الاتحاد العربي للتنمية المستدامة والبيئة

المجلة الدولية للأبحاث العلمية والتنمية المستدامة

(IJSRSD)

الجيولوجيا والتنمية المستدامة في ليبيا

صالح أمهنى

قسم الهندسة النفطية - كلية الهندسة - جامعة أجدابيا - ليبيا

معلومات البحث

الكلمات المفتاحية:
التنمية المستدامة – الجيولوجيا – البيئة – الطاقات المتجددة – الهندسة الجيولوجية - السياحة

المؤلف:
صالح أمهنى

التسجيل: فبراير ٢٠٢٣
الموافقة: سبتمبر ٢٠٢٣

المستخلص

ترتبط العديد من أهداف التنمية المستدامة، إن لم يكن كلها، بعلوم الأرض، وبالتالي من الضروري أن يدرك المجتمع العلمي الجيولوجي الدور الذي يمكن أن يلعبه وأن يكون مستعدًا للعمل من أجل هذا الغرض المشترك، وفي بعض الأحيان يمكن ان يتولى الدور الريادي في تحقيق أهداف التنمية المستدامة. على الرغم من ذلك، يبدو أن العمل الاخير حول الاستدامة قد ترك علوم الأرض ورائها.عليه كان لابد من توضيح دور الجيولوجي في تحقيق التنمية المستدامة. تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي في هذه الدراسة لتوضيح مفهوم وأبعاد التنمية المستدامة (الاقتصادية، الاجتماعية والبيئية) والمتغيرات المؤثرة فيها مع توضيح دور الجيولوجيين في تحقيقها واخيرا: اعطاء بعض المجالات وتطبيقات الجيولوجيا في ليبيا في سعيها لمواكبة الخطة العالمية ٢٠٣٠ لتحقيق الاستدامة.

أوضحت الدراسة الدور الكبير الذي يقوم به الجيولوجيين في التنمية المستدامة في ليبيا. حيث كان ولازال دورهم بارز في تحقيق عدد من اهداف التنمية المستدامة مثل: التنقيب عن النفط والغاز، الوصول الى المياه النظيفة، حل مشاكل الصرف الصحي، البحث وتطوير الطاقات المتجددة، الجيولوجيا الهندسية، البحث عن المعادن والمواد الخام وتطوير السياحة الجيولوجية. ومع ذلك، فإن معظم الجيولوجيين لديهم مشاركة قليلة أو معدومة في التحول المجتمعي المتزايد نحو التنمية المستدامة. لذلك اوصت الدراسة بانه يجب على الجيولوجيين أن يقبلوا أنه يتعين عليهم توسيع آفاقهم المستقبلية إذا أرادوا أن يلعبوا دورًا مباشرًا ونشطًا في النقاش حول مستقبل مستدام.

Geology and sustainable development in Libya

Saleh A. Emhanna

Department of Petroleum Engineering - College of Engineering - Ajdabiya University – Libya

ARTICLE INFO

Keywords:

Sustainable development- Geology- Environment - Renewable energies - Geoengineering - Tourism

Corresponding author:

Saleh A. Emhanna

Received Feb. 2023

Accepted Sept. 2023

ABSTRACT

Many, if not all, of the SDGs are linked to Earth sciences, and therefore it is essential that the geoscientific community recognizes the role it can play and is willing to work towards this common purpose, and sometimes even take the lead in achieving the SDGs. sustainable. Despite this, the role of geologists is still limited. Accordingly, it was necessary to clarify the role of geologists in achieving sustainable development. This study aimed to clarify the concept and dimensions of sustainable development (economic, social and environmental) and the variables affecting it, with an explanation of the role of geologists in achieving it.

The study showed the great role that geologists play in sustainable development in Libya. Where their role was and still is prominent in achieving a number of sustainable development goals such as: oil and gas exploration, access to clean water, solving sanitation problems, research and development of renewable energies, engineering geology, search for minerals and raw materials and the development of geotourism. However, most geologists have little or no involvement in the increasing societal shift towards sustainable development. Therefore, the study recommended that geologists should develop themselves and introduce the concept of sustainable development into the general curricula if they want to play a direct and active role in the discussion about a sustainable future.

مقدمة

تستخدم البشرية الموارد الطبيعية أكثر من أي وقت مضى وبشكل كبير خصوصا بعد الثورة الصناعية. والطريقة التي يتم بها استخدام واستهلاك هذه المواد أثرت بشكل لا رجعة فيه على حياتنا ونظامنا البيئي. وأن الإفراط في استخدام الثروة الطبيعية للأرض لديه القدرة على التأثير على قدرتنا على الحفاظ على الاقتصاد وحماية الأمن القومي والحفاظ على البيئة الطبيعية خصوصا أن كثير من هذه الموارد هي موارد غير متجددة وقابلة للنضوب.

ومن هذا المنطلق فقد توالت الاجتماعات الدولية للحفاظ على الموارد البشرية والبيئة. في سبتمبر ٢٠١٥، تم اعتماد أهداف التنمية المستدامة رسميًا من قبل الدول الأعضاء في الأمم المتحدة، بناءً على الأهداف الإنمائية للألفية[١]. أهداف التنمية المستدامة (SDGs) هي مجموعة طموحة من ١٧ هدفًا (شكل ١). وتتمثل أهدافهم المعلنة في القضاء على الفقر العالمي، وإنهاء أنماط الاستهلاك غير المستدامة، وتسهيل النمو الاقتصادي المستدام والشامل، والتنمية الاجتماعية وحماية البيئة [٢].

شكل ١: أهداف التنمية المستدامة.

لتحقيق أهداف التنمية المستدامة تتطلب مشاركة العديد من المجتمعات والقطاعات، بما في ذلك العلوم الجيولوجية [٣]. لأن العديد من أهداف التنمية المستدامة وثيقة الصلة بالبحوث والدراسات والمجالات والعمليات الجيولوجية. لذلك يجب أن يكون الجيولوجي جاهز وحاضر للقيام بدور رائد في تعزيز وتسهيل الإشراف المسئول على الأرض، من أجل الصالح العام والتنمية العالمية [٤].

