دور المعادن والمواد الخام في دعم الانتقال في مجال الطاقة في المنطقة العربية

الأمم المتحدة
الاسكوا
ESCWA

ازدهارُ البلدان كرامةُ الإنسان

عاماً
شراكة فازدهار

الأمم المتحدة
الاسكوا
ESCWA

ازدهارُ البلدان **كرامةُ الإنسان**

رؤيتنا

طاقاتٌ وابتكار، ومنطقتُنا استقرارٌ وعدلٌ وازدهار

رسالتنا

بشغَف وعزْم وعَمَل: نبتكِر، ننتج المعرفة، نقدِّمُ المشورة،
نبني التوافق، نواكب المنطقة العربية على مسار خطة عام 2030.

يداً بيد، نبني غداً مشرقاً لكلِّ إنسان.

E/ESCWA/CL1.CCS/2023/TP.2

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

دور المعادن والمواد الخام في دعم الانتقال في مجال الطاقة في المنطقة العربية

الأمم المتحدة
بيروت

© 2023 الأمم المتحدة
جميع الحقوق محفوظة

تقتضي إعادة طبع أو تصوير مقتطفات من هذه المطبوعة الإشارة الكاملة إلى المصدر.

توجّه جميع الطلبات المتعلقة بالحقوق والأذون إلى اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، البريد الإلكتروني: publications-escwa@un.org.

النتائج والتفسيرات والاستنتاجات الواردة في هذه المطبوعة هي للمؤلفين، ولا تمثل بالضرورة الأمم المتحدة أو موظفيها أو الدول الأعضاء فيها، ولا ترتب أي مسؤولية عليها.

ليس في التسميات المُستخدَمة في هذه المطبوعة، ولا في طريقة عرض مادتها، ما يتضمن التعبير عن أي رأي كان من جانب الأمم المتحدة بشأن المركز القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو لسلطات أي منها، أو بشأن تعيين حدودها أو تخومها.

الهدف من الروابط الإلكترونية الواردة في هذه المطبوعة تسهيل وصول القارئ إلى المعلومات وهي صحيحة في وقت استخدامها. ولا تتحمل الأمم المتحدة أي مسؤولية عن دقة هذه المعلومات مع مرور الوقت أو عن مضمون أي من المواقع الإلكترونية الخارجية المشار إليها.

جرى تدقيق المراجع حيثما أمكن.

لا يعني ذكر أسماء شركات أو منتجات تجارية أن الأمم المتحدة تدعمها.

المقصود بالدولار دولار الولايات المتحدة الأمريكية ما لم يُذكر غير ذلك.

تتألف رموز وثائق الأمم المتحدة من حروف وأرقام باللغة الإنكليزية، والمقصود بذكر أي من هذه الرموز الإشارة إلى وثيقة من وثائق الأمم المتحدة.

مطبوعات للأمم المتحدة تصدر عن الإسكوا، بيت الأمم المتحدة، ساحة رياض الصلح، صندوق بريد: 8575-11، بيروت، لبنان.

الموقع الإلكتروني: www.unescwa.org.

الرسائل الرئيسية

من المسلّم به أكثر فأكثر بأن قطاع التعدين يمكن أن يؤدي دوراً إيجابياً في تعزيز التنمية المستدامة والتحوّل الهيكلي للاقتصاد إذا أُحسِنت إدارته. وتعتبر المعادن/الفلزات في مجال الانتقال إلى الطاقة النظيفة عنصراً مهمّاً لتحقيق الهدفين 7 و13 من أهداف التنمية المستدامة. وعلاوة على ذلك، للتعدين تأثير غير مباشر على الهدف 1، والهدف 3، والهدف 5، والهدف 6، والهدف 8، والهدف 9، والهدف 10، والهدف 11، والهدف 12، والهدف 14، والهدف 15، والهدف 16.

تتمتّع بلدان عربية عديدة بوفرة في موارد الطاقة المتجدِّدة، وبإمكانات كبيرة لاعتماد تكنولوجيات الطاقة النظيفة. وتدلّ الاتّجاهات العالمية أيضاً على أنّ الطلب على المعادن والفلزات التي تحتاج إليها عمليّة الانتقال في مجال الطاقة سيتضاعف خلال العقود القليلة المقبلة.

تساهم المعادن إلى حدّ كبير في الناتج المحلي الإجمالي لبلدان المنطقة العربية. وفي عام 2020، قُدِّرت قيمة المعادن غير الوقودية في هذه البلدان بمبلغ 23 مليار دولار.

توفر المعادن الأساسية للانتقال في مجال الطاقة فرصاً متعدِّدة للبلدان الغنية بالموارد في المنطقة العربية. وتشمل بعض الفرص الرئيسية إمكانية التنويع الاقتصادي، وتوليد إيرادات أعلى، وزيادة فرص العمل المباشرة وغير المباشرة، وارتفاع تدفّق الاستثمارات الأجنبية المباشرة، وتحسين عائدات الاستثمار، وإنشاء فرص لتطوير البنية الأساسية، وظهور نماذج أعمال جديدة تركّز على البيئة والمسائل الاجتماعية والحوكمة.

وعلى الرغم من اتّساع الفجوة بين العرض والطلب على المعادن في العالم على المدى القريب، لا تزال هذه المعادن متوافرة بشكلٍ غير محدود. ويمكن أن يُفضي الاستثمار المتواصل في تطوير عمليات التنقيب والتعدين إلى دعمٍ الإنتاج تلبية للطلب المتزايد.

يُعتبَر تعزيز الشراكات المتعدِّدة الأطراف بين شركات التعدين، والحكومات، وأصحاب المصلحة أساسياً لدعم ممارسات التعدين المستدامة والمسؤولة.

من الضروري تحفيز التعاون الإقليمي وتبادل المعرفة بين البلدان العربية لتمكينها من تسريع استخدام تكنولوجيات التعدين الأنظف، وتعزيز قدرة المنطقة على مواجهة التحديات المتعلقة بتوريد المعادن الحرجة.

المحتويات

الرسائل الرئيسية 3

مقدمة 6

1. المعادن الأساسية للتحوّل الأشد عُرضة للخطر 9
ألف. تحديد المعادن الأشد عُرضة للخطر 10
باء. المعادن الأساسية لعملية التحوّل في مجال الطاقة 11
جيم. رسم خرائط للمعادن الأشد عُرضة للخطر والمعادن الأساسية للانتقال في مجال الطاقة 11

2. الفجوة العالمية بين العرض والطلب على المعادن الأساسية للانتقال في مجال الطاقة 13
ألف. سيناريوهات الطلب المستقبلي على المعادن 14
باء. الاحتياطيّات والموارد المقدَّرة لمعادن مختارة أساسية للانتقال في مجال الطاقة 15

3. الموارد المعدنية في المنطقة العربية 16
ألف. نسبة الإنتاج العالمي من المعادن في المنطقة العربية 18
باء. مساهمة المعادن في الناتج المحلي الإجمالي في المنطقة العربية 18
جيم. تقييم مفصَّل للمعادن المنتَجة في المنطقة العربية 19

4. دورة الموارد المعدنية 21
ألف. دورة حياة المنجم 21
باء. سلسلة القيمة المعدنية بعد عملية الاستخراج 22

5. التحديات التي يواجهها القطاع 24
ألف. غياب التخطيط على المدى البعيد 25
باء. رسم خرائط الموارد المعدنية والتنقيب عنها 25
جيم. التصاريح والتراخيص 25
دال. مخاطر تركيز التوريد 26
هاء. الآثار البيئية الكبيرة 26
واو. حالة عدم اليقين بشأن السياسات وتحرُّكات الأسعار 26

6. الركائز الاستراتيجية لعمليّات التعدين المستدامة من أجل دعم الانتقال في مجال الطاقة 28
ألف. التخطيط الاستراتيجي والمخطّطات الواضحة 28
باء. الأنظمة البيئية الملائمة 30
جيم. الضمانات الاجتماعية واقتسام الفوائد 31
دال. الحوكمة القوية 32
هاء. الاستثمارات من أجل التعدين المستدام 33
زاي. التكنولوجيا والابتكار 35
حاء. الشراكات 36
طاء. بناء القدرات والتدريب 37

7. الخلاصة والتوصيات بشأن السياسات 38
المرفق 1. المنظمات الرئيسية العاملة في مجال التعدين المستدام 41
المرفق 2. المبادرات العالمية لتطوير المعادن الحرجة 42
المرفق 3. المعادن، والخامات، والمواد، واستخداماتها الشائعة 45
المرفق 4. العناصر الأرضية النادرة واستخداماتها 47
المرفق 5. تحديد المواد وإدراجها في قائمة مختصرة 48
المرفق 6. رسم خرائط للمعادن باستخدام تكنولوجيات الانتقال في مجال الطاقة 51

المراجع 54

الحواشي 56

قائمة الجداول

الجدول 1. تصنيف المعادن حسب الولايات القضائية المختلفة 10
الجدول 2. المعادن الأساسية لانتقال في مجال الطاقة والتكنولوجيات الداعمة 11
الجدول 3. رسم خرائط المعادن الأشد عُرضة للخطر والمعادن الأساسية للانتقال في مجال الطاقة 11
الجدول 4. المعادن المصنَّفة حسب المجموعات الفرعية المختلفة 17
الجدول 5. موجز لتوافر المعادن في المنطقة العربية 17

قائمة الأشكال

الشكل 1. رسم خرائط المعادن وفقاً للتصنيف المعتمَد 12
الشكل 2. الطلب (الحالي مقابل الطلب المتوقع) على المعادن (انخفاض الإنتاج) 14
الشكل 3. الطلب (الحالي مقابل الطلب المتوقع) على المعادن (ارتفاع الإنتاج) 15
الشكل 4. التقديرات العالمية لاحتياطيّات وموارد المعادن 15
الشكل 5. النسبة العالمية من الإنتاج المعدني في المنطقة العربية لعام 2020، (من حيث الوزن والقيمة) 18
الشكل 6. قيمة المعادن كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي للبلدان 18
الشكل 7. إنتاج المعادن في مختلف البلدان في عام 2020 - المعادن ذات الإنتاج الأعلى 19
الشكل 8. إنتاج المعادن في مختلف البلدان في عام 2020 - ذات الإنتاج المنخفض 19
الشكل 9. نسبة الإنتاج العالمي من المعادن المُستخدَمة في عملية الانتقال في مجال الطاقة في المنطقة العربية 20

مقدمة

يتّصف الانتقال العالمي في مجال الطاقة بزيادة متسارعة في توليد الطاقة المتجدِّدة، واستبدال ناقلات الطاقة، وانتشار التكنولوجيا التي تستخدِم الطاقة بكفاءة، والكهربة الواسعة النطاق، وأنظمة الطاقة الأكثر مرونة. وتعتَمد تكنولوجيا الطاقة المتجدِّدة، مثل توربينات الرياح والطاقة الشمسية الكهروضوئية، بكثافةٍ على الموارد المعدنية، لذلك فإنّ الانتقال إلى نظام طاقة أنظف من شأنه أن يؤدي إلى ارتفاعٍ كبيرٍ في الطلب على المعادن والمواد الخام والفلزات، التي يُشار إليها أحياناً باسم «المعادن/الفلزات الأساسيّة للانتقال في مجال الطاقة» أو «المواد الخام البالغة الأهمية». وللمعادن استخدامات متعدِّدة، ولكنّ بعضها، مثل الكروم والرصاص والمنغنيز والموليبدنوم والنيكل والزِّنْك، أساسيٌّ في عمليّة الانتقال في مجال الطاقة بسبب الحاجة إليها في معدّات توليد الطاقة المتجدِّدة (بما في ذلك توليد الطاقة المائية، وتوليد الطاقة الحرارية الأرضية)، وفي تكنولوجيا احتجاز الكربون وتخزينه. وعدا ذلك، تُستخدم العناصر الأرضية النادرة في مولّدات توربينات الرياح، بينما تحتاج الخلايا الكهروضوئية الشمسية إلى الإنديوم والسيليكون والفضّة. ويُستخدَم الكوبالت والغرافيت والليثيوم

والفاناديوم في البطاريّات وخلايا الوقود لتخزين الطاقة في المَرْكَبات الكهربائيّة. وتُعَدُّ المعادن، مثل الألمنيوم والحديد، أساسيّةً للدعم الهيكلي، وتظهر أهميّة النحاس في شبكات نقل الكهرباء. ويؤدّي انتشار استخدام البطاريّات وإضاءة الصمام الثنائي الباعثة للضوء (LED) والمُحرِّكات الكهربائيّة إلى زيادة الطلب على النحاس والكروم والرصاص والسيليكون والعناصر الأرضيّة النادرة. وعلاوة على ذلك، تزداد الحاجة إلى المعادن، مثل الأنتيمون، والبِزمُوت، والغاليوم، والإريديوم في التكنولوجيا المتطوّرة، مثل الروبوتات، وأنظمة الاتّصالات، والمَرْكَبات الذاتيّة القيادة، (كالطائرات المسيَّرة، والمَرْكَبات الجوية غير المأهولة)، والطباعة الثلاثية الأبعاد، وأجهزة الحوسبة، التي تُعتبر جميعها ضروريّة لدعم عمليّة الانتقال في مجال الطاقة.

ومن المسلّم به أكثر فأكثر بأن قطاع التعدين يمكن أن يؤدي دوراً إيجابياً في تعزيز التنمية المستدامة والتحوّل الهيكلي للاقتصاد إذا أُحسِنت إدارته. ومن المتوقّع أن تفضي الزيادة غير المسبوقة في الطلب على الموارد المعدنية إلى انتشار استخدام تكنولوجيات منخفضة الكربون. وتُعتبر المعادن/الفلزات الأساسيّة للانتقال في مجال الطاقة عنصراً مهمّاً في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، ولا سيّما الهدف 7 بشأن الطاقة النظيفة وبأسعار ميسورة، وبشكل مباشر الهدف 13 بشأن العمل المناخي، وللتعدين تأثيرٌ غير مباشرٍ على الهدف 1 بشأن القضاء على الفقر، والهدف 3 بشأن الصحّة الجيدة والرفاه، والهدف 5 بشأن المساواة بين الجنسَين، والهدف 6 بشأن المياه النظيفة والنظافة الصحية، والهدف 8 بشأن العمل اللائق ونمو الاقتصاد، والهدف 9 بشأن الصناعة والابتكار والهياكل الأساسيّة، والهدف 10 بشأن الحدّ من أوجه عدم المساواة، والهدف 11 بشأن المُدُن والمجتمعات المحلية المستدامة، والهدف 12 بشأن الاستهلاك والإنتاج المسؤولَين، والهدف 14 بشأن الحياة تحت الماء، والهدف 15 بشأن الحياة في البرّ، والهدف 16 بشأن السلام والعدل والمؤسسات القويّة في السياق المحلي.

وتتمتّع بلدان عربية عديدة بوفرة في موارد الطاقة المتجدِّدة، وبإمكانات كبيرة لاعتماد تكنولوجيات الطاقة النظيفة. وتدلّ الاتّجاهات العالمية أيضاً على أنّ الطلب على المعادن والفلزات التي تحتاج إليها عمليّة الانتقال في مجال الطاقة سيتضاعف خلال العقود القليلة المقبلة. فمن المرجّح على المدى القصير أن يفوق الطلب على معادن معيّنة مثل النحاس، والليثيوم، والنيكل، والكوبالت، والنيوديميوم، القدرة الحالية على استخراج المواد، ومعالجتها، وتحويلها، وإعادة تدويرها، مما قد يؤدي إلى تعطُّل في سلسلة الإمداد وتقلّبات عالية في الأسعار. أما على المدى الطويل، فقد يؤدي النقص في المعادن إلى زيادة المنافسة الجيوسياسية وتأخير عملية التحوّل إلى الطاقة النظيفة.

وتبحث هذه الدراسة في دور المعادن والمواد الخام في دعم الانتقال في مجال الطاقة في المنطقة العربية، وهي تستند إلى أعمال نُفّذت مسبقاً في مجال الصناعات الاستخراجية باعتبارها محرّكاً للتنمية المستدامة في المنطقة العربية[1]. كما أنها تركّز على الفلزات (الحديدية وغير الحديدية)، والمعادن الصناعية، والتعدين المستدام، وسلاسل القيمة المعدنية.

وأجرى هذه الدراسة قسم الطاقة التابع لمجموعة تغيُّر المناخ واستدامة الموارد الطبيعية التابعة للجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا). وقام بإعدادها المؤلفة الرئيسية السيدة راضية سداوي، رئيسة قسم الطاقة، والسيد كابيل نارولا، المسؤول الأول السابق للشؤون الاقتصادية في قسم الطاقة، كمؤلف مشارك. وتستند هذه الدراسة إلى اجتماع فريق الخبراء الذي عُقد في 6 كانون الأول/ديسمبر 2022، حيث قدّم الخبراء السادة تورو موتا (كبير محللي الطاقة في وكالة الطاقة الدولية)، وكواسي أمبوفو (رئيس المعادن والتعدين في BloombergNEF)، وبيني ألثاوس (مؤسس ومستشار مجلس الإدارة في USA Rare Earth)، وسيباستيان سهلة (مستشار السياسات في مبادرة الشفافية في مجال الصناعات الاستخراجية) والخبيرة السيدة ماريون بروفنشر لانجلوا (محلّلة النوع الاجتماعي في المنتدى الحكومي الدولي المعني بالتعدين، والمعادن والفلزات والتنمية المستدامة) رؤيتهم وآراءهم بشأن دور المعادن والمواد الخام في الانتقال في مجال الطاقة.

