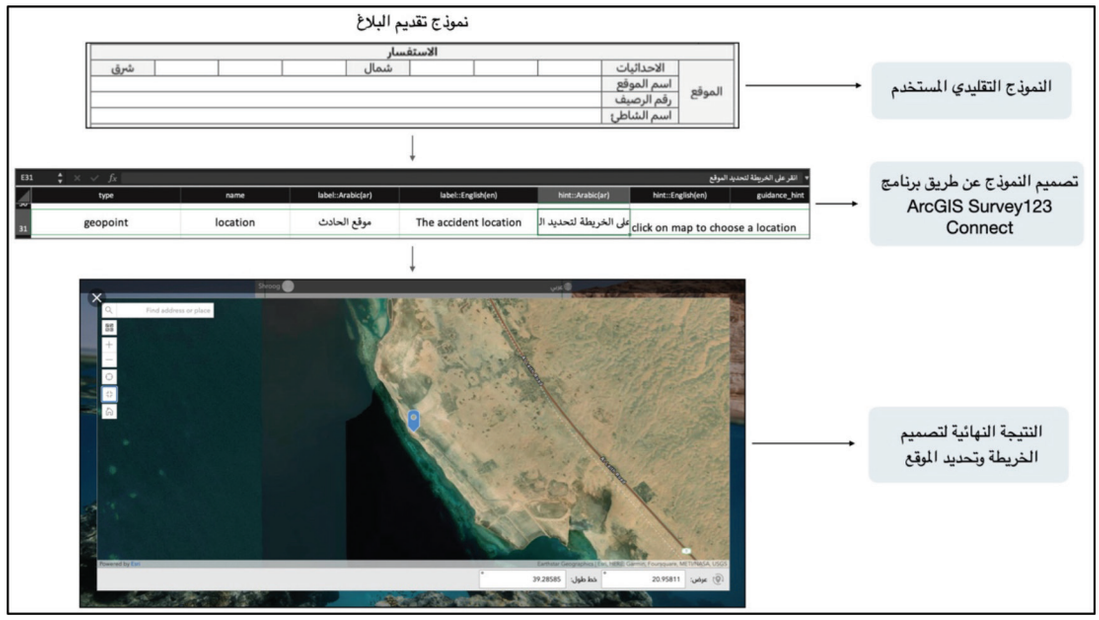
يمكن تقسيم تصميم النظام إلى عدة مراحل:

المرحلة الأولى: جمع البيانات

تم جمع البيانات من مصادر مختلفة لتضمينها داخل التطبيقات لتصبح بيانات تعتمد عليها التطبيقات ومساندة لاتخاذ القرار وتشمل: (بيانات حدود المناطق الإدارية والحدود الدولية، وبيانات الحدود البحرية للمملكة العربية السعودية، وبيانات الموائل الساحلية وتصنيف خط الساحل للبحر الأحمر والخليج العربي، اما البيانات الأساسية والتي تُمثل أساس هذه الدراسة وهي نموذج تقديم بلاغ ونموذج متابعة البلاغ ونماذج المسح الميداني (البحري، البري والجوي)، نموذج طلب المعدات، نموذج التقرير اليومي لعمليات الاستجابة والمكافحة، والبيانات التي تم افتراضها وهي: بيانات المعدات، وبيانات مواقعها).

المرحلة الثانية: دراسة النماذج

يتم دراسة النماذج وتصميمها بما يوائم استخدامها داخل تطبيقات GIS، من خلال الاستغناء عما يتم إدخاله يدويًا، على سبيل المثال يتم استبدال تحديد إحداثيات الموقع بالطريقة التقليدية اليدوية في نموذج تقديم البلاغ إلى طريقة تلقائيه على الخريطة التفاعلية ليتم حفظ الموقع بالبيانات المقدمة في النموذج شكل (٨) وبنفس المنهجية يتم تطبيقها على باقي النماذج.



شكل (٨) يوضح الشكل آلية التحول من الطريقة التقليدية في تحديد الموقع إلى الخرائط التفاعلية.

المصدر: إعداد الباحثة.

تم دمج نموذجي تقديم البلاغ ومتابعة البلاغ في نموذج واحد لينعكس بذلك على الخرائط كطبقة واحده تشمل حالات البلاغ الخمس وهي كالتالي:

١- بلاغ جديد: وهي الحالة التي تكون عند تقديم بلاغ جديد ويظهر الموقع باللون الأحمر على الخريطة.

٢- جاري العمل عليه: وهي الحالة التي يتم تغييرها من قِبل مستلم البلاغ، وهذه الحالة تعني أنه تم بِدأ الاستجابة للبلاغ ويظهر الموقع باللون الأخضر.

٣- منتهي: وهذه الحالة تعني أنه تم اقفال البلاغ والانتهاء من عملية الاستجابة، ويظهر الموقع باللون الأزرق.

٤- بلاغ ليس من اختصاص الجهة: وهي الحالة التي تكون البلاغات بها خارج نطاق تلوث البيئة البحرية، ويظهر باللون البنفسجي.

٥- بلاغ غير صحيح: وهي الحالة التي يتضح بها من خلال خروج الفرق الميدانية المختصة للموقع وفحصه بأنه بلاغ غير صحيح، ويظهر باللون البرتقالي.

المرحلة الثالثة: إنشاء النماذج

بعد عملية تجهيز النماذج، تأتي مرحلة إنشائها وتصميمها عن طريق البرامج المختلفة بحسب الهدف من استخدامها، وفي هذه الدراسة تم استخدام عدة طرق لإنشاء الطبقات وتم اختيارها بما يتناسب مع الهدف من استخدامها، فنماذج المسح الميدانية (بحري، بري، جوي) تم انشاؤها عن طريق AGOL وتم الاستعانة بلغة البرمجة Arcade في تصميم النماذج، إما نموذج تقديم ومتابعة بلاغ تم إنشاؤه في ArcGIS Survey123 Connect Desktop والذي يسمح بإنشاء النماذج والطبقات ونشرها على AGOL، وايضًا من خلال البرنامج نفسه تم انشاء نموذج المعدات المستخدمة ونموذج التقرير اليومي لعمليات الاستجابة والمكافحة شكل (٩).

شكل (٩) يوضح الشكل البرامج المستخدمة في تصميم النماذج.

المصدر: إعداد الباحثة.

المرحلة الرابعة: تضمين النماذج في خرائط الويب (Web Maps)

يتم تضمين النماذج في خرائط الويب ليتم عرض البيانات داخل الخريطة وإمكانية التحكم بخصائصها وتصنيفها، فجميع النماذج يتم إضافتها في الخرائط مع البيانات المساندة لاتخاذ القرار باستثناء نموذج التقرير فلا تحتاج نتائجه إلى خريطة وإنما نموذج يتم تعبأته من خلال المتصفح. يتم إضافة نموذج البلاغ ونموذج المعدات في الخرائط بعد تصميمها، اما خرائط المسح الميداني (بحري، بري وجوي) تأتي مرحلة تصميمها بعدما يتم إضافتها في الخرائط كطبقات تم انشاؤها مسبقًا فكل نوع من نماذج المسح يصمم داخل خريطة منفصلة عن الآخر، فيكون بذلك خمس خرائط ويب يتم انشاؤها (خريطة البلاغات، طلب المعدات، المسح الميداني البحري، البري والجوي)، ويتم إضافة البيانات المساندة التي تم الحصول عليها من مصادر مختلفة في الخريطة، كبيانات الحدود الإدارة والدولية والبحرية للمملكة، وبيانات الموائل الطبيعية الساحلية في خرائط المسح الميداني والخرائط الأخرى شكل (١٠).

المرحلة الخامسة: بناء التطبيقات المختلفة

١- تطبيق خرائط الويب (Web AppBulider):

