الإدارة المكانية للمحاجر والكسارات في محافظة البريمي - سلطنة عمان

سفيان بن محمد المعمري
وزارة الداخلية، سلطنة عمان

د. طلال بن يوسف العوضي
قسم الجغرافيا، جامعة السلطان قابوس

د. ياسين شرعبي
قسم الجغرافيا، جامعة السلطان قابوس
مركز البحوث والدراسات البيئية
جامعة السلطان قابوس، سلطنة عمان

د.نورة الناصري
قسم الجغرافيا، جامعة السلطان قابوس
مركز البحوث والدراسات البيئية،
جامعة السلطان قابوس، سلطنة عمان

د. منتصر إبراهيم عبدالغني
قسم الجغرافيا، جامعة السلطان قابوس – عمان

قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنيا،

جمهورية مصر العربية

البريد الالكتروني: alawadhi@squ.edu.om

المستخلص

تهدف هذه الدراسة إلى نمذجة الإدارة المكانية للمحاجر والكسارات في محافظة البريمي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (Geographic Information Systems – GIS)، من خلال تحليل متطلبات المستخدم (Analysis User Requirements)، وتصميم وبناء نموذج قاعدة بيانات جغرافية (GeoDatabase) للمحاجر والكسارات في المحافظة تضم بيانات مكانية ووصفية للعناصر الطبيعية والبشرية بمنطقة الدراسة. كذلك تهدف إلى تحليل الإدارة المكانية للمحاجر والكسارات من خلال ثلاثة اتجاهات: الأول مدى مثالية التوزيع المكاني للمحاجر والكسارات في منطقة الدراسة، الثاني مدى التزام المحاجر والكسارات بالمساحات المخصصة لها للعمل وفقاً للتراخيص، الثالث مدى التزامها بالمعايير الحكومية التي تُعنى بالُبعد المكاني عن بعض العناصر البشرية والطبيعية بالمحافظة، والتزامها بمعايير أخرى تضعها الدراسة متعلقة بالعناصر البشرية والطبيعية.

من خلال إجراء عدد من العمليات التحليلية على قاعدة البيانات الجغرافية (GeoDatabase) باستخدام حزمة برامج (Arc–GIS)، توصلت الدراسة إلى عدد من النتائج حول التوزيع المكاني للمحاجر والكسارات في محافظة البريمي ومدى ملائمة مواقعها الحالية استناداً إلى مدى تركزها قرب المناطق العمرانية ذات الكثافة السكانية العالية. كما توصلت ايضا إلى مدى تعدي المحاجر والكسارات على الأراضي المجاورة لها من خلال خروج أعمالها التعدينية عن حدود المساحات الممنوحة لها في التراخيص، وكذلك تعديها على العناصر البشرية والطبيعية في منطقة الدراسة ومن ثم عدم الالتزام بالإحرامات الموضوعة لها من قبل الجهات المختصة. اقترحت الدراسة نطاقات جديدة للإحرامات لتفصل بين مواقع المحاجر والكسارات ومواقع هذه العناصر، وتم إخراج عدد من الخرائط توضح نتائج التحليل، وضعت بعض النتائج في جداول توضح الكسارات الملتزمة وغير الملتزمة بالمعايير المكانية الخاصة بكل عنصر بشري أو طبيعي، ويعتبر ذلك من أهم نتائج هذه الدراسة.

أوصت الدراسة بضرورة تطبيق أسلوب الإدارة المكانية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لإدارة المحاجر والكسارات، وذلك في المؤسسات الحكومية التي تُعنى بإصدار تراخيص التعدين. كما أوصت بأهمية تطوير قاعدة بيانات جغرافية (GeodataBase) للمحاجر والكسارات تشمل كافة البيانات المكانية والوصفية الضرورية لدعم اتخاذ القرار، وذلك لضمان تكامل البيانات وتحقيق الإدارة المثلى لقطاع التعدين في المحافظة، ولتصحيح أوضاع المحاجر والكسارات غير الملتزمة بالمعايير الموضوعة من قبل الجهات المختصة، والنظر في إمكانية اعتماد المعايير المقترحة في الدراسة وتطبيقها، وتسريع عملية دراسة طلبات تراخيص التعدين من خلال تطبيق الدراسة المبدئية استناداً إلى قاعدة البيانات الجغرافية.

الكلمات الدالة: المحاجر والكسارات، نظم المعلومات الجغرافية، الإدارة المكانية، البريمي، سلطنة عمان.

Spatial Management of Quarries & Crushers in Al-Buraimi Governorate-Sultanate of Oman

Abstract

This study aimed at modeling the spatial management of quarries and crushers in Al-Buraimi Governorate by using Geographic Information Systems (GIS). This work has been undertaken throughout the analysis of user requirements (User Requirements Analysis) as well as designing and building a geographical database model (Geo-Database) for the quarries and crushers in the governorate, including spatial and attribute natural and human features of the study area data. The analysis of spatial management of quarries and crushers has three dimensions. First dimension is the optimum spatial distribution of the quarries and crushers in the study area. The second dimension is to what extent that the quarries and crushers are in compliance with official allocated area. The last dimension is to what extent quarries & crushers are committed with government standards especially the distance standard to human and natural elements as well as other elements recommended by the study in the study area.

Number of analytical processes on a geographical database (GeodataBase) using a software set of ArcGIS were completed. The results revealed a number of conclusions for spatial distribution of the quarries and crushers in Al-Buraimi Governorate such as its matching of the current locations of quarries and crushers to the well populated areas. The study also measured the extent of encroachment quarries and crushers on adjacent land throughout its mining the limits which granted by the licenses, as well as infringement of human and natural elements in the study area through non-compliance of the fences set by the competent authorities and the sieges proposed in the study to separate the quarries and crushers from these elements. The final analytical results were presented on maps and tables, showing crushers committed and non-committed into spatial standards to each human or natural element.

The study recommended for the necessity of application for spatial management of the quarries and crushers by using Geographical Information Systems (GIS) technologies in the government institutions which concerned of issuance of mining licenses. The study also recommended the importance of geographic database development (Geo Database) for the quarries and crushers include all spatial necessary to support decision-making. This database can be used to ensure data integrity and to achieve optimal management of the mining sector in the governorate, as well as rectifying the quarries and crushers conditions to those who are not yet abiding to the standards set by the competent authorities. The study also recommended to obtain the proposed standards in this study which can accelerate the process of issuing mining licenses.

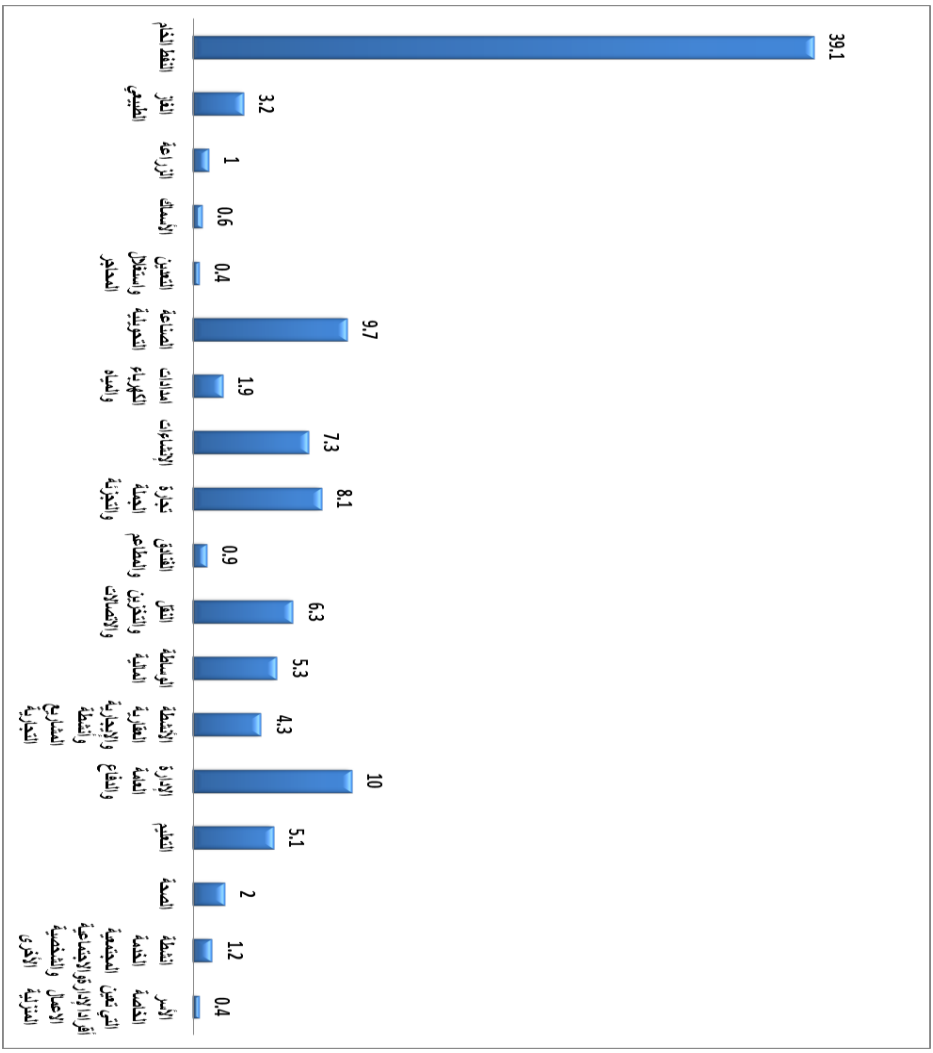
Keywords: Quarries & Crushers, GIS, Spatial Management, Al-Buraimi

1. مقدمة

تمثل الثروة المعدنية أهمية كبيرة لأي بلد، وتلعب دوراً محورياً في تطوره الاقتصادي، تتوفر في سلطنة عمان مجموعة من الخامات المعدنية المختلفة المختزنة في باطن الأرض منها: النحاس والكروم واللاترايت والجبس والحجر الجيري والرخام والأطيان والأجرجيت والسليكون (الهيئة العامة للتعدين، 2015)، وهذا ما يتيح للسلطنة – إذا ما أُحسن استخدام هذه الخامات- فرصة لتنويع مصادر الدخل، ورفع المستوى المعيشي للسكان، وإيجاد قاعدة للصناعات التحويلية التي تعتمد على هذه الخامات، وخلق فرص عمل و من ثم تحقيق الأمن الاقتصادي خصوصاً في ظل تذبذب أسعار النفط العالمية.

تمتلك محافظة البريمي – منطقة الدراسة – العديد من الموارد الطبيعية المتنوعة، فبالإضافة إلى الموارد المائية والمراعي وموارد الطاقة المتجددة كأشعة الشمس والرياح، توجد أنواع مختلفة من الثروات المعدنية كالكروم والحجر الجيري والجبس والمعادن الأخرى المستخدمة في البناء. حيث تقدر ترسبات الحصى وحدها في المحافظة بـ 12 مليار طن (وزارة التجارة والصناعة 2011)، وهذا ما أوجد عدد كبير من الشركات العاملة في مجال المحاجر والكسارات تعمل على استغلال هذه الثروات المعدنية، الأمر الذي قد يؤدي على المدى الطويل إلى استنزاف هذه الثروات الطبيعية على نطاق واسع. وحسب بيانات الهيئة العامة للتعدين بلغ عدد الشركات العاملة في هذين المجالين بالمحافظة حوالي (43) شركة في عام 2015م، بلغ إنتاجها الكلي أكثر من (130) مليون طن حتى مطلع العام 2015م، ويُصدر جميع إنتاجها إلى الخارج. بسبب العوائد المالية الجيدة التي تجنيها الشركات من تصدير تلك الخامات إلى الأسواق الخارجية، مما زاد الضغط على الموارد المعدنية في المحافظة، وزادت الطلبات بالحصول على تراخيص التعدين والتحجير فيها.

على الرغم من أن قطاع التعدين واستغلال المحاجر من القطاعات الواعدة في سلطنة عمان إلا أن المساهمة الإجمالية لهذا القطاع في الناتج المحلي الإجمالي لا تزال ضئيلة جداً فقد بلغت حوالي 110.5 مليون ريال عماني عام 2015، مثلت نحو 0.4% من الناتج المحلي الإجمالي (المركز الوطني للإحصاء والمعلومات 2017: 275) أنظر شكل (1).



