مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية
المجلد (8)، العدد (2) (ديسمبر-2022)

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

دور نظم المعلومات الجغرافية في حماية البيئة ومراقبة التلوث: أنموذج عملي (الشركة الليبية للحديد والصلب)

عبد العظيم سالم معيتيق[1، *]، وسام محمد الترجمان[2]، جمال محمد الجمل[3]

[1] قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة مصراته، مصراته، ليبيا.

[2] قسم علوم الحاسوب، كلية تقنية المعلومات، جامعة مصراته، مصراته، ليبيا.

[3] الشركة الليبية للحديد والصلب، مصراته، ليبيا.

*البريد الإلكتروني: abduladim.maitieg@art.misuratau.edu.ly

The Role of GIS in Environmental Protection and Pollution Control: Practical Model (Libyan Iron and Steel Company)

Abdul-Azim S. Maiteeq[1, *], Wisam M. Eltarjaman[2], and Jamal M. Al-Jamal[3]

[1] Department of Geography& GIS, Faculty of Arts, University of Misurata, Misurata, Libya.

[2] Department of Computer Sciences, Faculty of Information Technology, University of Misurata, Misurata, Libya.

[3] Libyan Iron and Steel Company, Misurata, Libya.

Received: 19 September 2022; Revised: 20 November 2022; Accepted: 12 December 2022.

الملخص

تتمتع الشركة الليبية للحديد والصلب بأهمية كبرى في الاقتصاد القومي لما توفره من مساهمة كبيرة في الناتج المحلي الإجمالي، إلا أن أحد التحديات (إن لم يكن أهمها) التي تواجه الشركة اليوم تحتم على إدارتها إدراك أن أحد الجوانب المؤثرة على استمرارية الشركة في القيام بدورها هو العمل على الدفع باتجاه مشاريع تطوير أنظمة المعلومات الحديثة بمختلف أنواعها. وفي ضوء الدور الذي تلعبه المعلومات في هذا العصر وما لها من أهمية في الإدارة الحديثة للمؤسسات الكبرى فإننا لا نبالغ إن قلنا بأن نجاح أو فشل القرارات التي يتم اتخاذها في أي مؤسسة اليوم يعتمد بالدرجة الأولى على دقة وموثوقية المعلومات التي تبنى عليها تلك القرارات. ونظرا لطبيعة عمل مصانع الشركة وتأثيرها وتأثرها المباشر بالبيئة المحيطة بها فقد رأينا أن نقدم في هذه الدراسة خطة استراتيجية لإدارة البيانات المناخية والبيئية داخل الشركة الليبية للحديد والصلب.

تساهم هذه الدراسة من الناحية الأكاديمية بإعطاء قالب عام لتصميم نظم للمعلومات الجغرافية. أما من الناحية العملية، فسنقدم نموذج لتطبيق جيومكاني لصالح إدارة البيانات المناخية بالشركة. هذا التطبيق يطور آليات عمل الإدارة وذلك باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد لبناء أنظمة فعالة لرصد الوضع البيئي القائم ومصادر التلوث والأخطار البيئية المحتملة. الأمر الذي يسهل على الإدارة اتخاذ الإجراءات المناسبة للتخفيف من تلك الانبعاثات والملوثات. كما تقدم هذ الدراسة عدداً من المقترحات والتوصيات لتطوير العمل بالإدارة وذلك عن طريق إنشاء قاعدة بيانات جغرافية لكل القطاعات والمصانع لتسهيل الوصول للمعلومة المطلوبة في أقصر وقت وإتاحة إمكانية التنبؤ بالمشاكل البيئية المحتملة بحيث يمكن وضع الحلول لها قبل وقوعها.

الكلمات الدالة: أرك جي أي إس، البوابة الجغرافية، إدارة المعلومات الجيومكانية، نظام الإدارة البيئية (أيزو 14001)، نظم المعلومات الجغرافية.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

Abstract

The Libyan Iron and Steel Company has high importance in the national economy because of its high contribution to the GDP. However, one of the challenges facing the company today necessitates its management to realize that one of the aspects affecting the continuity of the company in carrying out its role is the work to push toward projects for the development of modern information systems of all kinds. Given the role, information plays in this era and its importance in the modern management of large institutions, we are not exaggerating when saying that the success or failure of an institution's decisions today depends primarily on the accuracy and reliability of the information supporting those decisions. Also, due to the nature of the work of the company's factories and its direct impact on the surrounding environment, we have decided to present in this research paper a strategic plan for managing climate and environmental data within the Libyan Iron and Steel Company.

This study contributes academically by giving a general template for the design of geographic information systems. As for the practical aspect, we will present a model for a geospatial application for the benefit of the company's climate data management department. This application develops management framework mechanisms using GIS and remote sensing techniques to build effective systems for monitoring the existing environmental situation, pollution sources, and potential environmental hazards. These monitoring systems make it easier for the management to take appropriate measures to mitigate these emissions and pollutants risks. This research also presents numerous proposals and recommendations to improve the company's administration by establishing a geographical database for all sectors and factories to facilitate access to the required information in the shortest time and to provide the possibility of predicting potential environmental problems and coming up with proactive solutions.

Keywords: *ArcGIS; GIS; LISCO (ISO 14001); Geoportal; Geospatial information management*.

1. المقدمة

تحتل معدات الاستشعار عن بعد كالأقمار الصناعية ووسائل التصوير الجوي كطائرات الدرون اليوم المركز الأول من بين التقنيات المستخدمة لتجميع البيانات الجيومكانية وذلك لما تتميز به هذه المعدات من قدرة على المراقبة اليومية والتغطية المكانية لمساحات كبيرة وقلة في التكلفة والجهد المبذول مقارنة بالطرق الأخرى. وعلى الجانب الآخر، فأن الحزمات البرمجية المعروفة باسم نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لها القدرة على الاتصال بمعدات الاستشعار عن بعد وتحميل البيانات منها تلقائيا بكفاءة ودقة عاليتين. كما يمكن لتلك البرمجيات أن تقوم بتحليل بيانات الصور الفضائية والجوية التي تتحصل عليها وتقارنها على فترات زمنية طويلة وعلى مناطق جغرافية متعددة ليتم تخزينها على شكل خرائط طبقية تعرف بالخرائط البيئية التفاعلية (Bartolo and Hill, 2008). وتشمل هذه الخرائط أنواع متعددة، نذكر منها على سبيل المثال: خرائط البقع النفطية في البحر وخرائط هجرة الطيور وفترات تكاثر الكائنات البحرية وخرائط أنواع الغطاء النباتي وخرائط رطوبة التربة وملوحتها وخرائط خزانات المياه الجوفية وخرائط أنواع الملوثات كالغبار والميتان والكبريت وأكاسيد النترات والنيتروجين والكربون. بالإضافة لدقة وجودة لخرائط التي تنتجها برمجيات نظم المعلومات الجغرافية فإنها تتميز كونها تفاعلية بالمرونة وسهولة الاستخدام، ولذلك فإنها تعد من أهم مصادر المعلومات التي يمكن لصناع القرار الاعتماد عليها في دراسات التخطيط البيئي والعمراني أو تتبع مدى ما تنتجه المصانع من ملوثات وأنواعها.