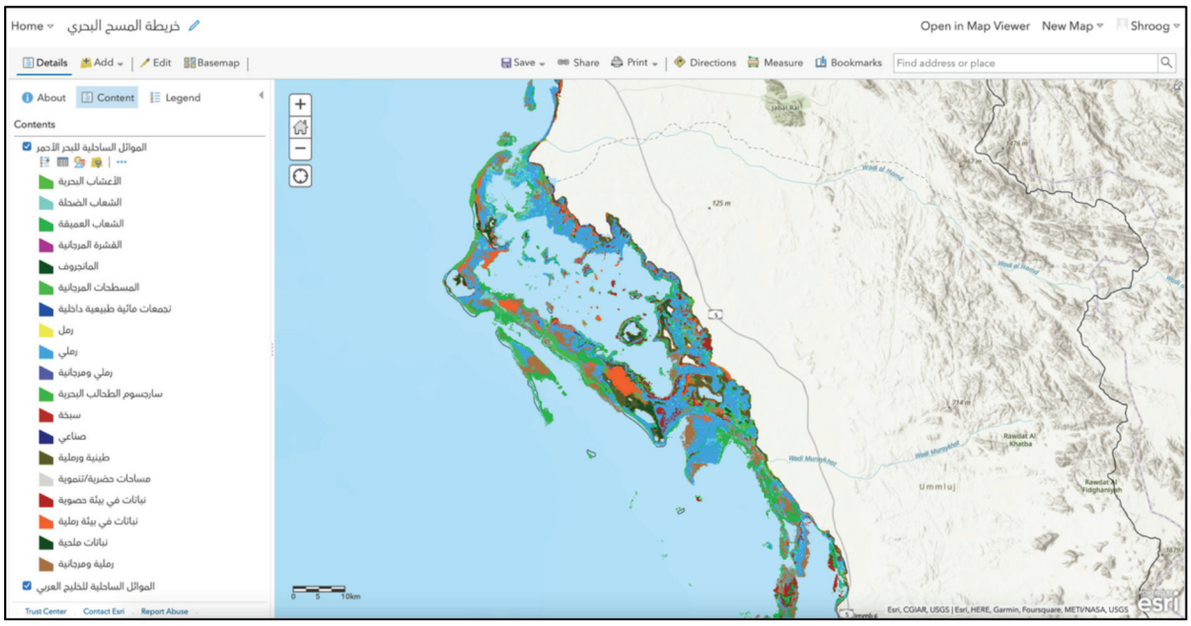
تعد تطبيقات خرائط الويب وسيلة مناسبة لعرض البيانات الجيومكانية والتفاعل معها، إذ توفر إمكانية الاستعراض الجغرافي أو التصور، وسهولة الاستخدام وإمكانية تحكم أكبر بالبيانات كالتعديل وفرز البيانات والتحليل من خلال الأدوات المختلفة، ويتم ارفاق هذه التطبيقات بما تحتويه من بيانات وأدوات في لوحة المعلومات (Dashboard) لمواقع البلاغات.

- **تطبيق البلاغات:**

يشمل التطبيق على الخريطة التي سبق وتم انشاؤها للبلاغات، ويحتوي على أداة عرض البيانات الوصفية للبلاغات التي يمكن من خلالها اختيار إحدى البلاغات ليتم التقريب لموقعه على الخريطة، وأداة التعديل على البيانات التي تسمح بتعديل بيانات حالة البلاغ والحقول الخاصة بمستلم البلاغ وطريقة استلامه، وإمكانية تغيير خريطة الأساس، وعرض مفتاح الخريطة، والطبقات وإمكانيه إخفاؤها.

٢- لوحة المعلومات (Dashboard):

تعتبر لوحة المعلومات هي الأساس الذي سيتم من خلاله استقبال وعرض جميع بيانات مواقع البلاغات وطلب المعدات، فتظهر البلاغات وطلب المعدات بمواقعها والبيانات التفصيلية لكل موقع منها، ويتم ربط الخريطة والبيانات بالرسوم البيانية والجداول، ليتم إضافة لوحة المعلومات للبلاغات والمعدات داخل المنصة في Experience builder بجانب خرائط المسح الميدانية.



شكل (١٠) يوضح الشكل تصنيف الموائل الساحلية في خريطة الويب.

المصدر: ArcGIS Online.

• لوحة المعلومات للبلاغات:

الهدف من إنشاء لوحة المعلومات للبلاغات هو إدارة بيانات البلاغات ومعرفة البلاغات الجديدة. تستعرض لوحة المعلومات التطبيق الخاص بخريطة الويب التي سبق وتم انشاؤه للبلاغات، بالإضافة إلى رسوم البيانية تساعد على تحليل البيانات كالتي توضح نوع التلوث بحسب المنطقة الإدارية، واستعراض حالات البلاغات وعددها، وإمكانية فلترتها بحسب رقم البلاغ والمنطقة الإدارية والمحافظة وتاريخ ووقت البلاغ، وعرض بيانات البلاغات الحالية والبلاغات السابقة.

• لوحة المعلومات للمعدات:

تهدف لوحة المعلومات للمعدات إلى تمكين أصحاب القرار من معرفة المعدات المتوفرة في كل منطقة خلال عملية الاستجابة وبعدها، وتحديد الاحتياج المستقبلي بناءً على البيانات المتوفرة، إذ تحتوي على خريطة ويب تستعرض مواقع طلب المعدات وبيانات المعدات الافتراضية كمواقع (Point) وكمناطق (Polygon)، ورسوم بيانية توضح عدد المعدات بحسب كل منطقة إدارية، وجدول يستعرض البيانات التفصيلية داخل كل منطقة تم اختيارها من الرسوم البيانية.

٣- Experience builder:

يتم من خلاله إنشاء منصة الاستجابة، إذ تعتبر منصة لمراقبة ومتابعة الحدث، فجميع عملية الاستجابة ستنعكس بها؛ لاحتوائها على التطبيقات التي تم انشاؤها مسبقًا لتظهر بمواقعها والبيانات التفصيلية لكل موقع منها، تشمل المنصة صفحة رئيسية، ويليها صفحة تحتوي على نموذج تقديم بلاغ عن تلوث بيئي بحري، خرائط عمليات المسح الميدانية (البحري، البري والجوي)، لوحة المعلومات، النماذج الورقية (نماذج عمليات الاستجابة) التي تم تحميلها كملفات PDF، Word داخل AGOL، ونظام معلومات الطقس Windy شكل (١١).

تم تقسيم لوحة المعلومات التي تم إنشاء في Experience builder إلى ثلاث أجزاء وهي:

- مواقع البلاغات: يعرض هذا الجزء لوحة المعلومات لمواقع بلاغات تلوث البيئة البحرية التي تم انشاؤها مسبقًا في Dashboard.

- مواقع عمليات المسح الميدانية: يضم جميع خرائط عمليات المسح الميدانية وتم تصممها داخل Experience builder لتشمل الخرائط التفاعلية والأدوات بجانب بيانات عمليات المسح.

- مواقع المعدات: يستعرض هذا الجزء لوحة المعلومات لمواقع المعدات التي تم انشاؤها مسبقًا في Dashboard بالإضافة إلى خريطة الويب للمعدات لإمكانية تحديد الاتجاه من وإلى مواقع تخزين المعدات وموقع التلوث وتم استخدام خريطة المعدات، وايضًا هناك الأيقونة التي تحتوي على التقرير اليومي لعمليات الاستجابة والتي تم إنشاؤه من خلال Survey123 Connect .

شكل (١١) يوضح الشكل صفحة منصة الاستجابة.

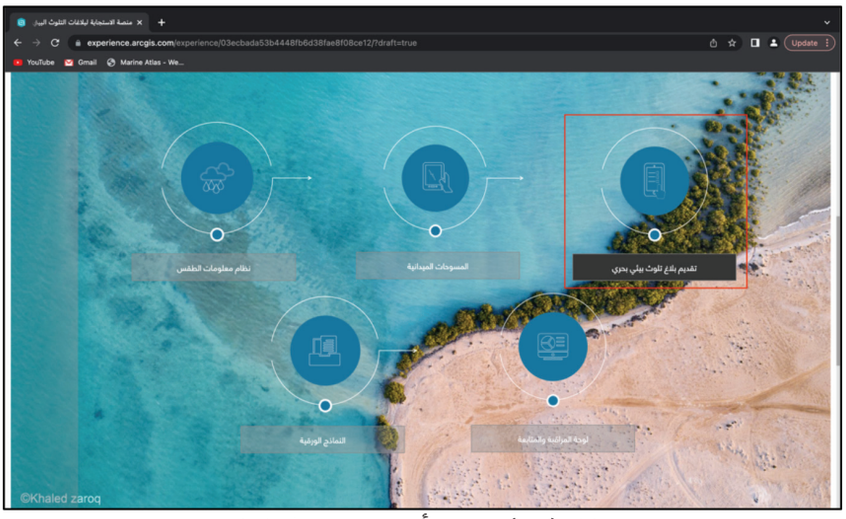
٩- النتائج:

تطبيق نظام الاستجابة لبلاغات التلوث البيئي البحري:

يتكون النظام من سبعة مراحل لعملية الإستجابة، وتم تطبيقها ميدانياً للتأكيد من جودته وسرعة عمله، وهى كالتالي:

١- مرحلة تقديم البلاغ:

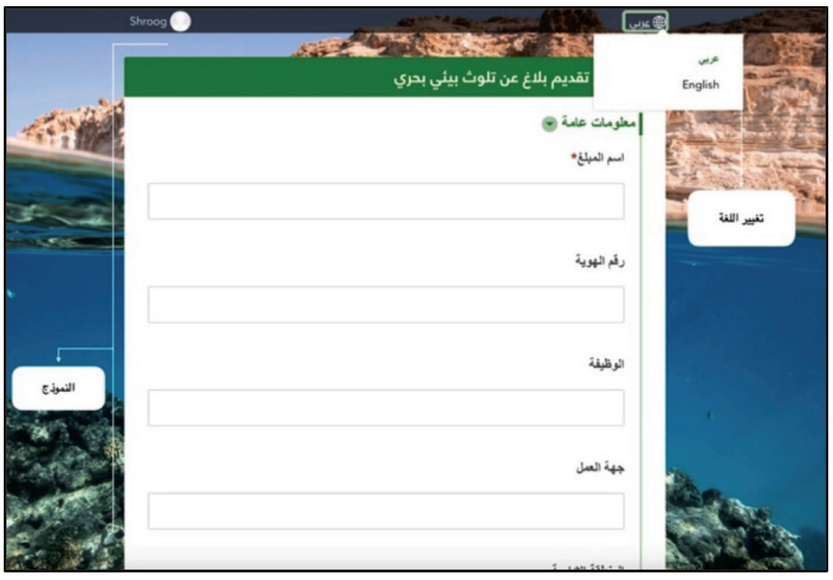
تعتبر مرحلة تقديم البلاغ الخطوة الأولى في عملية الاستجابة وتتم بطريقتين: الطريقة الأولى من خلال الاتصال للإبلاغ عن التلوث ويقوم مستقبل البلاغ بتعبئة النموذج الالكتروني، والطريقة الثانية من خلال الدخول إلى الموقع[١] واختيار تقديم بلاغ تلوث بيئي بحري شكل (١٢)،



شكل (١٢) يوضح أيقونة تقديم البلاغ.