فرص وتحديات

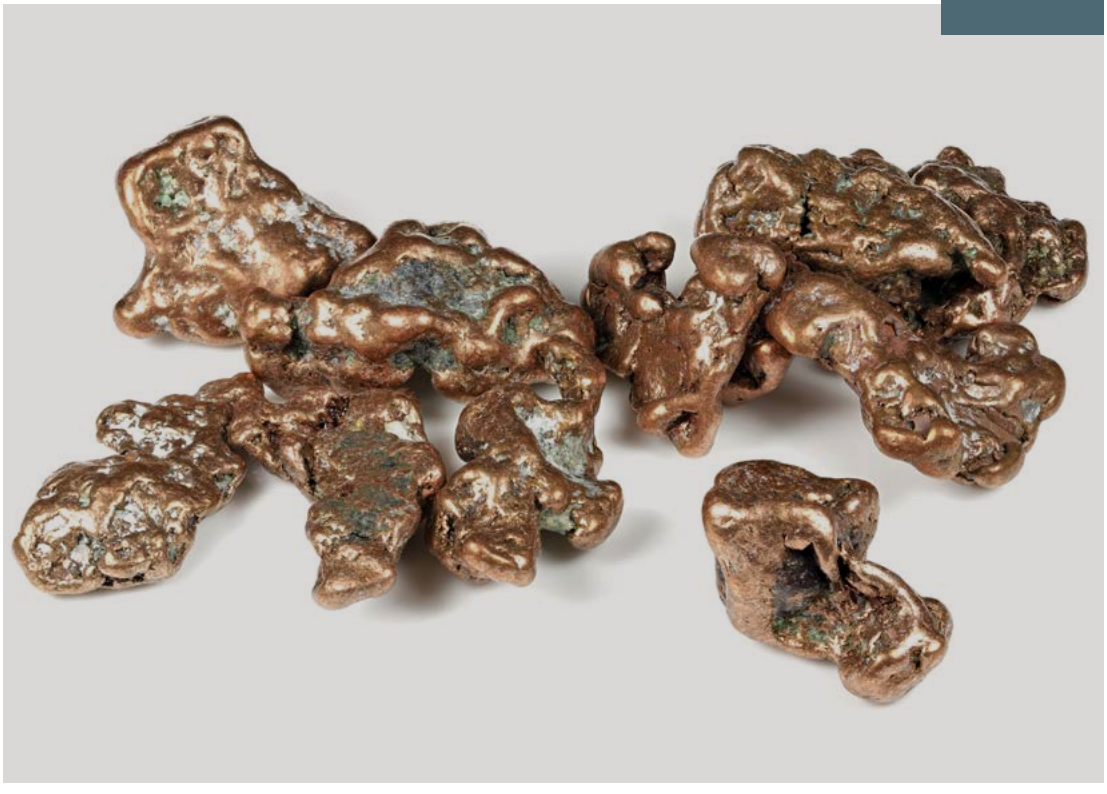
توفّر المعادن الأساسيّة للانتقال في مجال الطاقة فرصاً متعدِّدة للبلدان العربية الغنيّة بالموارد. وتشمل بعض الفرص الرئيسية إمكانية التنويع الاقتصادي الذي يفضي إلى النمو الاقتصادي، وتوليد إيرادات أعلى مصدرها الضرائب المثلى، وزيادة فرص العمل المباشرة وغير المباشرة التي توفّر فرص عمل للسكان المحليين، وارتفاع تدفّق الاستثمارات الأجنبية المباشرة، وتحسين عائدات الاستثمار، وإنشاء فرص لتطوير البنية الأساسية تؤدي إلى النمو العادل، وظهور نماذج أعمال جديدة تركز على البيئة والمسائل الاجتماعية والحوكمة، وإمكانية التعاون مع البلدان الغنية بالموارد، بما في ذلك المساعدة في الانتقال إلى الطاقة النظيفة.

ومع ذلك، يتعيّن على تلك البلدان أن تتغلّب على تحديات جمّة في سبيل تحقيق هذه الفرص المحتمَلة. وتشمل هذه التدابير الحدّ من الاعتماد المفرط على الإيرادات من الصناعات الاستخراجية، وغياب التخطيط على المدى البعيد وعدم كفاية الاستثمار في البنية الأساسيّة، وإدارة الموارد الطبيعية دون المستوى الأمثل والتحصيل غير الفعّال للإيرادات، والتدفقات المالية غير المشروعة، وغياب الشفافية. ويؤدي عدم الاستقرار السياسي والنزاعات المسلّحة في بعض البلدان إلى قلّة الاستثمار على الرغم من توافر الموارد، في حين يؤدي ضعف المؤسسات إلى سوء التنظيم ومحدوديّة الإنفاذ، مما يزيد من التدهور البيئي. وغالباً ما تتأثر المجتمعات المحلية بالنزوح الواسع النطاق الذي يعرِّضها للتهميش، في حين أن قضايا النوع الاجتماعي مثل إدماج المرأة تمثّل مصدر قلق مشتركاً يؤدي إلى عدم المساواة الاجتماعية والاقتصادية. وتَحُول هذه القضايا دون تطوير قطاع تعدين مستدام، كما أن خطط الاستثمار القائمة في مجاليّ التعدين وإنتاج المعادن الأساسية للانتقال في مجال الطاقة غير كافية لتمكين التطوير السريع لهذا القطاع. بالإضافة إلى ذلك، تشوب مشاريع التعدين أوجه ضعف عديدة في مراحل مختلفة من التطوير، وستنعكس على الأغلب في تضييق سوق السلع الأساسية المعدنية وزيادة تقلُّب الأسعار[2].

معلومات أساسية: دعوة الأمين العام لاتخاذ إجراءات بشأن الصناعات الاستخراجية

استجابةً لتوجيهات الأمين العام للأمم المتحدة، نفَّذت اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) عملاً جوهريّاً في مجال الصناعات الاستخراجية باعتبارها محرّكاً للتنمية المستدامة في المنطقة العربية. ونظَّمت لجان الأمم المتحدة الإقليمية ورش عمل وخمس جلسات مائدة مستديرة إقليمية حول الصناعات الاستخراجية في 2020-2021، مما أسفر عن إصدار موجز سياسات إقليمي بعنوان «الصناعات الاستخراجية والانتقال نحو نُظُم مستدامة»[3]. وأعقب ذلك اجتماع مائدة مستديرة عالمي رفيع المستوى عَقَدَه الأمين العام، أسفر عن إصدار موجز سياسات بعنوان «تحويل الصناعات الاستخراجية من أجل تنمية مستدامة»[4] وإطلاق دعوة إلى العمل لتحويل قطاع الصناعات الاستخراجية[5]. كما سلّط الأمين العام للأمم المتحدة الضوء على الرسائل الرئيسية للفريق العامل المعني بـ «تحويل الصناعات الاستخراجية من أجل تنمية مستدامة» في مؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيُّر المناخ (COP 27)، ولا سيّما دور المعادن الحرجة في تحقيق أهداف اتفاق باريس للمناخ 2015.

وتستند هذه الدراسة إلى العمل في الصناعات الاستخراجية لتحقيق التنمية المستدامة، وتركِّز على المعادن والمواد الأساسية للتحوّل في مجال الطاقة، والتي تزداد أهميّتها في التحوّل العالمي إلى الطاقة النظيفة.



1. المعادن الأساسية للتحوّل الأشد عُرضة للخطر

يقضي طموح تحقيق صافي الانبعاثات الصفري بحلول النصف الثاني من القرن الحالي، على النحو الذي تعهّدت به البلدان في اتفاقية باريس، بأن يتّصف التحوّل العالمي للطاقة بزيادات هائلة في توليد الطاقة المتجدِّدة، وانتشار التكنولوجيا التي تَستخدِم الطاقة بكفاءة، وكهربة وانتشار استخدام تكنولوجيا إدارة الكربون.

والانتقال في مجال الطاقة هو تحوّل هيكلي طويل الأجل لنظام الطاقة يهدف في النهاية إلى الحدّ من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بها. وتتّصف هذه العملية بالاستعاضة عن الوقود الأحفوري كمصدر

للطاقة الأولية بمصادر طاقة خالية من الكربون؛ وتحسين الكفاءة في تحويل الطاقة، وتوزيعها، واستخدامها النهائي؛ واستبدال ناقلات الطاقة؛ واستخدام أنظمة الطاقة الأكثر مرونة.

ومنذ العصر الصناعي، حظيت الطاقة المستمَدة من الوقود الأحفوري بالحصة الكبرى في نظام الطاقة العالمي باستخدام الفحم، والنفط الخام، والغاز الطبيعي. وساهمت مصادر الطاقة هذه بما يزيد عن 80 في المائة من مزيج إمدادات الطاقة الأولية العالمي في عام 2020[6]. وقام هذا التوازن على الطاقة الكهرومائية، والطاقة النووية، والوقود الحيوي، وتحويل النفايات إلى طاقة، ومصادر الطاقة المتجدِّدة، لا سيّما الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

وتُعَدُّ الكهرباء ناقلاً رئيسياً للطاقة، وقد ساهمت بنحو 20 في المائة من إجمالي استهلاك الطاقة النهائي العالمي في عام 2018[7]. وزادت نسبة الكهرباء في إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة على الصعيد العالمي بأكثر من الضعف في السنوات الـ 50 الماضية (حيث كانت نحو 10 في المائة في عام 1973). ومن المتوقع أن يتسارع هذا الاتجاه لأن الكهرباء وقود مرن ومريح. علاوة على ذلك، من المتوقع حدوث طفرة في إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، ومصادر الطاقة المتجدِّدة الأخرى، فتزداد الكهرباء أهمية في مجال تحوّل الطاقة.

أما من ناحية الطلب على الطاقة، فقد استحوذ قطاع الصناعات الذي يشمل التعدين، واستخراج المعادن غير الحديدية والمعادن اللافلزية، وصناعة الحديد والصلب، على نسبة 30 في المائة من إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة في عام 2020[8]. وبلغت نسبة القطاعات السكنية والتجارية والزراعية مجتمعة 32 في المائة منه، في حين ساهم قطاع النقل بنسبة 26 في المائة. أما النسبة المتبقية من إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة والبالغة 10 في المائة، فكانت مخصَّصة للاستخدام غير المرتبط بالطاقة.

التحوّل العالمي في مجال الطاقة عملية طويلة تختلف وتيرتها باختلاف البلدان، وتتعدَّد مساراتها. وهي تقوم على عوامل تمكين أبرزها السياسات، والتمويل، والتكنولوجيا.

ألف. تحديد المعادن الأشد عُرضة للخطر

تُعتبر المعادن كلها قيِّمة من الناحية الاقتصادية، إلا أن هذه الدراسة تُدرج قائمة بالمعادن الأشد عُرضة للخطر بناءً على أهميتها الاستراتيجية والاقتصادية ومدى تعرُّضها لخطر التعطُّل في سلسلة الإمداد. وقد حَدَّدت عدة بلدان، من بينها كندا، وأستراليا، واليابان، والولايات المتحدة الأمريكية، والمملكة المتحدة، وبلدان الاتحاد الأوروبي، قائمة بالمعادن البالغة الأهمية المهمة اقتصادياً.

وأُضِيفت خمس وثلاثون سلعة معدنية اعتُبرت بالغة الأهمية للأمن الاقتصادي والقومي للولايات المتحدة[9] في عام 2018 إلى التحليل الذي تتضمنه هذا الدراسة[10]. وتُحدَّث قائمة الاتحاد الأوروبي للمواد الخام الحرجة كل ثلاث سنوات (منذ عام 2011)، وتندرج فيها المواد الخام، ومعظمها من المعادن، وفقاً لأهميتها الاستراتيجية للاقتصاد الأوروبي وشدة تعرُّضها للخطر المرتبط بتوريدها، بما في ذلك المخاطر الناجمة عن العوامل الجيوسياسية، والجغرافية، والجيولوجية. وتحتوي أحدث قائمة صدرت في عام 2020 على 30 معدناً. وفي عام 2015، أصدرت هيئة المساحة الجيولوجية البريطانية قائمة بالمخاطر تضم 41 عنصراً كيميائياً أو مجموعة عناصر لها قيمة اقتصادية، وتُعَدُّ أساسية للحفاظ على الاقتصاد وأنماط حياة الناس؛ وقد استُخدمت هذه القائمة أيضاً في هذا التقييم.

الجدول 1. تصنيف المعادن حسب الولايات القضائية المختلفة

الولايات المتحدة الأمريكية[أ]	الاتحاد الأوروبي[ب]	هيئة المساحة الجيولوجية البريطانية[ج]	المجموع
المعادن الحرجة	المواد الخام الحرجة	العناصر ذات القيمة الاقتصادية	مجموعة من المعادن الفريدة
35	30	41	56

أ. USGS, 2018. ب. European Commission, 2020a. ج. British Geological Survey, 2015.

صُنِّفت المعادن الأشد عُرضة للخطر على النحو التالي في إطار هذا التقييم: صنِّف واحد وعشرون معدناً مدرجة في القوائم الثلاث كافة على أنها «معادن حرجة». وحُدِّد 21 معدناً من تلك المدرجة على أنها «معادن شبه حرجة» في إحدى أو كلتا القائمتين المستخدَمتين في الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية. وصنِّف أربعة عشر معدناً لم تُدرَج إلا في قائمة هيئة المساحة الجيولوجية البريطانية على أنها «معادن غير حرجة» (المرفق 5).

باء. المعادن الأساسية لعملية التحوّل في مجال الطاقة

حُدِّدَت تكنولوجيات الطاقة النظيفة ورُسِمت خرائط للمعادن الأساسية لها بغية التعرُّف إلى المعادن التي تحتاج إليها عملية الانتقال في مجال الطاقة. وتَظهر هذه التكنولوجيات وهذه المعادن في الجدول 2.

الجدول 2. المعادن الأساسية لانتقال في مجال الطاقة والتكنولوجيات الداعمة

المعادن الأساسية للانتقال في مجال الطاقة[أ]			
المعادن المُستخدَمة مباشرة في تكنولوجيات عملية التحوّل[ب]		المعادن المُستخدَمة في التكنولوجيات الداعمة	
الرياح	11	الروبوتات	37
الطاقة الكهروضوئية	16	الطائرات المسيَّرة	40
البطاريات	12	الطباعة الثلاثية الأبعاد	18
خلايا الوقود	24	تكنولوجيا المعلومات والاتصالات	33
المُحرّكات	8		
الوقود النووي	2		
المجموع	37	المجموع	7

أ. European Commission, 2020b. ب. لم يُنظَر إلى الطاقة المائية والطاقة الحرارية الأرضية ونقل الكهرباء بشكلٍ منفصل، ولكنّها تَستخدِم المعادن نفسها.

يُستخدَم 37 معدناً مباشرة في تكنولوجيات عمليّة الانتقال ، في حين أن 7 معادن تُستخدَم في التكنولوجيات الداعمة، كما هو مبيَّن في الجدول 2. أما المعادن الإثنا عشر المتبقية من مجموع المعادن الستة والخمسين المدرجة في التقييم، فلم تكن أساسية بشكل مباشر أو غير مباشر لعمليّة الانتقال في مجال الطاقة، وصنِّفت على أنها «معادن ذات قيمة اقتصادية» (المرفق 6).

جيم. رسم خرائط للمعادن الأشد عُرضة للخطر والمعادن الأساسية للانتقال في مجال الطاقة

تفضي المقارنة بين قائمة المعادن الحرجة وقائمة المعادن التي تحتاج إليها عمليّة الانتقال في مجال الطاقة إلى رسم الخرائط المبيَّن في الجدول 3.