وعلى الرغم من أهمية فهم طريقة عمل نظم المعلومات الجغرافية وعلاقتها بتقنيات الاستشعار عن بعد في تجميع البيانات وما لها من تطبيقات مهمة ومعاصرة، إلا أننا لسنا بصدد شرح كل ذلك في هذه الورقة. ولكننا ننصح القارئ المهتم بالاطلاع

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

على المراجع التالية: (داوود، 2020؛ فالح وشعوان، 2012). ومع زيادة الاهتمام بالمعايير البيئية بدأت العديد من المؤسسات الصناعية مؤخراً في الاستثمار بشكل كبير في نظم المعلومات الجغرافية (يعقوب، 2015). كما أن قدرة نظم المعلومات الجغرافية على توفير المعلومات المطلوبة في الوقت المناسب لاتخاذ القرار بالمؤسسات والمجمعات الصناعية وخصوصا القرارات المتعلقة بإدارة البيئة المحيطة بالمجمع كتلك المتعلقة بمراقبة البيئة الداخلية والخارجية أو بتخطيط استخدامات الأراضي بمختلفة أنواعها بالإضافة إلى إمكانية الاستفادة من التقنيات الجيومكانية في دراسات تقييم الأثر البيئي على المؤسسة، كل ذلك جعل من أنظمة المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد أداة واسعة الانتشار في المؤسسات العالمية والدولية (Earthscan, 1999؛ جعفر، 2015).

ولأن مصانع الحديد والصلب من المصانع التي تتأثر بالبيئة المحيطة بها وفي نفس الوقت فإن هذه الصناعة بطبيعتها لها تأثير متبقي على البيئة، ونظرا لما للشركة الليبية للحديد والصلب من أهمية للدولة الليبية، فإن وجود نظام معلومات خاص بإدارة البيئة يتيح الالتزام بالضوابط العالمية لم يعد اختياريا بالنسبة للشركة الليبية للحديد والصلب. وهذا النظام يجب أن يلبي المتطلبات التالية:

- يتيح النظام للشركة إعداد خرائط بيانات مكانية للبنية التحتية الخاصة بكل المباني والمصانع التابعة للشركة. هذه الخرائط يجب أن تكون خرائط تفاعلية وتتميز بالمرونة وسهولة الاستخدام.
- يتم حفظ الخرائط على خادم بيانات خاص بنظام المعلومات الجغرافية. كما يجب على الأقل حفظ نسخة أخرى احتياطية من تلك الخرائط على خادم مختلف.
- يجب أن يتم ربط خادم نظام المعلومات الجغرافية عن طريق شبكة بيانات بكل الإدارات والأقسام المؤثرة أو المتأثرة بالمشاكل البيئية.
- إدارة وتتبع حالات الانسكابات النفطية في البيئة البحرية والتنبؤ باتجاه ومسار البقعة الزيتية.
- إدارة ومراقبة التعدي على البيئة الطبيعية ذات الحساسية العالية القريبة من الشركة.
- مواجهة التحديات الخاصة بمراقبة ومتابعة الانبعاثات.
- إدارة فرق عمل إدارة البيئة المختصين بالتقييم والمراقبة عند حدوث مشاكل بيئية طارئة.
- إدارة الساحات المخصصة للمخلفات الصناعية.
- يساعد النظام في الإجابة عن التساؤلات التالية (معيتيق والجمل، 2021):
  - التحديد – ويقصد به التغير في عناصر البيئة الطبيعية داخل أو خارج المصانع.
  - القياسات – ويقصد بها تغير جودة الهواء أو خواص المياه الصناعية.
  - الموقع – ويقصد به موقع التلوث الحاصل في الشركة.
  - الشرط – مثلاً: ما هي المصانع التي تستخدم أكثر من 2000 لتر مكعب من مياه التبريد يوما؟
  - التغير – مثلاً: ما هو التغير الذي حصل في مستوى ارتفاع سطح البحر داخل الشركة 1980؟
  - التوزيع النمطي – مثلاً: ما هي العلاقة بين ارتفاع مستوى المياه الجوية وردم السبخة داخل الشركة؟
  - أنسب الطرق – مثلاً: ما هو أنسب طريق بين مكبات المخلفات الصناعية ومصانع الصلب؟
  - السيناريوهات – مثلاً: ماهي الآثار المتبقية على المصانع من استمرار ردم السبخة في المنطقة القريبة من الشركة بعد 10 سنوات؟

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

عند دراسة الوضع الحالي للمنظومة البيئية بالشركة الليبية للحديد والصلب نجد أنه قد تم الأخذ بعين الاعتبار المؤثرات والعوامل البيئية المصاحبة للعملية الإنتاجية منذ بداية تأسيس مصانع الشركة. حيث تم تجهيز مجموعة من المجسّات لمراقبة الانبعاثات الصادرة من نشاطات المصانع لكي يتسنى للإدارة وضع الخطط المناسبة للسيطرة عليها والحد من تأثيراتها، ومن أهم تلك المجسّات:

- مجسّات مراقبة الغاز العادم والإنذار المبكر.
- مجسّات مراقبة الغبار.
- مجسّات مراقبة الترسيب.
- مجسّات مراقبة ضخ المياه.