شكل(1): نسبة إسهام الأنشطة الاقتصادية في الناتج المحلي الإجمالي في سلطنةعمان عام 2015

تعتبر الهيئة العامة للتعدين الجهة المسؤولة عن إدارة قطاع التعدين في السلطنة، وتتولى عملية إصدار تراخيص استغلال الثروة المعدنية فيها بالتنسيق مع الجهات الحكومية ذات الاختصاص، وذلك وفقاً لقانون التعدين الصادر بالمرسوم السلطاني رقم (27/ 2003)، واللائحة التنفيذية له الصادرة بموجب قرار وزير التجارة والصناعة رقم (77/ 2010م) وتعديلاتها.

في الوقت الذي ينمو فيه سكان العالم ويتزايد فيه الضغط على الموارد الطبيعية بشكل غير مسبوق، فقد اكتشف المختصين بإدارة الموارد الطبيعية أهمية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في اتخاذ القرارات الحاسمة التي يوجهونها يوميا في مجال إدارة الموارد الطبيعية. حيث تساعد نظم المعلومات الجغرافية على تنمية المجتمعات وإيجاد أرضية مشتركة من خلال توفير إطار لتحليل ومناقشة قضايا إدارة الموارد Lang, (1998). ويهدف المفهوم الأساسي لنظم المعلومات الجغرافية إلى تقديم الحلول والقرارات السديدة المبنية على المعالجة وتحليل المعطيات والمعلومات المختلفة، بعد ربطها بموقعها الجغرافي (غضبان 2013)، إذ تتميز أنظمة المعلومات الجغرافية عن باقي أنظمة المعلومات الأخرى بقوة تحليلها للمعلومات المرتبطة بموقعها الجغرافي الصحيح والعلاقة المكانية بين المعلومات.

ظهرت في السنوات الأخيرة العديد من التساؤلات على مستويات عدة - المجتمع المحلي والمهتمين في مجالات الاقتصاد والبيئة و المهتمين بالمحاجر والكسارات - حول التأثيرات السلبية للمحاجر والكسارات في منطقة الدراسة على السكان والبيئة المحيطة، وكذلك عن مدى التزام هذه الشركات بمساحات العمل المصرح لها بالعمل فيها من قبل الجهات الحكومية المختصة، ومدى فعالية القوانين المنظمة لاستغلال الثروات الطبيعية وتحقيقها لاستدامة هذه الموارد وحمايتها من الاستنزاف المفرط. بينما في الجانب الآخر هناك تساؤلات من قبل المستثمرين في مجال التعدين، عن عملية استخراج التراخيص الخاصة بممارسة أنشطة التعدين في السلطنة، حيث أنه

وبسبب عدم تكامل البيانات لدى الهيئة العامة للتعدين، تأخذ عملية استخراج التصاريح فترات زمنية طويلة تزيد على العامين، يتخللها مراجعات ومخاطبات كثيرة لعدد من الجهات الحكومية داخل السلطنة، لتقوم كل جهة بدراسة الطلب على حدة وفقاً لاختصاصاتها. وعليه فقد برزت الحاجة إلى وجود إدارة فعالة لهذه الموارد تضمن التزام الشركات العاملة في هذه المجالات بالأنظمة والقوانين المتبعة في السلطنة لاستغلال الموارد المعدنية مع مراجعة هذه القوانين وموائمتها بما يحافظ على صحة الإنسان والبيئة المحيطة ويحقق عوائد اقتصادية على الدخل القومي ويساهم في العمليات التنموية في منطقة الدراسة من جهة، ويحافظ على استدامة هذه الموارد الطبيعية للمستقبل من جهة أخرى.

أصبحت الإدارة المتكاملة لهذه الثروات والأنشطة القائمة عليها ضرورة ملحة، وذلك لاختصار الوقت والجهد، ولتوفير بيانات أكثر دقة عن الثروات المعدنية والأنشطة التعدينية بالسلطنة، ومن هنا فقد جاءت هذه الدراسة للبحث عن السبل المناسبة لإدارة المحاجر والكسارات في محافظة البريمي مكانياً، بما يضمن الاستغلال الأمثل لها، وذلك باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، اعتماداً على منهج تكامل البيانات الخاصة بالأنشطة التعدينية والثروات الطبيعية في منطقة الدراسة.

وعليه فإن الهدف الرئيسي للدراسة هو نمذجة الإدارة المكانية للمحاجر والكسارات في محافظة البريمي، كما أن للدراسة أهدافاً فرعية أخرى:

- تصميم قاعدة بيانات جغرافية (GeoDataBase) للمحاجر والكسارات تشمل البيانات المكانية والوصفية.
- توظيف نظم المعلومات الجغرافية وقواعد البيانات الجغرافية في تتبع مدى تأثير أنشطة (المحاجر والكسارات) على السكان والبيئة المحيطة في منطقة

الدراسة، ومعرفة مدى التزام الشركات العاملة في مجال المحاجر والكسارات بالمحافظة بالقوانين والنظم المعمول بها.

- توظيف نظم المعلومات الجغرافية وقواعد البيانات الجغرافية في تحسين الإجراءات الإدارية ومن ثم تقليص الوقت في عملية استخراج تراخيص التعدين.

لقد تم اختيار محافظة البريمي كمنطقة للدراسة لعدة أسباب، أهمها:

- الأهمية الجغرافية والموقع الحدودي لمحافظة البريمي وارتباطها بعدد من المنافذ الحدودية البرية بدولة الإمارات العربية المتحدة، وقربها من ميناء صحار حيث ترتبط معه بشبكة من الطرق الحديثة. ومن ثم فإن ذلك الموقع يعتبر ملائما لتصدير المواد الخام المنتجة من الكسارات والمحاجر إلى الخارج عن طريق المنافذ البرية والبحرية، وسوف تساهم قاعدة البيانات والإدارة المكانية في تحسين ظروف الانتاج وفي تحقيق الاستفادة المثلى للمواد المستخرجة سواء عن طريق التصدير او الموجهة للسوق المحلي، من ثم رفع القيمة السوقية لمحافظة البريمي في هذا النشاط الاقتصادي.
- توفر كمية كبيرة من الثروات المعدنية في المحافظة، ووجود عدد كبير من الشركات العاملة في مجال المحاجر والكسارات فيها.
- الحركة التجارية النشطة في المحافظة، خصوصاً حركة الشاحنات المصدرة لمنتجات المحاجر والكسارات إلى خارج السلطنة.

2. الدراسات السابقة

تناولت العديد من الدراسات موضوع الإدارة المكانية للموارد الطبيعية واستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في إدارة الموارد الطبيعية، فقد قامت دراسة هوفر واخرون (Hoover et al. 2014) على تصميم وتقييم نظام

معلومات جغرافية على الأنترنت لجودة المياه الجوفية، حيث تناولت قضية تلوث مياه الشرب بالمواد الكيميائية الضارة في المجتمعات الريفية. أنشأ الباحثون نظام معلومات جغرافية على الأنترنت يوضح تلوث المياه الجوفية في نافاجو بجنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية.

ناقشت دراسة (Ogunbadewa, 2012) تطوير قاعدة بيانات للموارد الطبيعية باستخدام بيانات قمر نيجيريا سات-1 ونظم المعلومات الجغرافية، وقدمت تقريراً علميا جيدا عن كيفية إدارة الموارد الطبيعية والحفاظ عليها في منطقة أوندو بجنوب غرب نيجيريا، وتوصلت الدراسة إلى أهمية استخدام هذه التقنيات الحديثة كأداة قوية لدعم اتخاذ القرارات في مجال الموارد الطبيعية في المنطقة.

جاءت دراسة (Abd-Alla, 2011) حول استخدام نظم المعلومات الجغرافية لإنشاء قاعدة بيانات رقمية لموارد الأرض بدلتا نهر النيل في مصر لإدارة التربة، قام الباحث بتوظيف برامج الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية مثل (ArcGIS، ERDAS IMAGINE وENVI)، وتم التوصل إلى أنواع الترب المنتشرة في منطقة الدراسة وكذلك مراقبة الزحف العمراني على حساب التربات الزراعية.

بينما جاءت دراسة (Liu et al. 2010) حول تطوير نظام دعم اتخاذ القرار القائم على نظم المعلومات الجغرافية عن البيئة الاحيائية والموارد الطبيعية في شمال شرق آسيا، حيث يستند هذا النظام على تقييم الموارد الطبيعية ووضع نماذج للتنبؤ معتمدة على برامج نظم المعلومات الجغرافية وقواعد البيانات الدولية ذات الصلة، وأتاح النظام إمكانية إدارة الموارد الطبيعية علمياً، وإمكانية التنبؤ المستقبلي ودعم اتخاذ القرار.

أما دراسة (Freitas & Tagliani, 2009) فكانت عن استخدام نظم المعلومات الجغرافية لدمج المعلومات (التقليدية والعلمية) في دعم إدارة مصائد الأسماك الحرفية

في جنوب البرازيل، فقد ناقشت إدخال نظم المعلومات الجغرافية لتنظيم وتحليل وعرض المعلومات التقليدية والعلمية لدعم إدارة مصائد الأسماك في بحيرة مصب باتوس، وتوصلت الدراسة الى تطوير قاعدة بيانات نظم معلومات جغرافية متعددة الطبقات بشكل يسهل الاطلاع عليه. لوحظ بعد تحليل طبقات قاعدة البيانات أن الصيادين يميلون إلى التركز في مصبات الأنهار الضحلة المحيطة بقراهم. بينما جاءت دراسة (الحمامي والعزاوي، 2007) عن كيفية استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تقدير مساحة وكثافة مشاجر الغابات الاصطناعية في مدينة الموصل بالعراق، وقد أظهرت النتائج أنه يمكن استخدام هذه التقنيات بشكل دقيق ورخيص لإنتاج خارطة مساحية توضح كثافة المشاجر الاصطناعية للغابات، ويمكن تكرار البحث على فترات زمنية متتالية لإعادة تقييم التطورات السلبية والايجابية الحاصلة عليها.

أما دراسة (Bocco et al. 2004) فكانت عن استخدام الخرائط الجيومورفولوجية لتعزيز إدارة الموارد الطبيعية في البلدان النامية، وأخذت من المجتمعات الريفية الأصلية في ميتشواكان بالمكسيك دراسة حالة لها. ركزت هذه الدراسة على استخدام المعرفة المورفولوجية لإدارة الموارد الطبيعية في المناطق الريفية في البلدان الأقل نموا، وقد أثبت هذا النهج فائدته الفعلية في إدارة الموارد وتم اعتماده وتشغيله من قبل مدراء الموارد في منطقة الدراسة.

وجاءت دراسة (Nath et al. 2000) حول تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لدعم اتخاذ القرارات المكانية في تربية الأحياء المائية، وحللت معوقات استخدام نظم المعلومات الجغرافية في مجتمعات تربية الأحياء المائية، وخلُصت إلى أهمية نظم المعلومات الجغرافية في دعم اتخاذ القرار في هذا المجال.

بينما ناقش كل من (Sahay & Madon,1997)، كيفية إدارة الموارد الطبيعية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في الهند، حيث ناقش الباحثان الآثار التكنولوجية والإدارية لإدارة الموارد الطبيعية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية بناءً على خبرتيهما الماضية في هذا المجال.

أما دراسة (Mallawaarachchi et al. 1995) فقد استعرضت نظم النمذجة المتكاملة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لإدارة الموارد الطبيعية، حيث تعرض الباحثون في الدراسة لتطبيق نظام النمذجة لتقييم تكاليف تدهور الأراضي في مناطق واسعة من ولاية نيو ساوث ويلز بأستراليا، وسلطت الدراسة الضوء على إمكانات نظام النمذجة في تقييم جدوى السياسات والخيارات التي قُدمت حول المشكلة على المستوى الإقليمي.

وركزت دراسة (Kliskey, 1995) على دور ووظائف نظم المعلومات الجغرافية كأداة للتخطيط في إدارة الموارد الطبيعية، باستكشاف وظائف نظم المعلومات الجغرافية وقدرتها على إدارة الموارد الطبيعية من خلال الإطار المكاني، وخُلصت إلى إبراز مدى ملائمة نظم المعلومات الجغرافية لدعم اتخاذ القرار في مجال إدارة الموارد الطبيعية.