ومع ذلك، فإن معظم الجيولوجيين لديهم مشاركة قليلة أو معدومة في التحول المجتمعي المتزايد نحو التنمية المستدامة. رغم أن علماء الجيولوجيا في وضع جيد لتقديم مساهمات حاسمة لقضايا الاستدامة المعاصرة. حيث تكتسب الجوانب التطبيقية للجيولوجيا مثل؛ الجيولوجيا الاقتصادية، جيولوجيا البترول، الجيولوجيا الهندسية والجيولوجيا المائية والمخاطر الجيولوجية أهمية أكبر في تطبيق أهداف التنمية المستدامة، إلى جانب علوم المناخ وإدارة الأراضي والحد من مخاطر الكوارث [٥].

والسؤال المطروح والمثير للدهشة لماذا نحن الجيولوجيين نجد أنفسنا اليوم غير ممثَّلين تمثيلاً كافياً مقارنة بالتخصصات الأخرى في الخطابات الحالية حول صحة الأرض ورفاهها. بالرغم مما ذكرنا مسبقا حول ارتباط العديد من أهداف التنمية المستدامة بعلوم الجيولوجيا، وبالتالي من الضروري أن يدرك المجتمع العلمي الجيولوجي الدور الذي يمكن أن يلعبه و الاستعداد للعمل من أجله.

في بعض الأحيان او الأهداف يمكن أن يتولى دور الريادي في تحقيق أهداف التنمية المستدامة [٦]. ومن أجل أن يكون للجيولوجيين دور فالتنمية المستدامة أنشئت منظمة جيولوجي من أجل التنمية العالمية (GfGD) لدعم دور الجيولوجيا في التنمية المستدامة، وتعبئة وتجهيز مجتمع الجيولوجيا لدعم أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة.

أهداف الدراسة

هدفت هذه الدراسة إلى فهم وتوضيح العناصر التالية:

١. مفهوم وأبعاد التنمية المستدامة والمتغيرات المؤثرة فيها.
٢. وصف الأنواع المختلفة من المساهمات التي يمكن للجيولوجي تقديمها للمساعدة في تحقيق اهداف التنمية المستدامة
٣. دور الجيولوجيين في تحقيق أهداف التنمية المستدامة في ليبيا.

التنمية المستدامة

التنمية المستدامة عرفها تقرير برونتلاند عام ١٩٨٧ بأنها " التنمية التي تستجيب لمتطلبات الحاضر دون المساس بقدرات الأجيال المستقبلية في الاستجابة لحاجاتهم الخاصة" [٧]. التنمية المستدامة تعني البحث عن حالة من الاستقرار الاجتماعي للبشرية تكون فيها التنمية منسجمة مع أنظمة دعم الحياة على الأرض. في مثل هذه الحالات، سيكون هناك تحسن معين في نوعية الحياة، عندما يتم تلبية جميع احتياجات ورغبات الجيل الحالي، دون خسارة للأجيال اللاحقة. يشتمل هذا النموذج على تنمية اقتصادية واجتماعية متوازنة، وحماية البيئة والحفاظ عليها، فضلاً عن التحكم الكافي في الموارد الطبيعية الاستراتيجية مثل المياه والطاقة والغذاء.

إن كثيراً من المصادر الطبيعية التي نسخرها في خدمة التنمية الشاملة في بلادنا تتناقص مصادرها باستمرار لأنها غير متجددة، وخاصة مصادر الطاقة والمياه والمواد الأولية التي يتضاعف استهلاك العالم لها بشكل مضطرد منذ الثورة الصناعية، بينما ظل الاعتقاد الخاطئ السائد بأن الأرض هي مصدر لا ينضب للثروات، ومورِدٌ لطاقة لامحدودة. ولذلك لابد من ضرورة التنمية المستدامة لعدة اسباب أهمها: محدودية المساحة التي نعيش عليها ومحدودية الموارد المتاحة. لذا فان استمرارية الحياة على الارض مرتبط بتطبيق التنمية المستدامة.

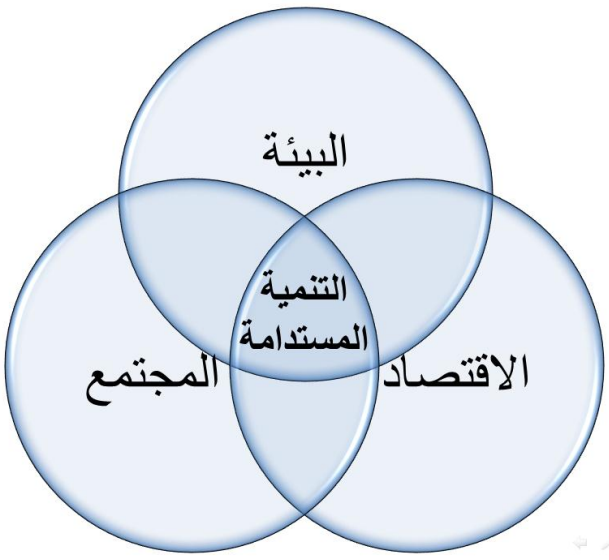
أبعاد التنمية المستدامة

أكدت قمة العالم ٢٠٠٥ على العلاقة المتبادلة بين الابعاد المختلفة التي تعزز التنمية المستدامة ألا وهى: البعد الاقتصادية والبعد الاجتماعية والبعد البيئة. ومن المفروض أن يكون هناك توافق بينها حتى يتغلغل مفهوم التنمية المستدامة في كافة جوانب حياتنا ومستقبلنا:

أولا: البعد الاقتصادي: ويتعلق بإنتاج ما يغطي جميع حاجيات الإنسان الأساسية ويحسن رفاهيته ومستوى عيشه، وهذا يستدعي تطوير القدرات الإنتاجية والتقنيات المتاحة عبر دعم البحث العلمي وتحفيز المقاولات على الاستثمار، وتبني أساليب الإنتاج والإدارة الحديثة من أجل مضاعفة الإنتاجية.