الجدول 3. رسم خرائط المعادن الأشد عُرضة للخطر والمعادن الأساسية للانتقال في مجال الطاقة

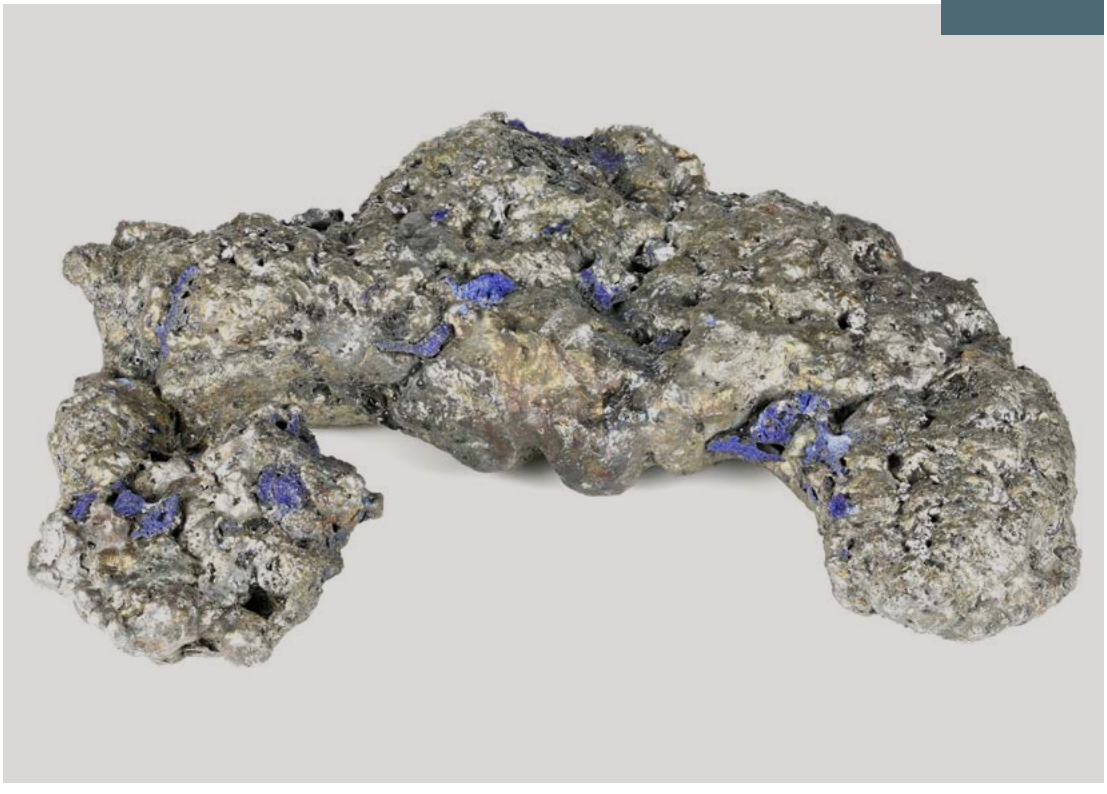
	المعادن الحرجة	المعادن شبه الحرجة	المعادن غير الحرجة	المجموع
المعادن المُستخدَمة مباشرة في تكنولوجيات عملية الانتقال	16	10	11	37
المعادن المُستخدَمة في التكنولوجيات الداعمة	5	2	-	7
المعادن ذات القيمة الاقتصادية	-	9	3	12
المجموع	**21**	**21**	**14**	**56**

المصدر: European Commission, 2020b; British Geological Survey, 2015.

يبيِّن الشكل 1 المعادن المدرجة ضمن كل فئة وفقاً للتصنيف المعتمَد، وتَظهر المعادن الحرجة باللون الأحمر، والمعادن شبه الحرجة باللون الأصفر، والمعادن غير الحرجة باللون الأبيض. وتَظهر في المستطيل الأعمق المعادن المُستخدَمة مباشرة في تكنولوجيات الانتقال في مجال الطاقة؛ تحيط بها المعادن المُستخدَمة فقط في التكنولوجيات الداعمة. ويُظْهِرُ المستطيل الخارجي المعادن ذات القيمة الاقتصادية فقط، والتي لا تحتاج إليها عملية الانتقال.

الشكل 1. رسم خرائط المعادن وفقاً للتصنيف المعتمَد

المصدر: European Commission, 2020b; British Geological Survey, 2015.



2. الفجوة العالمية بين العرض والطلب على المعادن الأساسية للانتقال في مجال الطاقة

سيتحقّق الانتقال إلى الطاقة النظيفة بواسطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية وتوربينات الرياح بالتوازي مع شبكات نقل الكهرباء، ومن المتوقع أن يزداد استخدامها ثلاثة أضعاف بحلول عام 2040[11]. وتفوق كثافة المعادن في الكهرباء التي تولّدها تكنولوجيات الطاقة المتجدِّدة[12] (15,000-7,000 كيلوغرام لكل ميجاوات

(كغم/ميجاوات) تلك الناتجة عن البنية الأساسيّة القائمة على الوقود الأحفوري بأشواط (1,500-5,000 كغم/ميجاوات)[13]. وقد أدت نسبة أعلى (2010) إلى 6,000 كغ/ميجاوات (2019)، قدرها 50 في المائة[14]. وتشير الزيادة السريعة في استخدام تكنولوجيات الطاقة النظيفة وفي نسبة كثافتها المعدنية إلى أنّ الطلب العالمي على المعادن سيرتفع إلى حدٍّ كبير في العقود المقبلة. وعلى المستوى الإجمالي، من المتوقع أن يرتفع[15] إجمالي الطلب على المعادن من تكنولوجيات[16] الطاقة النظيفة بشكل كبير خلال العقدين المقبلين.

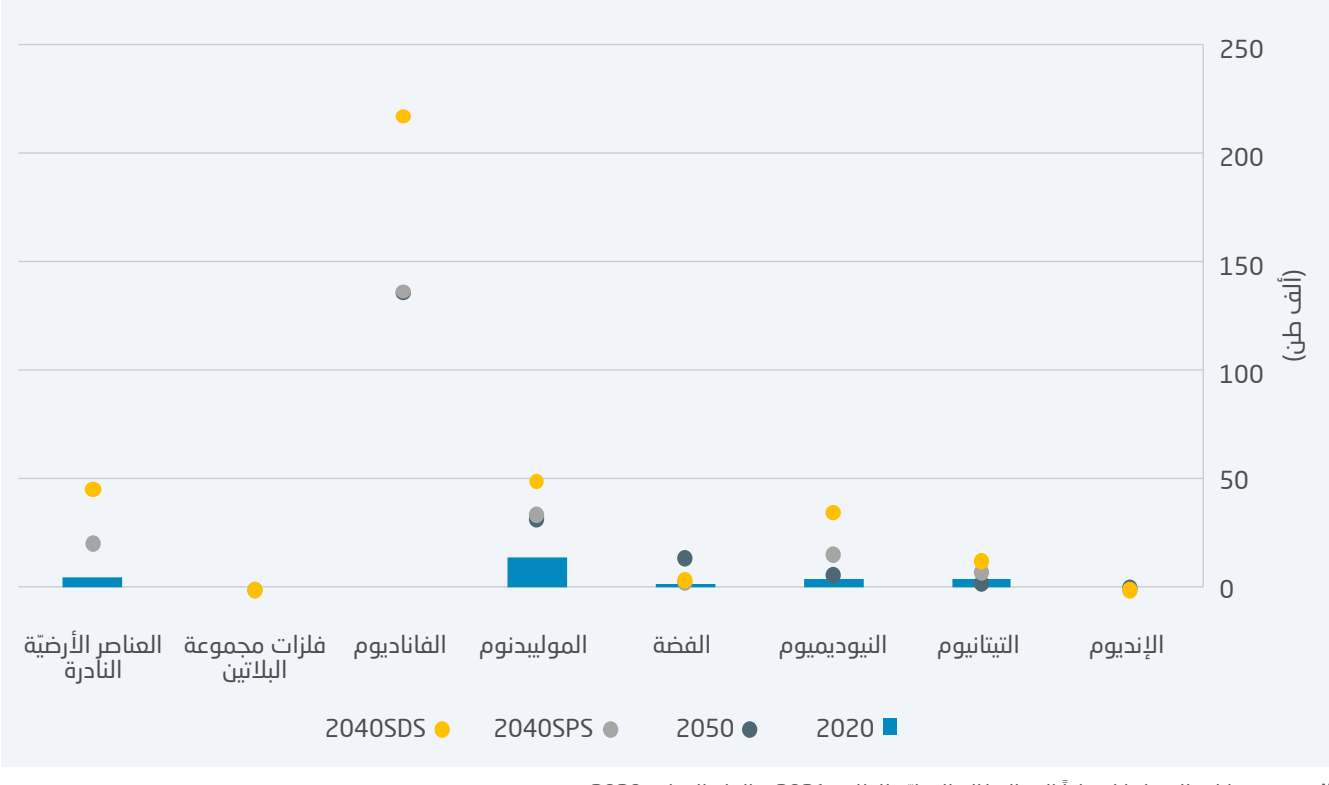
وفي قطاع النقل، من المتوقع أن تنمو مبيعات المركبات الكهربائية بمقدار 25 ضعفاً في سيناريو التنمية المستدامة بحلول عام 2040، ويبلغ متوسط الكثافة المعدنية للسيارات الكهربائية 210 كغ/للمركبة مقارنة بـ 40 كغ/للمركبة لسيارة تقليدية ذات محرك احتراق متكامل[17]. وتشير الدراسات إلى أن استخدام البطاريات في المَرْكَبات الكهربائية ولتخزين الكهرباء سيزداد بنحو عشرة أضعاف في سيناريو السياسات المعلنة، وبمقدار 30 ضعفاً في سيناريو التنمية المستدامة بين عامي 2020 و2040. وهذا من شأنه أن يؤدي إلى ارتفاع ملحوظ في الطلب على المعادن المرتبطة بالبطاريات؛ فمن المقدَّر أن يرتفع بنسبة تصل إلى 42 ضعفاً على الليثيوم، و25 ضعفاً على الغرافيت، و21 ضعفاً على الكوبالت، و19 ضعفاً على النيكل، و8 أضعاف على المنغنيز[18].

ألف. سيناريوهات الطلب المستقبلي على المعادن

يبيِّن الشكلان 2 و3 الإنتاج السنوي للمعادن في عام 2020، والطلب المستقبلي على معادن مختارة (في عامي 2040 و2050) أساسية لعملية الانتقال في مجال الطاقة.

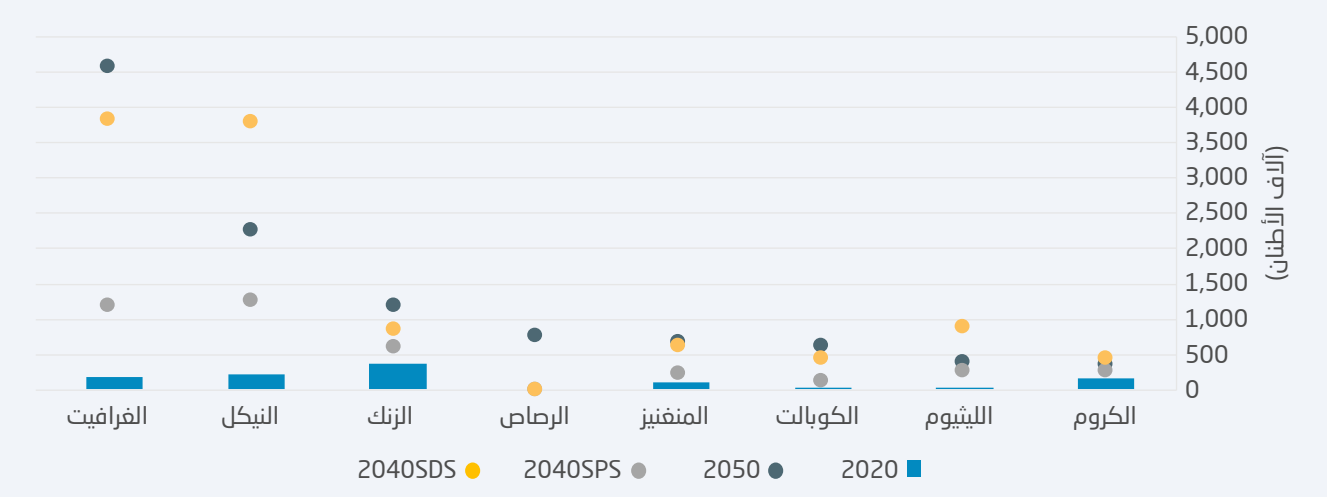
وأُدرجَت المعادن ضمن مجموعات وفقاً لحجم إنتاجها تسهيلاً لعرضها. وفي حين أن التوقع يشوبه عدم اليقين بسبب الافتراضات المختلفة الواردة في الدراسات، من المؤكد أن الطلب على المعادن مثل الرصاص، والغرافيت، والكوبالت، والليثيوم، والنيكل، والفاناديوم سيزيد من مستوى إنتاجها الحالي أضعافاً وأضعاف في العقود القليلة المقبلة.

الشكل 2. الطلب (الحالي مقابل الطلب المتوقع) على المعادن (انخفاض الإنتاج)



المصدر: حسابات الإسكوا استناداً إلى الوكالة الدوليّة للطاقة 2021، والبنك الدولي 2020.

الشكل 3. الطلب (الحالي مقابل الطلب المتوقع) على المعادن (ارتفاع الإنتاج)

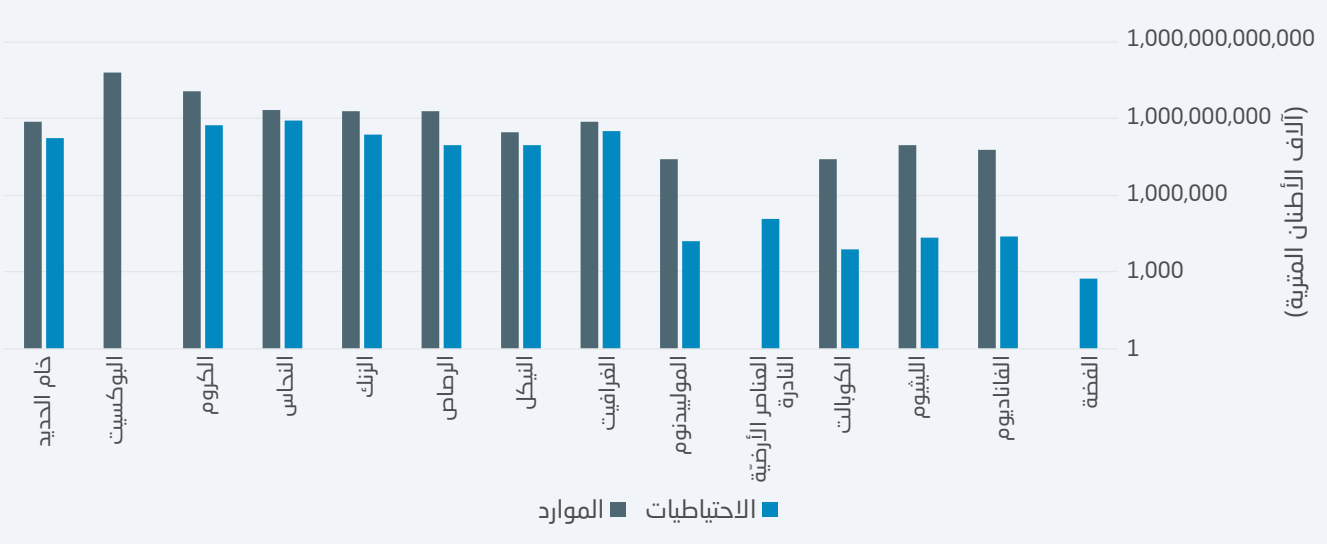


المصدر: حسابات الإسكوا استناداً إلى الوكالة الدوليّة للطاقة 2021، والبنك الدولي 2020.

باء. الاحتياطيّات والموارد المقدَّرة لمعادن مختارة أساسية للانتقال في مجال الطاقة

يبيِّن الشكل 4 التقديرات العالمية للاحتياطيّات والموارد المقدَّرة لمعادن مختارة أساسية للانتقال في مجال الطاقة.

الشكل 4. التقديرات العالمية لاحتياطيّات وموارد المعادن



المصدر: USGS, 2022a.

ويبيِّن الشكل 4 بوضوح أن زيادة أنشطة التنقيب تُسهِّل اكتشاف مصادر جديدة عديدة للمعادن، فيما ارتفاع أسعار المنتجات المعدنية قد يجعل التعدين من الاحتياطيات الموجودة قابلاً للاستمرار من الناحية الاقتصادية، ويساهم في زيادة الإنتاج.

ختاماً، على الرغم من اتّساع الفجوة بين العرض والطلب على المعادن في العالم على المدى القريب، لا تزال هذه المعادن متوافرة بشكلٍ غير محدود، ويمكن أن يُفضي الاستثمار المتواصل في تطوير عمليات التنقيب والتعدين إلى دعم الإنتاج تلبية للطلب المتزايد.

3. الموارد المعدنية في المنطقة العربية

تزخر الدول الأعضاء في الإسكوا بالموارد، لا سيّما تلك التي تتَّخذ شكل الوقود المعدني[19]، مثل الغاز الطبيعي والنفط، فضلاً عن معادن أخرى. وصُنِّفت المعادن غير الوقودية حسب أربع مجموعات فرعية: الفلزات الحديدية وغير الحديدية، والفلزات الثمينة، والمعادن الصناعية، كما هو مبيَّن في الجدول 4.