دراسات عن إدارة الموارد الطبيعية في سلطنة عُمان:

قليلة هي الدراسات الذي ناقشت ذلك الموضوع على المستوى المحلي، وتعتبر رسالة الماجستير المقدمة من الصقري بعنوان تقييم الآثار البيئية للمحاجر والكسارات في قرية الأبيض بمحافظة جنوب الباطنة في سلطنة عمان من أهم الدراسات الملامسة لموضوع البحث، حيث قام الباحث بتوظيف تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية للكشف عن الآثار البيئية للمحاجر والكسارات في منطقة الدراسة، مستخدماً أنواع مختلفة من البيانات الجغرافية والإحصائية، وتوصل إلى

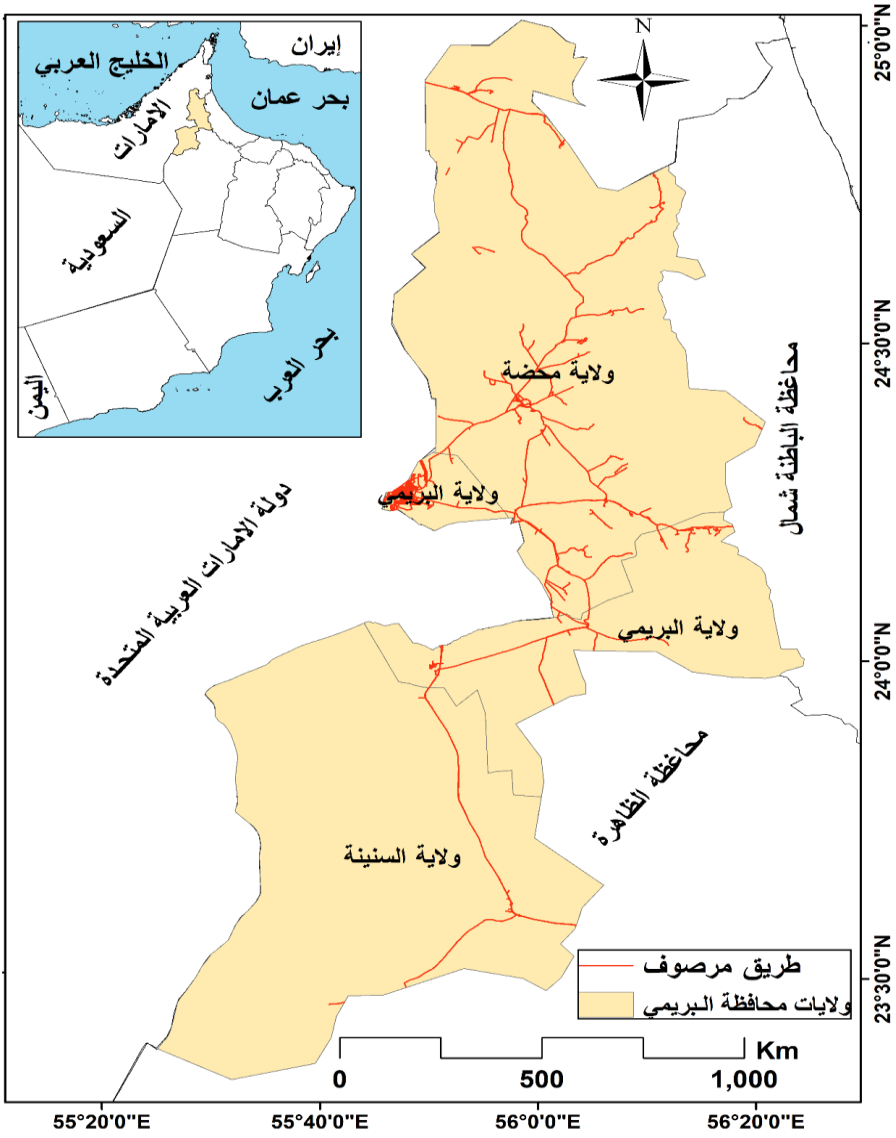
رصد العديد من التجاوزات التي قامت بها الشركات العاملة في مجال المحاجر والكسارات في منطقة الدراسة (الصقري، 2012).

ومن الدراسات التي لها علاقة وثيقة بالموضوع أيضاً دراسة (Alakhzami, 2000)، بعنوان (تكامل البيانات المكانية لإدارة مصائد الأسماك البحرية في عُمان)، حيث أوضح الباحث في هذه الدراسة إمكانية تطبيق تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لإدارة مصائد الأسماك البحرية في عُمان، وتم استخدام القدرة التحليلية لنظم المعلومات الجغرافية (GIS) لعرض نتائج عدة مثل: المناطق المفضلة للصيد، والصيد المتوقع لكل منطقة، ومناطق الأسماك عالية الجودة، والمناطق غير المستغلة، والمناطق المشتبه بتعرضها للصيد الجائر.

3. منطقة الدراسة

تقع محافظة البريمي بين دائرتي عرض ('21 ˚23) و('00 ˚25) شمال خط الاستواء، وبين خطي طول ('23 ˚55) و ('23 ˚56) شرق خط جرينتش، وتبلغ مساحتها حوالي (7614كم2) وتتكون من ثلاث ولايات هي: البريمي ومحضة والسنينة، وقُدر عدد سكانها عام 2017 بنحو (114334) نسمة، يمثل العمانيون (47.9%) منهم (المركز الوطني للإحصاء والمعلومات 2017). وتعتبر محافظة البريمي ذات أهمية جغرافية كبيرة لسلطنة عمان، نظراً لوقوعها في الشمال الغربي من السلطنة على الحدود مع دولة الإمارات العربية المتحدة، حيث تمثل بوابة سلطنة عمان البرية التي تربطها مع دولة الإمارات العربية المتحدة بعدد من المنافذ الحدودية البرية التي تستخدم للعبور البري من السلطنة إلى مدينة العين، كما تبعد المحافظة عن ميناء صحار الذي يقع في ولاية صحار بمحافظة شمال الباطنة على سواحل بحر عمان حوالي (50 كم). قد أدى موقع محافظة البريمي الاستراتيجي وتوافر الثروات

المعدنية فيها وتميزها بتنوع جيولوجي واسع إلى توجيه أنظار الشركات من الدول الأخرى إليها لاستيراد منتجات المحاجر والكسارات منها.

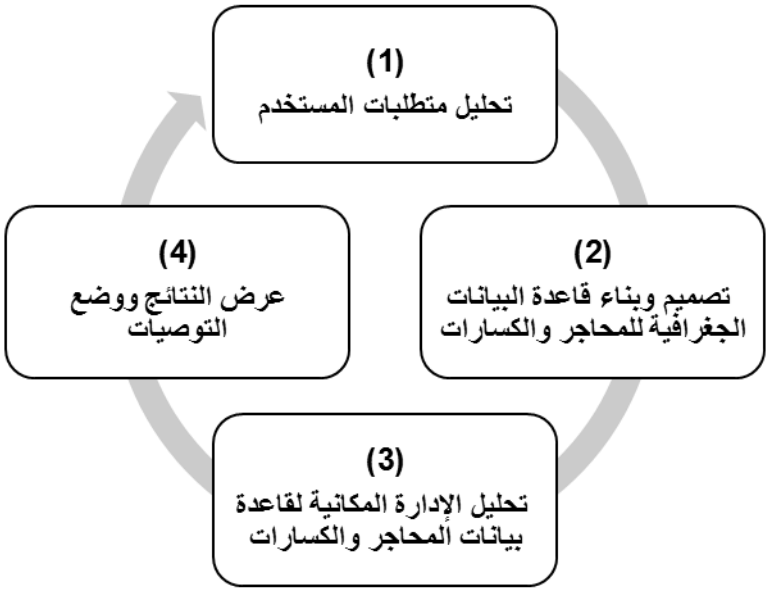


شكل (2): خريطة توضح موقع محافظة البريمي (منطقة الدراسة)

4. منهجية الدراسة وأدواتها

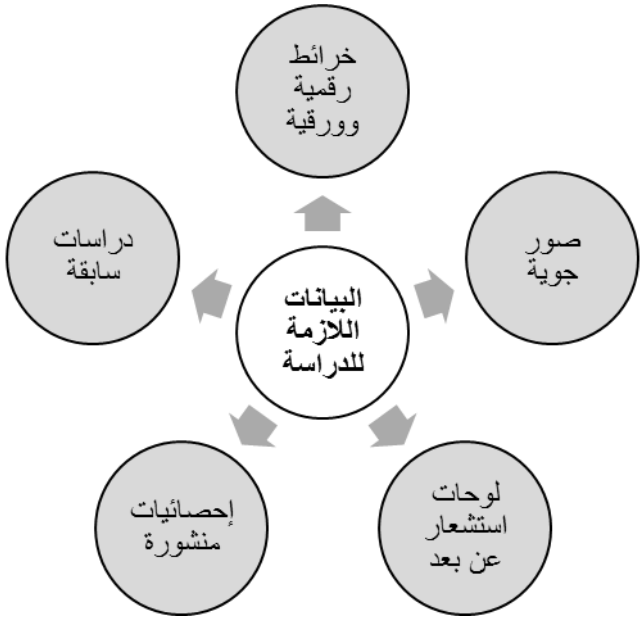
اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي (Analysis Method)، والذي يهدف إلى تحليل وتفسير البيانات المتعلقة بموضوع البحث، واستنباط النتائج منها، مبينا على أسس وقواعد علمية في القياس والتحليل. ولقد شمل التحليل المتبع في الدراسة نوعين هما: التحليل الوصفي (Descriptive Analysis)، والذي كان مفيدا في الكثير من مواضع البحث، مثل وصف مواقع المحاجر والكسارات، ووصف العمليات الإدارية المتعلقة بإصدار التراخيص وغيرها من النقاط، والتحليل الكمي (Quantitative Analysis) الذي اتبع لتحليل القياسات الكمية التي استنبطت من معالجات نظم المعلومات الجغرافية لقواعد البيانات الخاصة بالدراسة. باستخدام برنامج (Arc-GIS) نسخة رقم (10.5).

ولقد قامت الدراسة إلى أربعة مراحل عمل رئيسية (شكل 3) كما يلي:



شكل (3): مراحل العمل الرئيسية

المرحلة الأولى: ركزت على تحديد المتطلبات اللازمة لنمذجة الإدارة المكانية للمحاجر والكسارات في منطقة الدراسة، كتحديد البيانات (شكل 4) والتي تشمل الدراسات السابقة، والإحصائيات المنشورة من قبل الجهات المختصة حول أنشطة التعدين، بالإضافة إلى المرئيات الفضائية والصور الجوية ذات الدقة العالية، والخرائط الرقمية والورقية، والبيانات الخاصة بالمحاجر والكسارات.



شكل (4): البيانات اللازمة للدراسة

المرحلة الثانية: تمثلت في تصميم وبناء قاعدة بيانات جغرافية (GeoDatabase) للمحاجر والكسارات في منطقة الدراسة تضم بيانات مكانية ووصفية لها. من خلال قاعدة البيانات هذه أمكن تنظيم البيانات التي تم جمعها في المرحلة الأولى وتصنيفها، حيث أتاحت قاعدة البيانات الجغرافية (GeoDatabase) ضبط الوصول إلى البيانات بطرق معيارية عند الرغبة في استخدامها وتعديلها، وأتاحت أيضاً تخزين البيانات بشكل مستقل عن تطبيق محدد أو غرض معين، بحيث يمكن لاحقاً استخدامها لأغراض وتطبيقات أخرى، وقللت كذلك من التكرار في تخزين البيانات.

المرحلة الثالثة: في هذه المرحلة أُجريت عمليات التحليل المكاني لقاعدة البيانات الجغرافية، وذلك باستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وهي برمجيات (Arc-GIS)، مكن ذلك من استعراض توزيع المحاجر والكسارات في المحافظة، كما مكن من الكشف عن الآثار المترتبة من عمليات التعدين على التجمعات السكانية وعلى العناصر البيئية: كالشبكة الهيدرولوجية والتربة الزراعية والمراعي، وكذلك مكن من الكشف عن مدى التزام الشركات العاملة بالمساحات المصرح لها باستغلال مواردها من خلال قياس المساحات التي تم التعدي عليها، ولقد استخدام المرئيات الفضائية لمقارنة منطقة الدراسة خلال فترتين مختلفتين.