إلا أن هذه المنظومة تعاني من المشاكل التالية:

- عدم وجود تكامل بين مكونات المنظومة. حيث نجد أن كل مجموعة من الأجهزة تعمل بشكل منفصل عن باقي الأجهزة الأخرى ولا وجود لمنهجية واضحة لتجميع البيانات التي يتم الحصول عليها من المجسّات لغرض التحليل والمقارنة، مما يجعل هذه المنظومة غير قادرة على إعطاء أي مؤشرات عن العلاقات بين المؤثرات البيئية التي تتم مراقبتها. على سبيل المثال: هل يؤثر ارتفاع معدل انبعاث الغازات من أحد المصانع عن حد معين على معدلات الترسيب أو على إنتاجية أحد المصانع الأخرى أم لا؟ بالرغم من أهمية مثل هذا السؤال وغيره من الأسئلة الاستنتاجية في وضع الخطط الصحيحة لإدارة البيئة إلا أن المنظومة الحالية بالشركة لا يمكنها أن تلبي مثل هذه الاحتياجات بشكل مباشر (عكاشة وآخرون، 2021).
- عملية أخذ العينات والقياسات تتم بشكل يدوي، مما يؤثر سلبا على موثوقية البيانات المجمعة، وذلك لوجود فرصة للخطأ البشري في عملية التجميع. نهيك عن أن هذا الأسلوب لا يمكن من خلاله فرض الرقابة المستمرة بأي حال من الأحوال (قسم البيئة بالشركة الليبية للحديد والصلب، 2021).
- لا يتم حفظ القراءات التي يتم تجميعها بقواعد بيانات مما يؤدي لضياع كامل لكمية ضخمة من المعلومات كان من الممكن الاستفادة منها باستخدام طرق التنبؤ الإحصائي والذكاء الاصطناعي لإتاحة الفرصة للإدارات المختلفة بالشركة لاتخاذ الإجراءات الاستباقية لتفادي العديد من المشاكل المحتملة أو لرفع مستوى الأداء أو الإنتاج بصورة أو بأخرى.
- لا توجد منهجية واضحة لانسياب البيانات المتعلقة بقياسات العناصر البيئية بين إدارة البيئة وباقي الإدارات الأخرى بالشركة (قسم البيئة بالشركة الليبية للحديد والصلب، 2021).

إن هذه المشاكل والتحديات التي تواجهها منظومة إدارة البيئة بالشركة الليبية للحديد والصلب كانت من أهم العوامل التي جعلتنا نقدم على القيام بهذه الدراسة كمساهمة متواضعة من المؤلفين لوضع نموذج لخطة استراتيجية لتطوير منظومة مراقبة البيئة بالشركة الليبية للحديد والصلب باستخدام التقنيات الحديثة وبما يتماشى مع المعايير العالمية. وبالرغم من أن تطبيق مراقبة البيئة الذي تناقشه هذه الدراسة ما هو إلا واحد من بين تطبيقات واستخدامات متعددة ومتنوعة لنظم المعلومات الجغرافية إلا أن فلسفة التصميم لتلك النظم واحدة ولا يوجد سوى بعض الاختلافات التقنية البسيطة إما في نوعية البيانات التي تفرضها المشكلة المطلوب معالجتها أو في الطبيعة الجغرافية للجسم المستفيد من الحل. كما نشير إلى أن نظم المعلومات الجغرافية تعد اليوم من أهم

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

نظم المعلومات المتخصصة في إدارة ما يعرف بالبيانات الضخمة وأنها تحظى باهتمام عالمي كبير على المستويين البحثي والتطبيقي (Kamara, 2020). ومع ذلك فإننا وللأسف الشديد نجد أن البحوث في هذا المجال قليلة جدًا على المستوى المحلي. هذه الأسباب شجعت الباحثين على تقديم هذه الدراسة كدراسة مرجعية لإجراء دراسات أخرى تهدف لتطوير أو دراسة نظم المعلومات الجغرافية بتطبيقاتها المختلفة. حيث أنه كما أسلفنا، برغم اختلاف أنواع نظم المعلومات فإن فكرة عملها متشابهة لحد كبير.

ويتطلع المؤلفون من خلال هذه الدراسة لتحقيق الأهداف التالية:

- تقديم نموذج عملي لتصميم نظام للمعلومات الجغرافية.
- تسليط الضوء على أهمية إدارة البيانات الجيومكانية للشركات الصناعية.
- تقييم الوضع الراهن للشركة الليبية للحديد والصلب من حيث إمكانية توظيف تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية والاستفادة منها لتحسين مستوى الإدارة بالشركة والذي سينعكس بدوره على رفع كفاءة الإنتاج وجودته (Martin, 2008).
- إنشاء بنية تحتية لنظام معلومات جغرافية متكامل للبيانات المكانية بالشركة من شأنه أن يساهم في تحسين عمليات المراقبة والمتابعة لكافة العمليات الإنتاجية بالشركة.

فيما سبق قدمنا شرح للفكرة الأساسية لطريقة عمل نظم المعلومات الجغرافية. نوهنا بعد ذلك على أهمية الدور الذي تلعبه تلك المنظومات اليوم في إدارة المؤسسات الكبرى عالميا وعن أهميتها في المساعدة في اتخاذ القرارات، ثم اختتمناه باستعراض الدوافع والأهداف الرئيسية للدراسة. فيما يلي قمنا بدراسة الوضع الراهن لإدارة البيئة بالشركة الليبية للحديد والصلب مع تقديم مقترح لهيكلية إدارية جديدة لإدارة البيئة بالشركة لحل المشاكل الموجودة في الهيكلية الحالية وكذلك لتتناسب مع نظام المعلومات الجغرافية الذي سنقدمه فيما يلي ثم قدمنا نبذة مختصرة عن أهم مميزاته. لنخلص إلى نهاية الدراسة.

2. النظام القائم لإدارة البيئة بالشركة الليبية للحديد والصلب

إن إيجاد صيغة متوازنة تضمن النمو الاقتصادي وتحمي البيئة المحيطة من التلوث يعد أحد أهم التحديات المرتبطة بالصناعة والاقتصاد في هذا العصر. ولقد اهتمت العديد من البحوث والدراسات السابقة مثل (الجمل، 2019) باستعراض المهام المنوطة بإدارة البيئة والقوانين المنظمة لعملها. فالإدارة البيئية يجب أن تشمل التخطيط البيئي والحماية والوقاية والمراقبة والاستخدام العادل للموارد الطبيعية. وهي معنية بالقدرة على إدارة أي وضع بيئي سابق أو حالي أو مستقبلي بالوسائل المتاحة بحيث يتم اتخاذ القرارات الإدارية المناسبة للحماية من الضرر البيئي أو تقليله أو التعويض عنه. ومن المهام الأساسية للإدارة البيئية: القدرة على التقييم والقياس وتحقيق التحسين في البيئة خلال فترة زمنية محددة. كما تهتم بمعالجة النقص في الوعي العلمي السليم بعمليات وإجراءات الحوادث البيئية وما ينتج عنها من أضرار طويلة الأمد داخل المؤسسة. لذلك فهي مسؤولة عن اتخاذ القرارات والإجراءات المناسبة للتعامل مع الحوادث والظواهر الطبيعية والأضرار الناجمة عنها بالطرق الهندسية والعلمية. ومن أجل تحقيق هذه الأهداف مع ضمان النمو الاقتصادي للمؤسسة، فإنه من الضروري وجود إطار قانوني محلي وإقليمي ودولي يضع القواعد الأساسية التي يجب أن تتبعها الإدارات البيئية في المؤسسات.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