ثانيا: البعد الاجتماعي: ويكون بضمان نمو مُدمِج عبر توزيع عادل للثروة وللموارد ومنظومة ضريبية عادلة، وإرساء نظام حماية اجتماعية يوفر الحق لجميع أفراد المجتمع بدون تمييز في الحصول على الخدمات الصحية وتأمينهم ضد أخطار الحياة.

ثالثا: البعد البيئي: ذلك بالعمل على الحد من الآثار الضارة للأنشطة الإنتاجية والصناعية على البيئة والاستهلاك الرشيد للموارد غير المتجددة، والسعي إلى تطوير استعمال مصادر الطاقة المتجددة وإعادة تدوير المخلفات [٨].



شكل ٢: أبعاد التنمية المستدامة.

الجيولوجيا والتنمية المستدامة

عرف علم الجيولوجيا هو العلم المعني بدراسة ديناميكية (حركية) الأرض والتطورات التي تمر بها ومصادر الطاقة المحتضنة فيها، ناهيك على إن هذا العلم يختص في التحقيق بالعمليات الحيوية التي أسهمت بتشكيل الكرة الأرضية منذ آلاف السنين بالاعتماد على دراسة الصخور التي تعتبر أرشيفاً تاريخياً للأرض. الجيولوجيين مهمون جدًا في حركة الاستدامة بحكم أن لديهم معرفة خاصة وفهم عميق لكيفية إعادة تدوير الأرض والحفاظ على استدامة نفسها [٥].

من المفاهيم الشائعة أن الجيولوجيا تتعلق بالصخور فقط. صحيح أن الجيولوجيين مدربون على قراءة ما تخبرنا به الصخور عن بنية الأرض وتطورها في الماضي والحاضر والمستقبل المحتمل. لكن، للجيولوجيا أهمية كبيرة في أنها توفر أنسب الحلول للتحديات التي يجب علينا أن نتجاوزها لحماية البيئة وتحقيق التنمية المستدامة. وتكتسي الجيولوجيا أهمية جوهرية لأنها تساعدنا على فهم التغير العالمي الراهن وعلى ضمان استدامة كوكب الأرض، ولأنها تزود البلدان بالقدرات اللازمة لإدارة مواردها المعدنية على النحو السليم. من ١٧ هدف للتنمية المستدامة تساهم بها الجيولوجيا ب ١٢ هدف من أهداف التنمية المستدامة (جدول ١). تتضمن كل مجموعة من هذه المجموعات عددًا من التطبيقات العملية للإشراف المسئول على الأرض [٩]. الأمثلة تشمل:

جدول ١: وصف جوانب من العلوم الجيولوجية ودوها فالتنمية المستدامة.

مجالات تطبيق العلوم الجيولوجية	الوصف
علم الجيولوجيا الزراعية	زيادة خصوبة التربة والاحتفاظ بالمياه من خلال استخدام الموارد الصخرية والمعدنية لتحسين الزراعة، وتقليل انجراف التربة.
البيئة وتغير المناخ	استخدام السجل الجيولوجي لفهم التغيرات السابقة في المناخ وتطبيق هذه المعرفة لفهم كيفية تغير المناخ في المستقبل.
الطاقة	للجيولوجيا دور كبير في استخراج الوقود الاحفوري (النفط، الغاز والفحم الحجري) وكذلك تحديد وإسداء المشورة بشأن مصادر الطاقة المتجددة. والمساهمة في استخراج الموارد وتخزينها بشكل آمن وتطوير البنية التحتية للطاقة.
الجيولوجيا الهندسية	تطبيق العلوم الجيولوجية على الهندسة، وذلك عن طريق تصميم وإنشاء البنية التحتية على جميع المستويات (مثل السدود والطرق والأنفاق ومهابط الطائرات والموانئ وخطوط الأنابيب والملاجئ).
الاخطار	فهم العلوم الفيزيائية الكامنة وراء توليد الأخطار الطبيعية، بما في ذلك الانهيارات الأرضية والزلازل وأمواج تسونامي والانفجارات البركانية. ويتم ذلك من خلال إنتاج خرائط المخاطر.
السياحة الجيولوجية	تسليط الضوء على المناظر الطبيعية وامكانية الاستفادة منها في السياحة، والمساعدة في الحفاظ على التنوع الجغرافي.
جيولوجيا المياه	فهم موارد المياه الجوفية أو السطحية وإدارتها بشكل مستدام. واستخدام العلوم الجيولوجية لتقييم ومراقبة ومعالجة التلوث.
المعادن والمواد الصخرية	استخدام المفاهيم الجيولوجية لتحديد وتطوير الموارد المعدنية والصخرية واستخدامها، مثلا استخدام الخامات المعدنية كمواد أولية.

الجيولوجيا ودورها في تحقيق أهداف التنمية المستدامة في ليبيا

ذكر تقرير ليبيا ٢٠٣٠ أن هناك العديد من التحديات التي تواجه ليبيا في تحقيق أهداف التنمية المستدامة من أهمها عدم الاستقرار السياسي وهشاشة الوضع الأمني، وكذلك الهجرة غير الشرعية، وأعداد النازحين والمهجرين. هذه المشاكل تشكل تحدياً حقيقياً في طريق تحقيق أهداف التنمية المستدامة بحلول عام ٢٠٣٠، بالإضافة إلى طبيعة الاقتصاد الليبي حيث أن الاقتصاد الليبي اقتصاد ريعي يعتمد على النفط والغاز فقط كمورد مالي وفي حال توقف إمدادات النفط والغاز تتوقف الموارد المالية اللازمة لبرامج التنمية وإعادة الإعمار، كما أن الضعف والافتقار للبيانات والمعلومات والمؤشرات المطلوبة للقياس والتقييم نتيجة للظروف الراهنة تؤثر بشكل سلبي على تحقيق أهداف التنمية المستدامة [١٠].

لكن كغيرنا من الجيولوجيين حول العالم ليس لنا أي دور في التنمية المستدامة، جدول ١ يوضح اهم المجلات التي يلعب فيها الجيولوجيين دور اساسي في التنمية المستدامة. سنتحدث هنا على الدور الاساسي والجوهري والذي يلعبه الجيولوجيين والذي له دور مهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة في ليبيا.