الجدول 4. المعادن المصنَّفة حسب المجموعات الفرعية المختلفة

المجموعة	المعادن
فلزات الحديد والسبائك الحديدية (11)	الحديد، والكروم، والكوبالت، والمنغنيز، والموليبدينوم، والنيكل، والنيوبيوم، والتنتالوم، والتيتانيوم، والتنغستن، والفاناديوم
الفلزات غير الحديدية (20)	الألمنيوم، والأنتيمون، والزرنيخ، والبوكسيت، والبريليوم، والبزموت، والكادميوم، والنحاس، والغاليوم، والجرمانيوم، والإنديوم، والرصاص، والليثيوم، والزئبق، والمعادن الأرضية النادرة، والرينيوم، والسيلينيوم، والتيلوريوم، والقصدير، والزنك
الفلزات الثّمينة (5)	الذهب، وفلزات مجموعة البلاتين (البلاديوم، والبلاتين، والروديوم)، والفضة
المعادن الصناعية (20)	الأسبستوس، والباريت، والبنتونيت، ومعادن البورون، والألماس (الأحجار الكريمة/الصناعية)، والدياتوميت، والفلسبار، والفلورسبار، والغرافيت، والجبس، والأنهيدريت، والكاولين (الطين الصيني)، والمغنسيت، والبيرلايت، وصخور الفوسفات (بما في ذلك ذرق الطيور)، والبوتاس، والملح، والكبريت، والتلك (بما في ذلك الستيتيت والبيروفيليت)، والفيرميكوليت، والزركون

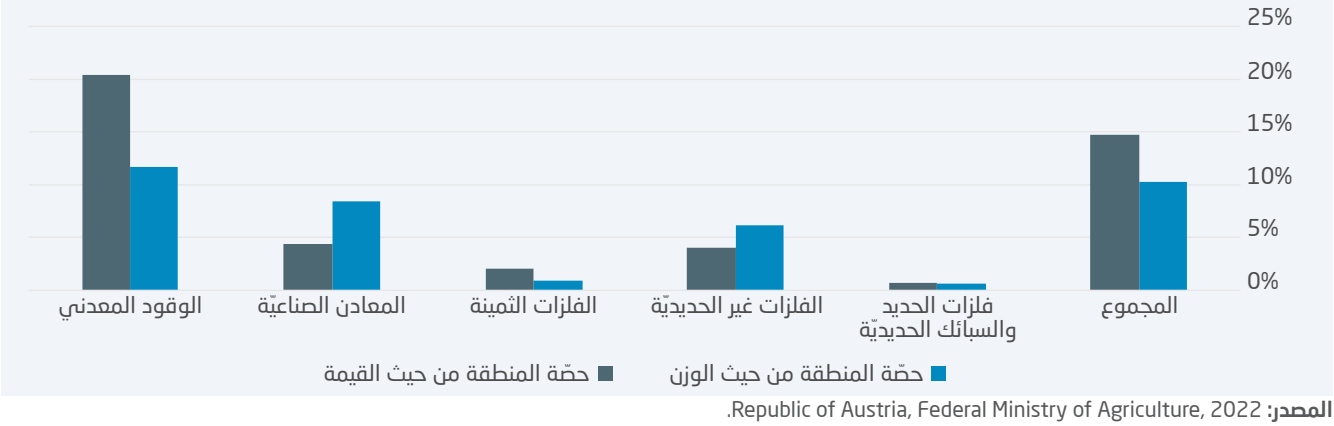
وبيانات الإنتاج العالمي بشأن 56 من هذه المعادن والفلزات متاحة، وهي تُستخدَم كقاعدة بيانات لهذا التقييم[20]. ومن بين 44 معدناً تعتبر مهمة لعملية الانتقال في مجال الطاقة، تتوفر بيانات الإنتاج بشأن 33 معدناً في قاعدة البيانات هذه. وتتوفر بيانات 18 دولة من الدول الأعضاء في الإسكوا (باستثناء دولة فلسطين والصومال) في مجموعة البيانات، وتُستخدَم في التقييم. وفي الجدول 4، تَظهر المعادن المتوافرة في المنطقة العربية باللون الأخضر الغامق، وتلك غير المنتَجة فيها باللون الأحمر الغامق. وتَظهر المعادن غير المهمة لعملية التحوّل في مجال الطاقة ولكنها ذات قيمة اقتصادية ومتوافرة في المنطقة بخط مائل أسود، وتَظهر تلك غير المنتَجة فيها بخط أسود عادي. وفي الجدول 5 موجز لهذا التفصيل.

الجدول 5. موجز لتوافر المعادن في المنطقة العربية

	المعادن المتوافرة في المنطقة العربية	المعادن غير المتوافرة في المنطقة العربية	المجموع
المعادن الأساسية للانتقال في مجال الطاقة	14 (أخضر غامق)	19 (أحمر غامق)	33
المعادن ذات القيمة الاقتصادية	13 (أسود مائل)	10 (أسود عادي)	23
المجموع	27	29	56

ألف. نسبة الإنتاج العالمي من المعادن في المنطقة العربية

الشكل 5. النسبة العالمية من الإنتاج المعدني في المنطقة العربية لعام 2020، (من حيث الوزن والقيمة)



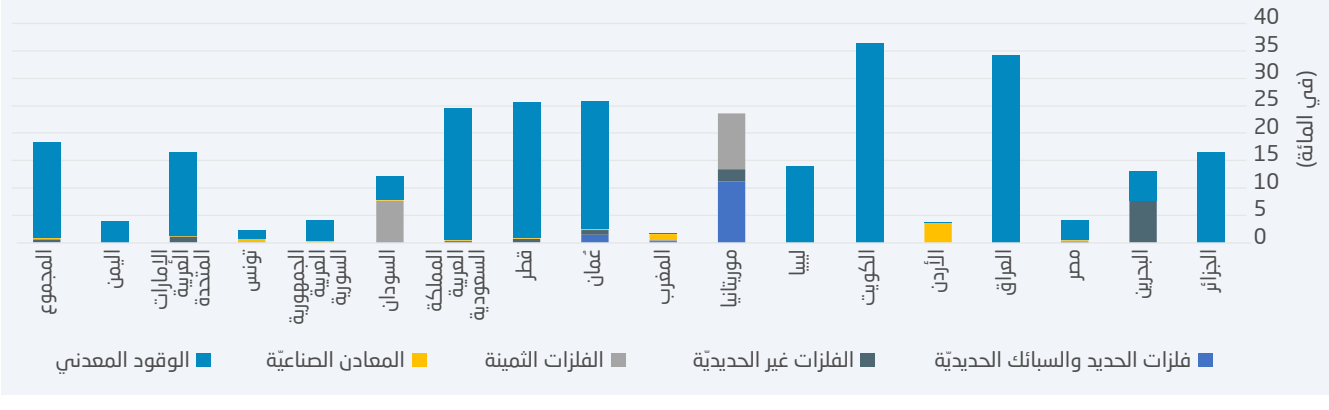
المصدر: Republic of Austria, Federal Ministry of Agriculture, 2022.

يبيِّن الشكل 5 النسبة العالمية من الإنتاج المعدني مفصولة حسب المجموعات المعدنية. تبلغ نسبة الإنتاج المعدني العالمي في المنطقة العربية حوالى 10 في المائة من حيث الوزن، و15 في المائة من حيث القيمة. ويحظى الوقود المعدني بالحصّة الكبرى، تليه المعادن الصناعية والفلزات غير الحديديّة.

باء. مساهمة المعادن في الناتج المحلي الإجمالي في المنطقة العربية

تساهم المعادن مساهمة كبيرة في الناتج المحلي الإجمالي لبلدان المنطقة العربية. وفي عام 2020، قُدِّرت قيمة المعادن غير الوقودية في هذه البلدان بمبلغ 23 مليار دولار. ويبيِّن الشكل 6 قيمة مختلف المجموعات الفرعية المعدنية كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي للدول الأعضاء في الإسكوا. وعلى الرغم من أنّ الوقود المعدني حَظِيَ بالحصّة الكبرى من حيث القيمة الإنتاجية في عددٍ كبيرٍ من دول مجلس التعاون الخليجي، فقد ساهمت المعادن غير الوقودية بحصّة كبيرة في الناتج المحلي الإجمالي في موريتانيا (24 في المائة)، والبحرين (8 في المائة)، والسودان (8 في المائة)، والأردن (4 في المائة). وحظِيت المعادن غير الوقودية بنسبة عالية من القيمة الإجمالية للمعادن المستخرَجة في المغرب (99 في المائة)، وتونس (30 في المائة)، ومصر (11 في المائة)، وعُمان (10 في المائة). وبلغت قيمة المعادن غير الوقودية المستخرَجة في المملكة العربية السعودية 3.5 مليار دولار، وفي الإمارات العربية المتحدة مليار دولار، ممّا يشير إلى الإمكانية الاقتصادية للمعادن في المنطقة العربية.

الشكل 6. قيمة المعادن كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي للبلدان

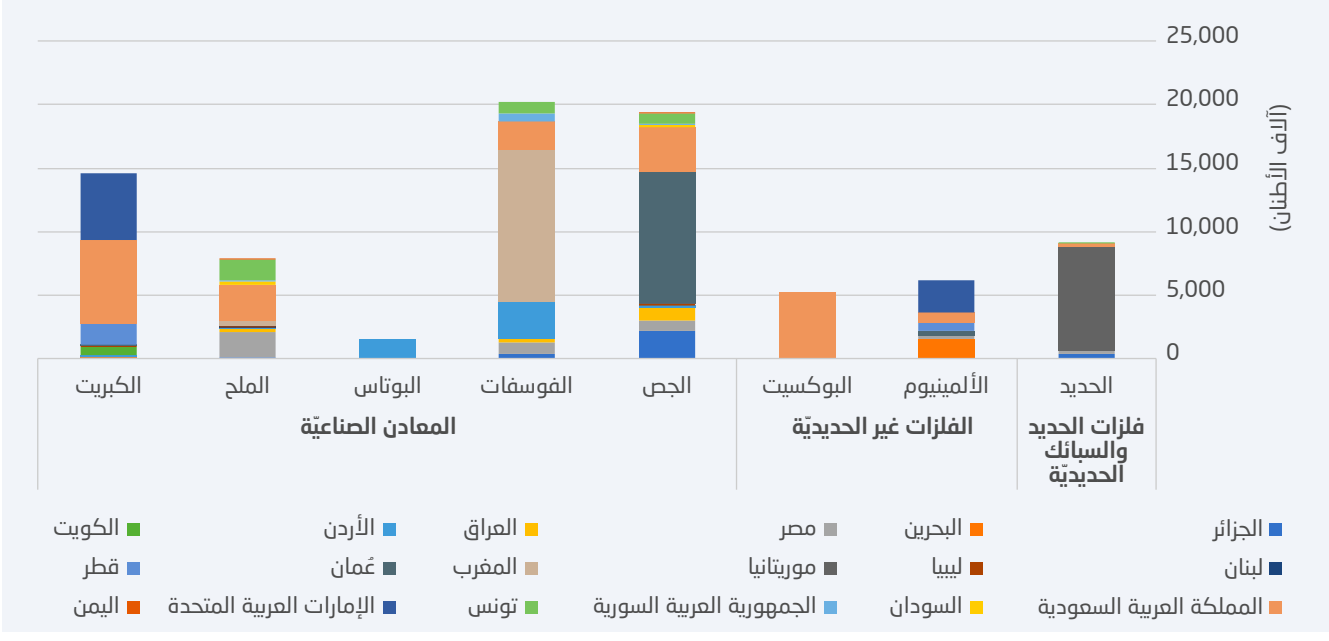


المصدر: Republic of Austria, Federal Ministry of Agriculture, 2022.

جيم. تقييم مفصَّل للمعادن المنتَجة في المنطقة العربية

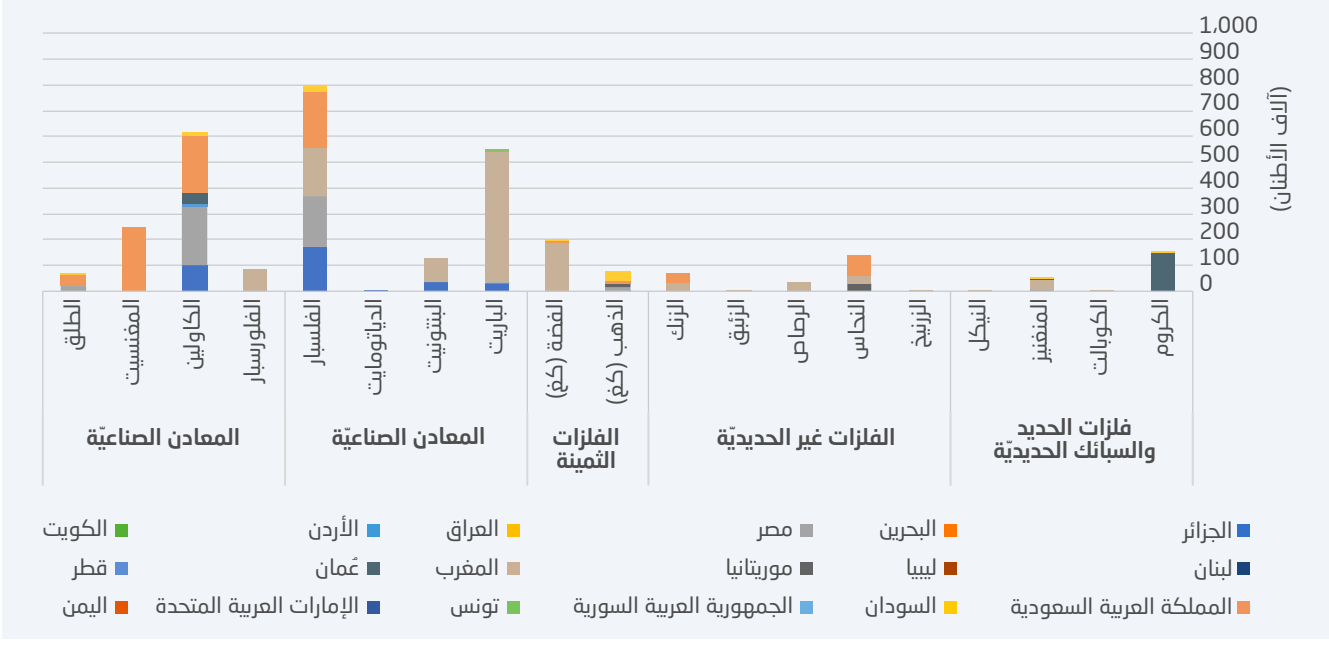
يَظهر إنتاج المعادن في مختلف البلدان العربية في الشكلين 7 و8. وقُسِّمت المعادن السبعة والعشرون المنتَجة في المنطقة العربية إلى مجموعتين: المعادن ذات الإنتاج الأعلى - أكثر من 1,000 طن - وتلك ذات الإنتاج المنخفض - أقل من 1,000 طن - تسهيلاً لعرضها.

الشكل 7. إنتاج المعادن في مختلف البلدان في عام 2020 - المعادن ذات الإنتاج الأعلى



المصدر: Republic of Austria, Federal Ministry of Agriculture, 2022.

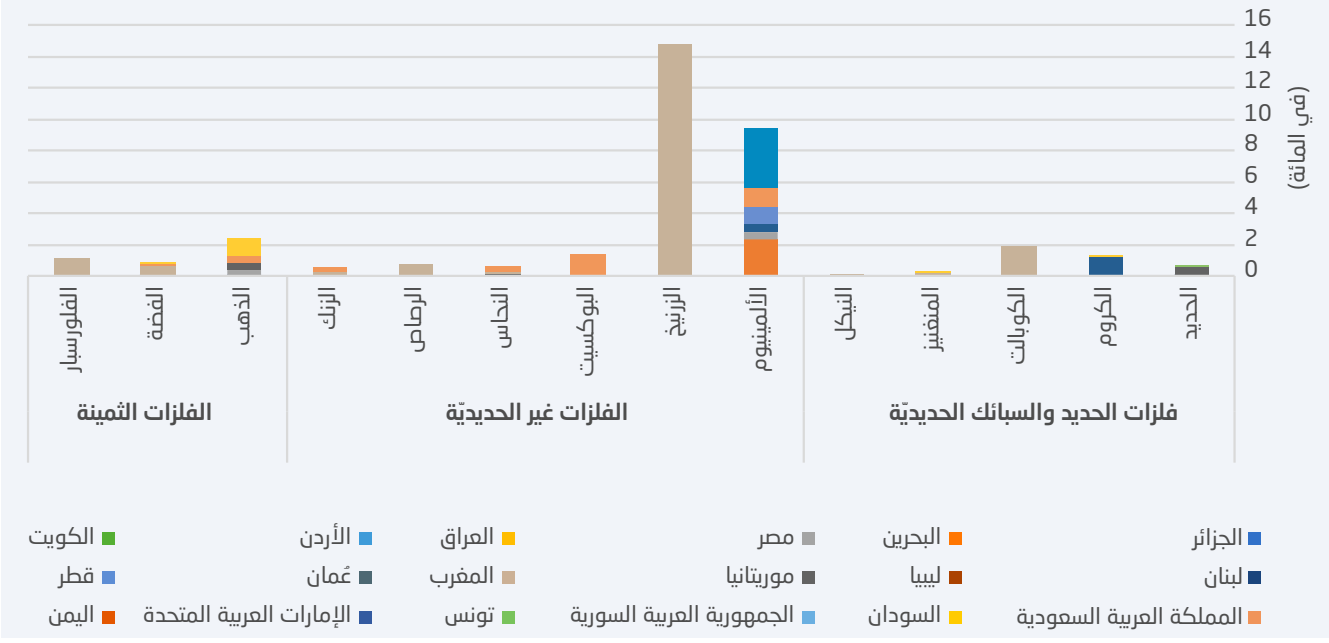
الشكل 8. إنتاج المعادن في مختلف البلدان في عام 2020 - ذات الإنتاج المنخفض