المرحلة الرابعة: في هذه المرحلة أُستعرضت النتائج التي تم التوصل إليها من خلال عمليات التحليل المكاني، ووضعت التوصيات اللازمة بشأنها.

5. تحليل ومناقشة النتائج

إن عملية إدارة المحاجر والكسارات في منطقة الدراسة تلزم تكامل البيانات المكانية الخاصة بها، فعلى سبيل المثال عملية إصدار التصاريح تمر بعدة مراحل يتم خلالها التنسيق مع عدد من الجهات الحكومية المختلفة وذلك لدراسة الطلبات من قبل هذه الجهات كل حسب اختصاصه، وهذا الأمر يحتاج إلى وقت وجهد. كما أن عملية الرقابة على الشركات العاملة في منطقة الدراسة تحكمها اشتراطات جهات حكومية مختلفة، تقوم بتقييمها كل على حده، وهنا يظهر عدم التكامل في البيانات لدى الهيئة العامة للتعدين. إن تكامل البيانات أمر بالغ الأهمية لتدارك الأخطاء التي قد تنتج جراء تشتت البيانات في جهات متعددة، وكذلك لتوفير الوقت والجهد. وقد اعتمد الباحثين في هذه الدراسة على عملية إنشاء قاعدة بيانات جغرافية موحدة للمحاجر والكسارات في محافظة البريمي (منطقة الدراسة)، لتضم جميع البيانات اللازمة لعملية إدارة المحاجر والكسارات، ولإجراء العمليات التحليلية عليها، ووضع الاشتراطات اللازمة لها بناء

على اشتراطات ومواصفات الجهات الحكومية. بهذه الطريقة أمكن توحيد قاعدة العمل في قاعدة بيانات جغرافية موحدة، يستطيع المختصين تعديلها وتحديث البيانات فيها في أي وقت، وكذلك تعديل الاشتراطات المعمول بها، كما أن العمليات التحليلية التي يمكن إجراءاها بواسطة البرامج المتاحة - مثل برنامج Arc-GIS - وفي ظل تكامل البيانات، ستمكن من إجراء الاستفسارات على نوعي البيانات المكانية والوصفية التي تضمها قاعدة البيانات الجغرافية، والكشف عن آثار هذه المحاجر والكسارات على العناصر البيئية والبشرية في المنطقة. ولذلك فأن قاعدة البيانات التي انتجتها هذه الدراسة تُعد من أهم الفوائد التطبيقية لها، كما يمكن محاكاتها على مناطق أخرى للمحاجر والكسارات في سلطنة عمان.

وبما أن نظم المعلومات الجغرافية (GIS) عُرفت على أنها قائمة أساساً على عملية تنظيم وإدخال البيانات ومعالجتها وإخراجها بطريقة فنية تدعم اتخاذ القرار؛ فإن قواعد البيانات الجغرافية (GeoDatabase) تتيح القيام بهذا الجزء الهام من العمل في نظم المعلومات الجغرافية. وكما يشير (الشافعي 2009) فأنه عند إنشاء قاعدة بيانات جغرافية لتخزين وتنظيم البيانات الخاصة بالعمل، فإننا بذلك نحصل على العديد من المميزات أهمها:

- إمكانية توصيف وإنشاء مجموعات بيانات تخصصية تشبه إلى حد كبير سلوك الكينونات الجغرافية.
- تسمح بإعداد هيكل بنائي يتأكد من أن العلاقات بين مجموعات البيانات قد تمت بشكل صحيح ولا تزال باقية.
- تُمكن من إعداد مجموعة من القوانين لتأكيد جودة البيانات وتكاملها.
- من مميزاتها أيضاً أن تخزين البيانات فيها تُعد وسيلة فعالة لإدارة مجموعات البيانات المرتبطة ببعضها البعض على أنها وحدة واحدة.

وقد مرت عملية إدارة المحاجر بعدة مراحل هي:

أولا: مراحل تصميم وبناء نموذج قاعدة البيانات الجغرافية

تتألف عملية تصميم وبناء قاعدة البيانات الجغرافية من عدة مراحل:

- مرحلة التخطيط وتحديد البيانات اللازمة للمشروع
- مرحلة التصميم وهي تتضمن تحديد مجموعات مجالات البيانات التي سيتم إنشاءها داخل قاعدة البيانات الجغرافية فيما بعد
- مرحلة وضع مواصفات البيانات التي سيتم إدخالها أو إنشاءها في قاعدة البيانات الجغرافية
- مرحلة عملية البناء الفعلي لقاعدة البيانات الجغرافية
- مرحلة إدخال البيانات أو إنشاءها بداخل قاعدة البيانات الجغرافية

ولقد مرت عملية تصميم قاعدة البيانات الجغرافية في هذه الدراسة بجميع المراحل آنفة الذكر وسيتم التطرق لكل مرحلة بالتفصيل فيما يلي.

أ- التخطيط وتحديد البيانات اللازمة للمشروع

ينبغي أن يعكس تصميم قاعدة البيانات الجغرافية طبيعة عمل المؤسسة أو القطاع الذي تستهدفه؛ وعليه فإنه يجب تحديد المحتويات التي ستضمها قاعدة البيانات الجغرافية بدقة، وهو ما سيساعد في عملية البناء الفعلي، كما سيساعد في عملية التحليل حيث لن تكون هناك حاجة للتوقف لاستيفاء بيانات إضافية، كما أن ذلك سيساعد في تحديد الكيفية التي سيتم من خلالها تمثيل هذه المحتويات، كتمثيل مناسيب سطح الأرض، والتي يمكن تمثيلها بالعديد من البدائل مثل خطوط الكنتور، أو spot أو غيرها.

لقد ساعدت معرفة طبيعة عمل الجهات الحكومية المختصة فيما يخص عمليتي إصدار التراخيص الخاصة بالأنشطة التعدينية، وإدارة عملية التعدين والرقابة عليها في السلطنة، من تحديد محتويات قاعدة البيانات الجغرافية. فالخطوات والإجراءات التي تتبعها الجهات المختصة لإصدار التراخيص الخاصة بإقامة مشاريع المحاجر والكسارات تبدأ لدى الهيئة العامة للتعدين بعد تلقي الطلب من قبل المستثمر لتقوم بالتنسيق مع الجهات الحكومية الأخرى ذات الصلة كل حسب اختصاصه، وهذه الجهات هي وزارة البيئة والشؤون المناخية، ووزارة البلديات الإقليمية وموارد المياه، ووزارة الإسكان، ووزارة الداخلية، ووزارة الدفاع، ووزارة التراث والثقافة، ووزارة السياحة، وشرطة عمان السلطانية.

من خلال معرفة طبيعة المتابعة التي تتخذها الجهات آنفة الذكر تجاه طلبات التعدين، تم تحديد البيانات التي يفترض أن تتوفر لدى كل جهة لدراسة الطلبات، والبيانات التي يجب أن تتوفر لدى الهيئة العامة للتعدين لإدارة المحاجر والكسارات، وبالتالي تحديد محتويات قاعدة البيانات الجغرافية التي ستوحد العمل تجاه الطلبات، وعملية الرقابة على السواء.

ب- المخطط العام لنموذج قاعدة البيانات (The schema of database)

لبناء قاعدة البيانات الجغرافية يلزم بذل مزيداً من الجهد للتخطيط حول كيفية إنشاء مجموعات البيانات التي ستضمها، كما يجب أيضاً أن يتم بذل المزيد من الجهد في عملية التصميم وجمع البيانات اللازمة للمشروع، وذلك لإحداث التكامل في البيانات عند عملية التحليل. فبعد أن تم في الخطوة السابقة تحديد البيانات اللازمة، يلزم تحديد المجموعات التي ستقسم إليها البيانات. ولقد تم تقسيم البيانات إلى ثمان مجموعات داخل قاعدة البيانات الجغرافية، تضم كل منها مجموعة من البيانات ذات الاتجاه المشترك، كما يلي:

- المجموعة الأولى: المحاجر والكسارات في منطقة الدراسة (Quarries & Crushers)، وتحتوي على بياناتها المكانية والوصفية.
- المجموعة الثانية: البيانات البيئية (Environmental Data)، وتضم التربة، والغطاء النباتي، والتركيب الجيولوجي، والمراعي الطبيعية.
- المجموعة الثالثة: البيانات السكانية (Population Data)، وتضم التوزيع السكاني، والمستوطنات الحضرية.
- المجموعة الرابعة: استخدام الأرض (Land use)، وتضم عناصر استخدام الأرض مثل خطوط المواصلات، والمناطق المبنية، والمخططات الإسكانية، والمواقع السياحية.
- المجموعة الخامسة: البيانات الإدارية (Administrative Data)، وتضم الحدود الدولية، والحدود الإدارية لمحافظة البريمي.
- المجموعة السادسة: البيانات الهيدرولوجية (Hydrology Data)، وتضم شبكة المجاري المائية الطبيعية، والسدود، والآبار ومناطق حمايتها، والأفلاج.
- المجموعة السابعة: المرئيات الفضائية (images)، والصور الجوية (Arial Photos)، وتضم مجموعة مرئيات وصور لمنطقة الدراسة في فترات مختلفة.
- المجموعة الثامنة: نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) لمنطقة الدراسة، وقد تم وضعها في مجموعة مستقلة نظراً لإمكانية زيادة عدد المرئيات الناتجة من عمليات التحليل على مرئية (DEM) الأصلية فيما بعد، وبالتالي تنظيم أكثر للمرئيات في قاعدة البيانات الجغرافية.

ج- مواصفات البيانات

في هذه المرحلة تم وضع مواصفات البيانات التي ستضمها قاعدة البيانات الجغرافية، وتحديد طريقة تمثيل البيانات المكانية (نقطة أو خط أو مساحة)، وتحديد البيانات الوصفية التي يجب أن تحتويها، والدقة وعدد الباندات للبيانات الشبكية.

د- جمع البيانات ومصادرها

بعد الانتهاء من وضع مواصفات البيانات، تم تجميع البيانات بأنواعها المختلفة من عدة مصادر مثل: الهيئة العامة للتعدين، ووزارة الزراعة والثروة السمكية، والمركز الوطني للإحصاء والمعلومات، وشركة تنمية نفط عمان، ووزارة السياحة، وزارة البلديات الإقليمية، وبيانات خاصة باللجنة العليا لتخطيط المدن – سابقاً، وكذلك بيانات المصادر المفتوحة بالشبكة المعلوماتية (مثل الموقع الإلكتروني لهيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية www.usgs.gov).

هـ - تقييم البيانات وتعديلها

إن معظم البيانات التي تم جمعها كانت ذات جودة عالية، أمكن استخدامها في عملية التحليل، خاصة وأن مصادرها كانت جهات رسمية، إلا أنه كان ينقصها التحديث في أغلب الحالات، وهو أمر يصعب تنفيذه نظراً للإمكانيات العالية التي يحتاجها تحديث هذا الكم الهائل من البيانات، مثال على ذلك بيانات الأفلاج[1]، حيث لم يتسنى للباحثين سوى الحصول على نقاط منابع الأفلاج، ومع ذلك تم استخدامها في عملية التحليل.

وهناك بيانات لم يتم التوصل إليها نظراً لصعوبة الحصول عليها، وقد تمت الإشارة إلى ذلك في مخطط قاعدة البيانات الجغرافية لتحقيق التكامل في المخطط. رغم ذلك

[1] الأفلاج أسم محلي شائع الاستخدام في سلطنة عمان، ويعني قنوات ري الأراضي الزراعية

فإن غالبية البيانات تم تعديلها وفقاً للمواصفات الموضوعة مسبقاً، لتتناسب مع طبيعة الدراسة ونوعية العمل بقاعدة البيانات الجغرافية.