ويمكن تلخيص دور الجيولوجيين في التنمية المستدامة في ليبيا في المجالات التالية:

- التنقيب عن النفط والغاز
- الوصول الى المياه النظيفة
- الصرف الصحي الآمن
- الطاقات المتجددة
- الجيولوجيا الهندسية
- المعادن والمواد الخام
- السياحة الجيولوجية
- الحفاظ على البيئة

التنقيب عن النفط والغاز:

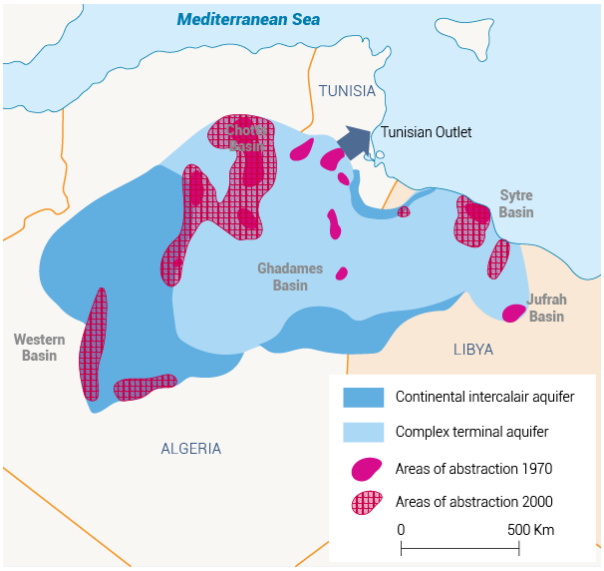
ليبيا تعتمد بشكل كامل على النفط والغاز كمصدر للطاقة والدخل القومي. يلعب الجيولوجيون دور أساسي وجوهري في مجال البحث والتنقيب على النفط والغاز، ولايقتصر الدور على البحث والتنقيب بل وفي سعي ليبيا لتحقيق الاستدامة يجب علينا المحافظة على هذا المورد الحيوي من الاستنزاف. حيث يقوم الجيولوجيين بما يلي:

- تحديد الأحواض الرسوبية وامكانية وجود النفط فيها بدراسة عناصر النفط الاساسية، والمتمثلة في الصخور الخازنة والصخور المصدر وصخور الغطاء، بالإضافة الى تواجد المصائد النفطية.
- تحديد موقع حفر الآبار استناداً إلى الخرائط السيزامية والجيوفيزيائية وتحليلها وتقيمها جيولوجياً.
- متابعة أعمال الحفر وتحديد أنواع الصخور وأعمار الطبقات الجيولوجية المخترقة أثناء الحفر وتحديد خصائص الصخور مثل المسامية والنفاذية وسمك الطبقات عن طريق القطع الصخرية او تفسير تسجيلات الابار. بهدف تحديد أنواع السوائل و/أو الغازات في أي طبقة وعلى أي عمق ودرجة الإشباع.
- إجراء اختبارات للتأكد من انتاجية البئر، واعتمادا على النتائج يحدد هل هو بئر منتج او بئر جافة، واستكمال المراحل الاخيرة للبئر.
- تحديد حجم الاحتياطي من النفط و/أو الغاز باستخدام خصائص الطبقات والخرائط الجيولوجية المختلفة.

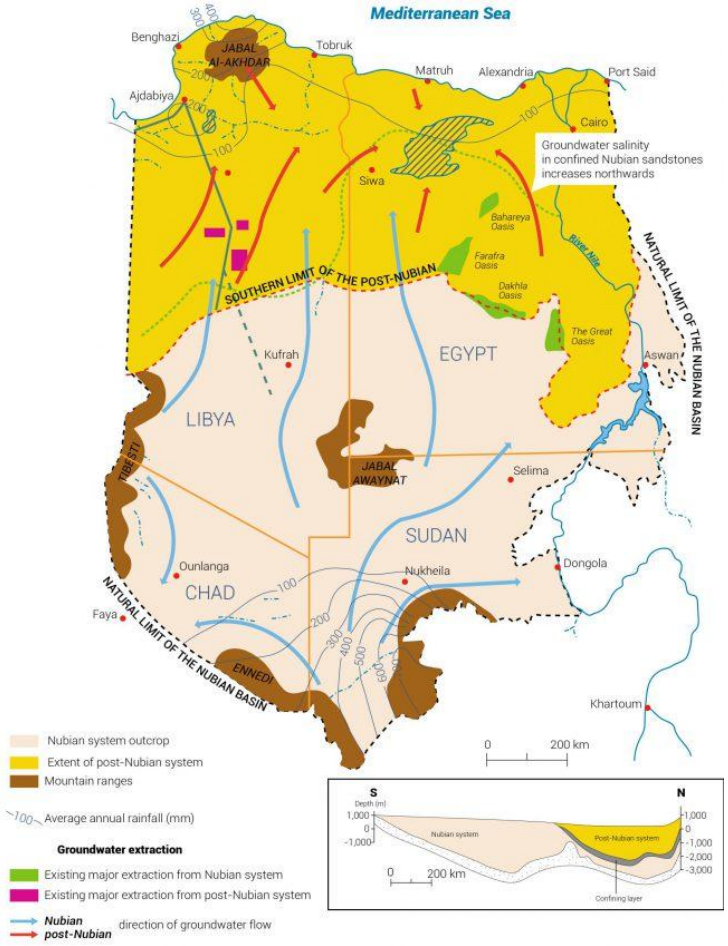
الوصول إلى المياه النظيفة

الحصول على المياه النظيفة هو الهدف السادس من أهداف التنمية المستدامة. حيث تعتبر ليبيا من الدول أشد فقر في المياه المتجددة ويبلغ نصيب الفرد أقل من ١٠% من المستوي العالمي. نتيجة لغياب المياه السطحية من انهار وبحيرات تعتمد ليبيا اعتماد كليا على المياه الجوفية بنسبة ٩٧% من احتياجاتها المائية [١١]. الاعتماد الكلي على المياه الجوفية كمصدر امداد مائي في ليبيا ادى الى تعرض الأحواض الجوفية إلى عمليات الاستنزاف والتلوث، ويقع على الجيولوجي العبء الأكبر في تحمل مسؤولية توفير المياه من حيث:

- المحافظة على الموارد المائية المتاحة وتنميتها وإدارتها بشكل صحيح والبحث عن حلول بديلة مثل تحلية مياه البحر ومعالجة مياه الصرف الصحي لتخفيف العبء على المصادر الحالية وتقليل الفجوة الكبيرة بين كمية المعروض والطلب المتزايد نتيجة لزيادة عدد السكان.
- تحديد مناطق بناء السدود الملائمة اعتماداً على الخرائط الجيولوجية وتقديم الدراسات الجيولوجية حول هذه المناطق وطبيعة الصخور في المنطقة. فالتقييم الخاطئ او عدم الدراسة المسبقة للمنطقة يؤدي الى فشلها. وخير مثال على ذلك سد وادى زازا في الجبل الاخضر حيث تم بناء السد على طبقات متشققة وذات مسامية عالية ولهذا فشل السد في حجز الكميات المتوقعة من مياه الامطار [١٢].
- تحديد الأحواض المائية الجوفية وتقيمها من حيث حجم الاحتياطي وإدامتها بحيث لا يتم استنزافها. ودراسة خصائص المياه والطبقات الحاملة له. فالمياه الجوفية تتواجد فقط في الاحواض الرسوبية وفي طبقات معينة. هنا يأتي مهمة الجيولوجي في تحدي نوع وعمق وميل الطبقات الحاملة للمياه او ماتعرف بالصخور الخازنة.
- كما هو معروف ان المياه الجوفية الى حد كبير غير مستدامة. عليه من الواجب هو متابعة مستوياتها ودراسة خصائصا وملاحظة أي تغييرات قد تحصل لها.
- ومن النقاط الاساسية والتي تحتاج الى عمل الجيولوجيين هو أن الاحواض المائية الرئيسية في ليبيا مشتركة مع دول الجوار، عليها يجب ان تكون هناك دراسة جيولوجية لتحديد نصيب المياه لكل دولة وبالتالي ضمان حصة ليبيا من هذه المياه. ولاشكّ في أنّ التعاون في إدارة موارد المياه المشترَكة ضروري لضمان صون تلك الموارد وتنميتها المستدامة. حيث تتشارك ليبيا مع كل من تونس والجزائر في حوض غدامس والذي يقع على الحدود الغربية (شكل، ٣). ايضا تتشارك ليبيا مع كل من مصر والسودان وتشاد في طبقات الحجر النوبي والذي يمثل أهم خزان مائي جوفي في كل من حوضي الكفرة والسرير (شكل، ٤).
- الحفاظ على المياه ومصادرها من التلوث من خلال رصد مصادر التلوث وتقديم الحلول الملائمة لوقف ذلك.



شكل ٣: حوض غدامس (جبل الحساونة).



شكل ٤: حوض الحجر الرملي النوبي.

الصرف الصحي الآمن

من أكثر المشاكل التي تؤرق السكان في ليبيا هي مشكلة مياه الصرف الصحي حيث وفقًا للبيانات التي تم الحصول عليها من الشركة العامة للمياه والصرف الصحي (GCWW)، هناك حوالي ٢٣ محطة معالجة مياه الصرف الصحي موزعة في جميع

أنحاء البلاد. ٨ مصانع فقط من العدد الإجمالي تعمل، و ١٥ مصانع خارج الخدمة و بلغت الكمية التقديرية لمياه الصرف الصحي المعالجة يوميا 145800متر مكعب في اليوم والتي تبلغ فقط ١١ % من مياه الصرف الصحي الكلي، ويتم ضخ النسبة المتبقية من المياه العادمة في البحر بدون أي علاج خصوصا في المدن الساحلية [١٤]. او يتم تصريف مياه الصرف الصحي فى خزانات بدون أي معالجة وبالتي تسرب مياهها وتلويتها للتربة والمياه الجوفية [١٥] و [١٦]. إعادة استعمال ورسكلة مياه الصرف الصحي لم يعد خيار اقتصادي تنافسي فقط بل أصبح يتعدى ذلك إلى عدة مزايا اجتماعية وبيئية وصحية نذكر منها:

- مواجهة مشاكل ندرة المياه من خلال إضافة موارد مائية جديدة.
- خفض كمية وتكاليف طرح المياه المستعملة في البيئة، خاصة الملقاة في البحر.
- الحفاظ على المياه من التلوث، خصوصا المياه الجوفية.
- المحافظة على الحياة البرية :الحيوانية والنباتية.

يأتي دور الجيولوجي هنا في تحديد المكان المناسب لخزان الصرف الصحي. ويتم ذلك بعد دراسة المنطقة وتحديد نوع وخصائص الصخور وضمان عدم اختلاطها بالمياه الجوفية، وايضا تكون على مسافة امنة من أي تجمعات سكنية.

الطاقات المتجددة

الهدف السابع من اهداف التنمية المستدامة هو الحصول على الطاقة النظيفة. العديد من البلدان لديها القدرة على تطوير مصادر متجددة بما في ذلك الطاقة الشمسية، والطاقة الحرارية الأرضية، والطاقة المائية.

أنواع الطاقة المتجددة:

١. الطاقة الشمسية Solar Energy
٢. طاقة الرياح Wind Energy
٣. الطاقة الجوفية Geothermal Energy
٤. الطاقة المائية Water Power
٥. الطاقة الحيوية Biomass Energy

يمكن للجيولوجيين المساعدة في تحديد وتصميم الأنظمة لاستخدام مصادر الطاقة المتجددة بطريقة تراعي الطبيعة. على سبيل المثال، يساعد علماء الجيولوجيا الأيسلنديون في تطوير موارد الطاقة الحرارية الأرضية [١٧].