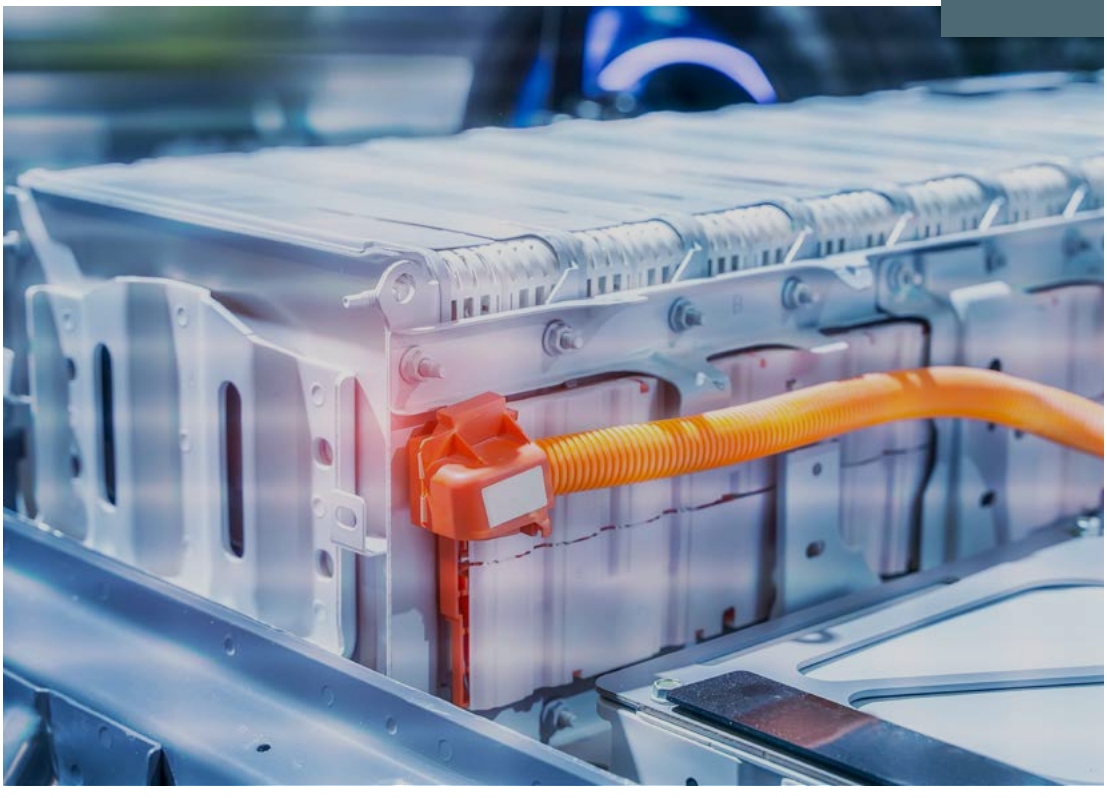
المصدر: Republic of Austria, Federal Ministry of Agriculture, 2022.

يُنتَج في المنطقة العربية 14 معدناً من بين 44 تُعَدُّ أساسية في عملية الانتقال في مجال الطاقة. ويبيِّن الشكل 9 نسبة الإنتاج العالمي لهذه المعادن في مختلف البلدان. وتحظى المعادن مثل الزرنيخ والألمنيوم بحصة عالمية أكبر بكثير، في حين تساهم معادن أخرى بما يصل إلى 2 في المائة من الإنتاج العالمي، وهي نسبة لا يستهان بها. وبما أن المنطقة زاخرة بالموارد المعدنية، تغدو إمكانية اكتشاف المزيد من احتياطيات المعادن متاحة أكثر بعد إجراء عمليات مسح جيولوجية ووضع خرائط للموارد المعدنية.

الشكل 9. نسبة الإنتاج العالمي من المعادن المُستخدَمة في عملية الانتقال في مجال الطاقة في المنطقة العربية



المصدر: Austrian Federal Ministry of Agriculture, Regions and Water Management, World Mining Data, 2022.

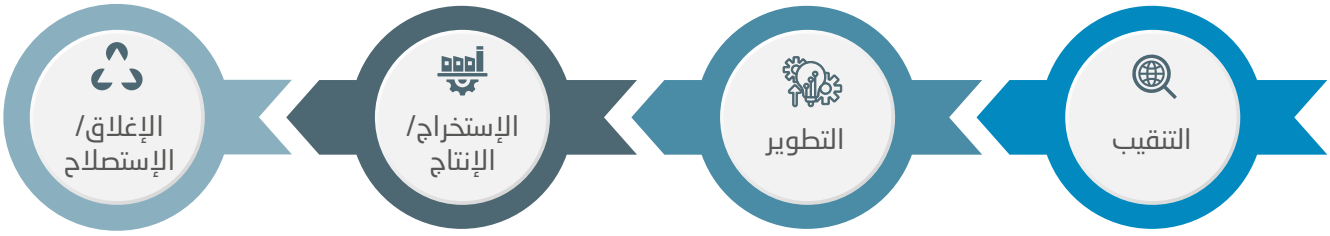


4. دورة الموارد المعدنية

تفصِّل دورة حياة المنجم مختلف الأنشطة المرتبطة بالمنجم المادي، وتقوم بشكل عام على أربع منها: التنقيب، وتطوير المناجم، واستخراج/إنتاج المعادن، وإغلاق المناجم الذي يليه استصلاح الأرض.

ألف. دورة حياة المنجم

تفصِّل دورة حياة المنجم مختلف الأنشطة المرتبطة بالمنجم المادي، وتقوم بشكل عام على أربع منها: التنقيب، وتطوير المناجم، واستخراج/إنتاج المعادن، وإغلاق المناجم الذي يليه استصلاح الأرض.

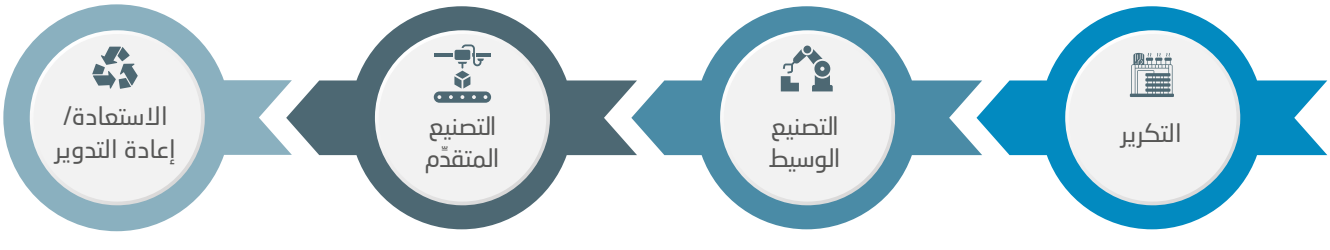


وتتمثَّل الخطوات الأولى لتحديد مساحة التعدين في إجراء بحث مكتبي حول جيولوجيا المساحة المحتمَلة، وفحص البيانات المتاحة للعموم والمستمَدة من عمليات المسح الجيولوجية. وتلي ذلك أعمال التنقيب التي يتولّاها المنقبون وعلماء الجيولوجيا وشركات التعدين لتحديد مواقع ورصد تركيزات الخام المعدني القابلة للاستمرار تجارياً، والتي قد تؤدي إلى اكتشاف مورد قابل للتعدين. وتتضمن أنشطة التنقيب تحديد موقع الرواسب المعدنية، ومن ثم تحديد نوع الرواسب وجودة الخام، الأمر الذي يتطلب معرفة الجيولوجيا الصخرية الأساسية للمنطقة. وتتزامن عملية التنقيب عن المعادن مع أعمال الاستكشاف المعدني التي تقضي بحفر الأرض، وجمع العيّنات في مساحة الخام المحتمَلة، ومعاينة التربة. ثم تُرسَل العيّنات إلى المختبر لتحليلها وتحديد تركيز المعادن. ويُعَدُّ التنقيب عن المعادن وسيلة غير مكلفة نسبياً لدراسة قابلية الاستمرار الاقتصادية لتطوير المساحات المحتمَلة قبل استخدام تقنيات الاستكشاف المتقدمة لتحديد مساحات معيّنة مع رسم خرائط مفصلة. وهو بطبيعته عمل محفوف بالمخاطر، وقد لا تؤدي أنشطة التنقيب إلى تحديد المنجم لأن تركيز المعادن21 قد يكون غير كافٍ لتوليد عائد مُجدٍ على الاستثمار. غير أن الرواسب المعدنية المكتشفة قد تصبح قابلة للاستمرار اقتصادياً عقب تعدينها نظراً للزيادات في أسعار سوق السلع الأساسية، أو لانخفاض تكلفة أعمال الاستخراج بفضل التكنولوجيات الجديدة.

وتتضمن المرحلة التالية من تطوير المناجم المزيد من الأعمال الجيولوجية، والعلمية، والبيئية، والهندسية؛ وإجراء دراسات لإثبات قابلية الاستمرار الاقتصادية؛ وجمع رأس المال لإنشاء المنجم. وفي حال إثبات قابلية الاستمرار الاقتصادية، يجب الاستحصال على تصاريح وتراخيص بيئية قبل أن يباشر مطوِّر المنجم في أعمال الإنشاء التي تستغرق بين سنتين وثلاث سنوات، وتتطلب قوة عاملة فعّالة تتمتّع بمهارات متنوعة في مجال البناء، واستثماراً بملايين الدولارات.

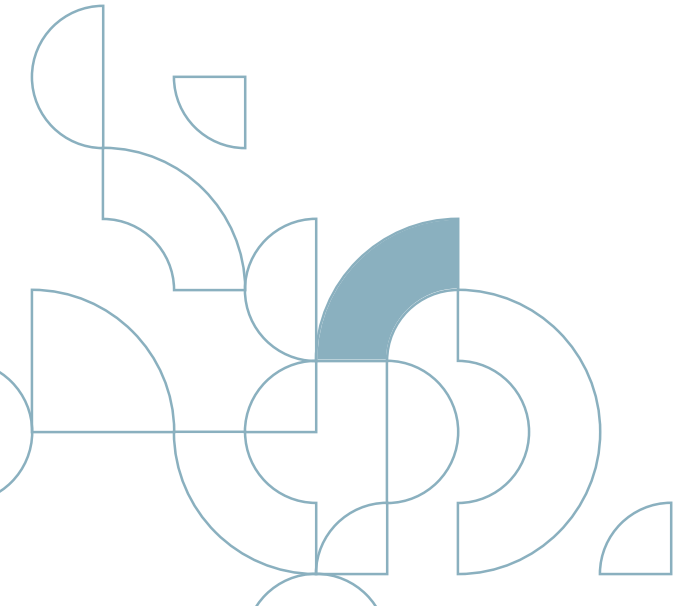
تقوم عملية استخراج المعادن الثمينة على إزالتها من باطن الصخور المحيطة بها. ومن ثمّ تخضع القطع الصخريّة المستخرَجة للمعالجة المسبقة التي تقضي بتكسيرها وفصلها - والتي غالباً ما تجري في موقع التعدين. وحدها المعادن الثمينة تُنقَل بعيداً، أمّا نفايات الصخور فتُترَك في موقع المنجم. وقد تشمل عملية استخراج المعادن تشغيل عمال في المناجم بالمئات والآلاف، وتستغرق من بضع سنوات إلى عدة عقود، فتخلق فرص عمل تعود بالفائدة لأجيال عديدة. ويُعَدُّ استصلاح الأرض بعد إغلاق المنجم أساسياً لإعادة الموقع إلى حالته السليمة والطبيعية، وغالباً ما يبدأ قبل الإغلاق بوقت طويل. وهو يقضي بتفكيك البنية الأساسية للتعدين، وتحديد المناظر الطبيعية، وإعادة الغطاء النباتي للأراضي المتضرِّرة باللجوء إلى الأنواع المحلية.

باء. سلسلة القيمة المعدنية بعد عملية الاستخراج



تشمل سلسلة القيمة المعدنية التي تلي عملية الاستخراج تكرير الخام، والتصنيع الوسيط، والتصنيع المتقدِّم، واستعادة/إعادة تدوير المعادن. وتقوم عملية التكرير على المعالجة الكيميائية أو غير الكيميائية لفصل المعادن الثمينة عن الخام، وتحويلها إلى منتَج مركز قابل للتسويق. وتُنتَج المُرَكَّبات المكرَّرة من المواد المعدنية المعالَجة مسبقاً والمكوّنة من الخام أو من خليط غير لمّاع. وتختلف أنواع هذه المُرَكَّبات المكرَّرة، وتشمل كبريتات النيكل، وماتي النيكل، وأكاسيد وهيدروكسيدات

الكوبالت، وأملاح المنغنيز، وأملاح الليثيوم أيون. ويُستخدَم التصنيع الوسيط لتحويل المُرَكَّبات المكرَّرة إلى منتجات مثل الأنود ومسحوق الكاثود، والتي تُستخدَم كمواد كاثود بطارية ليثيوم أيون. أما التصنيع المتقدِّم، فيقضي بتحويل مواد البطاريات الوسيطة إلى خلايا أسطوانية وخلايا حقيبة يجري تجميعها مع أجزاء مكوّنة أخرى لتصنيع بنوك البطاريات للمَرْكَبات الكهربائية. ويُعَدُّ استرداد وإعادة تدوير المواد المُستخدَمة في الإلكترونيات الاستهلاكية وبطاريات الليثيوم أيون مصدراً مهماً للمعادن. وتشكِّل خلايا بطاريات الليثيوم المعاد تدويرها مصدراً للنيكل أغنى من خاماته الطبيعية بنحو سبعة عشر ضعفاً، ومصدراً لليثيوم أغنى منها بأربعة إلى خمسة أضعاف، ومصدراً للكوبالت أغنى منها بعشرة أضعاف، ويفوق معدل الكفاءة النموذجي لاستعادة المعادن النقية من المواد المجمعة 90 في المائة[22].



5. التحديات التي يواجهها القطاع

أدّى الارتفاع المتسارع في الطلب على المعادن إلى اشتداد المنافسة الجيوسياسية على الموارد المعدنية، وارتفاع التقلُّبات في الأسعار، وزيادة خطر تعطُّل سلسلة الإمداد. ومع ذلك، يتطلّب تطوير البنية الأساسية للتعدين ومرافق المعالجة المرتبطة بها عدة سنوات، مما يعني أنه لا يمكن زيادة الإنتاج بسرعة. علاوة على ذلك، أصبحت المعايير الاجتماعية والبيئية للتعدين أكثر صرامة، مما يؤدي إلى استغراق منح التصاريح عدة أيام. وقد اشتدَّت الضغوطات أيضاً من دعاة حماية البيئة الذين يُطالبون باللّجوء إلى عمليّات أقلّ تلويثاً.
وتشمل التحديات التي تواجه التعدين ومعالجة الخامات إزالة الغابات؛ وتدهور الأراضي؛ وتلوث التربة والهواء والمياه؛ وفقدان التنوع البيولوجي؛ والتخلص من مخلّفات المناجم؛ واستخدام المواد الكيميائية السامة وغسل

التربة؛ ونزوح المجتمعات المحلية؛ والاستغلال في العمل، ويشمل النساء والأطفال؛ والتعدين غير القانوني؛ والتدفقات المالية غير المشروعة.

ومن ناحية أخرى، لأنشطة التعدين آثار إيجابية عديدة مثل خلق فرص عمل، وتوليد إيرادات ضريبية، وتحفيز الاستثمار الأجنبي المباشر، وتطوير البنى الأساسية. وهي توفّر إمكانيات هائلة لإطلاق العنان للفرص الاقتصادية التي يمكن أن تفيد المجتمعات المحلية بشكل مباشر وغير مباشر. لذلك، التنمية المستدامة أساسية لقطاع التعدين من أجل تحقيق أقصى قدر من الفوائد والتغلب على التحديات في آنٍ معاً.

وستُبحث هذه القضايا بمزيد من التفصيل في الأقسام التالية في سياق البلدان العربية.

ألف. غياب التخطيط على المدى البعيد

يؤدي غياب التخطيط على المدى البعيد إلى احتمال نشوء تحديات عديدة في قطاع التعدين. وتشمل هذه التحديات ضعف عمليّة تطوير البنية الأساسية، وارتفاع نسبة الاعتماد على البلدان الأخرى للحصول على المعادن، وارتفاع خطر التدهور البيئي، وظهور آثار اجتماعية سلبية، وازدياد انعدام الكفاءة الاقتصادية، ومضاعفة التحديات القانونية/التنظيمية، ويمكن أن يفضي ذلك إلى تفويت الفرص المتاحة للنمو والتنمية الاقتصاديَّين.

وفي حين أن للحكومات الوطنية دوراً أساسياً في قطاع التعدين بحيث أنها الجهات الفاعلة الرئيسية المسؤولة عن إدارته، تضطلع تكتلات التعدين الخاصة والمؤسسات المالية بدور يساويه أهمية في ضمان استدامة المشاريع. وتشمل الجهات الفاعلة في مرحلة ما قبل الإنتاج الشركات التجارية، والحرفيين وصغار العمال في المناجم، والشركات التجارية والمصدِّرين؛ وتشمل الجهات الفاعلة في منتصف السلسلة صناعات تكرير الخام والمصاهر؛ أما مصنّعو المكونات ومجمّعو المنتجات فهم يكوِّنون الجهات الفاعلة الرئيسية في نهاية السلسلة. ويجدر بهذه الجهات الفاعلة كافة تنسيق أعمالها، ومواءمة جهودها من أجل التنمية المستدامة لصناعة التعدين.