تتبنى الشركة الليبية للحديد والصلب في إدارة ملفات البيئة مواصفات نظام إدارة البيئة (ISO 14001) والذي يغطي كافة العمليات والإجراءات البيئية لضمان تنفيذ أسلوب منظم وموثق لنظام تخطيط ومراقبة البيئة. وتسعى الشركة لتطبيق هذا النظام على كافة العناصر البيئية المؤثرة بجميع أنشطة وعمليات ومنتجات وخدمات الشركة وحالات الحوادث والطوارئ بما فيها أداء المقاولين والموردين. ولتطبيق تلك المعايير القياسية لجودة البيئة فإن قسم إدارة البيئة بالشركة هو المسؤولة عن مساعدة الشركة على إدارة وتقويم الفعاليات البيئية الخاصة بأنشطتها ومنتجاتها وخدماتها. كما أنه المعنى بتحسين الأداء البيئي وترشيد استخدام الموارد الاقتصادية وتحقيق الإنتاج الأنظف المتوافق مع المعايير البيئية المحلية والعالمية، وذلك بتضمين الاعتبارات البيئية عند اتخاذ أي قرار إنتاجي أو تسويقي أو تمويلي أو تطويري (ISO 14001).

إن أول المشاكل التي سنتعرض لها في هذه الورقة هي مشكلة ضعف الهيكلية الإدارية الحالية لإدارة البيئة بالشركة. حيث بدأ العمل في الشركة بوحدة خاصة للبيئة تضم عدد بسيط من المهندسين والفنيين يقتصر دورهم على أخذ قراءات من المجسّات المذكورة بالجزء السابق حسب خطة دورية يتم فيها تحديد المناطق والعناصر المستهدفة للقياس بشكل شهري، أو إجراء القياسات في حالة وجود بلاغ أو اشتباه بتسرب بيئي أو ما إلى ذلك. يتم تجميع كل هذه البيانات وتفريغها في تقارير خاصة بشكل يدوي. تفتقر هذه التقارير إلى التحليل الإحصائي للبيانات الذي يعكس أنشطة البيئة والأعمال المنفذة. كما أن الكم الهائل للبيانات لا يعطي مؤشرات واضحة نتيجة لضعف العرض. بالإضافة لافتقار قسم البيئة إلى الأدوات التنفيذية للسيطرة. إذ يقتصر دور القسم في إحالة المذكرات والتوصيات فقط. وفي سنة 2009م أسس قسم البيئة كوحدة مستقلة لمتابعة الخطط والبرامج التي تحال إليه من مدير إدارة الشؤون الفنية للعمل على تطبيق لوائح ونظم حماية البيئة. ويتمثل الكادر الوظيفي لهذا القسم في رئيس القسم، ومشرف مراقبة التلوث يساعده مهندس وفني، ومشرف الدراسات والتحاليل يساعده كذلك مهندس وفني (قسم البيئة بالشركة الليبية للحديد والصلب، 2014).

ولإحداث التكامل بين وظائف الإدارة البيئية والوظائف التنفيذية المختلفة فقد رأينا أن نفرد بالجزء التالي تقديم مقترح لإدارة البيئة بالشركة.

3. الهيكلية المقترحة لقسم إدارة البيئة

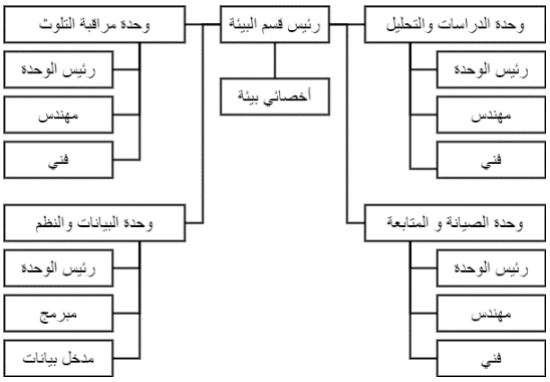
يركز هذا الجزء على الهيكل التنظيمي لقسم إدارة البيئة المقترحة وذلك بوضع إطار يوضح الوحدات التي يتكون منها قسم البيئة والتكامل بين هذه الوحدات تتضح من خلاله صلاحية اتخاذ القرارات والمسؤوليات. في هذا الإطار تُعرف الوحدة التنظيمية بأنها مجموعة من الأفراد يقومون بمهام محددة تظهر بشكل مستقل بالهيكل التنظيمي المقترح للشركة لتلبية متطلبات البوابة الجغرافية المقترحة لإدارة البيانات البيئية.

وقد راعينا أن تلبي الهيكلية المقترحة القدرة الاستيعابية لإدارة البيانات البيئية خصوصًا في المؤسسات كبيرة الحجم مثل الشركة الليبية للحديد والصلب والتي تحتوي على أكثر من 8 مصانع و10 وحدات صناعية مساعدة.

الهيكلية المقترحة هنا هي لإدارة بيئية متكاملة تعمل بتناغم مع نظام متكامل للمعلومات يساعد على سرعة حفظ واسترجاع المعلومات وتوفير البيانات اللازمة للإدارة العليا للمتابعة والتقييم واتخاذ القرارات.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

في الهيكلية المقترحة بالشكل (1) نجد رئيس قسم البيئة على رأس الهرم وهو المسؤول الأول عن القسم وكل المهام المنوطة به. يساعد رئيس القسم أخصائي بيئي. يكتسب الوصف الوظيفي للأخصائي البيئي بعدًا خاصا حيث يجسد الرؤية البيئية للشركة من ناحية الإدراك بشمولية القسم مع التركيز على المسئوليات والارتباطات المختلفة بين جميع وحداته.



شكل 1. مخطط انسيابي يبين الهيكلية المقترحة لقسم إدارة المعلومات البيئية بالشركة الليبية للحديد والصلب.

ويشتمل القسم على الوحدات التالية:

- **وحدة الدراسات والتحاليل**. لهذه الوحدة أهمية خاصة حيث تتميز بمهامها التكاملية مع كل الوحدات بالقسم. فهي تعمل على متابعة الخطط والبرامج التي تحال إليها من رئيس القسم وذلك لاتخاذ الإجراءات التي من شأنها تنظيم العمل بالقسم. كما أن هذه الوحدة منوطة بمهام تحليل البيانات البيئية التي تساعد في التنبؤ بنمو واتجاهات المشاكل البيئية التي هي أساس دراسات تقييم الأثر البيئي للملوثات على العناصر الطبيعية والبشرية بالشركة.