أجُري تحديث على عددا من طبقات البيانات، وتم عمل تمثيل كارتوجرافي لبعض البيانات المكانية، مثل طبقة بيانات السدود (Buraimi_Dams)، حيث توفرت (قائمة السدود في محافظة البريمي) بدون إحداثيات وهي بيانات رسمية صادرة عن وزارة البلديات الإقليمية وموارد المياه، ولتمثيلها مكانياً على صيغة (ShapeFile)، تم رسمها من صورة جوية بدقة 50 سم لعام 2012 بواسطة عملية الرقمنة (Digitizing)، وبالتالي تم الحصول على طبقة خطية للسدود في المحافظة، وأضُيفت اليها البيانات الوصفية التابعة لها وفقاً للمواصفات الموضوعة مسبقاً.

استخدمت طبقة (DEM) بدقة 40 مترا لاستخلاص بيانات الشبكة الهيدرولوجية (Hydrological_Network) لمنطقة الدراسة، وذلك من خلال عدد من العمليات بأدوات (ArcToolBox)، وبالتالي تم التوصل إلى خطوط الشبكة الهيدرولوجية ليتم إدراجها في قاعدة البيانات الجغرافية.

كما أجُري تعديل على طبقة بيانات المواقع السياحية (Tourism_Sites)، إذ تم الحصول على طبقة المواقع السياحية على شكل طبقة نقاط، ولتوفير دقة أكثر لعملية التحليل التي ستأتي لاحقاً في البحث، تم إنشاء طبقة مساحية للمواقع السياحية، عن طريق استخدام: طبقة المواقع السياحية النقطية سابقة الذكر، وصورة جوية بدقة 50 سم لعام 2012، حيث أجُريت عملية رقمنة (Digitizing) للمواقع السياحية من الصورة الجوية استرشاداً بالطبقة النقطية لكل موقع، وأضيفت البيانات الوصفية لها.

و- البناء الفعلي لنموذج قاعدة البيانات الجغرافية وإدخال البيانات

بعد وضع المخطط العام لنموذج قاعدة البيانات، وتوصيف وتجميع البيانات التي ستضمها، أصبح في الإمكان البدء بالبناء الفعلي لقاعدة البيانات الجغرافية، باستخدام برنامج (Arc Catalog)، وكذلك إدخال البيانات التي تم تجهيزها مسبقاً لهذا الغرض.

ثانيا: عمليات التحليل المكاني لقاعدة البيانات الجغرافية

تبرز الأهمية الأساسية للإدارة المكانية في توظيف البيانات والمعلومات لدعم اتخاذ القرارات المناسبة. يمكن أن يكون التحليل الجغرافي لمدخلات وعناصر الإدارة المكانية بسيطاً كحساب القيم لأي حقل في أي جدول، ويمكن أن يكون معقداً مثل نمذجة العمليات المعقدة كتدفق الماء فوق التضاريس، واستخدام الإحصائيات لإجراء تحليل لنموذج مكاني.

تتيح برمجيات نظم المعلومات الجغرافية مثل حزمة (ArcGIS) القيام بالتحليل الجغرافي المكاني على الأنواع المختلفة من نماذج البيانات كالجداول، والصور، والتضاريس، والبيانات الخطية المختلفة، وتحتوي حزمة برمجيات (ArcGIS) على العديد من الأدوات التي تساعد على عملية التحليل.

يمكن تقسيم عمليات التحليل في نظم المعلومات الجغرافية بحزمة برامج (ArcGIS) إلى مجموعات مختلفة هي: التحليل الجدولي، واستخلاص البيانات، وتحليل التداخل والتراكب، وتحليل المسافات، وإنشاء وتحليل السطح. كما تمكن برمجيات الاستشعار عن بعد من إجراء عمليات تحليلية مختلفة أيضاً، كاستكشاف وتتبع التغير، ودراسة اللاندسكيب الطبيعي بواسطة البرمجيات المتخصصة. في هذه الدراسة تم استخدام عددا من العمليات المتداخلة لتحقيق أهداف البحث، وذلك استفادةً من نموذج قاعدة البيانات الجغرافية التي تم إنشاءها، والتي احتوت على أنواع مختلفة من البيانات

الجغرافيـة المكانيـة والوصـفية، وسـيتم فيمـا يلـي اسـتعراض العمليـات التحليليـة التـي أجراها الباحثين بواسطة حزمة برمجيات (ArcGIS).

بمـا أن الدراسـة تهـدف أساسـاً إلـى الإدارة المكانيـة للمحـاجر والكسـارات فـي محافظـة البريمي؛ فسوف تركز على المعلومات المكانية وعناصر الإدارة المكانية. فعند مقارنة واقـع المحـاجر والكسـارات بمنطقـة الدراسـة مـع المعـايير الحكوميـة مـثلاً؛ سـوف يـتم التطرق فقط لتلك المعايير التي تحمل بعداً مكانياً. على سبيل المثال لن يتم التطرق إلى معايير جودة الهواء المتمثلة في الانبعاثات الصادرة من المحاجر والكسارات، بل ستتم دراسة بعض معايير البعد المكاني للمحاجر والكسارات عن العناصر البشرية والبيئية، تلك التي حددتها الجهات المختصة. حيث أن وضع الإحرامات كان بغرض حماية هذه العناصر من التعدي نتيجـة للقرب المكـاني، ومـن ثـم فـإن عدم الالتـزام بهـذه المعـايير يُعتبر تعدياً على هذه العناصر.

وتتضمن منهجية التحليل الجغرافي للإدارة المكانية المتبعة والتي سيتم إجراءها على البيانات المدخلة في قاعدة البيانات الجغرافية (GeoDataBase) عدداً من الخطوات الأساسية؛ حيث يلزم أولاً تحديد الهدف من إجراء عمليات التحليل، ثم تحديد البيانـات اللازمة لعملية التحليل، وأخيراً تحديد طـرق وأدوات التحليل، وفيمـا يلـي إيضـاح لهذه الخطوات:

أ- تحديد الهدف

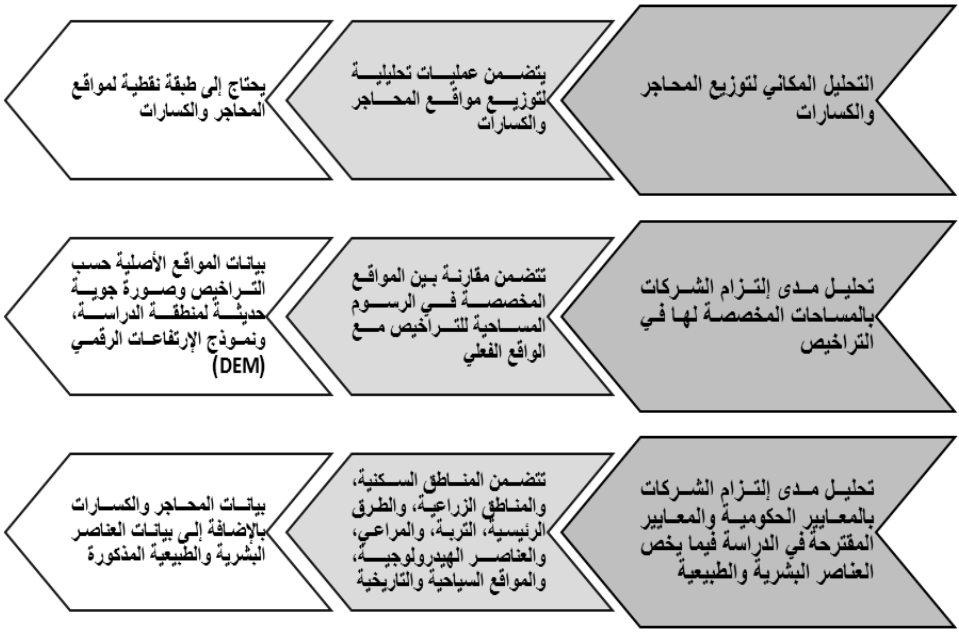
يهدف التحليل الجغرافي للإدارة المكانيـة أساسـاً إلـى استكمال تحقيق أهداف الدراسة وأبرزهـا الهـدف المتعلـق بـتوظيف نظـم المعلومـات الجغرافيـة وقواعـد البيانـات الجغرافيـة فـي تتبـع مـدى تـأثير أنشـطة المحـاجر والكسـارات علـى السـكان والبيئـة فـي منطقـة الدراسـة، ومـدى التـزام الشـركات العاملـة فـي مجـال المحـاجر والكسـارات بالقوانين والنظم المعمول بها.

ولتحقيق ذلك سيتم العمل على دراسة عدد من الجوانب وهي:

- التحليل المكاني لتوزيع المحاجر والكسارات.
- مدى التزام الشركات بالمساحات المخصصة لها في التراخيص، وقياس التعدي على الأراضي المجاورة إن وجد.
- مدى التزام الشركات بالمعايير الحكومية والمعايير المقترحة في الدراسة فيما يخص العناصر البشرية والطبيعية مثل: المناطق السكنية، والمناطق الزراعية، والطرق الرئيسية، التربة، والمراعي، والآبار، والأفلاج، والسدود، والشبكة الهيدرولوجية، والمواقع السياحية والتاريخية.

ب- تحديد البيانات اللازمة

تحتوي قاعدة البيانات الجغرافية (GeoDatabase) للمحاجر والكسارات في محافظة البريمي على بيانات مكانية ووصفية مختلفة، تم تحديدها بناء على الحاجة إليها لعمليات التحليل المختلفة بغرض تحقيق الإدارة المكانية المثلى للمحاجر والكسارات في منطقة الدراسة، وقد تم - آنفاً - تحديد الجوانب الرئيسية للتحليل، ويوضح الشكل التالي استعراضاً لهذه الجوانب والبيانات اللازمة لكل منها.



شكل (5): الجوانب الرئيسية لعملية التحليل والبيانات اللازمة لها

ج- تحديد طرق وأدوات الإدارة المكانية

من الملاحظ أن معايير وزارة البيئة والشؤون المناخية المكانية – التي تُعنى بوضع مسافات فاصلة بين مواقع المحاجر والكسارات ومواقع العناصر الطبيعية والبشرية - ركزت على عملية تقسيم المحاجر والكسارات إلى عدة أنواع وذلك حسب ما إذا كانت تحدها فواصل طبيعية من عدمه، وكذلك حسب نوع النشاط حيث تختلف حدة المعايير لكل نوع من هذه الأنواع - كما سيأتي لاحقاً، وهو أمر سيتم تطبيقه في جوانب التحليل المختلفة نظراً لأهميته، حيث ليس جميع أنشطة التعدين ذات تأثير متساوٍ من حيث الملوثات والتأثيرات السلبية، بناء على ذلك سيتم:

- أولاً تقسيم طبقة المحاجر والكسارات إلى مجموعات حسب التقسيم انف الذكر، وذلك باستخدام طبقة (DEM) بدقة 5 أمتار، حيث سيتم إيجاد الانحدار ثم تحديد المحاجر والكسارات التي تحدها فواصل طبيعية من عدمه.
- ثانيا سيتم الاعتماد على البيانات المتوفرة للفصل بين المحاجر والكسارات حسب نوع النشاط (محجر/كسارة).

أما من حيث تحديد طرق وأدوات التحليل لجوانب الإدارة المكانية الثلاثة، فتم العمل على ما يلي:

- **أولاً تحديد طرق وأدوات التحليل المكاني لتوزيع المحاجر والكسارات:** لتحقيق هذا الجانب سيتم العمل على عدد من العمليات التحليلية التي توفرها حزمة برامج (ARC-GIS) والتي سيتم تطبيقها على طبقات المحاجر والكسارات النقطية، مثل إيجاد متوسط الجار الأقرب (Average nearest neighbor)، والنقطة المركزية للتوزيع أو العنصر المركزي (Central feature)، والمركز المتوسط (Mean center)، والمركز الوسيط (Median center)، واتجاه التوزيع المكاني (Directional Distribution).
- **ثانيا: تحديد طرق وأدوات التحليل فيما يخص قياس مدى التزام الشركات بالمساحات المخصصة لها في التراخيص، وقياس التعدي على الأراضي المجاورة:** في هذا الجانب سيتم إجراء مقارنة بين المواقع والمساحات الفعلية لأعمال التعدين التي تقوم بها الشركات في كل محجر أو كسارة على حدة، ومقارنتها بالرسوم المساحية المحددة في التراخيص الممنوحة لكل منها. للحصول على مواقع التعدين الفعلية للمحاجر والكسارات ستتم الاستعانة بصورة جوية حديثة لمنطقة الدراسة، بالإضافة إلى نموذج الارتفاعات

الرقمي (DEM) بدقة 5 أمتار، والذي سيساعد في تحديد أماكن العمل والتي غالباً تكون مجرفة من خلال الانحدار، وبالتالي ستمكن هذه الخطوة من تحديد المحاجر والكسارات التي خرجت أعمالها عن حدود المساحات الممنوحة، وكذلك قياس المساحات التي تم التعدي عليها.