فيتم تعبئة البيانات الخاصة بالمبلغ ومن ثم البيانات المتعلقة بالتلوث وتحديد الموقع، وبمجرد فتح النموذج يتم تسجيل التاريخ والوقت للبلاغ بشكل تلقائي شكل (١٤).

ومن ثم يتم فتح النموذج وتعبئة البيانات الخاصة بالبلاغ، يعطي النموذج خياري اللغة العربية والإنجليزية للاختيار فيما بينهما لإظهار حقول النموذج باللغة المختارة شكل (١٣).

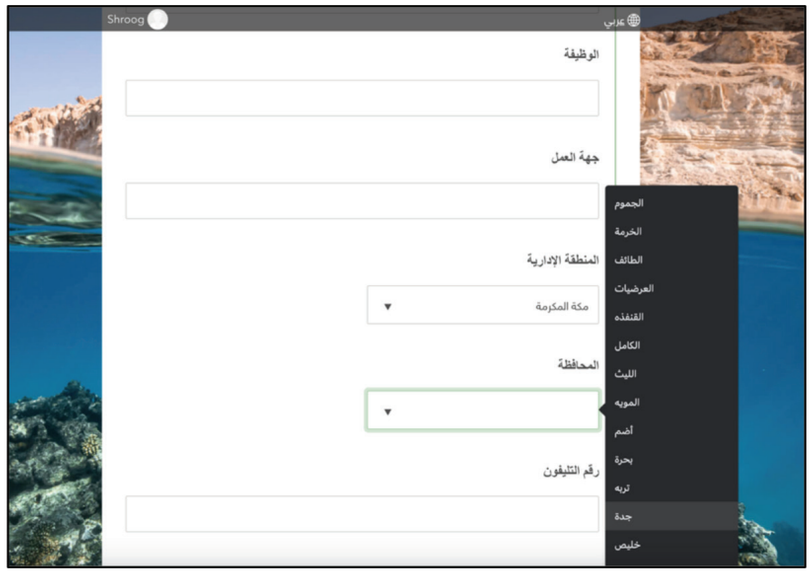


شكل (١٣) يوضح الشكل صفحة نموذج البلاغ.

1 https://experience.arcgis.com/experience/03ecbada53b4448fb6d38fae8f08ce12/

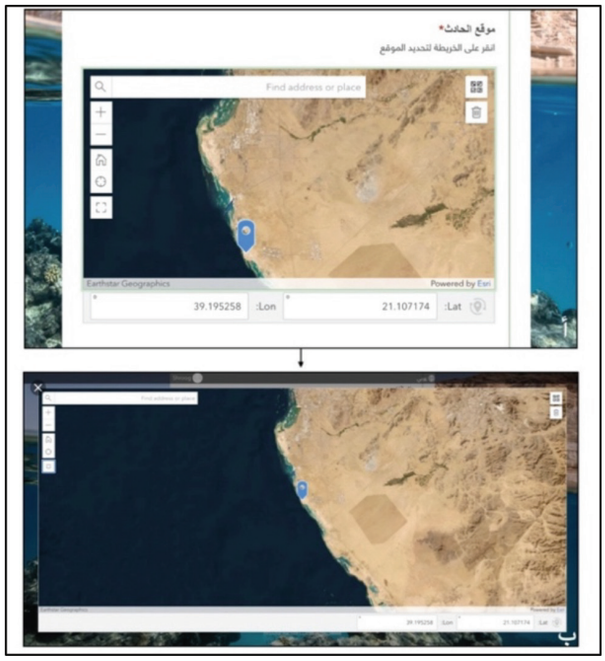
شكل (١٤) يوضح الشكل تسجيل التاريخ بشكل تلقائي.

وعند اختيار المنطقة الادارية في خانة المحافظات، تظهر فقط المحافظات التابعة للمنطقة التي تم اختيارها، أو من خلال كتابة اسم المحافظة لتظهر في الخيارات شكل (١٥).



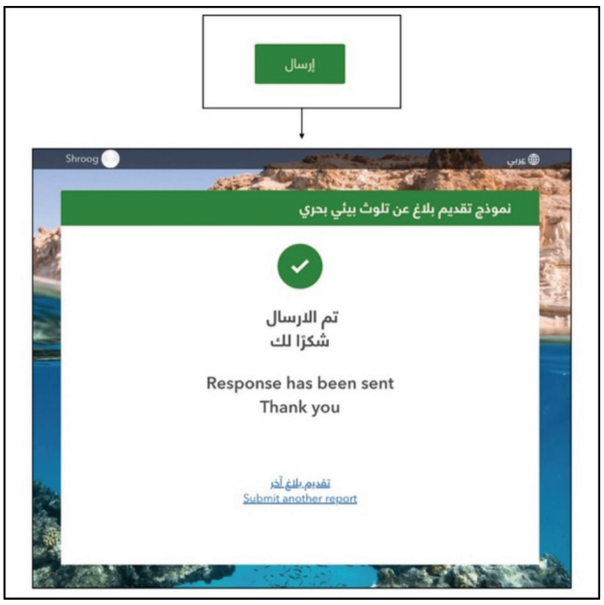
شكل (١٥) يوضح الشكل ظهور المحافظات التابعة للمنطقة الإدارية التي تم اختيارها.

ومن الأسئلة الاجبارية التي لا يستطيع ارسال البلاغ إلا بها هي تحديد الموقع على خريطة تفاعلية، يستطيع فتح الخريطة وتحديد موقعه بشكل تلقائي شكل (١٦)، والتقاط أو إضافة صورة شكل (١٧)، وعند الانتهاء يتم اختيار إرسال للغة العربية أو Submit للغة الإنجليزية في نهاية النموذج، وبعدها تظهر نافذة شكر ورابط في حال الرغبة في تقديم بلاغ جديد شكل (١٨).



شكل (١٦) يوضح الشكل إمكانية تحديد الموقع على الخريطة.

شكل (١٧) يوضح الشكل إمكانية اختيار أو التقاط صورة.

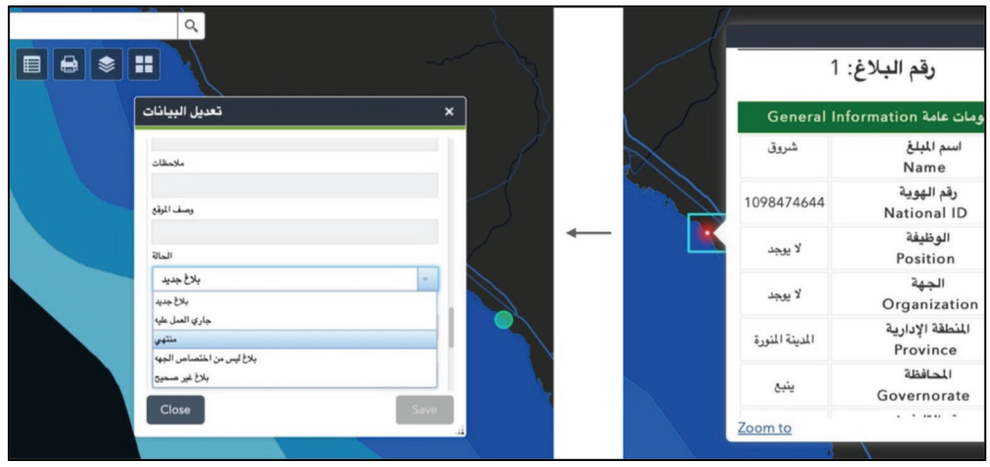


شكل (١٨) يوضح الشكل نافذة تأكيد الارسال.

٢- مرحلة استقبال وعرض بيانات البلاغ:

يستقبل البلاغ من هم بغرفة العمليات بالوقت الفعلي (Real-time) في خريطة البلاغات بلوحة المعلومات (Dashboard) شكل (١٩)، ويظهر موقع البلاغ كنقطة حمراء على الخريطة وهذا يعني بلاغ جديد، يمكن من خلال الخريطة فتح بيانات البلاغ من خلال الضغط عليه لتظهر نافذه تستعرض البيانات، ولا يمكن التعديل على بيانات البلاغ باستثناء طريقة استلام البلاغ، وحالة البلاغ التي يتم تعديلها من خلال اختيار أداة Smart Edit شكل (٢٠).

شكل (١٩) يوضح الشكل لوحة المعلومات الخاصة بالبلاغات.