- **وحدة مراقبة التلوث**. المهمة الرئيسية لهذه الوحدة هي متابعة الخطط والبرامج المتعلقة بالوضع البيئي للشركة واتخاذ الإجراءات بخصوصها. وتعمل هذه الوحدة أيضا على تطبيق لوائح ونظم حماية البيئة ومكافحة التلوث وإدخال المعايير والمواصفات الخاصة بالحدود العليا والدنيا لتركيز الملوثات ضمن أنظمة البوابة الجغرافية المقترحة في الجزء التالي وذلك لتسهيل عمليات التحليل الآلي لمستويات التلوث عبر أدوات وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية.

- **وحدة الصيانة والمتابعة**. تعتمد مدخلات النظام البيئي المقترح بالجزء التالي على المستشعرات ومحطات رصد البيانات المناخية للبيئة الداخلية والخارجية للشركة. ويختص فريق هذه الوحدة بإجراء أعمال الصيانة الدورية والروتينية على هذه المستشعرات وأيضا الإشراف على مشاريع التطوير والإحلال. وبالتالي فإن الكادر الوظيفي المقترح لهذه الوحدة يتكون من مهندسين وفنيين مختصين في الصيانة الكهربائية والتحكم وأيضا الصيانة الميكانيكية. كما يمكن لهذه الوحدة التنسيق مع أقسام الصيانة في المصانع. هذه الوحدة مسؤولة أيضا على مراجعة التصميمات والأشراف على أعمال الصيانة والفحوصات اليومية ومتابعة أعمال التجهيزات بالورش وإعداد التقارير الفنية المختلفة وتجهيز برامج الصيانة وكافة البرامج البيئية والاحتياجات اللازمة للحد من التلوث.

- **وحدة البيانات والنظم**. هذه الوحدة هي المسؤولة عن ضمان كفاءة أنظمة الخوادم والبرمجيات الخاصة بقراءة وتحليل كافة البيانات البيئية. هذه الوحدة تضم مهندسين مختصين في البرمجيات والتعامل مع البيانات يكون عملهم الأساسي

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

هو مراقبة انسياب البيانات آليا والتعامل معها بشكل آني وتصنيفها وحفظها وتخزينها ثم تحليلها وعرضها عبر واجهات برمجية تعتمد على تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية.

4. نظام المعلومات المقترح

لقد أخذنا بعين الاعتبار في هذا المقترح لإدارة البيانات البيئية بالشركة الليبية للحديد والصلب تبني الحلول القائمة على استخدام التقنيات الحديثة لنظم المعلومات الجغرافية في تنظيم وحفظ واسترجاع وإدارة البيانات البيئية وتسهيل عملية الوصول إليها. حيث تم تطوير بوابة خاصة لإدارة المعلومات البيئية باستخدام برمجيات جيومكانية متخصصة. يمكن لهذه البوابة حفظ واسترجاع البيانات المتعلقة بالبيئة لكافة قطاعات ووحدات ومرافق الشركة عن طريق ربطها مع قاعدة بيانات رقمية مصممة لهذا الغرض (Idrizi *et al.*, 2021). ونقترح استخدام طائرات الدرون للاستشعار والتي تنتج صورا عالية الدقة تفيد في المسح الموقعي وتتيح المراقبة الدورية للمواقع وإدارة التغيرات الحاصلة بها بشكل منتظم. مما يسمح كذلك بتفادي استخدام تقنيات الأقمار الصناعية باهظة الثمن في عملية المراقبة. كما أن طائرات الدرون الحديثة تتميز بتكاملها مع البرمجيات التي استخدمناها لتطوير بوابة المعلومات البيئية للشركة. حيث يمكن لتلك الطائرات أن تلتقط الصور بأطياف متنوعة يمكن استخدامها في الكشف على تغيرات الغطاء الأرضي بالإضافة إلى إمكانية استخدامها كذلك في التعرف على نسب تركيز الملوثات. أيضا يمكن لطائرات الدرون المستخدمة حفظ الصور التي تقوم بالتقاطها بتنسيقات (Format) يمكن للبرمجيات الجيومكانية أن تتعامل معها بشكل مباشر (Hognogi *et al.*, 2021).

بعد القيام بالمسح الميداني لمواقع الشركة ودراسة الاحتياجات من خلال الاجتماعات التي تمت مع الكوادر الإدارية والفنية بالشركة خلصنا إلى أن إدارات الشركة المختلفة تهتم بالدرجة الأولى بالتحكم والمراقبة الآنية للملوثات المصاحبة للصناعات الحديدية للتقليل من آثارها البيئية. وتتمثل تلك الملوثات فيما يلي:

- **ملوثات جوية.** من أهم الملوثات التي تهتم إدارة الشركة بمراقبتها والتحكم بها هي أكاسيد الكربون الناتجة عن عمليات الاحتراق بالمصانع لأنها تعد مواد سامة وقد تؤثر على حياة العاملين بالمصنع إذا تجاوزت نسبتها في الهواء المحيط الحد المسموح به. النوع الثاني من ملوثات الهواء هو الغبار. فبالإضافة لتأثير الغبار على الصحة العامة فإن تراكمه خصوصا على الحساسات والأجزاء الإلكترونية بالآلات يؤدي إلى التقليل من عمرها، بل وإلى إتلافها أحيانا.
- **الضوضاء.** وهي تنتج عن بعض الآيات الضخمة داخل المصانع كآلات القص والدرفلة. تقاس شدة الضوضاء بالديسبل ويبين الجدول (1) الزمن المسموح به للعاملين أو الموظفين حسب معيار إدارة البيئة (ISO 14001).

جدول 1. أقصى معدلات الضوضاء المسموح بالتعرض لها بحسب معيار البيئة العالمي (ISO 14001).