- **ثالثاً: تحديد طرق وأدوات التحليل في قياس مدى التزام الشركات بالمعايير الحكومية والمعايير المقترحة في الدراسة فيما يخص العناصر البشرية والطبيعية:** وذلك بالنسبة لمعايير وزارة البيئة والشؤون المناخية المتعلقة بالمسافات التي يجب أن تفصل بين مواقع المحاجر والكسارات عن المناطق السكنية أو المخططات السكنية، والمناطق الزراعية، والطرق الرئيسية. وكذلك المعايير المقترحة في الدراسة حول المسافات التي يجب أن تفصل بين مواقع المحاجر والكسارات عن الآبار، والأفلاج، والسدود، والمواقع السياحية والتاريخية كما هو وارد في جدول (3). سيتم تطبيق وضع الإحرامات (Buffer) حول كل مجموعة من مجموعات المحاجر والكسارات بناء على المعايير الواردة في الجداول الخاصة بذلك والتي سترد فيما بعد، وبالتالي سيتم الكشف عن المحاجر والكسارات المخالفة لهذه الاشتراطات. وكذلك بالنسبة لعناصر التربة، والمراعي، والشبكة الهيدرولوجية فسيتم تحليل مدى التداخل بين هذه العناصر ومواقع المحاجر والكسارات من خلال خاصيتي (selection by attribute) و (selection by location) في برنامج (Arc Map)، ثم تفريغ النتائج في جداول وفقاً للآلية الآتية:
  - التربة: مقارنة مواقع المحاجر والكسارات مع أنواع الترب التي تقع ضمنها، وبالتالي الكشف عن أنواع الترب التي تقع ضمنها المحاجر والكسارات، والتي تتعرض للتجريف نتيجة أعمال التعدين في هذه الكسارات.

- المراعي الطبيعية: تحديد المحاجر والكسارات التي تقع ضمن نطاق المناطق الرعوية وتحديد المساحات التي تم التعدي عليها.
- الشبكة الهيدرولوجية: سيتم تصنيف مجاري الشبكة المائية في منطقة الدراسة إلى رتب نهرية حسب تصنيف ستاريلر، وذلك باستخدام أداة (Stream_Order) من (ArcToolbox)، وبالتالي فإن عملية التحليل سوف تقوم بالكشف عن الكسارات والمحاجر التي تقع ضمن الرتبتين الأقوى من هذه الرتب، وبالتالي معرفة المحاجر والكسارات التي تعدت على مجاري الأودية الطبيعية في منطقة الدراسة.

جدول (1): معايير التقييم والتخطيط البيئي للكسارات والمحاجر بمختلف أنواعها (في حالة وجود فواصل طبيعية)

بعد المحاجر و الكسارات عن:	الكسارة والغربال الآلي والمواقع العامة لمواد الردم	محاجر المعادن والرخام	محاجر ومناجم الحديد والنحاس	نقل مواد الردم (مؤقتة)
المنطقة السكنية أو المخطط السكني	1.5 كم	0.5 كم	2 كم	0.5 كم
المنطقة الزراعية	1 كم	0.5 كم	1 كم	0.5 كم
الشارع العام	1 كم	0.3 كم	0.5 كم	0.5 كم

– مصدر البيانات: قسم رقابة الهواء والضوضاء – وزارة البيئة والشؤون المناخية

جدول (2): معايير التقييم والتخطيط البيئي للكسارات والمحاجر بمختلف أنواعها (في حالة عدم وجود فواصل طبيعية)

بعد المحاجر و الكسارات عن:	الكسارة والغربال الآلي والمواقع العامة لمواد الردم	محاجر المعادن والرخام	محاجر ومناجم الحديد والنحاس	نقل مواد الردم (مؤقتة)
المنطقة السكنية أو المخطط السكني	3 كم	1 كم	3 كم	1.5 كم
المنطقة الزراعية	2 كم	0.5 كم	1 كم	1 كم
الشارع العام	1.5 كم	0.5 كم	1 كم	1 كم

– مصدر البيانات: قسم رقابة الهواء والضوضاء – وزارة البيئة والشؤون المناخية

جدول (3): المعايير المقترحة في الدراسة لتقييم وتخطيط مواقع المحاجر والكسارات (كم)

بعد المحاجر أو الكسارات عن:	المحاجر التي تحدها فواصل طبيعية	المحاجر التي لا تحدها فواصل طبيعية	الكسارات التي لا تحدها فواصل طبيعية
التربة	صفر	صفر	صفر
المراعي	صفر	صفر	صفر
الآبار	صفر / 0.5	صفر / 0.5	صفر/2
الأفلاج	صفر / 0.5	صفر / 0.5	صفر/2
السدود	صفر / 0.5	صفر / 0.5	صفر/2
الشبكة الهيدرولوجية	صفر	صفر	صفر
المواقع السياحية والتاريخية	0.5	1	3

د- تقسيم المحاجر والكسارات إلى مجموعات وفقاً لوقوعها بين فواصل طبيعية من عدمه ونوع النشاط

تم تطبيق منهجية التحليل الخاصة بهذه العملية، وباستخدام نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) بدقة (5 أمتار) تم إيجاد الانحدار، ثم تم تقسيم المحاجر والكسارات إلى نوعين حسب وقوعها بين فواصل طبيعية من عدمه.

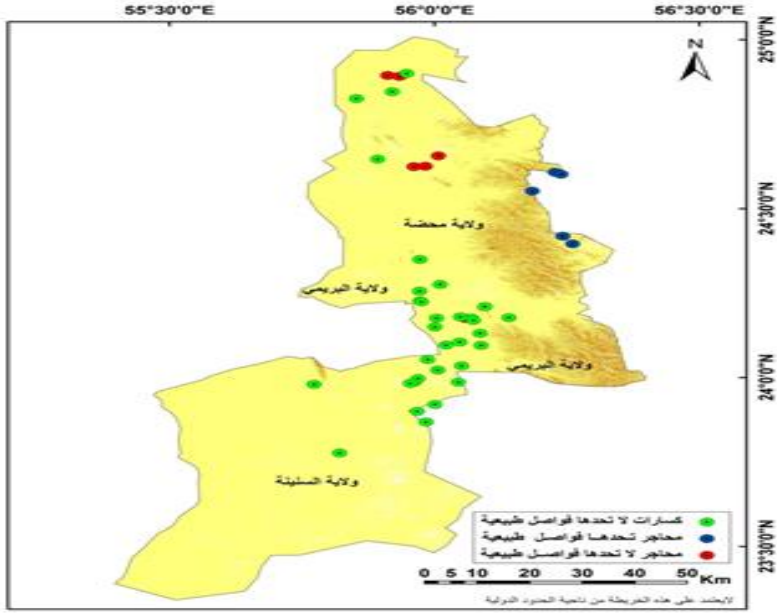
وبالنسبة لنوع نشاط التعدين فإن البيانات المستلمة من الهيئة العامة للتعدين حول المحاجر والكسارات تشير إلى أن هناك عدد من الأنشطة التعدينية تتنوع بين إنتاج (منتجات الكسارات، والكروم، والحجر الجيري، والرخام، وأحجار الزينة، والجبس)، وبالتالي فإنه تم تقسيم الشركات إلى فئتين أيضاً وفقاً لنوع النشاط، الفئة الأولى: الكسارات والغربال الآلي والمواقع العامة لمواد الردم، والفئة الثانية: محاجر المعادن والرخام، وهذا التقسيم جاء حسب الفئات الموضحة في جدول المعايير الحكومية الذي سبق تناوله.

وقد نتج من عمليات التحليل السابقة ثلاث مجموعات من البيانات وهي:

- مجموعة المحاجر التي تحدها فواصل طبيعية عن العناصر البشرية والطبيعية بالمنطقة حسب معايير وزارة البيئة والشؤون المناخية
- مجموعة المحاجر التي لا تحدها فواصل طبيعية
- مجموعة الكسارات التي لا تحدها فواصل طبيعية.
- مجموعة الكسارات التي تحدها فواصل طبيعية، وهذه المجموعة لم تظهر في الجدول التالي، حيث لم تكن هناك أية كسارات تحدها فواصل طبيعية بالمنطقة.

جدول (4): توزيع المحاجر والكسارات وفقا لموقعها من الفواصل الطبيعية

اسم المجموعة	العدد	النسبة من العدد الإجمالي للمحاجر والكسارات في المحافظة
المحاجر التي تحدها فواصل طبيعية	5	% 11.6
المحاجر التي لا تحدها فواصل طبيعية	6	% 13.9
الكسارات التي لا تحدها فواصل طبيعية	32	%74.4
الكسارات التي تحدها فواصل طبيعية	0	%00.0



شكل (6): التوزيع المكاني للمحاجر والكسارات وفقا لموقعها من الفواصل الطبيعية

بعد إجراء العمليات التحليلية حسب المنهجية التي تم إيضاحها سابقا فقد توصلت الدراسة إلى العديد من النتائج أبرزها:

أولاً: تصميم نموذج قاعدة بيانات جغرافية للمحاجر والكسارات في منطقة الدراسة: حيث تم تحديد البيانات اللازمة لقاعدة البيانات الجغرافية من خلال تحليل متطلبات دراسة طلبات التراخيص التعدينية، إذ أجريت مقابلات مع المختصين بالهيئة العامة للتعدين لتحديد هذه المتطلبات، وساعدت معرفة طبيعة الجهات الحكومية المختصة بدراسة طلبات التراخيص الخاصة بالأنشطة التعدينية، وإدارة عملية التعدين والرقابة عليها في السلطنة؛ من تحديد محتويات قاعدة البيانات الجغرافية.

ففي عملية إصدار تراخيص التعدين تقوم الهيئة العامة للتعدين بعد تلقي الطلب من قبل المستثمر بالتنسيق مع الجهات الحكومية الأخرى ذات الاختصاص، وهي: وزارة البيئة والشؤون المناخية، ووزارة البلديات الإقليمية وموارد المياه، ووزارة الإسكان، ووزارة الداخلية، ووزارة الدفاع، ووزارة التراث والثقافة، ووزارة السياحة، وشرطة عمان السلطانية. عليه تم وضع مواصفات البيانات التي ستضمها قاعدة البيانات الجغرافية، وكذلك تحديد الطريقة التي ستُمثل بها البيانات المكانية (نقطة أو خط أو مساحة)، وما البيانات الوصفية التي يجب أن تحتويها. ثم تم بناء نموذج قاعدة البيانات الجغرافية التي وفرت بيانات متكاملة مكّنت من إجراء عمليات تحليلية مختلفة حول ملائمة مواقع المحاجر والكسارات، ومدى تعديها على الأراضي المجاورة، وعلى العناصر الطبيعية والبشرية في منطقة الدراسة.

ثانياً: الإدارة المكانية لقاعدة بيانات المحاجر والكسارات بمنطقة الدراسة:

أ- **من ناحية تحليل التوزيع المكاني،** فقد أظهرت نتائج التحليل أن نمط توزيع المحاجر والكسارات في منطقة الدراسة هو النمط العنقودي (Clustered)، حيث تبلغ متوسط المسافة بين مواقع المحاجر والكسارات المتجاورة (3610)

متر، وعليه فإن تكتل المحاجر والكسارات يوجد في مناطق محددة، وتتأثر هذه الكتل بشكل عشوائي في منطقة الدراسة دليل على عدم تنظيم اختيار المواقع وفق مخططات هيكلية محددة للتعدين في المنطقة. ويرى الباحثين أن هذه النتيجة منطقية، إذ تبحث دائما المحاجر والكسارات عن المواقع والمساحات التي تتوفر فيها المادة الخام، وغالبا ما تكون المادة الخام متجاورة في الطبيعة، ولا يمكن ان تكون وفق مخطط هيكلي موضوع مسبقاُ.