تتوافر لدى ليبيا إمكانات ضخمة لاستغلال الطاقة المتجددة، لكنها حتى الآن تعتمد على إنتاج النفط الخام والغاز الطبيعي كمصادر رئيسية للطاقة، الذي يتسبّب في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن عمليات إنتاجه وتكريره، وتؤدي إلى تلوّث الهواء المحيط وتغيّر المناخ. ومن هذا المنطلق لابد من البحث عن مصادر طاقة بديلة ومتجددة وصديقة للبيئة، وهذا ما يكسبها أهمية بالغة في تحقيق التنمية المستدامة.

ومن أهم مصادر الطاقات المتجددة والتي يمكن الاعتماد عليها في ليبيا:

- **الطاقة الحرارية:** توجد في ليبيا العديد من العيون الساخنة في ليبيا ويمكن الاستفادة من تجارب الدول في هذا المجال واستغلالها في انتاج طاقة نظيفة. شكل ٥ يوضح صورة لاحد هذه العيون وهي عين منطقة ودان.

شكل ٥: مثال على امكانية تطوير الطاقة الحرارية: عين ودان الكبريتية.

الطاقة الشمسية: حيث تتمتع ليبيا بفرصة جيدة لاستخدام الطاقة الشمسية، ذلك أن معدل الإشعاع اليومي على سطح أفقيّ يقدر بحوالي٧.١ كيلوواط- ساعة/متر مربّع/يوم، وتصل مدة سطوع الشمس إلى أكثر من ٣٥٠٠ ساعة في السنة [١٨]. شكل ٦ يوضح أمثلة على استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء في مستشفيات الزنتان والرجبان وسبها.

شكل ٦: أمثلة على استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء في ليبيا.

- **طاقة الرياح:** تتميز ليبيا بمساحات شاسعة وغير مأهولة بالسكان وساحل يبلغ طوله حوالي ١٩٠٠ كم. كل هذا سوف يساعد على استغلال هذا المصدر بشرط اختيار المكان المناسب لها.

الجيولوجية الهندسية

تطبيق المفاهيم واساسيات الجيولوجيا في مجال الهندسة المدنية وخاصة في المشاريع الهندسية الكبرى وفي تخطيط المدن والإخطار الجيولوجية. حيث يقوم الجيولوجي بدور مهم في معرفة مدى توازن المنشآت الهندسية وادامتها، وذلك بمعرفة المكونات الجيولوجية للتربة والصخور وخصائصها المختلفة.

ويمكن تلخيص دور الجيولوجي في المشاريع الهندسية بالنقاط الرئيسة الأتية:

- دراسة استكشافية جيولوجية مفصلة لمنطقة المشروع وتجهيز الخرائط المناسبة لها.
- تحديد مواقع الإنشاءات المدنية ومدى صلاحيتها للبناء وذلك عن طريق اختبار الارضية وتصنيف الصخور والتراكيب الجيولوجية وتقويمها هندسيا. ومن أمثلة عدم إجراء دراسات جيولوجية دقيقة قبل إقامة المشاريع الهندسة في ليبيا: فشل بعض السدود وتسرب المياه منها كما حدث في سد وادي زازا [١٢].
- توفير مواد البناء الأولية للمشروع حسب المواصفات والمقاييس. مثل محاجر الحجر الجيري والتي تستخدم لا نتاج طوب البناء (البلك) والجير (شكل ٧).
- دراسة استقراريه الطبقات الجيولوجية لتفادي حدوث مشاكل الانهيارات والانزلاقات الناجمة عن طبيعة تكوين الصخور والحركات التكتونية [٢٠]. وتزداد أهمية دراسة الانهيارات الصخرية إذا كان وقوعها يؤدي لحدوث كوارث بشرية أو مادية.

في دراسة الاخضر وأخرون سنة ٢٠٢١ حول ثبات المنحدرات قرب نالوت شمال غرب ليبيا حيث حذرو من حدوث مشكلة انهيارات صخرية [٢١]. وحدث ماحذرت منه الدراسة المذكورة مارس ٢٠٢٢ وادت الى اغلاق الطريق بدون حوادث بشرية تذكر (شكل ٨).

شكل ٧: محاجر لإنتاج طوب البناء، صبراتة (اليمين) و أجدابيا (اليسار).

شكل ٨: انهيار صخري طريق نالوت الجبلي شمال غرب ليبيا ٢٠٢٢.

الخامات المعدنية

ليبيا بلد غني بالموارد والخامات الطبيعية الغير مكتشفة او غير مستخدمة الى اليوم. ومن أهم الخامات والموارد الطبيعية في ليبيا: الصخور الجيرية (Limestone) والتي تستخدم في أحجار البناء وصناعة الاسمنت (شكل ٧)، صخور الجبس (Gypsum) والتي تدخل في صناعة الاسمنت وخير مثال عليها تكوين ابوالغيلان في الجبل الغربي وتكوين وادي القطارة في الجبل الاخضر (شكل ٩)، صخور الطفلة والتي تستخدم في صناعة الاسمنت والفخار والطلاء (Shale)، رمال السيلكا والتي تدخل في صناعة الزجاج (شكل ١٠). بالإضافة الى العديد من الخامات الغير مكتشفة فالجنوب لمعادن الذهب واليورانيوم والحديد الخام وغيرها من المعان الثمينة.

يمثل المسح الجيولوجي والخرائط الجيولوجية البنية الأساسية للبحث والاستدلال على مواقع الخامات المعدنية. حيث ان الخرائط الجيولوجية التي تحتوي على المعلومات الأساسية والتي تشمل؛ أنواع الصخور المختلفة والوضع التركيبي للمنطقة. من هذه المعلومات يمكن تحديد مواقع الموارد الطبيعية والخامات المعدنية وسماكتها وامتداداتها وبالتالي تقدير حجم الاحتياطي من أي معدن وبالتالي تقدير الجدوى الاقتصادية له.

شكل ٩: محجر جبس قرب مدينة الابيار، شمال شرق بنغازي. ويستخدم في صناعة الاسمنت.