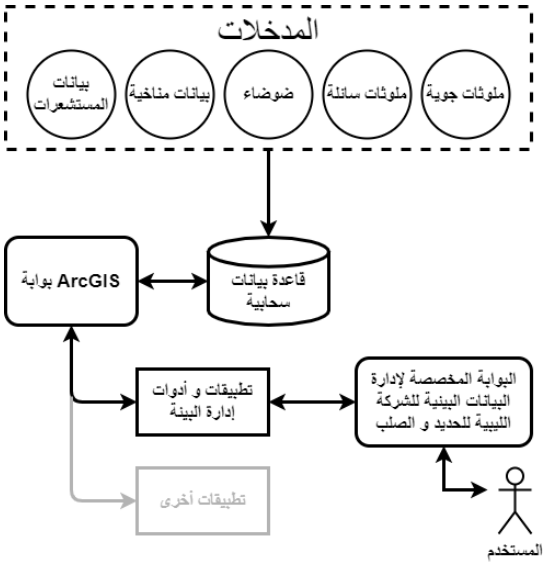
شدة الضوضاء (ديسبل)	90	95	100	105	110	115
زمن التعرض المسموح به (ساعة)	8	4	2	1	0.5	0.25

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

- **ملوثات سائلة**. نظرا للموقع الجغرافي لمصانع الشركة المحاذي للبحر فإنه يتم استغلال مياه البحر بعد تحليتها في عمليات التبريد المطلوبة في صناعة الحديد. وبعد عملية التبريد يتم ضخ المياه لخزانات خاصة تبقى بها مدة زمنية كافية ليتم ترسيب ذرات الغبار العالقة بها ثم إعادتها بعد ذلك للبحر. إلا أن هذه المياه قد تحتوي على العديد من المواد الأخرى كالزنك والكادميوم والزئبق والتي تعد من ملوثات البيئة البحرية. ومن الواضح أيضا بأن استمرار تراكم هذه المواد سيؤدي إلى ارتفاع نسبتها في المياه الشاطئية المحاذية للمصانع والتي ستستخدم بالطبع في عملية التبريد. هذه الشوائب قد تترسب على جدران الأنابيب الناقلة للمياه مما يؤدي لانسدادها وبالتالي إلى التقليل من عمرها الافتراضي. الشكل الثاني للملوثات السائلة ينتج عن التسريب الناتج أثناء عمليات المناولة في ميناء الشركة للزيوت النفطية المستخدمة لتشغيل آليات المصانع مما يؤدي لاضرار عديدة بالبيئة البحرية المحيطة كالتأثير على حياة الكائنات البحرية وعلى نشاطات الصيد بالمناطق القريبة (قسم البيئة بالشركة الليبية للحديد والصلب، 2022).

بالإضافة لمراقبة الملوثات البيئية التي سبق ذكرها فإن إدارة الشركة تهتم أيضا بقياس عوامل مناخية أخرى، منها: درجة الحرارة – سرعة واتجاه الرياح – نسبة الرطوبة – معدلات الأمطار – الضغط الجوي. وتكمن أهمية العوامل المناخية السابقة بالنسبة للشركة في أن تركيز الملوثات الجوية يختلف بحسب الظروف المناخية وحالة الطقس الذي يسود المنطقة من حركة الرياح وسرعتها واتجاهها وفترات ركودها ودرجة الحرارة والرطوبة والضغط الجوي. فعلى سبيل المثال تشير الدراسة (الشركة الليبية للحديد والصلب، 2021) إلى أن الانبعاثات الجُسيمية يمتد مداها إلى مسافات تتراوح من 11-47 ميلاً بحسب حالة الاستقرار الجوي.

يبين الشكل (2) مخطط كتلي للوحدات الرئيسية لنظام المعلومات المقترح لإدارة البيئية بالشركة. حيث نجد أن بيانات الملوثات والعوامل الجوية التي قمنا بذكرها تمثل مدخلات هذا النظام التي يجب أن يتم تخزينها على قاعدة بيانات نقترح بأن تكون متوفرة على سحابة إلكترونية ليسهل الوصول إليها في أي وقت، وبالتالي يمكن تحقيق شرط المراقبة الآنية لكل تلك المدخلات.



شكل 2. مخطط ترابط وحدات البوابة الجيومكانية المقترحة لإدارة المعلومات البيئية بالشركة الليبية للحديد والصلب.

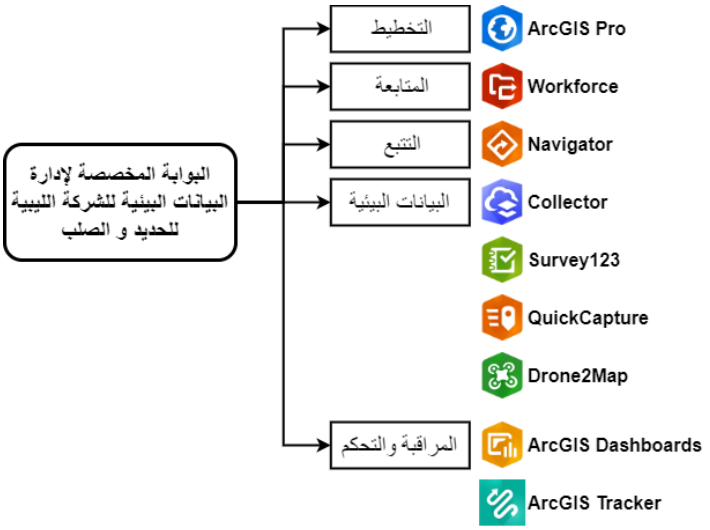
ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

كما تظهر بالشكل (2) المنصة الإلكترونية (ArcGIS) في قلب النظام وهي عبارة عن حزمات برمجية احترافية وخاصة بنظم المعلومات الجغرافية تم تطويرها من قبل شركة (ESRE). تحتوي هذه المنصة على عدد ضخم من الدوال المكتبية والأدوات المصممة ليتم استخدامها من قبل مطوري نظم المعلومات الجغرافية لإنتاج تطبيقات مخصصة لتقديم الحلول للمشكلة المطلوبة. من بين الدوال والأدوات التي توفرها منصة (ArcGIS) الإلكترونية دوال مراقبة البيئة ودوال تحليل ازدحام الحركة المرورية ودوال خاصة بمراقبة التطور العمراني وغيرها. ما يهمنا في هذه الدراسة هو الدوال الخاصة بمراقبة البيئة. وهي أيضا تحتوي على مجموعة كبيرة من الأدوات الممكن استخدامها لعدة أغراض مختلفة يمكن لمطور نظام المعلومات أن يختار منها ما يناسب متطلبات المشكلة التي هو بصددها. ومن خلال تحليلنا للاحتياجات وأنواع العوامل الجوية المطلوب مراقبتها فقد اخترنا في هذا المقترح المقدم للشركة استخدام أدوات ودوال التعامل مع المستشعرات. حيث يمكن مثلا استخدام هذه الدوال في تحليل المرئيات الفضائية الممثلة في النظام المقترح بالصور التي يتم التقاطها بواسطة طائرات الدرون (ESRI, 2021).