ب- كما أظهرت النتائج تركز المحاجر والكسارات في ولاية محضة، حيث تقع نقاط المركز المتوسط والوسيط والعنصر المركزي لمجموعات المحاجر والكسارات جميعها في ولاية محضة.

ت- أشارت النتائج إلى أن مجموعة الكسارات التي لا تحدها فواصل طبيعية الأكثر تركزاً بين التجمعات السكانية حيث تبلغ المسافة بين المركز المتوسط لهذه المجموعة والمركز المتوسط للتجمعات السكانية حوالي (15 كم)، كما تبلغ المسافة بينه وأقرب تجمع سكاني ذو حجم سكاني (300- 700 نسمة) حوالي (12 كم)، كما أن هناك (11) تجمع سكاني ذات عدد سكاني أقل من أو يساوي (100 نسمة)، بالإضافة إلى تجمع سكاني واحد تعداده بين (300-700) تقع في نطاق (10 كم) من المركز المتوسط للمجموعة.

ث- تليها مجموعة المحاجر التي لا تحدها فواصل طبيعية حيث أن المسافة بين المركز المتوسط للمجموعة وأقرب تجمع سكاني من الفئة ذات الحجم السكاني بين (300-700 نسمة) تبلغ حوالي 15 كم، وهناك ثلاثة تجمعات السكانية ذات الحجم السكاني أقل من أو يساوي (100 نسمة) تقع في نطاق خمسة كيلومترات من المركز المتوسط للمجموعة.

ج- أما مجموعة المحاجر التي تحدها فواصل طبيعية فهي الأقل تركزاً بين التجمعات السكانية وذلك نظراً لوجود سلاسل جبلية تفصلها عن التجمعات

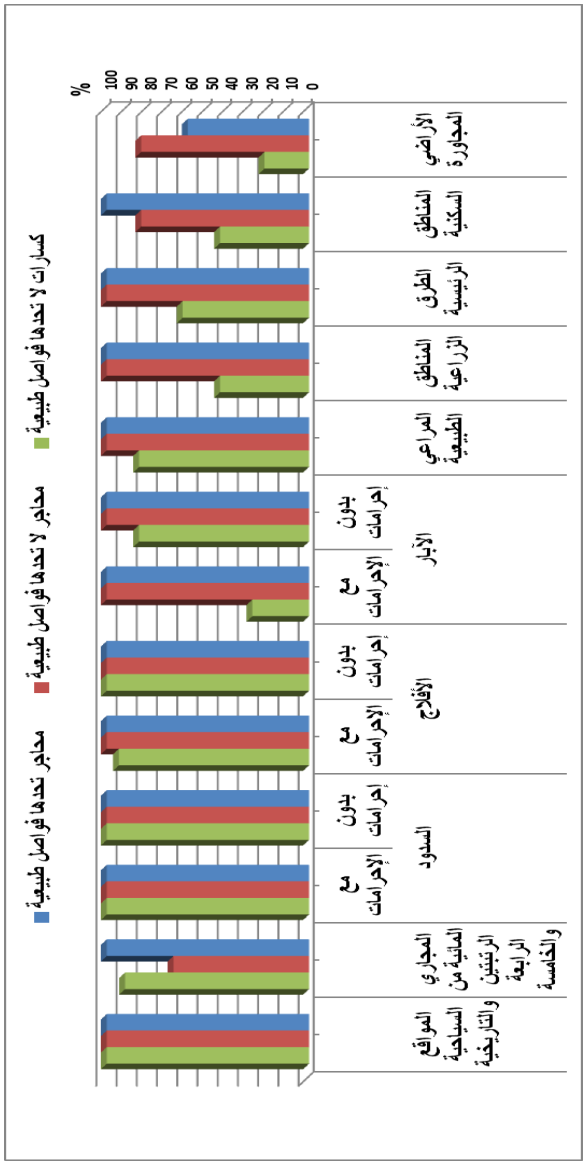
السكانية الأقرب إليها، وقد بلغت المسافة بين المركز المتوسط لمجموعة المحاجر التي تحدها فواصل طبيعية حوالي (34 كم) عن المركز المتوسط للتجمعات السكانية بالمحافظة، كما يبعد حوالي (12 كم) عن احدى التجمعات السكانية التي يبلغ حجمها (300 – 700 نسمة) وهو أقرب تجمع سكاني من هذه الفئة للمركز المتوسط للمجموعة، أما التجمع السكاني الآخر القريب من المركز المتوسط لهذه المجموعة فهو ذو حجم سكاني أقل من أو يساوي (300 نسمة) وهو الوحيد في نطاق (10 كم).

ح- **أما من حيث التعدي على الأراضي المجاورة،** فقد أظهرت نتائج التحليل أن 28 كسارة ومحجر بنسبة 65 % من مجموع المحاجر والكسارات بمنطقة الدراسة قد تعدت على الأراضي المجاورة لها، وبلغت المساحة الكلية للمناطق التي تم التعدي عليها حوالي (45) كم مربع، وقد أدى ضعف الرقابة من قبل الجهات المعنية إلى استنزاف الشركات للموارد المعدنية بمنطقة الدراسة وتعديها على الأراضي المجاورة لها، دون الالتزام بالمواقع المحددة في الرسوم المساحية بالتراخيص، إذ بلغت المساحة المتعدي عليها في إحدى الحالات حوالي (11.990 كم2)، كما أن معظم الشركات المخالفة لم تلتزم ولم تستغل كل المساحة المخصصة لها، واتجهت إلى الأراضي المجاورة لها، حيث ربما تكتشف الشركات بعد بدء أعمال التعدين أن الأراضي المجاورة أكثر جدوى من التي تم اختيارها أثناء الدراسات الأولية. لذلك يجب النظر بعين الاعتبار في إمكانية تعديل المساحات المخصصة للمحاجر والكسارات إذا انطبقت على ذلك التعديل شروط التراخيص.

خ- **ومن ناحية الالتزام بالاشتراطات الحكومية والاشتراطات الموضوعة في الدراسة،** فقد سُجلت أكثر المخالفات على مجموعة الكسارات التي لا تحدها فواصل طبيعية، فمثلاً من حيث المخالفات المسجلة للكسارات بسبب تعديها

على المناطق السكنية والمخططات السكنية وفقاً لاشتراطات وزارة البيئة والشؤون المناخية؛ أظهرت النتائج أن (56%) من مجموعة هذه الكسارات مخالفة لهذه الاشتراطات، و(37.5%) منها مخالفة لاشتراطات البعد عن الطرق الرئيسية، و(56%) مخالفة لاشتراطات البعد عن المناطق الزراعية.

أما مجموعتي المحاجر التي تحدها فواصل طبيعية والمحاجر التي لا تحدها فواصل طبيعية، فقد سجلت أدنى نسبة مخالفات للعناصر سابقة الذكر، حيث تصل نسبة المخالفات إلى (0%) في غالب الأحيان، وربما ساعدت الطبيعة الجبلية لمواقع هذه المحاجر في تقليل هذه المخالفات حيث من الصعوبة بمكان قيام تجمعات سكنية أو مناطق زراعية أو حتى مرافق خدمية في تلك المواقع نظراً لصعوبة الوصول إليها. ويوضح الرسم البياني التالي والجدولين التاليين النتائج العامة للتحليل.


كسارات لا تحدها فواصل طبيعية
محاجر لا تحدها فواصل طبيعية
محاجر تحدها فواصل طبيعية
%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
الأراضي المجاورة
المناطق السكنية
الطرق الرئيسية
المناطق الزراعية
المراعي الطبيعية
الآبار
بدون إحرامات
مع الإحرامات
الأفلاج
بدون إحرامات
مع الإحرامات
السدود
بدون إحرامات
مع الإحرامات
المجاري المائية من الرتبتين الرابعة والخامسة
المواقع السياحية والتاريخية

جدول (5): المحاجر والكسارات ومدى إلتزامها بالمعايير الخاصة لكل عنصر

أسم المجموعة	المجموع	قياس نسبة الالتزام في عدم التعدي على:											
		الأراضي المجاورة	المناطق السكنية	الطرق الرئيسية	المناطق الزراعية	المراعي الطبيعية	الآبار		الأفلاج		السدود		المجاري المائية من الرتبتين الرابعة والخامسة	المواقع السياحية و التاريخية
							بدون وضع إجرام	مع وضع إجرام	بدون وضع إجرام	مع وضع إجرام	بدون وضع إجرام	مع وضع إجرام		
محاجر تحدها فواصل طبيعية	5	60	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
محاجر لا تحدها فواصل طبيعية	6	83	83	100	100	100	100	100	100	100	100	100	67	100
كسارات لا تحدها فواصل طبيعية	32	22	44	62.5	44	84	84	28	100	94	100	100	91	100

جدول (6): نسبة التزام مجموعات المحاجر والكسارات بالمعايير الخاصة لكل عنصر من عناصر الدراسة (%)

المجموعة		قياس التعدي على:															
		الأراضي المجاورة	المناطق السكنية	الطرق الرئيسية	المناطق الزراعية	المراعي الطبيعية	الآبار		الأفلاج		السدود		المجاري المائية من الرتبتين الرابعة والخامسة	المواقع السياحية والتاريخية
							بدون وضع إجراء م	مع وضع إجراء م	بدون وضع إجراء م	مع وضع إجراء م	بدون وضع إجراء م	مع وضع إجراء م		
محاجر تحدها فواصل طبيعية	ملتزم	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	غير ملتزم	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
محاجر لا تحدها فواصل طبيعية	ملتزم	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	4	6
	غير ملتزم	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
كسارات لا تحدها فواصل طبيعية	ملتزم	7	14	20	14	27	27	9	32	30	32	32	29	32
	غير ملتزم	25	18	12	18	5	5	23	0	2	0	0	3	0

6. التوصيات والخاتمة

توصلت الدراسة إلى عدد من التوصيات الخاصة بالإدارة المكانية للمحاجر والكسارات في محافظة البريمي، ويمكن تلخيص هذه التوصيات في ثلاثة مستويات هي:

أولا: توصيات خاصة بالإدارة المكانية للمحاجر والكسارات

- تبني الهيئة العامة للتعدين لمشروع الإدارة المكانية للمحاجر والكسارات، وبناء قاعدة بيانات جغرافية (GeoDatabase) موحدة، تضم بيانات مختلف الجهات الحكومية ذات الاختصاص، مع تولي الهيئة العامة للتعدين إدارة قاعدة البيانات.
- أهمية تكامل البيانات المكانية لتحقيق الإدارة المكانية المثلى للمحاجر والكسارات في منطقة الدراسة، حيث لابد من مراعاة العناصر البيئية والبشرية الأخرى الواقعة تحت اختصاص الجهات الحكومية الأخرى التي لا يتم التنسيق معها حالياً في عملية إصدار التراخيص، كوزارة الزراعة والثروة السمكية لتجنب التعدي على التربة الزراعية والمراعي الطبيعية مثلاً:
  - التزام جميع الجهات الحكومية في تغذية قاعدة البيانات الجغرافية الموحدة بالبيانات اللازمة وتحديثها وفق برنامج محدد.
  - تطبيق نظام الدراسة المبدئية لطلبات تراخيص التعدين بواسطة قاعدة البيانات الجغرافية الموحدة، ودراسته من قبل الهيئة العامة للتعدين، لاختصار الوقت وتسريع عملية منح التراخيص.
  - الربط الآلي بين موازين الشاحنات الموجودة في المحاجر والكسارات مع قاعدة البيانات الجغرافية الموحدة، لرفد قاعدة البيانات الجغرافية ببيانات الإنتاج، ولضمان الرقابة ورفع كفاءة تحصيل الإتاوة الحكومية.

ثانيا: توصيات رقابية وإدارية

- إجبار الشركات المخالفة حالياً على تعديل أوضاعها بأسرع وقت، بما يضمن الالتزام بالقوانين التي تكفل سلامة الإنسان والبيئة في منطقة الدراسة.
- وضع مخططات هيكلية في منطقة الدراسة بحيث يتم تحديد مناطق خاصة بالتعدين تتوائم مع المعايير التي تكفل حماية العناصر البشرية والطبيعية من التعدي، وتتم إعادة توزيع مواقع المحاجر والكسارات في منطقة الدراسة وفقاً لمنهجية مدروسة في المخططات الهيكلية الجديدة.
- تشديد الرقابة على الشركات العاملة في مجال المحاجر والكسارات في المحافظة، وتكثيف الزيارات التفتيشية التي ينفذها موظفي الهيئة إلى المحاجر والكسارات، ويمكن الاستفادة من تطبيقات الاستشعار عن بعد في مراقبة التزام الشركات بالمساحات المحددة لها.