شكل ١٠: رمال السيلكا في الصحراء الليبية قرب تازريو

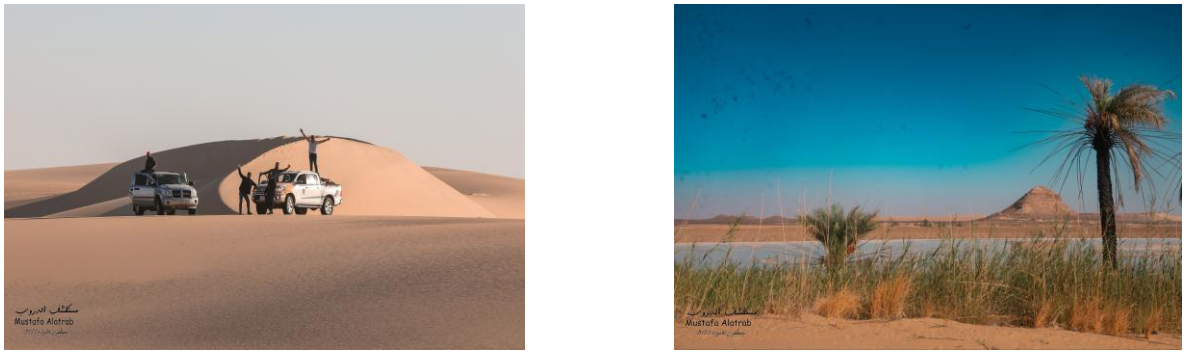
السياحة الجيولوجية

إن موقع ليبيا المميز وتميزها بتنوعها الجيولوجي والجيموفولوجي والتي تشتمل على البحر والصحراء والجبال والذي يجعل منها واجهة سياحية اذا ما تم استغلالها والاستفادة منها بالصورة المطلوبة. حيث تمتلك ليبيا ساحلاً بطول ١٨٠٠كم وتحتوي على مناطق سياحية خلابة كالجبل الأخضر وكهوفها الخلابة (شكل ١١) وشواطئ رأس الهلال والاثرون (شكل ١٢) في الشرق وجبال أكاكوس (شكل ١٣) وجبال العوينات في الجنوب الليبي وواحات الجنوب الغربي والجنوب الشرقي مثل قبرعون، ام الماء، الطرون وبزيما (شكل ١٤ و١٥).

شكل ١١: كهف هوى احجري الرأسي منطقة بلخنة–الجبل الاخضر شمال شرق ليبيا.

شكل ١٢: شواطئ الجبل الاخضر(الاثرون – راس الهلال) شمال شرق ليبيا.

شكل ١٣: سلسلة جبال أكاكوس جنوب غرب ليبيا.



شكل ١٤: بحيرة بزيما، جنوب شرق ليبيا.

بحيرة قبرعون بحيرة الطرون

بحير ام الماء بحيرة تدمكة

شكل ١٥: مجموعة بحيرات جنوب غرب ليبيا.

الحفاظ على البيئة

ترتبط جميع أهداف التنمية المستدامة بطريقة ما بالبيئة. ٧ من أهداف التنمية المستدامة ذات صلة مباشرة بالبيئة هي: الهدف ٦ (مياه نظيفة وصرف صحي)، الهدف ٧ (طاقة نظيفة وبأسعار معقولة)، الهدف ١١ (مدن ومجتمعات مستدامة)، الهدف ١٢ (استهلاك وإنتاج مسؤولان)، الهدف ١٣ (العمل المناخي)، الهدف ١٤ (الحياة تحت الماء)، والهدف ١٥ (الحياة على الأرض) [٢٤].

كم سلف ذكره في البعد البيئي يمثل احد اساسيات التنمية المستدامة. حيث تستخدم البشرية موارد طبيعية بشكل كبير جدا. لكن الطريقة التي نستخدم بها هذه المواد قد بدأت بالفعل في التأثير بشكل لا رجعة فيه على نظامنا البيئي. نظرًا لأن علماء الأرض معتادون على التعامل مع كل من التنمية والبيئة ولهم قدرة خاصة على رؤية التغير البيئي العالمي في أطر مكانية وزمنية صحيحة ، فهم مجهزون جيدًا بشكل خاص للمساهمة في "التنمية المستدامة" [٢٥].

للمحافظة على البيئة يجب وضع سياسات اقتصادية وبيئية تأخذ بعين الاعتبار المحافظة على مصادر الطاقة غير المتجددة وتطويرها وترشيد استغلالها والحد من آثارها السلبية على الإنسان والبيئة وتشجيع استخدام مصادر الطاقة المتجددة [٢٦].

وللجيولوجيين دور كبير في المحافظة على البيئة في ليبيا مثل: دراسة التأثرات البيئية في مواقع الشركات والحقول (شكل ١٦ و١٧)، المحاجر والمناجم. كذلك إعداد الخرائط الجيوبيئية وتشمل الخرائط الجيوهندسية واستخدامات الاراضي وتصنيف التربة، وخرائط مصادر التلوث وغيرها. دراسة مواقع تصريف المخلفات وكيفية التخلص من النفايات الصلبة والسائلة.

شكل ١٦: التلوث بالمياه المصاحبة لإنتاج النفط في الحقول الليبية.

شكل ١٧: تلوث الهواء نتيجة لحرق الغاز و النفط التي تحرق وتنتقل عوادمها لتلوث البيئة.

الخلاصة

- أن العمل على تحقيق تنمية مستدامة يجب أن يصاحبه ترشيد لاستهلاك الموارد الطبيعية، وعدم استنزافها سواء كانت من النفط أو الماء أو غيرهما.
- العديد من أهداف التنمية المستدامة لها ارتباط وثيق بالجيولوجية والعمليات الجيولوجية، حيث ان الجيولوجيا تساهم ب ١٢ هدف من أهداف التنمية المستدامة.
- ومع ذلك، فإن معظم الجيولوجيين لديهم مشاركة قليلة أو معدومة في التحول المجتمعي المتزايد نحو التنمية المستدامة.
- كان مشاركة الجيولوجيين في ليبيا بارز في تحقيق الاستدامة في بعض المجالات وغير فعال او مشاركة خجولة في مجالات اخرى.
- لعب الجيولوجيين الدور الرئيسي في ليبيا عدد من المجالات مثل: التنقيب عن النفط والغاز والوصول الى المياه النظيفة. وادوار أقل في حل مشاكل الصرف الصحي، البحث وتطوير الطاقات المتجددة، الجيولوجيا الهندسية، البحث عن المعادن والمواد الخام، تطوير السياحة الجيولوجية والمحافظة على البيئة.
- يجب وضع سياسات اقتصادية وبيئية تأخذ بعين الاعتبار المحافظة على مصادر الطاقة غير المتجددة وتطويرها وترشيد استغلالها والحد من آثارها السلبية على الإنسان والبيئة وتشجيع استخدام مصادر الطاقة المتجددة على أسس بيئية واقتصادية سليمة.