يتيح لنا هذا التصميم الآن تطوير بوابة جغرافية مخصصة لإدارة المعلومات البيئية بالشركة الليبية للحديد والصلب يمكن من خلالها التفاعل مع البيانات البيئية وتحليلها للحصول على مجموعة من المعلومات التي تساعد الإدارة على اتخاذ القرارات.

5. مميزات النظام المقترح

أثناء العمل على نموذج البوابة الجغرافية لإدارة البيانات البيئية المكانية بالشركة تم اختيار حزمة من الأدوات والتطبيقات من منصة شركة (ESRE) للمعلومات الجغرافية (ArcGIS). تم تقسيم الأدوات المختارة كما هو مبين بالشكل (3) إلى مجموعات متناغمة تحاكي انسياب البيانات لتسهيل التعامل معها. هذه المجموعات هي: التخطيط – المتابعة – التتبع – جمع البيانات الحقلية والبيئية – المراقبة والتحكم.



شكل 3. تقسيم مجموعات الأدوات والتطبيقات المستخدمة في النموذج المقترح.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

تتيح البوابة الجغرافية المقترحة إمكانية رسم واستعراض العناصر الجغرافية التي هي أساس في تحديد الأنماط المكانية للظاهرة البيئية المستهدفة في البيانات. وذلك بتطوير منصات تفاعلية آنية تعمل على برنامج ArcGIS pro تساعد في تصنيف هذه العناصر (ArcGIS Online , 2022). كما تتيح البوابة للمستخدم التحليل اللحظي للظواهر البيئية مثل: توزيع تركز الملوثات في البيئة الخارجية أو الداخلية لمصانع الشركة وتركز الملوثات في المياه الراجعة للبحر والتنبيه عن زيادة نسبة الضوضاء داخل المصانع عن الحد المسموح به دوليا. بذلك تمكن البوابة فريق إدارة البيئة من المراقبة اللحظية لأي نوع من أجهزة الاستشعار الميدانية وبالتالي الرفع من مستوى السلامة والتشغيل.

كما تدعم البوابة العديد من أداوت التحليلات المكانية والزمنية التي تساعد فريق إدارة البيئة في الكشف عن أنواع الظواهر البيئية المستهدفة بالدراسة عبر صور الأقمار الصناعية أو البيانات الميدانية الحقلية التي يتم تجميعها من خلال التطبيقات المساعدة والمختصة بالعمل الحقلي: ArcGIS Collector – ArcGIS Survey 123. ويمكن تصنيف وتجميع البيانات المحللة زمنيا (سنويا) عن طريق منصة تفاعلية أخرى ليتضح توزيعات الظاهرة البيئية فيسهل تتبع مصدرها وأماكن توزيعاتها المكانية عبر سنوات الدراسة. وتمكن البوابة المستخدم من الوصول إلى حزمة من التطبيقات المتكاملة خاصة بالعمليات الميدانية لفريق الرصد البيئي في الشركة، هذه التطبيقات هي: ArcGIS Collector – Quick Capture – ArcGIS Survey 123. تسهل هذه التطبيقات في توثيق العمل الميداني وإعداد التقارير البيئية اليومية الخاصة بتقييم المخاطر البيئية أو الانسكابات النفطية. ونقترح أن تكون منصات العرض المرتبطة بهذه التطبيقات في غرفة التحكم والمراقبة في إدارة البيئة لاتخاذ الإجراءات المطلوبة في الوقت المناسب. كما يمكن لإدارة البيئة مشاركة البيانات المجمعة عبر هذه التطبيقات مع باقي الإدارات المختلفة والتحكم في صلاحيات المشاركة.

يساعد تطبيق الاستشعار عن بعد Drone2map في استخراج المعلومات من البيانات المستشعرة. ويشمل ذلك الظواهر البيئية ومراقبة محاجر مواد الخام الأولية والغطاء النباتي والتغير في البيئة الطبيعية القريبة من موقع الشركة (ArcGIS Online, 2021). إضافة إلى ذلك يوفر هذا التطبيق ميزة تحويل البيانات الملتقطة من الدرون إلى نماذج وتصورات ثلاثية الأبعاد ذكية تساعد في تحليل أكثر للخرائط المكانية بوضع تصور افتراضي (شبه واقعي) يكشف حدود وإحداثيات المشكلة فتكون أكثر وضوحا من خلال عرضها بواسطة ArcGIS dashboard و(ESRI, 2021).

6. الاستنتاجات

في بداية هذه الدراسة سلطنا الضوء على أهمية نظم المعلومات الجغرافية وعلى الدور المحوري الذي تلعبه اليوم في مختلف المجالات بشكل عام وفي مجال الشركات الصناعية بشكل خاص. في الحقيقة إننا في هذه الورقة بالكاد لامسنا سطح هذا المجال الذي يعد من أكثر المواضيع أهمية على المستوى العالمي اليوم من الناحية العملية ومن الناحية البحثية. بالرغم من أهمية الموضوع عالميا إلا أننا وللأسف لا نجد اهتماما كبيرا به على المستوى المحلي. وإننا إذ نقدم هذا العمل المتواضع نطمح لأن يلفت انتباه البحاث لهذا المجال وأهميته، وأن يكون مدخلا وفاتحا لبحوث أخرى من شأنها إضافة قيمة علمية يمكن تبنيها من قبل الشركات والمؤسسات الوطنية والاستفادة منها للرقي بمستوى الصناعة المحلية لتكون قادرة على المنافسة دوليا.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

لقد اخترنا في هذه الدراسة أن نسلك النهج العملي وذلك بعرض نموذج تطبيقي لنظم معلومات جغرافية يهتم بدراسة وتحليل البيانات المتعلقة بالبيئة. بحيث يعطي النموذج المقترح مثالا واقعيا للقارئ يستطيع من خلاله فهم أهمية وأهداف وأسلوب تصميم نظم المعلومات الجغرافية المشابهة. وقد اخترنا الشركة الليبية للحديد والصلب كمؤسسة لتطبيق النموذج المقترح لما لها من أهمية في الاقتصاد الوطني ولأنها تعد من بين الشركات المحلية الكبرى. كما أنها نموذج لوسط يشمل أشكال متعددة تتأثر وتؤثر في البيئة. فموقع الشركة ومصانعها المحاذي للشاطئ يعطي تنبيها واضحا لأهمية دراسة أثر مصانع الشركة على البيئة البحرية المحيطة. كما أن الشركة تعد قريبة نسبيا من المناطق المزدحمة بالسكان نهيك عن المناطق التجارية والصناعية الأخرى. أضف إلى ذلك المصادر المتعددة للملوثات البيئية والعوامل الجوية التي تؤثر عليها مصانع الشركة أحيانا وتتأثر بها أحيانا أخرى. كل هذه الأسباب تجعل من الشركة الليبية للحديد والصلب مؤسسة نموذجية لتطبيق هذه الدراسة عليها.