باء. رسم خرائط الموارد المعدنية والتنقيب عنها

تفتقر بلدان المنطقة العربية إلى خرائط للموارد المعدنية، ولم تشهد مساحات جغرافية عديدة أي أعمال تنقيب. بالإضافة إلى ذلك، ونظراً لاستخراج العديد من الخامات السطحية أو الجوفية، يحتاج رسم خرائط للموارد المعدنية إلى تكنولوجيات وتقنيات متقدِّمة للتنقيب، بما في ذلك الصور المأخوذة من السواتل وأجهزة الاستشعار المحمولة جواً، فضلا عن بيانات التنقيب المستمدة من التحليلات الجيوكيميائية، والجيوفيزيائية، والجيولوجية، والتي يمكن استخدامها بفعاليّة لتحديد وجود المعادن. وتشمل التحديات المرتبطة بالتنقيب عن المعادن ورسم خرائط للموارد المعدنية البحث عن معلومات أساسية مسبقة عن جيولوجيا المنطقة واختيار المساحة المحتمَلة. ومن المكلف استخدام التقنيات المتطوَّرة – مثل الطرائق الجيوفيزيائية المحمولة جوّاً مع النُّظُم المتقدِّمة في المجال الترددي والنطاق الزمني على حد سواء، وعمليات المسح السيزمي الثلاثي الأبعاد القائمة على استخدام أجهزة استشعار متعدِّدة - وهو يتطلب توافر الأموال الكافية. كما يُعَدُّ رسم الخرائط من الأعمال المستهلِكة للوقت، قد يستغرق إنجازها عدة أشهر، تبعاً لحجم المساحة وما تحويه من معادن.

جيم. التصاريح والتراخيص

يُعَدُّ التعدين من الأعمال التي تعتمد بكثافة على البنية الأساسية ورأس المال، وتحتاج إلى مهلة زمنية تتخطى السنوات إلى عقود، تبدأ بالتنقيب وتنتهي بالإنتاج الفعلي. وتمتد الجداول الزمنية المرتبطة بالتنقيب عن المعادن لتطوير المنجم لفترة طويلة (تتراوح بين خمس وعشر سنوات)، وتصل النفقات الرأسمالية لتطوير منجم إلى مبالغ كبيرة (تكاد تكون بملايين الدولارات). كما أن تعزيز القدرة الإنتاجية في المناجم القائمة يحتاج إلى وقت، وتتعذّر زيادة توريد المعادن بشكل فوري، مما يؤدي إلى اتساع الفجوة بين العرض والطلب التي تنعكس ارتفاعاً في أسعار سوق المعادن. وتواجه شركات التعدين العديد من التحديات للحصول على تصاريح وتراخيص لعملياتها بسبب الأُطُر التنظيمية التي تكون في بعض الأحيان معقدة، وتستغرق وقتاً طويلاً، والتي تتطلب تقديم خطط مفصلة وتقييمات بيئية. ويصعِّب انعدام الشفافية على شركات التعدين عملية

الاستحصال على التصاريح والتراخيص. وفي بعض الحالات، قد تواجه شركات التعدين تحديات بسبب فشلها في تبديد مخاوف المجتمعات المحلية. فهي لا تلتزم التزاماً فعلياً تجاه المجتمعات المضيفة والعمال بشأن مسائل أساسية مثل الآثار البيئية، أو قضايا السلامة، أو رفع المظالم، وقد كشف التقييم أن التزام 94 في المائة[23] من مواقع المناجم بالقضايا البيئية والاجتماعية وقضايا الحوكمة الخمس عشرة المقيَّمة ينخفض في المتوسط إلى ما دون 20 في المائة[24]. وقد تواجه شركات التعدين أيضاً تحديات بسبب محدودية الوصول إلى المعلومات حول عملية الاستحصال على التصاريح والتراخيص، وشروطها، والجدول الزمني المرافق لها. وشكَّلت حالة عدم اليقين بشأن المؤسسات والسياسات الناجم عن التغيُّرات السياسية تحدياً في العديد من البلدان أدىّ إلى إبطاء عمليات التنقيب عن المعادن.

دال. مخاطر تركيز التوريد

تتمثَّل مخاطر تركيز التوريد في أن تأتي نسبة كبيرة من التوريد العالمي لمعدن حرج من عدد صغير من البلدان أو المصادر. وهذا يخلق نقاط هشاشة في سلسلة التوريد، ويصعِّب تأمين توريد المعادن على نحو مستقر وموثوق. ويقتصر استخراج العديد من المعادن الأساسية للانتقال في مجال الطاقة مثل الليثيوم والكوبالت والنيكل والعناصر الأرضية النادرة على عدد محدود من البلدان، وكثيراً ما تفوق حصّة البلدان الثلاثة الأولى المنتِجة 75 في المائة من الإمدادات المعدنية، مما يزيد من مخاطر تركيز التوريد. وعلاوة على ذلك، تتركَّز معالجة هذه المعادن أيضاً بشكل كبير، بحيث أن حصّة الصين منها تبلغ أحجاماً هائلة. ويشير ارتفاع مستويات التركيز الجغرافي إلى ازدياد المخاطر الجيوسياسية بسبب شدّ الحبال الجيوسياسي وما ينجم عنه من فرض قيود تجارية في البلدان المورِدة. وأدت مخاطر تركيز توريد المعادن الحرجة إلى إضعاف البلدان اقتصادياً بسبب التغيُّرات في أحوال السوق، أو التصعيد الذي تشهده الأحداث الجيوسياسية والذي قد يشكِّل خطراً على الأمن القومي. ويحدّ تنويع المصادر الموردة والاستثمار في تطوير الطاقة الإنتاجية المحلية من مخاطر التوريد.

هاء. الآثار البيئية الكبيرة

قد تُخلِّف عمليّات التعدين لاستخراج المعادن الحرجة آثاراً بيئية كبيرة على المناطق الغنيّة بالموارد. وتشمل بعض الآثار المحتملة لأشكال التعدين غير المستدامة ما يلي:

- تدمير الموائل: تدمر عمليات التعدين الموائل الطبيعية، مما يؤدي إلى فقدان التنوع البيولوجي.
- تلوث المياه: تلوث المواد الكيميائية المُستخدَمة في عمليات التعدين مصادر المياه، مما قد يخلّف آثاراً سلبية على صحة الإنسان والبيئة.
- تلوث الهواء: يؤدي حرق الوقود الأحفوري المُستخدَم في التعدين والنقل إلى تلوث الهواء، بما في ذلك غازات الدفيئة التي تساهم في تغيُّر المناخ.
- تدهور الأراضي: تؤدي إزالة كميات كبيرة من الصخور والتربة إلى تدهور الأراضي في مساحة التعدين، فتصبح غير صالحة بما فيه الكفاية لنمو النباتات، ومن المحتمل أن تؤثر أيضاً على قدرة الأرض على دعم الحياة البرية.
- توليد النفايات: تولد عمليات التعدين كميات كبيرة من النفايات، بما في ذلك مخلّفات المناجم (المواد المتبقية بعد استخراج المعادن الثمينة)، والغطاء الترابي (الصخور والتربة التي تجري إزالتها للوصول إلى المعادن).

وتجدر الإشارة إلى أن الإدارة السليمة لهذه العناصر مهمة من أجل الحدّ من الآثار البيئية إلى أقصى حدّ.

واو. حالة عدم اليقين بشأن السياسات وتحرُّكات الأسعار

تشكِّل حالة عدم اليقين بشأن السياسات وتحرُّكات الأسعار عاملَين مؤثّرَين على قرار الاستثمار في مشاريع التعدين المستدامة. وتشير حالة عدم اليقين بشأن السياسات إلى انعدام الوضوح أو الاستقرار في السياسات والأنظمة الحكومية، ممّا قد يؤثر على قطاع التعدين. وهذا يشمل التغييرات في القوانين، أو الأنظمة، أو السياسات التي تؤثر على جدوى أو جاذبية مشروع التعدين. وتؤدي حالة عدم اليقين بشأن السياسات إلى تعريض المستثمرين للمخاطر، بحيث أنها تصعِّب التكهُّن بشأن البيئة التنظيمية المستقبلية التي سينفَّذ فيها مشروع التعدين. ومن ناحية أخرى، تشير تحرُّكات الأسعار إلى أسعار سوق

السلع المعدنية الأساسية، وكذلك أسعار المُدخلات مثل الطاقة والعمالة. وتخلِّف تحرُّكات الأسعار أثراً على جدوى وجاذبية مشروع التعدين، قد يطال التكاليف والإيرادات المرتبطة بالمشروع. وبين عامي 2010 و2021، كانت نسبة تقلُّب أسعار بعض المعادن[25]، مثل البلاديوم (125 في المائة)، والليثيوم (80 في المائة)، والكوبالت (40 في المائة)، أعلى من نسبة تقلُّب أسعار الوقود الأحفوري (38 في المائة للنفط، و36 في المائة للغاز، و28 في المائة للفحم). غير أنها كانت أدنى بالنسبة إلى المعادن الأخرى، مثل النيكل (30 في المائة)، والنحاس (25 في المائة)، والألمنيوم (20 في المائة)[26]. وفي البلدان التي تعتمد بشدّة على عائدات التعدين، يؤدي تقلُّب الأسعار إلى زعزعة استقرار المالية العامة وزيادة الضغوط الاقتصادية. وتُشكِّل حالة عدم اليقين بشأن السياسات وتحرُّكات الأسعار عاملَين مؤثّرَيْن على قرار الاستثمار في مشاريع التعدين المستدامة. وتؤدي حالة عدم اليقين بشأن السياسات إلى تعريض المستثمرين للمخاطر، مما قد يثنيهم عن الاستثمار في مشاريع التعدين.

6. الركائز الاستراتيجية لعمليّات التعدين المستدامة من أجل دعم الانتقال في مجال الطاقة

ترد في ما يلي الركائز المقترَحة لعمليّات التعدين المستدامة في المنطقة العربية.

ألف. التخطيط الاستراتيجي والمخطّطات الواضحة

التخطيط على المدى البعيد أمر ضروري، وإعداد خطّة استراتيجية متكاملة ورفيعة المستوى، ومخطَّط للمعادن الأساسيّة للانتقال في مجال الطاقة أمر مفيد لبلدان المنطقة العربية. ويتضمن التخطيط الاستراتيجي في قطاع

التعدين تحديد ما يرمي إلى تحقيقه من أهداف وغايات على المدى القصير والمتوسط والطويل. وتحليل العوامل الداخلية والخارجية التي قد تؤثر على تنميته؛ وما يرتبط بها من مخاطر مالية وبيئية واجتماعية. وتتطلب هذه الخطة الاستراتيجية للتنمية المستدامة لقطاع التعدين فهماً شاملاً للقطاع والعمليات المرتبطة به، فضلاً عن العوامل التي قد تؤثر على أعمال التعدين. ويجب أن تعتمد نَهجاً شاملاً يأخذ في الاعتبار الآثار الاقتصادية والاجتماعية والبيئية لقطاع التعدين، ويهدف إلى تحقيق التوازن بين احتياجات مختلف أصحاب المصلحة. ويجب أيضاً أن تعالج هذه الخطة المُعدّة أي تحديات محتملة، وأن تعتمد مخطَّطاً واضحاً لتحقيق الأهداف المنشودة. وبالتالي، يجب وضع استراتيجية تواصُل فعّالة تضمن التوافق بين جميع أصحاب المصلحة على الخطة الاستراتيجية والمخطّط اللذين جرى اعتمادهما. وتتضمن الخطة العناصر التالية:

1. تقدير الطلب على المعادن

تقدِّم الدراسات التي تَستخدِم نماذج الطاقة العالمية تقديراً للطلب على تكنولوجيات الطاقة النظيفة والآثار المترتبة على المواد الخام في إطار سيناريوهات مختلفة. ويمكن أن يكون تطبيق هذه الدراسات على المنطقة العربية نقطة انطلاق لتقدير الطلب على المعادن والمواد الخام في العقود القليلة المقبلة. وعلى الرغم من صعوبة التكهُّن الدقيق بشأن الطلب على المعادن، إلّا أنّ بعض العوامل الرئيسية التي قد تؤثر على الطلب تشمل ما يلي: النمو الاقتصادي والسكاني الذي يؤدي إلى نمو الطلب على التكنولوجيات القائمة على المعادن الكثيفة؛ والتقدُّم التكنولوجي الذي يحرّك الطلب على بعض المعادن؛ والمخاوف البيئية التي تدفع إلى اعتماد التكنولوجيا الخضراء؛ والتغييرات السياسية والتنظيمية، مما يقيِّد استخدام بعض أنواع الوقود الأحفوري. ويتأثر الطلب على المعادن أيضاً بعوامل مثل استنزاف الموارد، ونقص الإمدادات، والتوترات الجيوسياسية. لذلك، من المهمّ تقدير الطلب على المعادن ووضع رسوم بيانية لسلاسل توريد المعادن تلحظ التأثير الاقتصادي والمالي لاستيراد أو إنتاج هذه المعادن أو هذه المواد المُصنَّعة على الناتج المحلي الإجمالي للبلد.

2. رسم الخرائط للموارد المعدنية وتقييم الموارد

يتطلّب رسم الخرائط للموارد المعدنية وتقييم الموارد الجمع بين التكنولوجيات المتقدِّمة، والخبرة، وتجميع البيانات وتحليلها. ومن المهم اتباع نَهج منتظم وشامل يضمن دقة النتائج وموثوقيتها. ويوفر استخدام التكنولوجيات المتقدِّمة مثل الصور الساتلية، والاستشعار عن بُعد، والتقنيات الجيوفيزيائية والتقنيات الجيوكيميائية بيانات أكثر دقة وتفصيلاً عن الرواسب المعدنية. ويساعد إعداد الخرائط الثلاثية الأبعاد والتوصيف الجيولوجي للمساحات الغنية بالمعادن في تحسين رسم خرائط الموارد المعدنية وتقييم الموارد، وهو من الشروط الأساسيّة المسبقة للتنقيب عن المناجم وتطويرها.

ويساهم التعاون مع وكالات الخبراء مثل مؤسسة الولايات المتحدة للمسح الجيولوجي، فضلاً عن الشراكة مع وكالات الفضاء والجيولوجيين والجيوفيزيائيين وغيرهم من الخبراء، في تحديد الرواسب المعدنية والمساعدة في تقييم الموارد. ويُعَدُّ استخدام الطرائق والبروتوكولات الموحّدة أمراً مهماً لضمان اتساق الخرائط المعدنية وموثوقيتها. ومما يزيد البيانات موثوقيّة تجميع وتحليل المزيد منها المستمَدَّة من أعمال الحفر، وأخذ العينات، والدراسات الميدانية الأخرى، وكذلك تلك المستمَدَّة من الاستشعار عن بُعد. ومن الضروري إجراء تحديثات منتظمة لخرائط الموارد المعدنية واستعراضات البيانات القائمة لضمان بقائها دقيقة وذات صلة، لا سيّما في المناطق التي شهِدت تغييرات كبيرة في سماتها الجيولوجية.

3. أُطُر الإبلاغ عن البيانات

يمكن تعزيز التنسيق بين تجميع البيانات والإبلاغ عنها باعتماد معايير مثل تصنيف الأمم المتحدة الإطاري للموارد، وهو نظام موحَّد لتنظيم المعلومات المتعلقة بكميات الموارد الطبيعية، وخصائصها، وحالتها، بما في ذلك المعادن، والإبلاغ عنها. ويقيِّم هذا النظام الموارد على أساس ثلاثة معايير أساسية: قابلية الاستمرار البيئية والاجتماعية والاقتصادية، والجدوى الاقتصادية للمشروع، ودرجة الثقة. ونظام الأمم المتحدة لإدارة الموارد[27] الذي تم تصميمه كإطار موحَّد للإدارة المتكاملة للموارد هو نظام شامل ومستدام لإدارة الموارد، يدعم تحقيق خطة التنمية المستدامة لعام 2030. وهو أيضاً معيار عالمي طوعي للإدارة المتكاملة للموارد، يطبَّق في إطار الشراكات العامة، والشراكات بين القطاع العام والقطاع الخاص، وشراكات المجتمع المدني، ويستند إلى تصنيف الأمم المتحدة الإطاري للموارد. ويمكن أن يؤدي اعتماد البلدان العربية لأُطُر الإبلاغ عن البيانات هذه إلى توحيد عمليّة الإبلاغ، وأن يتيح تطوير قواعد بيانات موحَّدة للمعادن.