ثالثا: توصيات خاصة بالقوانين المنظمة لقطاع التعدين

توصي الدراسة بأهمية مراجعة وتطوير القوانين المنظمة لاستغلال المعادن في منطقة الدراسة بما يحافظ على سلامة الإنسان والبيئة المحيطة، وبما يضمن الاستغلال الأمثل لهذه المعادن واستدامتها، مثل:

- أن تُمنح تراخيص التعدين لمدد زمنية قصيرة، ويراعى عند طلب تجديدها أن تعامل معاملة طلب ترخيص التعدين الجديد، بحيث يدرس الموقع من جديد ويراعى وقتذاك النمو السكاني والعمراني في المنطقة.
- تغليظ العقوبات على المخالفين وعدم التهاون في المخالفات المرصودة.

رابعا: توصيات تُعنى بتنمية قطاع المحاجر والكسارات في منطقة الدراسة

بالإضافة إلى التوصيات أعلاه، خرجت الدراسة بعدد من التوصيات التي تُعنى بتنمية قطاع المحاجر والكسارات في منطقة الدراسة، وهي:

- تبني نظام للشراكة بين القطاعين الحكومي والخاص، بحيث تكون مساهمة الحكومة بموقع التعدين، وتحسب نسبتها بما لا يقل عن 51% من رأس مال الشركة، ويكون القطاع الخاص مسؤول عن عملية تمويل عمليات التعدين.
- توطين الصناعات التحويلية في مناطق الاستغلال بدلاً من تصدير الخامات.
- رفع قيمة الضرائب على الصادرات المعدنية الخام.
- تطوير وسائل المراقبة وجعلها أكثر كفاءة.

7. الخاتمة

رغم الصعوبات التي واجهتها هذه الدراسة وتحديداً فيما يخص جمع البيانات اللازمة، فقد استطاعت ان تسهم في وضع منهجية علمية لعملية تطبيق الإدارة المكانية للمحاجر والكسارات في محافظة البريمي. حيث برهنت النتائج التي توصلت إليها الدراسة إلى الأهمية التي تمثلها تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، في إدارة قطاع التعدين. وأكدت الدراسة على أهمية العمل على تطبيق الإدارة المكانية لقطاع التعدين بالمحافظة، كما أكدت على ضرورة تكامل البيانات المكانية لتحقيق الإدارة المكانية المثلى للثروة المعدنية، وبالتالي ضمان دقة وفعالية القرارات المتخذة من قبل الجهات الحكومية المعنية بهذا القطاع جنباً إلى جنب مع الهيئة العامة للتعدين.

اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي، وقامت بتصميم وبناء نموذج قاعدة بيانات جغرافية (GeoDatabase) للمحاجر والكسارات في محافظة البريمي، ضمت بيانات مكانية ووصفية متكاملة لعناصر متعددة بالمحافظة (بشرية وطبيعية) تم اختيارها بناء على الجوانب التي تضعها الجهات الحكومية في الحسبان عند دراسة طلبات تراخيص التعدين، وكذلك بناء على الجوانب التي اقترحتها الدراسة لتقييم مواقع المحاجر والكسارات. لقد ساعدت قاعدة البيانات الجغرافية هذه على إجراء عمليات تحليلية مختلفة باستخدام حزمة برامج (ARC-GIS). قُسمت المحاجر والكسارات في منطقة

الدراسة إلى ثلاث مجموعات وفقاً لمعايير وزارة البيئة والشؤون المناخية وهي: مجموعة المحاجر التي تحدها فواصل طبيعية عن العناصر البشرية والطبيعية بالمنطقة وعددها (5) محاجر، ومجموعة المحاجر التي لا تحدها فواصل طبيعية وعددها (6) محاجر، ومجموعة الكسارات التي لا تحدها فواصل طبيعية وعددها (32) كسارة. أظهرت النتائج وجود عدد كبير من الشركات المخالفة سواء من خلال التعدي على الأراضي المجاورة التي لا يشملها الرسم المساحي للترخيص الممنوح، أو من خلال تجاوز الاشتراطات الموضوعة من قبل وزارة البيئة والشؤون المناخية والتي تتضمن وضع مسافات فاصلة بين مواقع المحاجر أو الكسارات وما يجاورها من مخططات سكنية أو مناطق سكينة، ومناطق زراعية، وطرق رئيسية، أو من خلال مخالفة مواقع التراخيص للمعايير الموضوعة في هذه الدراسة. وقد وضعت الدراسة عدد من التوصيات التي تضمنت في مجملها تطبيق الإدارة المكانية المثلى للمحاجر والكسارات في منطقة الدراسة.

المـــراجـــع

أولاً: المراجع العربية

إبراهيم، محمود سعيد (2014م): انتشار المحاجر والكسارات وآثارها السلبية على البيئة في إقليم الجبل الأخضر: دراسة في الجغرافيا البيئية، جامعة عمر المختار – درنة ، http://www.omu.edu.ly/OMU%20Articles/pdf/Issue25/Issue25-18.pdf.

التقرير الصناعي السنوي (2014): – دائرة المعلومات الصناعية – وزارة التجارة والصناعة، سلطنة عمان.

التقرير الصناعي السنوي (2011): دائرة المعلومات الصناعية، وزارة التجارة والصناعة – سلطنة عمان.

السّماك، محمد أزهر (1988): جُغرافية الموارد الطبيعية، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل – الجهورية العراقية.

الشافعي، شريف فتحي (2009): الدليل العملي لإدارة نظم المعلومات الجغرافية GIS، الطبعة الأولى، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع – القاهرة.

الصقري، عبدالله بن علي (2012): (تقييم الآثار البيئية للمحاجر والكسارات في قرية الأبيض، محافظة جنوب الباطنه – سلطنة عمان)، رسالة ماجستير، برنامج الإدارة البيئية – جامعة الخليج العربي– مملكة البحرين.

العمران، علي بن إبراهيم (2012): مقدمة في الاستشعار عن بعد ومعالجة الصور رقمياً، الطبعة الأولى، دار وجوه للنشر والتوزيع، الرياض– المملكة العربية السعودية.

المركز الوطني للإحصاء والمعلومات (2017): الكتاب الإحصائي السنوي، سلطنة عمان.

المركز الوطني للإحصاء والمعلومات (2018): الكتاب الإحصائي السنوي، سلطنة عمان.

المرسوم السلطاني رقم 27/ 2003، بإصدار قانون التعدين.

المرسوم السلطاني رقم 49/ 2014، حول إنشاء الهيئة العامة للتعدين وإصدار نظامها.

تقرير لمجلس الشورى العماني عن قطاع التعدين بالسلطنة، جريدة الزمن العمانية – الموقع الإلكتروني بتاريخ 17 مايو 2015، www.azamn.com.

اللواتي، توفيق بن عبد الحسين (2015): قطاع التعدين والمحاجر ودوره في دعم الاقتصاد الوطني جريدة الوطن العمانية العدد 11610– 27 من مايو 2015م.

حسن، ممدوح عبد الغفور (2008): المعادن في خدمة الإنسانية، هبة النيل العربية للنشر والتوزيع – الجيزة – مصر.

حسين، شوان عثمان (2011): الخصائص النوعية للمياه الجوفية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS، دار غيداء للنشر والتوزيع، الأردن.

داود، جمعة محمد (2012): أسس التحليل المكاني في إطار نظم المعلومات الجغرافية، مكة المكرمة – المملكة العربية السعودية – https://uqu.edu.sa/files2/tiny_mce/plugins/filemanager/files/42.60086/Dawod_GIS_S_Analysis_2012.pdf

دويكات، قاسم راغب (2010): أنظمة المعلومات الجغرافية، الطبعة الأولى، مركز الكتاب الأكاديمي، عمّان – الأردن.

عودة، سميح أحمد محمود (2005): اساسيات نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها في رؤية جغرافية، الطبعة الأولى، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمّان – الأردن.

غضبان، فؤاد محمد (2013): نظم المعلومات الجغرافية GIS، دار أسامة للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، الأردن – عمّان.

الهيئة العامة للتعدين (2015): قرار رئيس مجلس إدارة الهيئة العامة للتعدين رقم (77/ 2015)، بتعديل بعض أحكام اللائحة التنفيذية لقانون المعادن، سلطنة عمان، مسقط

الهيئة العامة للتعدين (2015): مقابلة شخصية مع الفاضل: طالب الرجيبي – الهيئة العامة للتعدين، بتاريخ 9 من سبتمبر 2015م، سلطنة عمان، مسقط

وزارة التجارة والصناعة (2010): قرار وزير التجارة والصناعة رقم (77/ 2010)، بإصدار اللائحة التنفيذية لقانون التعدين، سلطنة عمان، مسقط

الموقع الإلكتروني لهيئة المساحة الجيولوجية السعودية: http://www.sgs.org.sa.

ثانياً: المراجع الأجنبية

Alakhzami, Younis (2000). Spatial Data Integration for Marine Fisheries Management of Oman, Department of Geography, University of Leicester, England (PHD thesis).

Bocco G., Vela´zquez A., Siebe (2005). Using geomorphologic mapping to strengthen natural resource management in developing

countries. The case of rural indigenous communitiesin Michoacan, Mexico; Catena 60, 239–253. (http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.581.694&rep=rep1&type=pdf) last visit 10th July 2018.

De Freitas, De´bora M. & Tagliani, Paulo Roberto A. (2009). The use of GIS for the integration of traditional and scientific knowledge in supporting artisanal fisheries management in southern Brazil, Journal of Environmental Management 90, 2071–2080. (https://www.academia.edu/7396470/The_use_of_GIS_for_the_integration_of_traditional_and_scientific_knowledge_in_supporting_artisanal_fisheries_management_in_southern_Brazil) last visit 10th July 2018.

Hoover et al. (2014). Designing and evaluating a groundwater quality Internet GIS, University of Denver, Digital Commons @ DU. (https://digitalcommons.du.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1293&context=etd) last visit 10th July 2018.

Stanbury, Katherine B. & Starr, Richard M. (1999). Applications of Geographic Information Systems (GIS) to habitat assessment and marine resource management, OCEANOLOGICA ACTA – VOL 22 – N" 6. (https://archimer.ifremer.fr/doc/00325/43593/44034.pdf) last visit 10th July 2018.

Kliskey, D. (1995). the role and functionality of GIS as a planning tool in natural–resources management, Article in Computers Environment and Urban Systems 19(1):15–22

(https://www.researchgate.net/publication/222737932_The_role_and_functionality_of_GIS_as_a_planning_tool_in_natural-resource_management last visit 10th July 2018.

Lang, L. (1998). Managing natural resources with GIS, Environmental system research institute, 380 New York street, Redland, California.

Liu, Weijie & others (2010). Development of a GIS-based decision support system for eco-environment and natural resources of Northeast Asia, (International Society for Environmental Information Sciences 2010 Annual Conference), Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, 3195 Weishan- China.

Madon, Shirin & Sahay, Sundeep (1997). Managing natural resources using GIS: Experiences in India, Information & Management Volume 32, Issue 1, Pages 45-53. (https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378720697000037) last visit 10th July 2018.

Nat, Shree S. et al. (2000). Applications of geographical information systems (GIS) for spatial decision support in aquaculture Aquacultural Engineering 23(1):233-278. (https://www.researchgate.net/publication/222297651_Applications_of_Geographical_Information_Systems_GIS_for_spatial_decision_support_in_aquaculture) last visit 10th July 2018.

Ogunbadewa, Ebenezer Yemi (2012). Developing natural resources database with Nigeriasat-1 satellite data and geographical information systems, The Egyptian Journal of Remote Sensing

and Space Sciences 15, National Authority for Remote Sensing and Space Sciences, Egypt.

Mallawaarachchi, T. et al., (1995). GIS-based Integrated Modelling Systems for Natural Resource Management Agricultural Systems Volume 50, Issue 2, Pages 169-189. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0308521X9500002M) last visit 10th July 2018.