في المرحلة الأولى من التصميم قمنا بدراسة النظام القائم ومدى موائمته للمتطلبات الفعلية للشركة. بعد ذلك تم إجراء دراسة تحليلية أكثر عمقا للمتطلبات التي تمكننا من بناء نظام جيومكاني لإدارة البيانات البيئية بالشركة يواكب التطورات المعاصرة. كانت أهم مخرجات تلك الدراسة هي:

- تحديد المؤثرات البيئية والعوامل المناخية المطلوب مراقبتها أو التنبؤ بها وهي تمثل مدخلات النظام.
- وضع تصور عام لشكل نظام المعلومات الجيومكانية الذي يلبي متطلبات الشركة.
- وضع الخطة المناسبة للتحديثات المطلوبة على الهيكلية الإدارية الحالية لقسم إدارة البيئة بما يتماشى مع متطلبات نظام المعلومات المقترح.

قدمنا في هذه الورقة نبذة عن الهيكلية المقترحة لإدارة البيئة بالشركة ومميزات وميكانيكية عمل نظام المعلومات المقترح. وأخيراً نود أن ننبه بأننا حاولنا دائما أن نركز على الخطوط العريضة المتعلقة بتصميم النظام وألا نخوض بعمق في بعض الأمور التقنية. فمثلا تجد أننا نقوم بتحليل وشرح أهمية أنواع مدخلات النظام التي يتم تجميعها من أجهزة الرصد المختلفة ثم نشير لأهمية أن يتم تخزينها بقواعد بيانات سحابية بحيث يسهل الوصول إليها في كل الأوقات. ولكننا لا نتعرض لتفاصيل تصميم قواعد البيانات تلك، أو للتفاصيل المتعلقة بالمواصفات الفنية لأجهزة الرصد المستخدمة. ويعود ذلك لسببين: 1) في هذا الدراسة نحاول أن نجعل كل الاهتمام منصبا على التحديات المصاحبة لتصميم نظم المعلومات الجغرافية بذاته، 2) إنه من الصعب إن لم يكن مستحيلا أن نغطي مثل تلك المواضيع بشكل جيد في دراسة واحدة، فهذه التقنيات تخدم مجالات مختلفة والتي من بينها نظم المعلومات الجغرافية. ونظرا للتعقيدات المصاحبة لتلك التقنيات وأهميتها في نفس الوقت فأننا نجد كتبا بأكملها تتكلم عنها وتشرح التفاصيل المتعلقة بها.

المراجع

أولاً: المراجع باللغة العربية

جعفر، فادي يعقوب علي (2015). *دور نظم المعلومات الجغرافية في اتخاذ القرار البيئي بين المعيقات والمحفزات من وجهة نظر المؤسسات المستخدمة لها*. رسالة ماجستير، جامعة القدس، القدس، فلسطين.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

الجمل، الحسين سالم (2019). *نظام الإدارة البيئية والسلامة والصحة المهنية بالشركة الليبية للحديد والصلب*. الملتقى الثاني لمسؤولي البيئة والمنعقدة بتنظيم المؤسسة الوطنية للنفط، 17، ديسمبر، 2019، طرابلس، ليبيا.

داود، جمعة محمد (2020). *نظم تطبيقات المعلومات الجغرافية في الدراسات البيئية*. معهد بحوث المساحة، القاهرة، مصر.

الشركة الليبية للحديد والصلب (2019). الخطة الاستراتيجية للبيئة والسلامة والصحة المهنية، الشركة الليبية للحديد والصلب، مصراته، ليبيا.

عكاشة، علي يوسف؛ ابوزقية، خليل؛ ابوكيل، عادل (2021). الخلفية الإشعاعية داخل وخارج محيط الشركة الليبية للحديد والصلب بمدينة مصراته، شمال غرب ليبيا، مجلة أريد الدولية للعلوم والتكنولوجيا، 8(4): 150-166.

فالح، علي؛ وشعوان، جمال (2012). *نظم المعلومات الجغرافية الاستشعار عن بعد: مبادئ وتطبيقات*. مطبعة آنفو-برانت، فاس. المغرب.

قسم البيئة بالشركة الليبية للحديد والصلب (2014). التقرير السنوي، تقرير غير منشور.

قسم البيئة بالشركة الليبية للحديد والصلب (2021). التقرير السنوي، تقرير غير منشور.

قسم البيئة بالشركة الليبية للحديد والصلب (2022). دراسة مؤشرات الوضع البيئي للشركة الليبية للحديد والصلب، تقرير غير منشور.

معيتيق، عبد العظيم؛ والجمل، جمال محمد (2021). تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية لإدارة البيئية. مؤتمر الآثار البيئية، 5-7، ديسمبر، 2021م، طرابلس، ليبيا.

وثائق نظام الإدارة البيئية للشركة الليبية للحديد والصلب (2004). وفق نظام إدارة البيئية (ISO14001).

ثانياً: المراجع باللغة الإنجليزية

ArcGIS (2022). Available online at: [https://ArcGIS Online.arcgis.com/]. Accessed on 11/1/ 2021.

ArcGIS Survey123 (2021). Available online at: [https://survey123.arcgis.com/]. Accessed on 12/8/2021.

Bartolo R.E. and Hill G.J.E. (2008). Remote sensing and GIS technologies as a decision-making tool for indigenous land 107 management: a case study from northern Australia. *Indigenous Knowledge and Development*, 9(1): 8-11.

ESRI (2021). Available online at: [https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-online/mapping/use-gis-to-help-your-child-understand-covid-19Online ArcGIS, 2021]. Accessed on 12/10/2021.

Hognogi G.G., Pop, A.M., & Marian-Potra A.C. (2021). Somes, fălean, T. The Role of UAS–GIS in Digital Era Governance. A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 13: 11097.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

Idrizi B., Maliqi E., & Pashova L. (2021). Spatial database designing for environmental monitoring and decision making in Mitrovica Region, The Republic of Kosovo. *Geosfera Indonesia*, 6(2): 189-204.

Kamara S.M. (2020). Development of a geographic information systems baseline spatial geodatabase template for evaluating potential and predicted environmental impacts for sustainable environmental impact assessment of mining in Sierra Leone. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 8(10): 262-284.

Martin R.V. (2008). Satellite remote sensing of surface air quality. *Atmospheric Environment*, 42(34): 7823-7843.