4. التخزين الاستراتيجي

يتمثَّل التخزين الاستراتيجي للمعادن الحرجة بممارسة تقضي بإنشاء احتياطي من معادن معيّنة تُعتبر ذات أهمية استراتيجية، وذلك إما لأسباب تتعلق بالأمن القومي، أو لأسباب اقتصادية. ويتطلّب برنامج التخزين الاستراتيجي للمعادن الحرجة تخطيطاً دقيقاً، وتنسيقاً فعالاً، وموارد وفيرة. ومن المهمّ النظر في تكلفة برنامج من هذا القبيل وفوائده. ومن الضروري تحديد المعادن الاستراتيجية، وتقييم تأثير تعطُّل سلسلة الإمداد الخاصة بها بالاستناد إلى عوامل مثل أهمية المعدن بالنسبة إلى الصناعات الرئيسية، أو تعطُّل سلسلة الإمداد، أو توافر البدائل. ويجب أن يُتبع تحديد المعادن الحرجة بوضع أهداف وغايات برنامج التخزين. ويشمل ذلك تحديد المقاصد من تخزين المعادن، فضلاً عن وضع الشروط التي ترعى استخدام المخزون. وينبغي أن تُعَدّ في مرحلة لاحقة خطة لبناء المخزونات، بما في ذلك تحديد مصادر التوريد، وإبرام عقود مع المنتِجين أو التجار، وإنشاء مرافق للتموين والتخزين. وسيشمل تنفيذ خطة التخزين شراء المعادن، والتفاوض على العقود، أو تطوير الطاقة الإنتاجية المحلية. ويشكِّل الرصد والاستعراض المنتظمان لبرنامج التخزين جزءاً لا يتجزّأ من الخطة، وأساساً لضمان تحقيق أهدافها وغاياتها.

باء. الأنظمة البيئية الملائمة

يجب التخفيف من الآثار البيئية للتعدين من أجل الحفاظ على البيئة التي توفر خدمات النظام البيئي الحيوية الداعمة للرفاه وسُبُل العيش، وذلك من خلال اعتماد ممارسات التعدين المسؤولة، مثل الحدّ من استخدام المواد الكيميائية إلى أقصى حدّ، وتنفيذ الجهود المبذولة لاستصلاح واستعادة الأراضي بغية إعادة تأهيلها بعد إنجاز أعمال التعدين.

وتساهم الأنظمة البيئية مساهمة مهمّة في تعزيز ممارسات التعدين المستدامة من خلال وضع معايير لإدارة الآثار البيئية، كما أنها تعزِّز الشفافية. ومن المهم ضمان إنفاذ هذه الأنظمة بفعالية، ومساءلة شركات التعدين عن أدائها البيئي.

وتتضمن بعض الأمثلة على الأنظمة البيئية التي يمكن تطبيقها على قطاع التعدين ما يلي:

1. التصاريح والتراخيص

يجب على البلدان أن تعتمد شروطاً صارمة قبل منح تراخيص وتصاريح التشغيل لشركات التعدين. وترتبط هذه الشروط بمسائل مثل إدارة النفايات، وإدارة المياه، وإدارة مرافق تخزين المخلّفات، واستخدام المياه، وتدابير الحماية من تلوث المياه، وإعادة تأهيل المساحات المتضرِّرة، وإغلاق المناجم؛ وعمليات الانتقال والإبلاغ في مرحلة ما بعد التعدين؛ والتحقُّق من جانب طرف ثالث. ومع ذلك، يجب تيسير عملية الاستحصال على هذه التصاريح والتراخيص، وربما طرحها في إطار نظام التخليص الشامل ضمن إطار زمني محدَّد.

2. تقييم الأثر البيئي

تقييم الأثر البيئي هو عملية يجري فيها تقييم الآثار البيئية المحتملة لمشروع التعدين المقترَح، وتحديد التدابير للحدّ منها أو تعويضها. ويجب أن يكون إلزامياً بموجب القانون، أو شرطاً من شروط الحصول على تصريح أو ترخيص.

3. معيار الأداء البيئي

ينبغي اعتماد معايير عالمية للإيفاء بالشروط البيئية. وتضع هذه المعايير شروطاً محدَّدة لأداء عمليات التعدين في مجالات مثل إدارة النفايات، وجودة الهواء والماء، وإعادة تأهيل المساحات المتضرِّرة.

4. الإبلاغ عن الأداء البيئي

تُلزَم شركات التعدين بالإبلاغ عن أدائها البيئي والآثار التي تخلّفها عمليّاتها، بما في ذلك البيانات المتعلقة بتوليد النفايات، واستخدام المياه، وانبعاثات غازات الدفيئة. ويساهم هذا الإبلاغ في ضمان الشفافية والمساءلة، وتسهيل تحديد أي آثار بيئية محتملة.

5. العقوبات البيئية وإنفاذ القانون

تُفرَض الجزاءات وتدابير الإنفاذ لضمان امتثال شركات التعدين للأنظمة والمعايير البيئية، بما في ذلك الغرامات، والجزاءات، والعقوبات الأخرى المفروضة لعدم الامتثال.

جيم. الضمانات الاجتماعية واقتسام الفوائد

يجب ألا يكون في «الاندفاع نحو الذهب» الجديد بحثاً عن المعادن الحرجة انتهاك لحقوق الإنسان، بما في ذلك الحق في الموافقة الحرة المسبقة المستنيرة. وينبغي ألا يصبح الأفراد ضحايا للنزاعات على الموارد، أو لعمل الأطفال، أو للسخرة، أو لغير ذلك من انتهاكات حقوق الإنسان. ويجب تمكين الفئات المهمَّشة والضعيفة المتأثرة بأعمال التعدين، ودعمها للجوء إلى القضاء وسُبُل الانتصاف في حال ارتكاب المخالفات. كما يجدر بالمرأة أن تقول كلمتها في السياسات والقرارات التي تؤثر على حياتها، شأنها شأن الرجل.

ويقضي التعدين المستدام باستخراج الموارد المعدنية ومعالجتها بطريقة تحدّ من الآثار الاجتماعية السلبية إلى أقصى حدّ، وتساهم في رفاه المجتمعات المحلية في آنٍ معاً. ولهذه الغاية، لا بدّ من وضع ضمانات اجتماعية لحماية حقوق ورفاه المجتمعات المحلية والعمّال. واعتماد المبادئ التوجيهية والمعايير المناسبة أمر ضروري لمعالجة مسألة إعادة تأهيل العمّال، وقضايا العمل، والآثار الصحية على العمّال، ومعايير السلامة. وسيضمن تقييم الأثر البيئي والاجتماعي للمشاريع قابلية الاستمرار البيئية والاجتماعية لمشاريع التعدين، وضمان الإدارة الآمنة للنفايات الصلبة والسائلة، وحماية التنوّع البيولوجي. وستساهم أيضاً الآليات الراسخة لإغلاق المناجم، واستعادة الأراضي، وإدماج الممارسات التجديدية في تعزيز التعدين المسؤول. وتشمل بعض الضمانات الاجتماعية التي يمكن تنفيذها في قطاع التعدين ما يلي:

1. الموافقة الحرة المُسبَقة المستنيرة

ويقضي ذلك بضمان حق المجتمعات المحلية في منح أو حجب موافقتها على أنشطة التعدين في أراضيها، ويتحقق من خلال عمليات التواصل والتشاور الشفافة التي تسمح للمجتمعات المحلية بالفهم الكامل للآثار المحتملة للتعدين واتخاذ قرارات مستنيرة.

2. اتفاقيّات التنمية المجتمعيّة

هذه الاتفاقيات مُلزِمة قانوناً بين شركات التعدين والمجتمعات المحلية، وهي تحدِّد التزامات ومسؤوليات كل طرف، بما في ذلك كيفية اقتسام فوائد التعدين والحدّ من أي آثار سلبية.

3. تدابير الصحة والسلامة

يمكن أن تشكِّل عمليات التعدين مخاطر على صحة وسلامة العمّال والمجتمعات المحلية. لذلك، من المهم وضع التدابير المناسبة للحماية من هذه المخاطر حيّز التنفيذ، مثل توفير التدريب ومعدّات الحماية الشخصية، فضلاً عن القيام بعمليات تفتيش منتظمة متعلّقة بالسلامة. ويجب تأمين المرافق الطبية المناسبة في الموقع، ومَرافق للتعامل مع الحالات الطبيّة الطارئة في المناطق التي تجري فيها أعمال التعدين.

4. حقوق العمل

من الضروري توفير ظروف عمل عادلة للعاملين في قطاع التعدين، بما في ذلك ساعات عمل معقولة، وبيئات عمل آمنة وصحية، وأجور عادلة. وفي بعض المناطق التي تشهد حوكمة ضعيفة، تؤدي أنشطة التعدين الحرفي إلى الاستغلال، وقد أُبلِغ عن أعمال سخرة تشكِّل انتهاكاً لحقوق الإنسان الأساسية. وتشمل هذه الحقوق أيضاً اعتماد سياسات صارمة تتزامن مع فرض عقوبات ضد عمل الأطفال.

5. القضايا المتعلّقة بالنوع الاجتماعي

يكفل دمج النوع الاجتماعي، بما في ذلك إدماج المرأة في القوى العاملة في مجال التعدين، وتعزيز مشاركتها في صُنع

القرار، بأن تستفيد النساء والفئات الهشة مباشرة من الأنشطة الإنمائية، مما يؤدي إلى تحقيق تنمية مجتمعية تدريجية.

6. بناء مجتمعات مرنة

يجب أن تهدف الضمانات الاجتماعية في التعدين إلى تعزيز المجتمعات المرنة والتأكيد على الاقتسام المنصف. ويتحقَّق ذلك من خلال حماية حقوق ورفاه المجتمعات المحلية والعمّال، مع تعزيز إمكانية الوصول إلى المرافق الحديثة.

ويصبح بوسع الشركات والحكومات تحقيق التنمية المستدامة والمسؤولة لقطاع التعدين. من خلال تنفيذ التدابير المذكورة أعلاه.

دال. الحوكمة القوية

تشكِّل الحوكمة القوية لاستخراج الموارد وإدارة الإيرادات المالية أولى الأولويّات. وتُعَدُّ عاملاً رئيسياً في تعزيز ممارسات التعدين المستدامة. وينبغي للبلدان أن تتمتّع بقدرة أكبر على التفاوض بشأن عقود التعدين وتحصيل الضرائب للحصول على حصّة عادلة من عائدات المعادن. ولضمان إجراء عمليّات التعدين بطريقة مستدامة ومسؤولة، لا بدّ من وضع هياكل للحوكمة تكون قوية، وشفافة، وخاضعة للمساءلة، وشاملة. ويسمح تعزيز الأُطُر التنظيمية والقانونية وأنظمة الضرائب المستقرّة بتتبُّع الإيرادات الناتجة عن عمليّات التعدين، ممّا يضمن المساءلة الحكومية. كما يتيح اعتماد الممارسات الأخلاقية في الأعمال، والتنفيذ الصارم لمعايير الحوكمة في الشركات الارتقاء في مستوى الرقابة، والشفافية في العقود. وفي ما يلي بعض العوامل التي تعتبر مهمة للحوكمة القوية:

1. وضع الأنظمة والسياسات الفعّالة وتنفيذها

يمكن للحكومات والهيئات التنظيمية الأخرى أن تؤدّي دوراً رئيسياً في وضع المعايير والشروط لقطاع التعدين، وذلك لضمان إجراء عمليّاته بطريقة مستدامة ومسؤولة. ويمكن أن يشمل هذا الدور وضع سياسات وأنظمة تتعلق بحماية البيئة، وحقوق العمّال، والمشاركة المجتمعية، فضلاً عن اتخاذ تدابير لرصدها.

2. ضمان شفافية عمليات صُنع القرار

من المهم أن تكون عمليات صُنع القرار في قطاع التعدين مفتوحة، وشفافة، وخاضعة للمساءلة أمام جميع أصحاب المصلحة، بما في ذلك المجتمعات المحليّة، والعمّال، والعموم. ويتحقَّق ذلك من خلال اعتماد عمليات تشاور مفتوحة وشاملة، فضلاً عن نشر المعلومات والبيانات ذات الصلة. ففي شفافية إبرام العقود تعزيز للمنافسة، وتأكيد للثقة بالنظام، وجذب للتمويل الخارجي.

3. تعزيز الحوكمة الرشيدة للشركات

تؤدي شركات التعدين أيضاً دوراً في تعزيز الممارسات المستدامة والمسؤولة. ويشمل هذا الدور اعتماد ممارسات جيدة في مجال حوكمة الشركات، مثل الإفصاح الكامل عن الملكية الفعليّة، ووضع سياسات وإجراءات واضحة لضمان الامتثال للقوانين والأنظمة ذات الصلة، وتوخّي الشفافية بشأن عملياتها والآثار التي تخلّفها. كما أنّ المبادئ التوجيهية بشأن الإبلاغ السنوي عن البيانات، والإفصاح المنهجي جزء من الإدارة الرشيدة للشركات.

4. تعزيز قدرة المؤسسات المحليّة

تتطلب الحوكمة القوية أيضاً تنمية قدرة المؤسسات المحليّة، مثل المنظمات المجتمعية والوكالات الحكومية، على المشاركة بفعاليّة في عمليّات صُنع القرار. ويشمل ذلك تأمين التدريب وتوفير الموارد لهذه المؤسسات من أجل مساعدتها على فهم أفضل لقطاع التعدين، وحقوقها، ومسؤوليّاتها.

5. تحسين المساءلة والرقابة

تسمح الرقابة التي يمارسها المنظِّمون المستقلون باعتبارهم طرفاً ثالثاً بتحسين المساءلة في تحصيل الإيرادات وتوزيعها، وتعزِّز الشفافية، وتساهم في الحدّ من التدفقات المالية غير المشروعة في قطاع التعدين.

ولا ريب في أنّ الحوكمة القوية ضرورية لتعزيز ممارسات التعدين المستدامة والمسؤولة، نظراً لأنها تكفل إدارة القطاع بطريقة شفافة وخاضعة للمساءلة، ومن شأنها تلبية احتياجات جميع أصحاب المصلحة، وتبديد مخاوفهم.

هاء. الاستثمارات من أجل التعدين المستدام

يعتمد العديد من البلدان في المنطقة العربية اعتماداً كبيراً على الصناعات الاستخراجية لتحقيق النمو الاقتصادي، ما يجعلها أيضاً عُرضة للتقلبات في أسعار سوق السلع الأساسية. ويشكِّل تنويع الاقتصاد من خلال تنمية قطاع التعدين عنصراً مهماً في النمو الاقتصادي المستقبلي للبلدان العربية الغنية بالموارد. وفي إتاحة استثمارات القطاعين العام والخاص في كافة مراحل سلسلة القيمة، من التنقيب عن المعادن إلى إعادة تدويرها - ما يثير بشكل كبير اهتمام صانعي السياسات.

1. الاستثمارات في المشاريع الجديدة

سُجِّلَت زيادة في الاستثمار في مشاريع التعدين الجديدة، وأفادت التقارير أن مبالغ قاربت العشرين مليار دولار أُنفِقَت سنوياً خلال الفترة 2016-2020 في تعدين معادن مختارة (النحاس، والنيكل، والليثيوم، والكوبالت)، بينما قُدِّر المتوسّط في الفترة 2010-2015 بنحو خمسة مليارات دولار[28]. وتشير التقديرات إلى أن الاستثمارات في قطاع التعدين ستحتاج إلى إنفاق ما يفوق 1 تريليون دولار بحلول عام 2035 لزيادة توريد خمسة معادن فقط هي: الألمنيوم، والكوبالت، والنحاس، والليثيوم، والنيكل[29]. وتساهم الاستثمارات في مشاريع التعدين الجديدة في زيادة توريد المعادن الأساسية للإنتقال في مجال الطاقة. ومن المهم التأكّد من أن تكون الاستثمارات في مشاريع التعدين الجديدة مجدية مالياً، وأن تولّد عائدات على المدى الطويل. وهذا يقضي بإجراء تحليل مالي شامل للمشاريع، والبحث عن مصادر للتمويل.

2. الحدّ من عدم اليقين بشأن السياسات وتحرُّكات الأسعار

يشكِّل استقرار السياسات وتحرُّكات الأسعار المواتية عاملين مؤثرين في جعل مشاريع التعدين أكثر جاذبية للمستثمرين. ولتشجيع الاستثمار في التعدين المستدام، لا بدّ من تهيئة بيئة سياسية مستقرة يمكن التنبؤ بها، فضلاً عن توجيه تحرُّكات الأسعار بحيث أنها تشير إلى التكلفة الحقيقية والفوائد الفعلية لمشاريع التعدين. وقد يشمل ذلك تنفيذ السياسات والأنظمة الداعمة لممارسات التعدين المستدامة، بالإضافة إلى إدراج العوامل الخارجية، مثل الآثار البيئية والاجتماعية، ضمن تكلفة التعدين.