التوصيات

- يجب على علماء الأرض أن يقبلوا أنه يتعين عليهم توسيع آفاقهم المستقبلية إذا أرادوا أن يلعبوا دورًا مباشرًا ونشطًا في النقاش حول مستقبل مستدام.
- يجب دمج مبادئ وممارسات "الاستدامة" بشكل صريح في تعليم علوم الأرض والتدريب والتطوير المهني المستمر.

المراجع العربية

التقرير الاستعراضي الطوعي الأول حول أهداف التنمية المستدامة (٢٠٢٠): وزارة التخطيط لجنة التنمية المستدامة، ليبيا.

صالح أمهنى وعبدالله بن أدريس (٢٠٢١): الأمن المائي الليبي: التحديات والتهديدات المحيطة والحلول المقترحة. مؤتمر حوكمة إدارة المياه بين الواقع واستراتيجيات التنمية - المركز الديمقراطي العربي، برلين، ألمانيا. سبتمبر ٢٠٢١.

جمال أرحومة، مصطفى جحا و أسامة الغول (٢٠١٦): دراسة وتقييم الوضع البيئي والجيولوجي لسد وادي زازا. المؤتمر والمعرض الدولي للتقنيات الجيومكانية – ليبيا جيوتك ٢، طرابلس – ليبيا ٢٠١٦.

الشركة العامة للمياه والصرف الصحي (٢٠٢٢): تقرير داخلي.

خليفة عبدالكريم و صالح أمهنى (٢٠٢١): دراسة أثر مياه الصرف الصحي غير المعالجة على بعض خواص التربة في منطقة أجدابيا – ليبيا. *مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية* HNSJ. العدد الثاني عشر/ المجلد الثاني ديسمبر ٢٠٢١. ٥١٥-٥٢٣. https://doi.org/10.53796/hnsj21231

عبد المجيد مليطان، حنان احسونة، خديجة القنيدي، و خوله أبورويص (٢٠١٩): دراسة أثر مياه الصرف الصحي على بعض خواص التربة في منطقة وادي ساسو، *مجلة البحوث الأكاديمية*. يونيو ٢٠١٩. ١٧٤-١٨٢.

دراسة تمهيدية عن الاقتصاد في ليبيا: الواقع والتحديات والآفاق (٢٠٢٠): الجزء الأول من دراسة أولية لمشروع الحوار الاجتماعي والاقتصادي الليبي. E/ESCWA/CL6.GCP/2020/TP.3.

أبوالقاسم الأخضر، إبراهيم جبودة و أنور أبوعصارة (٢٠٢١): دراسة تأثير التغير في كمية المياه على ثبات منحدرات موقع عين تالة الموازية للطريق الجبلي نالوت شمالي غرب ليبيا. المؤتمر الثالث للعلوم التطبيقية- المعهد العالي للعلوم والتقنية الأصابعة – ليبيا.

سند الاحلافي (مصور ٢٠٢٢): https://www.facebook.com/sanad.alahlafi

مصطفى الاترب (مصور ٢٠٢٢): https://www.facebook.com/Mustafa.alatrab

يوسف صالح (٢٠١٢): التنمية المستدامة في ليبيا: تقرير عن مدى الاستفادة من تجارب الدول الأخرى. أعمال الملتقى الجغرافي الثالث عشر (التنمية في ليبيا – نظرة مستقبلية). ٦٣-٩٤

المراجع الأجنبية

Cordani, U.G., I998,Geosciences and devepornent: The role of the Earth Sciences in a sustainable world: Ciencia e Cultura, vo1.50. No.S. pp. 143-336.

Food and Agriculture Organization of the United Nations,2009. Groundwater Management in Libya.

Gill, J., 2016 Geology and the Sustainable Development Goals. http://dx.doi.org/10.18814/epiiugs/2017/v40i1/017010

Gerbaudo, A.; Lozar, F.; Lasagna, M.; Tonon, M.D.; Egidio, E (2022). Are We Ready for a Sustainable Development? A Survey among Young Geoscientists in Italy. Sustainability 2022, 14, 7621. https://doi.org/10.3390/su14137621

Gill, J.C. (2017) Geology and the Sustainable Development Goals. Episodes, 40, 70–76, http://dx.doi.org/10.18814/epiiugs/2017/v40i1/017010

Gill, J.C., Taylor, F.E., Duncan, M.J., Mohadjer, S., Budimir, M., Mdala, H. and Bukachi, V. (2021): Building sustainable and resilient communities – Recommended actions for natural hazard scientists. Natural Hazards and Earth System Sciences, 21, 187–202,

Lubchenco, J., Barner, K., Cerny-Chipman, B., and Reimer, N., (2015): Sustainability rooted in science: Nature Geoscience, v.8, no.7, pp. 741–745. https://doi.org/10.1038/ngeo2552.

Mora, G. (2013): The need for geologists in sustainable development. GSA Today, 23, 36–37, https://doi.org/10.1130/GSATG185GW.1

Murray Gray and Roger Crofts (2022): The potential role of the geosciences in contributing to the UN's Sustainable Development Goals. Parks Stewardship Forum, 38(1). 64–74. **DOI** 10.5070/P538156120

Millennium Project (2006): Millennium Development Goals: http://www.unmillenniumproject.org/goals/index.htm (accessed July 2022).https://doi.org/10.5194/nhess-21-187-2021

The United Nations (2005b): World Summit identified development as having economic, environmental and social aspects to be sustainable.

The United Nations (2015a): Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development: United Nations, Geneva, 35 p.

WCED (1987): (World Commission on Environment and Development), Our Common Future, Oxford: Oxford University Press.