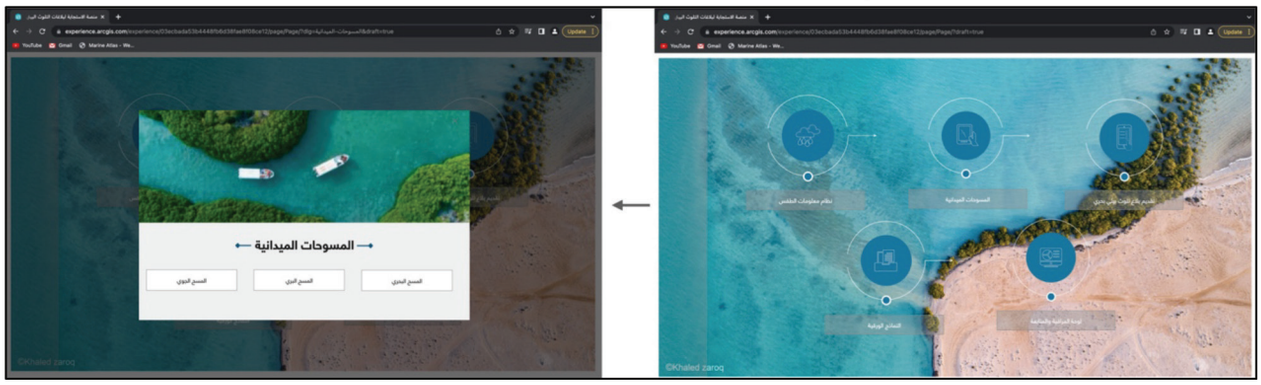


شكل (٢٠) يوضح الشكل موقع البلاغ وبياناته وإمكانية التعديل على الحالة.

٣- مرحلة تجهيز الخرائط الميدانية:

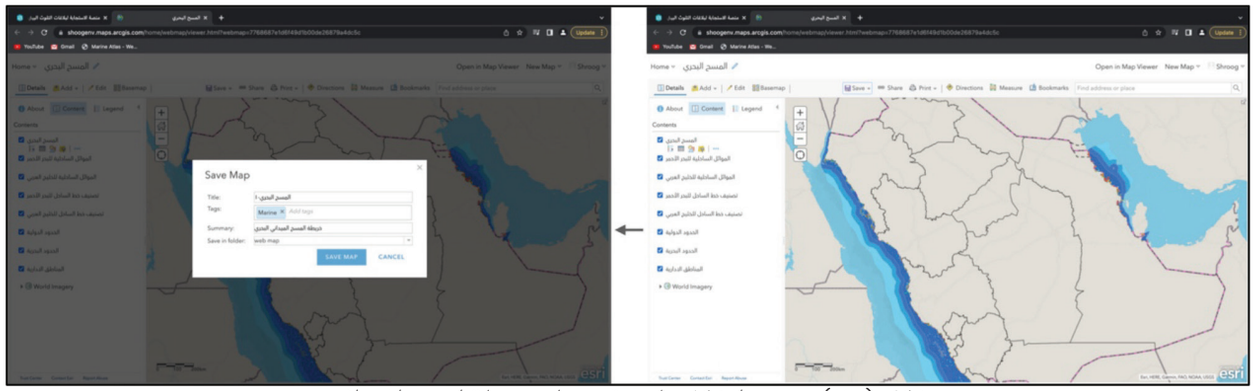
يتم تجهيز الخرائط الميدانية وتحديد نوع الخريطة للمسح الميداني، ليتم عرضها في تطبيق Field Maps، فكل خريطة تحتوي على النموذج الخاص بها، والهدف من هذه الخطوة هي عرض الخريطة التي سيتم العمل عليها بالتطبيق بالإضافة إلى إيصال رقم البلاغ للفريق الميداني ليتم تسجيل في النماذج الميدانية ويتم ذلك من خلال حفظ الخريطة بنوع عملية المسح ورقم البلاغ.

تعتبر هذه الخطوة هي من مهام من هم بغرفة العمليات فيتم اختيار نوع الخريطة عن طريق المنصة، من خلال اختيار المسوحات الميدانية ومن ثم اختيار الخريطة المناسبة شكل (٢١).



شكل (٢١) يوضح الشكل طريقة اختيار خريطة المسح الميداني.

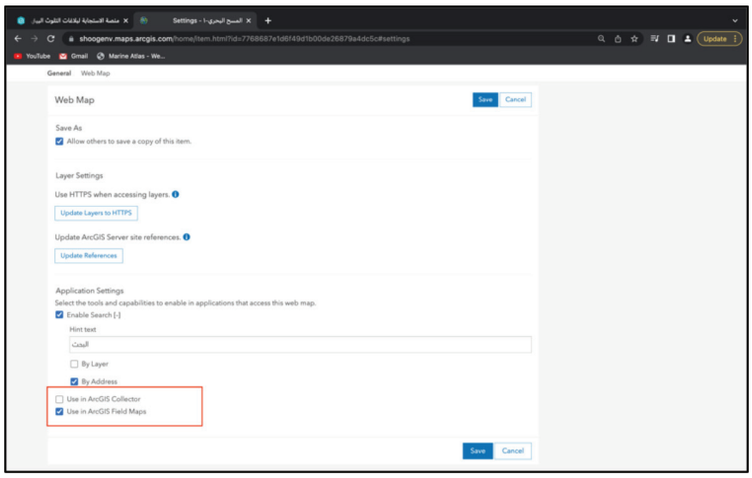
على سبيل المثال تم اختيار خريطة المسح البحري، بعد ما يتم فتحها، تُحفظ بنوع عملية المسح ورقم البلاغ شكل (٢٢)



شكل (٢٢) يوضح الشكل طريقة حفظ خريطة المسح الميداني.

المصدر: ArcGIS Online.

ثم يتم تفعيل خيار Use in ArcGIS Field Maps Mobile، لتظهر في التطبيق الميداني Field Maps شكل (٢٣).

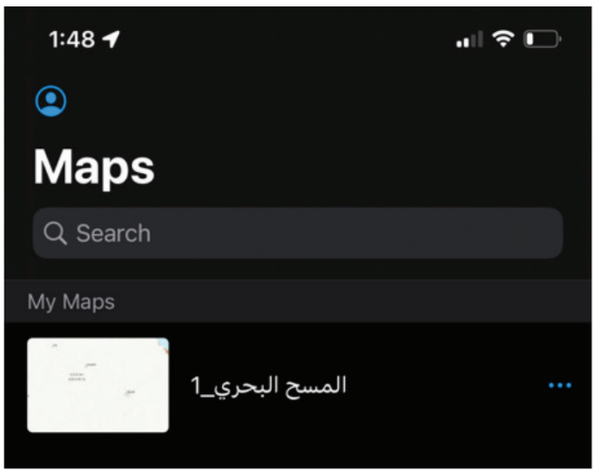


شكل (٢٣) يوضح الشكل إعدادات خريطة المسح البحري.

المصدر: ArcGIS Online.

٤- مرحلة المسح الميداني:

تأتي في هذه المرحلة استخدام تطبيق Field Maps لإجراء عملية المسح للمنطقة الملوثة. لبدء عملية المسح الميداني يتم فتح التطبيق [٢]، واختيار الخريطة المناسبة (المسح البحري ١) حيث إن الرقم ١ يعني رقم البلاغ شكل (٢٤)،



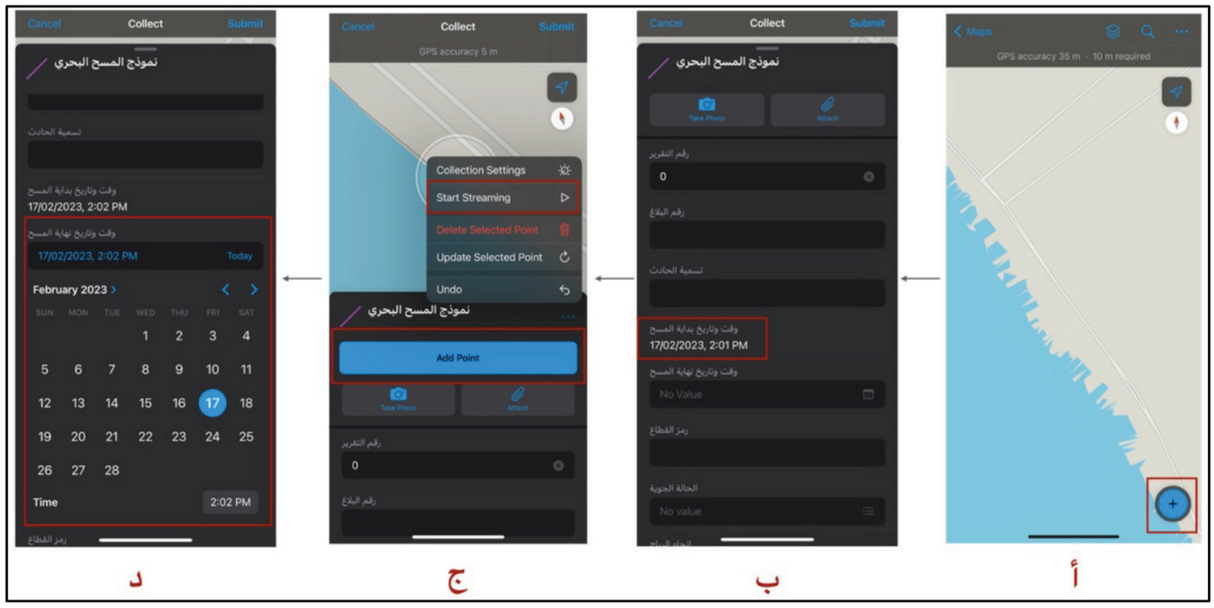
شكل (٢٤) يوضح الشكل ظهور خريطة المسح البحري في تطبيق Field Maps.

المصدر: ArcGIS Field Maps.

وعند فتحها يتم الضغط على علامة (+) شكل (٢٥ أ) لفتح النموذج وبعدها يتم تحديد الموقع ووقت وتاريخ بداية المسح بشكل تلقائي شكل (٢٥ ب)، ثم يتم اختيار خيار Start Streaming والذي يسمح بتسجيل مسار المنطقة التي يتم مسحها بحيث يتم البدء بعملية تتبع المسار الذي يسير به الماسح شكل (٢٥ ج)، وخلال هذه المدة يتم جمع البيانات لعملية المسح ابتداءً برقم البلاغ وانتهاءً بالملاحظات، وفحص المنطقة الملوثة وأخذ الصور لها.

عند تصميم النموذج تم تسهيل عملية الادخال والتقليل قدر الإمكان من عملية الكتابة، فمثلاً وقت وتاريخ نهاية المسح من التقويم واختيار الوقت من قائمة بالساعات والدقائق شكل (٢٥ د)،

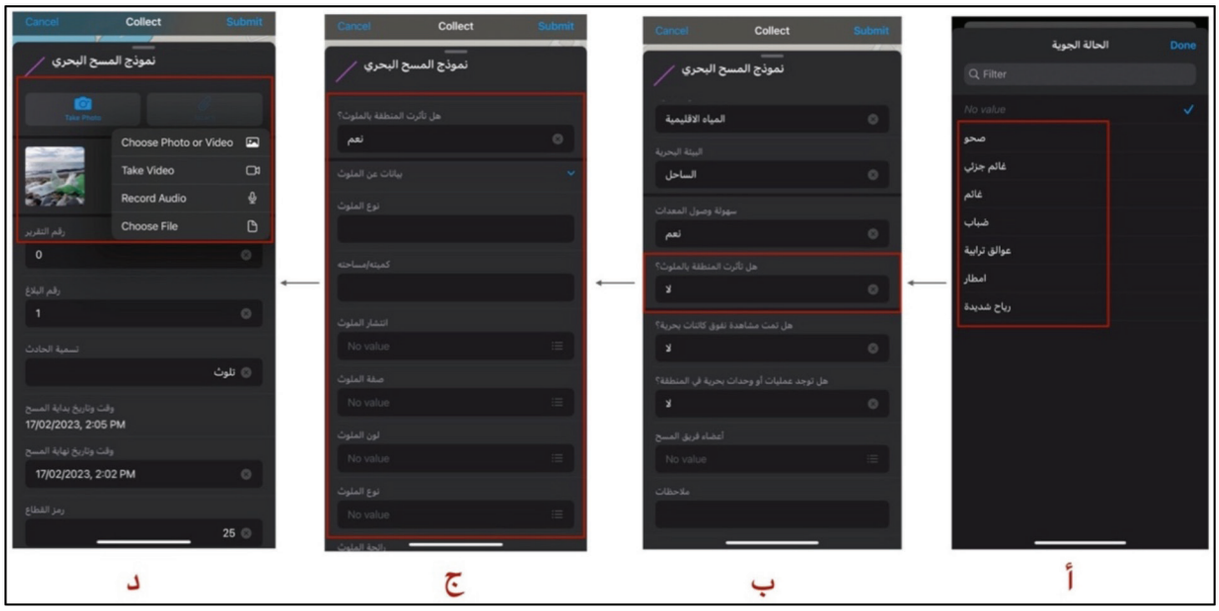
[2] يتم تحميل التطبيق واتمام إجراءات تسجيل الدخول مسبقًا، بحيث عند حدوث بلاغ والنزول الميداني لا يستوجب ادخال اسم المستخدم وكلمة المرور وإنما تتم مره واحدة.



شكل (٢٥) يوضح الشكل طريقة استخدام نموذج المسح الميداني البحري في تطبيق Field Maps.

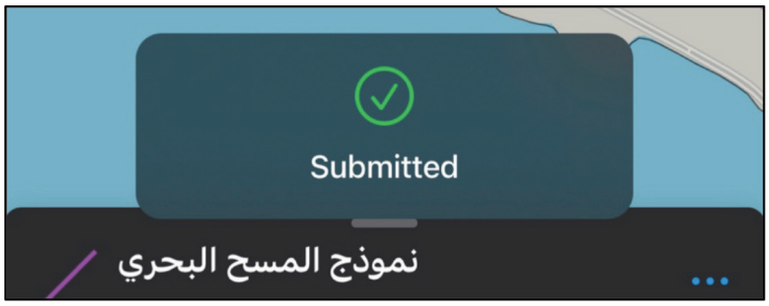
المصدر: ArcGIS Field Maps.

واختيار الحالة الجوية واتجاه الرياح يتم من قائمة موجودة مسبقًا شكل (٢٦ أ)، بالإضافة إلى حقول لا تظهر إلا عند اختيار نوع معين من الإجابات مثل سؤال هل تأثرت المنطقة بالملوث؟ عند الإجابة بلا يتم الانتقال للسؤال التالي اما عند الإجابة بنعم تظهر مجموعة أسئلة تتعلق بمعلومات عن الملوث مسبقًا شكل (٢٦ ب، ج)، وايضًا عند اختيار أعضاء فريق المسح يتم الاختيار فيما بين المركز وجهات أخرى وعند اختيار أي منهما يظهر حقل ادخال يختص بالاختيار السابق، بالإضافة إلى إمكانية ارفاق صور أو ملفات موجودة مسبقًا شكل (٢٦د)، وعند الانتهاء من عملية المسح يتم إيقاف التتبع وانهاء خط منطقة المسح من خلال Stop Streaming، ولإرسال النموذج يتم الضغط على Submit شكل (٢٧).



شكل (٢٦) يوضح الشكل طريقة استخدام نموذج المسح الميداني البحري

المصدر: ArcGIS Field Maps.

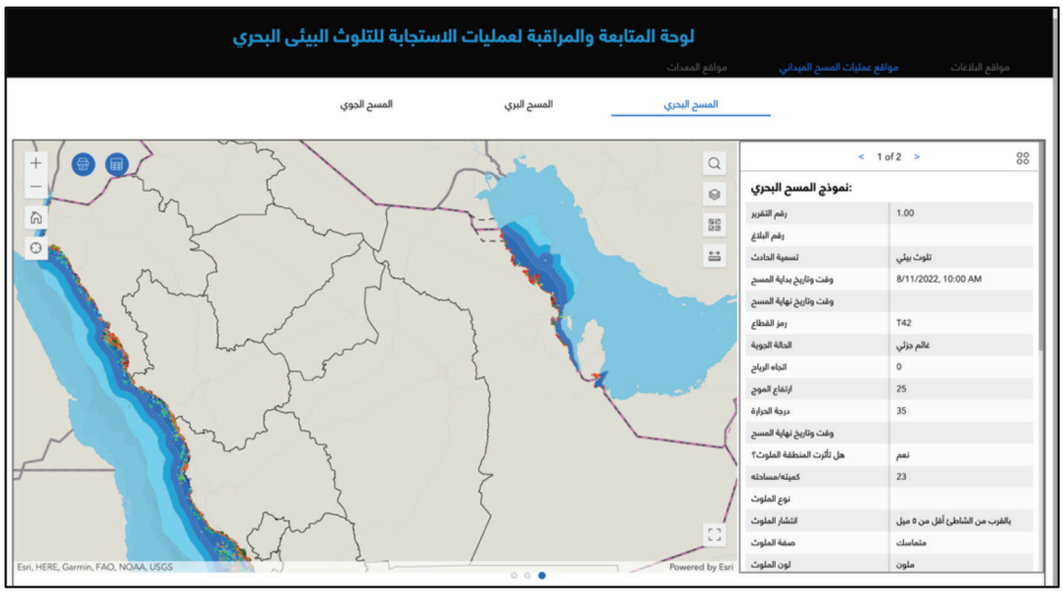


شكل (٢٧) يوضح الشكل رسالة تأكيد ارسال النموذج.

المصدر: ArcGIS Field Maps.

0- مرحلة عرض بيانات المسح الميداني:

تظهر بيانات عمليات المسح بمواقعها ومسارها بالإضافة إلى البيانات التي تم جمعها مع الصور والمرفقات في نافذة لدى غرفة العمليات في لوحة المتابعة والمراقبة، بخرائط تفاعلية وبأدوات تساعد على التحكم وعرض البيانات ولا يمكن التعديل عليها وإنما فقط للعرض والتحميل. لكل عملية مسح خريطة خاصة بها ويتم التنقل فيما بينها من خلال النوافذ الموجودة أعلى الصفحة شكل (٢٨). تستعرض الخرائط مناطق عمليات المسح وعند النقر على أي من مواقع المسح تظهر البيانات الخاصة به مع إمكانية عرض البيانات في جدول وإمكانية التقريب للموقع وتغيير خرائط الأساس شكل (٢٩).

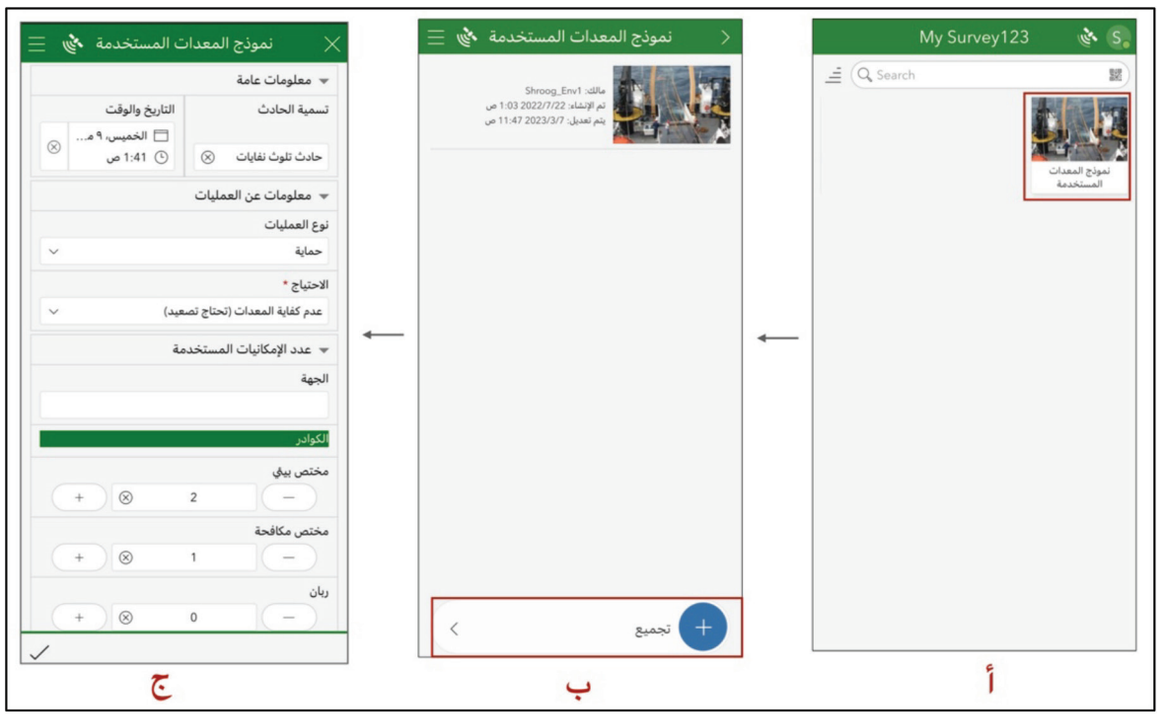


شكل (٢٨) يوضح الشكل خرائط المسح الميداني في لوحة المتابعة والمراقبة.

شكل (٢٩) يوضح الشكل بيانات عملية المسح الميداني.

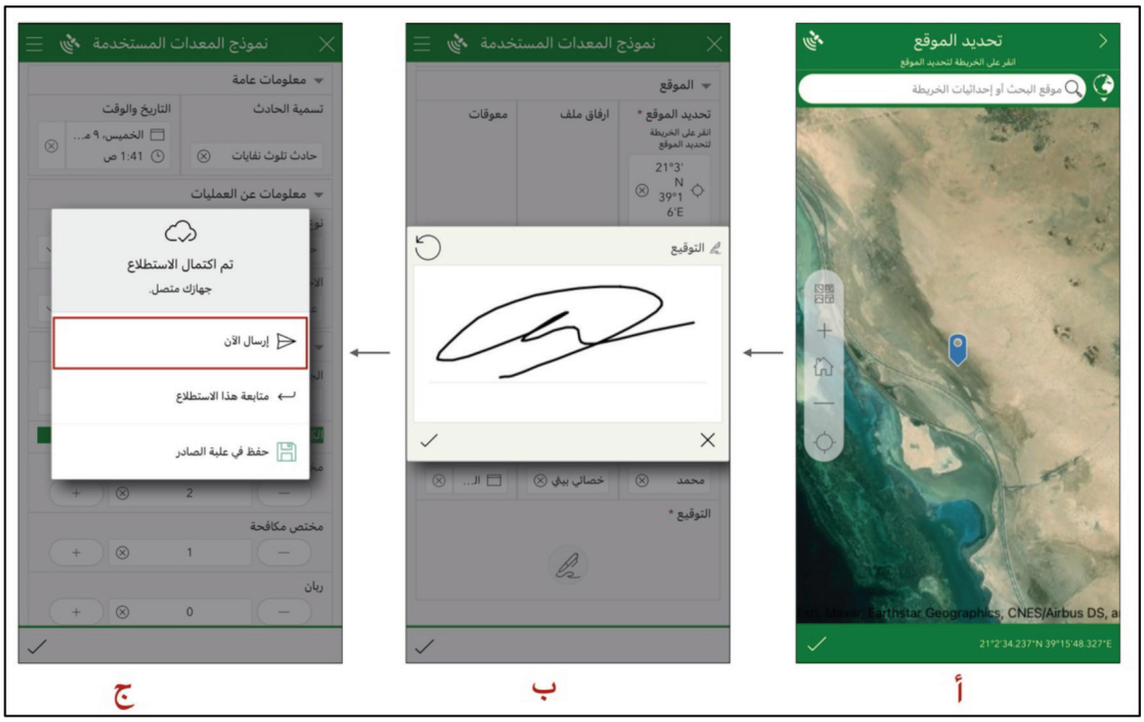
٦- مرحلة تحديد الاحتياج وطلب المعدات:

يتم تقييم الوضع وتحديد الاحتياج من المعدات من خلال نموذج طلب المعدات ميدانيًا باستخدام تطبيق Survey123 للأجهزة المحمولة، ولا بد من تسجيل الدخول عند فتح التطبيق لأول مرة فيتم ادخال اسم المستخدم وكلمة المرور ومن ثم تحميل نموذج طلب المعدات الموجود مسبقًا ليسمح بجمع بيانات طلب المعدات شكل (٣٠ أ، ب)، وفي حال كان هنالك حاجة لمعدات خارجية يتم اختيار "تحتاج تصعيد" فتظهر المعدات ويتم الاختيار منها شكل (٣٠ ج)، ولتحديد الموقع يتم فتح الخريطة وتحديده تلقائيًا شكل (٣١ أ)، واختيار خانة التوقيع شكل (٣١ ب) وعند الانتهاء يتم اختيار "ارسال" شكل (٣١ ج)، لتظهر مواقع طلب المعدات بالبيانات الخاصة بها لدى غرفة العمليات في لوحة المعلومات (Dashboard) شكل (٣٢).



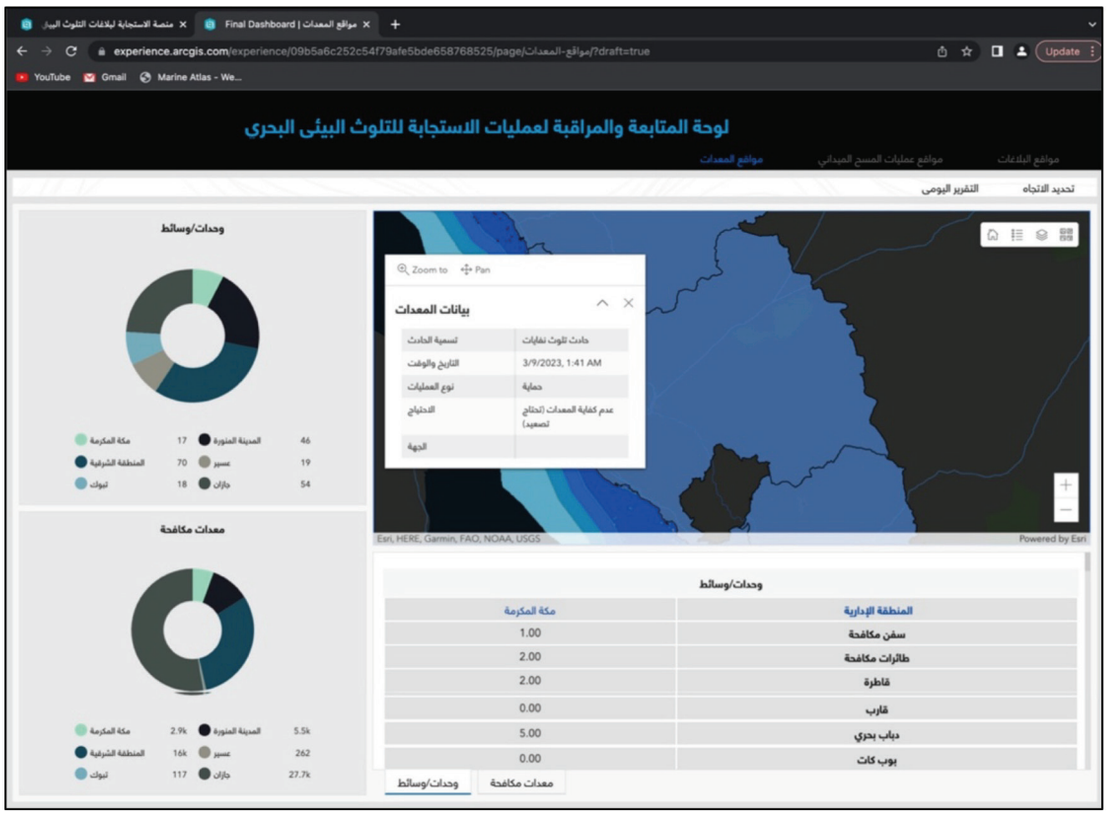
شكل (٣٠) يوضح الشكل طريقة استخدام نموذج طلب المعدات في Survey123.

المصدر: ArcGIS Survey123.



شكل (٣١) يوضح الشكل طريقة تحديد الموقع والتوقيع وارسال النموذج.

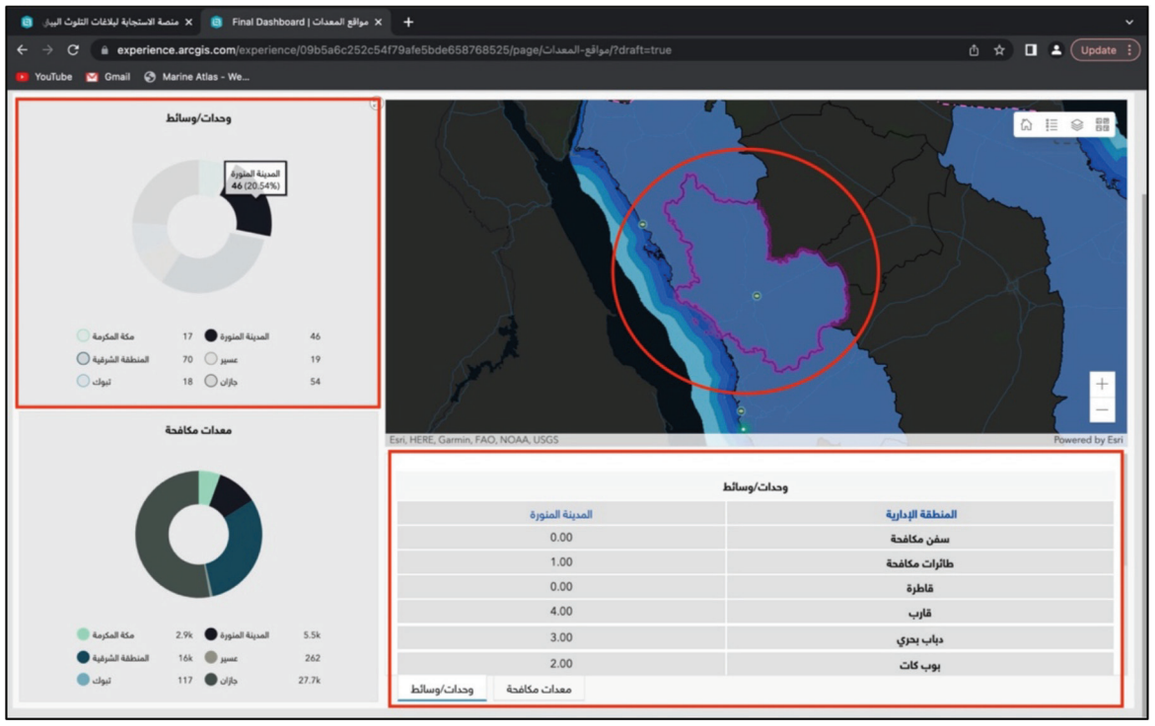
المصدر: ArcGIS Survey123.



شكل (٣٢) يوضح الشكل لوحة المعلومات للمعدات.

تستعرض لوحة المعلومات الخاصة بالمعدات، خريطة لمواقع طلب المعدات والحدود البحرية والدولية، والمناطق الإدارية التي تم تمييز المناطق التي تحتوي على معدات افتراضية باللون الأزرق وهي المناطق التي تقع على الساحل، بهدف ربطها مع الرسومات البيانية لتوضح عدد كلاً من معدات الوحدات والوسائط، ومعدات المكافحة بحسب المنطقة، بحيث عند الضغط على أيًا من المناطق الإدارية تظهر تفاصيل المعدات وعددها في الجدول وتحدد بشكل تلقائي على الخريطة شكل (٣٣)،

وتظهر مواقع تخزين المعدات الافتراضية كنقاط ليتم استخدامها لقياس المسافة وتحديد الوقت المستغرق للوصول فيما بين مواقع طلب المعدات وتخزينها وهذا هو الهدف من الخريطة التي تم انشاؤها والتي تحتوي على أداة الاتجاه شكل (٣٤)، وبجانب أيقونة الخريطة توجد أيقونة التقرير اليومي التي تحتوي على نموذج التقرير اليومي لعمليات الاستجابة والمكافحة.



شكل (٣٣) يوضح الشكل استخدام الرسوم البيانية داخل لوحة المعلومات للمعدات.

شكل (٣٤) يوضح الشكل قياس المسافات ما بين موقع تخزين المعدات وموقع طلبها.

يتم بعدها الاستجابة للملوث ومحاولة السيطرة عليه بقدر الإمكان من خلال الأدوات المناسبة لعملية الاستجابة، وعند الانتهاء من الاستجابة يتم تغيير حالة البلاغ إلى "منتهي".

٧- مرحلة ما بعد الاستجابة للبلاغ:

وفي آخر مرحلة وتأتي بعد عملية الاستجابة وهي التنظيف والتخلص من الملوث، فهذه المرحلة تحتاج إلى بيانات مساندة للتخطيط لعملية التنظيف، فيتم الاستعانة ببيانات الموائل الساحلية وتصنيف خط الموجودة على الخرائط التفاعلية، من خلال معرفة الموائل الساحلية ونوع خط الساحل في المنطقة الملوثة ليتم اتخاذ القرار لاستخدام الأدوات المناسبة بناءً عليها، فكل نوع من أنواع خط الساحل له اعتبارات معينة للاستجابة بحسب الملوث الموجود بالمنطقة.

١٠- مناقشة النتائج:

من خلال ما تم استعراضه في الفقرة (٩)، أوضحت الدراسة إمكانية استخدام تقنيات GIS في عملية الاستجابة لبلاغات التلوث البيئي البحري، وأهميتها في سرعة وصول المعلومة وتسهيل وصولها ما بين الفرق الميدانية وغرفة العمليات في الوقت الفعلي (Real Time) لتدعم بذلك اتخاذ القرار، من خلال بناء نظام متكامل يشمل العملية من بدايتها وحتى نهايتها، اعتمادًا على الخرائط التفاعلية والتطبيقات الميدانية، فيمكن رصد البلاغات بمواقعها بطريقة تجعل الوصول لمعلومات البلاغ سهله إذ يتمكن من هم بغرفة العمليات من معرفة الموقع بدقة وتحديد المناطق الحيوية والمنشآت الحساسة المتواجدة بقربه، ويمكن الوصول لمعلومات البلاغات سواء كانت بلاغات سابقة أو بلاغ حالي وتم التمييز بين حالات وأنواع البلاغات في لوحة المعلومات، بالإضافة إلى سهولة استخدام التطبيق الميداني Field Maps من قبل الفرق لعمليات المسح الميدانية والذي اعتمد بشكل أساسي على الخرائط واستعراض بيانات المسح التي تصل إلى غرفة العمليات بشكل سريع ولحظي على الخرائط التفاعلية الثلاث (بحري، بري وجوي)، اما فيما يتعلق بالمعدات فتم استخدام التطبيق الميداني Survey123 لتعبئة نموذج المعدات وتحديد موقع طلب المعدات وارساله ليظهر لدى غرفة العمليات في لوحة المعلومات موقع الطلب وبياناته وتحديد أفضل مسار لوصول المعدات من موقعها إلى موقع الحادث، ويمكن من خلال لوحة المعلومات معرفة المعدات المتوفرة بحسب نوعها في كل منطقة إدارية كرسم بياني مع جدول يظهر تفاصيل الرسم البياني، ويمكن خلال عملية الاستجابة تعبئة نموذج التقرير اليومي.

تكمن أهمية البيانات التي تم جمعها في استخدامها

وتحليلها، فمن خلال النظام يمكن استخدام البيانات الاستخدام الأمثل لاتخاذ القرارات، فيسمح النظام بتطوير وإنشاء أدوات بحسب الاحتياج لها وتضمينها في التطبيقات مثل إنشاء أداة لحساب قيمة التعويضات بناءً على معادلة معينة، أو يمكن تحديد الموائل الطبيعة داخل المنطقة الملوثة وحساب مساحة المنطقة الملوثة، اما فيما يتعلق بالبيانات فمن خلال تحليل الموقع يمكن معرفة المناطق الأكثر حدوثًا للتلوث بناءً على نوعه وتصنيفه بحسب خطورته لزيادة التركيز والمراقبة عليه، ونتيجة لذلك يمكن البحث عن مسببات التلوث وعلاقتها بالمكان، وهذا بدوره يساعد على معرفة المكان الأنسب لوضع مستشعرات للتنبؤ بالتلوث وعملية المراقبة، وتسمح لوحة المعلومات للمعدات بمعرفة مدى الاحتياج المستقبلي للمعدات بحسب كل موقع ومدى احتياجه بناءً على تحليل الموقع لحوادث التلوث السابقة باستخدام الرسوم البيانية.

١١- التوصيات:

بناءً على النتائج التي تم التوصل إليها توصي الدراسة بما هو آتي:

- استخدام الأنظمة وتطبيقات GIS في الاستجابة لبلاغات التلوث البيئي البحري، وفي إدارة الأزمات والكوارث، كونها تساهم في تسهيل التعامل مع البيانات المكانية الميدانية وسرعة وصولها لمتخذي القرار.
- الاستفادة من الخرائط التفاعلية لعرض البيانات المكانية عليها، وربط الرسوم البيانية للبيانات المكانية بالخرائط التفاعلية وإمكانية تحليلها لدعم اتخاذ القرار.
- إنشاء قاعدة بيانات جيومكانية مؤسسية تشمل جميع البيانات التي يتم رصدها من عمليات الاستجابة للبلاغات.
- الاستفادة من الأدوات والامكانيات المتوفرة لتحليل البيانات الميدانية واستخدامها والاستفادة منها.
- استخدام أكثر من لغة بجانب اللغة العربية والانجليزية في نموذج البلاغ، لتسهيل تقديم البلاغ لغير الناطقين باللغتين.

١٢- الخاتمة:

مع تقدم وتطور تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في التطبيقات البيئية، وتحول أغلب البيانات إلى بيانات مرتبطة بالمكان (جيومكانية)، ومع التحول الرقمي الذي تشهده المملكة لجميع الخدمات ومهام الأعمال، أصبح التوجه إلى استخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية المختلفة امر ضروري كونها تلبي الاحتياجات، اما لتسهيل سير العمل أو لتحليل البيانات أو لمساعدة متخذي القرار لفهم أعمق للبيانات، وبشكل خاص هناك احتياج إلى استخدام تطبيقات GIS في الكوارث والأزمات من عدة جوانب، الجانب الأول: مقدار الوقت وسرعة وصول المعلومة المستغرق إذ يشكل العامل الأكبر بها، اما الجانب الثاني: امكانية التقليل من عملية وصول المعلومة بشكل ناقص أو خاطئ إذ تمكن من محورة البيانات حول الاختيار فيما بينها أو بيانات تسجل بشكل تلقائي (أتمتة البيانات)، فحدوث الكوارث والأزمات ترتبط ارتباط مباشر بحياة البشر والأوساط البيئية والنواحي الاقتصادية، فتسخير هذه التقنيات قد يشكل فارق كبير في عمليات الاستجابة المختلفة للكوارث والأزمات.

المراجع

المراجع العربية:

- أبو بكر، حسن وعادل، هالة وخميس، محمود (٢٠٠٢م) البحر الأحمر روعة المكان إبداع البشر، القاهرة: البرنامج المصري للسياسات البيئية.
- أرامكو السعودية (٢٠١٢م)، الأطلس البحري لغرب الخليج العربي، ط١، المملكة العربية السعودية: أرامكو السعودية.
- الشريف، صادق (١٩٧٧م)، جغرافية المملكة العربية السعودية، ط١، الرياض: دار المريخ للنشر.
- العجيلي، محمد (٢٠١٢م)، معجم المصطلحات والمفاهيم الجغرافية، ط١، عمان: دار صفاء للنشر والتوزيع.
- العمر، مثنى (٢٠١٢م)، السمات البيئية للخليج العربي والاختناقات المتوقعة، مجلة آراء حول الخليج، العدد ٩٠: ٣٣-٣٧.
- الفقي، محمد (١٩٩٣م)، البيئة مشاكلها وقضاياها وحمايتها من التلوث "رؤية إسلامية"، القاهرة: مكتبة ابن سينا للنشر والتوزيع والتصدير.
- الهيئة الإقليمية للمحافظة على بيئة البحر الأحمر وخليج عدن (PERSGA)، من روائع البحر الأحمر، جدة: الهيئة الإقليمية للمحافظة على بيئة البحر الأحمر وخليج عدن.
- الوليعي، عبدالله (٢٠١٨م)، معجم الأماكن الجغرافية في البحر الأحمر (المجلد الثاني)، الرياض: دار الملك عبدالعزيز.

- سلمي، عبدالخالق (٢٠١٤م) دور نظم المعلومات الجغرافية البحري (Marine GIS) في إدارة الكوارث البحرية وعمليات البحث والإنقاذ، مجلة مجلس تحرير المعهد العربي للملاحة، العدد ١٢:٣١.

- شاكر، محمود (٢٠٠٣م)، موسوعة تاريخ الخليج العربي، الأردن: دار أسامة للنشر والتوزيع.

- عبده، طلعت وجادالله، حورية (١٩٩٩م) جغرافية البحار والمحيطات، مصر: دار المعرفة الجامعية.

- عنبر، حسن (٢٠٠٦م) البحار والمحيطات أعجاز وكنوز، ط١ الرياض: مكتبة الملك فهد الوطنية.

- مؤسسة خالد بن سلطان للمحافظة على الحياة البحرية في المحيطات (٢٠١١م) أطلس البحر الأحمر السعودي، ط١، المملكة العربية السعودية: مؤسسة خالد بن سلطان للمحافظة على الحياة البحرية في المحيطات.

المراجع الأجنبية:

- Almahasheer, hanan (2021), Internodal Analysis of Avicennia marina in the Western Arabian Gulf.

- Kämpf, Jochen, Sadrinasab, Masoud (2005), The circulation of the Persian Gulf: a numerical study, Ocean Science Discussions, vol. 2: 129164-.

- Milenković, M. and Kekić, D. (2016), Using GIS in emergency management, Serbia, Academy of Criminalistic and Police Studies.

- Nowak, M., Daziob, K., Ludwisiak, L and Chmiel, J. (2020) Mobile GIS applications for environmental field surveys: A state of the art, Global Ecology and Conservation.

- Pirtskhalava-Karpova, NR., Karpov, AA. and Barashnin, DA. (2021) Using electronic application for monitoring animals in protected areas on the example survey 123. Arctic Environmental Research 21(1): 1–7. https://doi.org/10.3897/issn2541 -8416.2021.21.1.1

- Qurban, M., Krishnakumar, P., Joydas, T. and Ashraf, M (2012) Overview of the Gulf Marine Ecosystem, Chapter 2 In: Marine Atlas of the Western Arabian Gulf. Saudi Aramco.

المواقع الالكترونية:

- المركز الوطني للرقابة على الالتزام البيئي (٢٠٢٠م)، إعلانات مبادرات المركز، تاريخ الدخول ٢٠٢٣/٩/١١م من موقع https://ncec.gov.sa/?page_id=5978#acc-x5fy725 -0

- المنصة الوطنية الموحدة، الهيئة العامة للموانئ، تاريخ الدخول ٢٠٢٣/١٠/٢٠م من موقع https://www.my.gov.sa/wps/portal/snp/agencies/agencyDetails/AC053.

- الهيئة العامة للموانئ، الصفة الرئيسية للهيئة العامة للموانئ، تاريخ الدخول ٢٠٢٣/١٠/١٩م من موقع https://mawani.gov.sa.

- رؤية ٢٠٣٠ (٢٠١٦م)، تاريخ الدخول ٢٠٢١/٦/٢٠م من موقع https://www.vision2030.gov.sa/media/5ptbkbxn/saudi_vision2030_ar.pdf

- عكاظ (٢٠١٧م)، في مؤتمر الأمم المتحدة لحفظ الموارد البحرية المملكة تؤكد استمرار دعم التوجهات الدولية لحماية البحار والمحيطات، تاريخ الدخول ٢٠٢١/٦/٢٥م من موقع https://www.okaz.com.sa/local/na/1551983

- نيوم، نيوم x اوشن اكس رحلة استكشاف البحر الأحمر، تاريخ الدخول ٢٠٢٢/٢/١٥م من موقع https://www.neom.com/ar-sa/oceanx.

- Esri. (2021): ArcGIS Field Maps, from https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-field-maps/overview, Access date, August 2, 2023.

- Esri. (2021): ArcGIS Survey123, from https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-survey123/overview, Access date, August 4, 2023.

- Esri. (2021): ArcGIS Dashboard, from https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-dashboards/overview, Access date, August 4, 2023.

- Esri. (2021): ArcGIS Experience Builder, from https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-experience-builder/overview, Access date, August 5, 2023.

- Esri. (2021): ArcGIS Web appbulider, from

https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-web-appbuilder/resources, Access date, August 5, 2023.