3. الحدّ من المخاطر المتعلّقة بالاستثمار الخاص

يُعَدُّ الحدّ من المخاطر المتعلّقة بالاستثمار الخاص في التعدين المستدام أمراً ضرورياً لتشجيع الاستثمار في هذا القطاع. وتشمل وسائل الحدّ من مخاطر الاستثمار في مشاريع التعدين المستدامة ما يلي:

- تقديم حوافز مالية مثل المِنَح، أو القروض، أو الإعفاءات الضريبية التي من شأنها أن تساهم في الحدّ من المخاطر المالية.
- إقامة شراكات بين شركات التعدين، والحكومات، والمنظمات الأخرى من شأنها أن تساهم في الحدّ من مخاطر الاستثمار عن طريق تبادل المعرفة، والموارد، والخبرات.
- توفير المساعدة الفنية، مثل التدريب، وبناء القدرات الذي يؤدّي إلى تحسين معرفة ومهارات أصحاب المصلحة المشارِكِين في القطاع.
- التأكد من حسن إعداد مشاريع التعدين، وتوفُّر خطة واضحة لكيفية تنفيذها وتشغيلها. ويساهم ذلك في الحدّ من المخاطر، ويشمل إجراء دراسات جدوى شاملة، ووضع جداول زمنية وميزانيات واضحة للمشروع، والمشاركة مع المجتمعات المحلية وسائر الأطراف صاحبة المصلحة.
- تتبادل الحكومات المعلومات حول الموارد المعدنية على منصات البيانات المفتوحة، مما يوفر اليقين الضريبي ويزيد الشفافية في منح حقوق إنتاج المعادن. ومن شأن هذه التدابير أن تساهم في الحدّ من مخاطر الاستثمار الخاص.

4. نماذج أعمال مبتكَرة

يؤدي اعتماد نماذج أعمال مبتكَرة إلى زيادة عوائد الاستثمار في قطاع التعدين، ويتيح الاستثمار فيه. وتحظى نماذج الأعمال الدائرية التي تركِّز على زيادة الإنتاجية، والكفاءة في استخدام الموارد، وإنشاء سلاسل إمداد دائرية تحدّ من النفايات إلى أقصى حدّ بمعدل نجاح أعلى. وتشكِّل نماذج الأعمال الجديدة التي تستفيد من الرقمنة فرصة جيدة لتعزيز الإنتاجية. ويمثِّل الاستثمار المؤثِّر اجتماعياً - الذي يركِّز على المشاريع التي تؤمِّن عوائد مالية واجتماعية، وتهدف إلى تحسين رفاه المجتمعات المحلية، مثل تنمية البنية الأساسية المجتمعية أو توفير التعليم - نموذج أعمال آخر يحظى بالقبول. ويُعَدُّ التمويل المرتبط بتأثير هذا الاستثمار من بين نماذج الأعمال الناشئة، وهو يقضي بربط تنفيذ شروط اتفاق مالي، مثل الموافقة على قرض أو استثمار، بمعالجة آثار بيئية أو اجتماعية محدَّدة في قطاع التعدين، كالحد مثلا من انبعاثات غازات الدفيئة، أو تحسين رفاه المجتمعات المحلية.

واو. إطار الاقتصاد الدائري للكربون

يتيح الاقتصاد الدائري للكربون، الذي يشمل أربع استراتيجيات[30] (التخفيض وإعادة الاستخدام وإعادة التدوير والإزالة) الانتقال إلى اقتصاد منخفض الكربون من خلال إعادة استخدام المواد والموارد، وإصلاحها، وإعادة تدويرها. وهو يشمل استخدام التكنولوجيات المحدّثة لأنشطة التعدين في مرحلة ما قبل الإنتاج بما في ذلك استخراج الخام، وإعادة استخدام المواد الخام وإعادة تدويرها من مسارات النفايات ومخلّفات المناجم، والاستعاضة عن المواد البالغة الأهمية بالبدائل، وإصلاح السلع وإعادة استخدامها، وجمع المنتجات عند انتهاء فترة استخدامها وإعادة تدويرها بكفاءة. ويؤدي ذلك إلى انخفاض في استخراج المواد البكر. وتجدر الإشارة إلى أنّ الممارسات التي تهدف إلى الحدّ من استخدام الوقود الأحفوري إلى أقصى حدّ، وتخفيض انبعاثات غازات الدفيئة، ودعم استخدام مصادر الطاقة النظيفة، تساهم أيضاً في دعم الاقتصاد الدائري للكربون.

1. الحدّ من استهلاك الطاقة وانبعاثات غازات الدفيئة

يؤدي تحسين كفاءة استخدام الطاقة والحدّ من استخدام الوقود الأحفوري إلى أقصى حدّ في قطاع التعدين إلى خفض انبعاثات غازات الدفيئة. ويمكن القيام بذلك باستخدام معدّات وإجراء عمليات أكثر كفاءة في استخدام الطاقة، والاستثمار في تكنولوجيات الطاقة النظيفة في الموقع، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

2. تعزيز الكفاءة في استخدام الموارد

يساهم تحسين الكفاءة في استخدام الموارد، والحدّ من النفايات إلى أقصى حدّ أيضاً في تخفيض الطلب على المواد الخام الحرجة. ويشمل ذلك تصميم منتجات وإطلاق عمليات تقلّل من استخدام المواد، وتطوير نُظُم تتيح إعادة استخدام الموارد وإعادة تدويرها. ويمكن أثناء معالجة المعادن إعادة استخدام المياه والموارد الأخرى لزيادة الكفاءة في استخدام الموارد.

3. تعزيز سلاسل الإمداد الدائرية

يتضمن الاقتصاد الدائري للكربون أيضاً تطوير سلاسل الإمداد الدائرية التي تحدّ من النفايات إلى أقصى حدّ، وتقلّل من استخدام المواد الخام. ويشمل ذلك في قطاع التعدين التعاون مع الموردين والعملاء لتطوير نماذج أعمال دائرية تعطي الأولوية لإعادة استخدام الموارد وإعادة تدويرها.

4. إعادة تدوير الفلزات والمعادن

يمكن إعادة تدوير العديد من الفلزات والمعادن، مما يساهم في تخفيض الطلب على هذه المواد، والحدّ من الآثار البيئية للتعدين إلى أقصى حدّ. وعلى سبيل المثال، يمكن إعادة تدوير الألمنيوم، والنحاس، والصلب. ويختلف المعدل الحالي لإعادة التدوير باختلاف البلدان والفلزات. وتتراوح معدلات إعادة تدوير البلاتين والنيكل والفضة والنحاس والألمنيوم والكروم والزنك والكوبالت بين 30 في المائة و60 في المائة، في حين أن معدلات إعادة تدوير الليثيوم والعناصر الأرضية النادرة[31] تقل عن 1 في المائة. وتشير التقديرات إلى أنه بحلول عام 2040، يمكن أن توفر إعادة تدوير النحاس والليثيوم والنيكل والكوبالت من البطاريات المستهلَكة ما يصل إلى 1,200 كيلوطن من المعادن التي من شأنها أن تخفض الاحتياجات لتوريد هذه المعادن بنحو 9 في المائة[32].

5. التعدين الحضري

يشير التعدين الحضري إلى عملية استعادة المواد القيّمة من النفايات والمنتجات المهمَلة في المناطق الحضرية. وهو يشكّل مصدراً للمعادن الحرجة، ويحدّ أيضاً من الآثار البيئية للتعدين. كما أنه يُعَدُّ جزءاً مهماً من الاقتصاد الدائري الذي يحدِّد الحدّ الأقصى من استخدام الموارد. وتشمل بعض الأمثلة على المعادن الحرجةالتي يمكن استردادها من خلال التعدين الحضري العناصر الأرضية النادرة، والكوبالت، والنحاس.

6. تطوير البدائل والمواد البديلة

تساهم أنشطة البحث والتطوير التي تطال التكنولوجيات والمواد الجديدة التي يمكن أن تشكّل بدائل للمواد الخام الحرجة في الحدّ من الطلب على هذه المواد. وعلى سبيل المثال، يؤدي استحداث أنواع جديدة من البطاريات التي تَستخدِم مواد مختلفة إلى الحدّ من الطلب على الكوبالت لإنتاج بطاريات الليثيوم أيون. كما أن التخفيف من كثافة المواد واستبدالها باستخدام البدائل مهمان أيضاً للحدّ من الطلب على المعادن، وتقليص الفجوة بين العرض والطلب، وخفض التكلفة.

زاي. التكنولوجيا والابتكار

انخفضت الإنتاجية في التنقيب عن المعادن بعدة درجات على مستوى العالم في العقود القليلة الماضية بسبب تراجع جودة درجات الخام. ومع ذلك، تساهم التحسينات في تكنولوجيات معالجة الخام وتكريره مساهمة متزايدة في زيادة الإنتاجية في قطاع التعدين. وتؤدي التكنولوجيا والابتكار أيضاً دوراً رئيسياً في تعزيز ممارسات التعدين المسؤولة عن طريق الحدّ من الآثار البيئية والاجتماعية لعمليات التعدين. وتزيد التكنولوجيات التي تشجّع على الاستخراج المباشر للمعادن والتي تفضي إلى تعزيز استردادها من مسارات النفايات أو الخامات المنخفضة الدرجة من إنتاجية التعدين، مما يمهِّد الطريق لزيادة الأرباح والتخفيف من حدة الآثار المادية للتعدين. ويساهم اعتماد تكنولوجيات وعمليات جديدة في تطوير كفاءة واستدامة عمليات التعدين. وتشمل بعض الأمثلة على الابتكارات التي يمكن أن تساهم في التعدين المسؤول ما يلي:

1. تكنولوجيا الرصد والتحكّم البيئي

تساهم هذه التكنولوجيا في الحدّ من الآثار البيئية للتعدين، مثل تلوث الهواء والمياه. ومن الأمثلة على ذلك نُظُم مراقبة جودة الهواء، ونُظُم معالجة المياه، وتكنولوجيات ضبط الضجيج.

2. الأتمتة والروبوتات

يساعد تنفيذ الأتمتة والروبوتات على تطوير كفاءة وإنتاجية عمليات التعدين، كما يساهم في الحدّ من الحاجة إلى العمالة البشرية، وتحسين ظروف العمل.

3. تحليلات البيانات والتكنولوجيا الرقمية

تساعد تحليلات البيانات والتكنولوجيا الرقمية، مثل التحليلات التنبؤية وأجهزة الاستشعار الذكية، على تحسين عمليات التعدين وتطوير إدارة الموارد.

4. تكنولوجيات المشاركة الاجتماعية والمجتمعية

تساهم التكنولوجيات على غرار وسائل التواصل الاجتماعي والمنصات الإلكترونية في تسهيل التواصل والمشاركة مع المجتمعات المحلية وسائر الأطراف صاحبة المصلحة، مما يتيح المزيد من الشفافية والتعاون في عمليات صُنع القرار.

وباختصار، من المهمّ جدّاً الاستثمار في البحوث والتنمية والابتكار، فاعتماد التكنولوجيا المتقدِّمة يساهم في دعم ممارسات التعدين المسؤولة من خلال تطوير كفاءة واستدامة عمليات التعدين، والحدّ من آثارها البيئية والاجتماعية في آنٍ معاً. غير أنه ينبغي النظر بعناية في الآثار والمخاطر المحتمَلة لأي تكنولوجيات جديدة، والتشديد على تنفيذها على نحو شفاف وخاضع للمساءلة أمام جميع أصحاب المصلحة.

حاء. الشراكات

تمثِّل الشراكات وسيلة فعّالة كي تعمل شركات التعدين والحكومات وسائر الأطراف أصحاب المصلحة معاً على دعم ممارسات التعدين المستدامة والمسؤولة. ويُعَدُّ تحقيق تكامل سلاسل الإمداد العالمية للمواد الخام أمراً بالغ الأهميّة لضمان استمرارية توريد المعادن، ويمكن تعزيزه من خلال إقامة شراكات متينة. ويحقِّق التعاون في مجال التكنولوجيا والابتكار مكاسب وفيرة، ويشكِّل وسيلة فعّالة لتبادل المعرفة والموارد والخبرات، فضلاً عن تحديد الحلول وتنفيذها بشكل مشترك. وفي ما يلي بعض الوسائل التي يمكن من خلالها الاستفادة من الشراكات لدعم التعدين المستدام:

1. الشراكات بين القطاعين العام والخاص

تخوِّل الشراكات بين القطاعين العام والخاص الحكومات وشركات التعدين العمل معاً من أجل وضع وتنفيذ المشاريع التي تدعم ممارسات التعدين المستدامة. ويمكن اللجوء إلى الشراكة بين القطاعين العام والخاص لتمويل مشاريع البحث والتطوير الرامية إلى تطوير كفاءة عمليات التعدين، أو لدعم تطوير البنية الأساسية الضرورية لأنشطة التعدين.

2. الشراكات في مجال الصناعة

تعمل الأطراف المعنيّة بصناعة التعدين أيضاً معاً لتعزيز الممارسات المستدامة من خلال إقامة شراكات في مجال الصناعة. وعلى سبيل المثال، يمكن لشركات التعدين الانضمام إلى جمعيات عاملة في مجال الصناعة، أو المشاركة في مبادرات من قبيل إطار التنمية المستدامة للمجلس الدولي لتعدين والمعادن، والذي يحدِّد المبادئ وتوقعات الأداء لصناعة التعدين.

3. الشراكات المجتمعيّة

تعمل شركات التعدين أيضاً مع المجتمعات المحلية من أجل إقامة شراكات تدعم ممارسات التعدين المستدامة. ويشمل ذلك المشاركة مع المجتمعات للتعرُّف على احتياجاتها ومخاوفها، والعمل معاً لتحديد وتنفيذ الحلول التي تلبي احتياجات كلا الطرفين.

4. الشراكات البينية

يساهم التنسيق والتبادل التجاري بين بلدان المنطقة على تعزيز أوجه التكامل مع البلدان المجاورة لوضع سياسات صناعية خضراء تشكِّل قيمة مضافة لتطوير عمليات التعدين، وتجتذب الاستثمارات لمعالجة المعادن الاستراتيجية. ومن الأمثلة على ذلك التعاون المستمر بين جمهورية الكونغو الديمقراطية وزامبيا (المنتجَين للنحاس، والكوبالت، والليثيوم، والكولتان) لتصنيع بطاريات المَرْكَبات الكهربائية.

5. الشراكات الدولية

تخوّل الشراكات الدولية الحكومات وشركات التعدين وسائر الأطراف صاحبة المصلحة العمل معاً من أجل تشجيع ممارسات التعدين المستدامة، ودعم إنشاء سلاسل مرنة لتوريد المعادن. وتشمل بعض الائتلافات الأخيرة بشأن المعادن الحرجة مبادرة رسم خرائط للمعادن البالغة الأهمية (2019) التي تجمع بين أستراليا وكندا والولايات المتحدة لرسم خرائط للموارد المعدنية واستكشافها؛ وشراكة الأمن المعدني (2022)، وهي ائتلاف يضم 11 دولة ويهدف إلى إنشاء سلاسل توريد متينة ومسؤولة لتوريد المعادن الحرجة. كما أن الشراكات الثنائية بين البلدان المنتِجة للمعادن في أفريقيا وأمريكا اللاتينية والبلدان المستهلِكة آخذة في الازدياد.

طاء. بناء القدرات والتدريب

يساهم التدريب وبناء القدرات في تعزيز ممارسات التعدين المستدامة من خلال المساعدة على تحسين معرفة أصحاب المصلحة المعنيّين ومهاراتهم، مما يدعم أيضاً تنفيذ الممارسات المستدامة والمسؤولة في قطاع التعدين. ويشمل التدريب وبناء القدرات ما يلي:

1. تدريب شركات التعدين

يساعد توفير التدريب لشركات التعدين وموظفيها على تحسين فهمهم لممارسات التعدين المستدامة، وتمكينهم من تطبيقها بشكل

أكثر فعاليّة. وقد يشمل ذلك التدريب في مجالات مثل حماية البيئة، والصحة والسلامة، والمشاركة المجتمعية.

2. تدريب المجتمعات المحلية

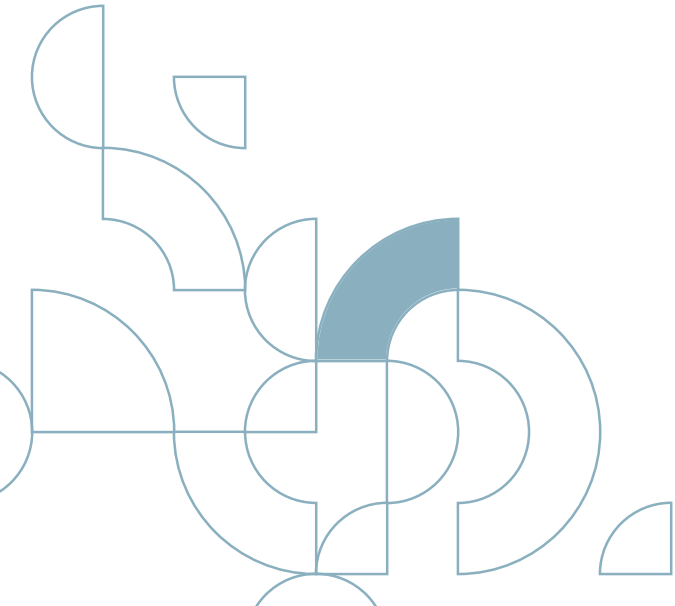
يساعد توفير التدريب للمجتمعات المحلية على زيادة فهمها لقطاع التعدين، وحقوقها، ومسؤولياتها في ما يتعلق بأنشطة التعدين. وقد يشمل ذلك التدريب بشأن مواضيع مثل الآثار البيئية والاجتماعية للتعدين، والفوائد والمخاطر المرتبطة بالتعدين بالنسبة للمجتمعات المحلية.

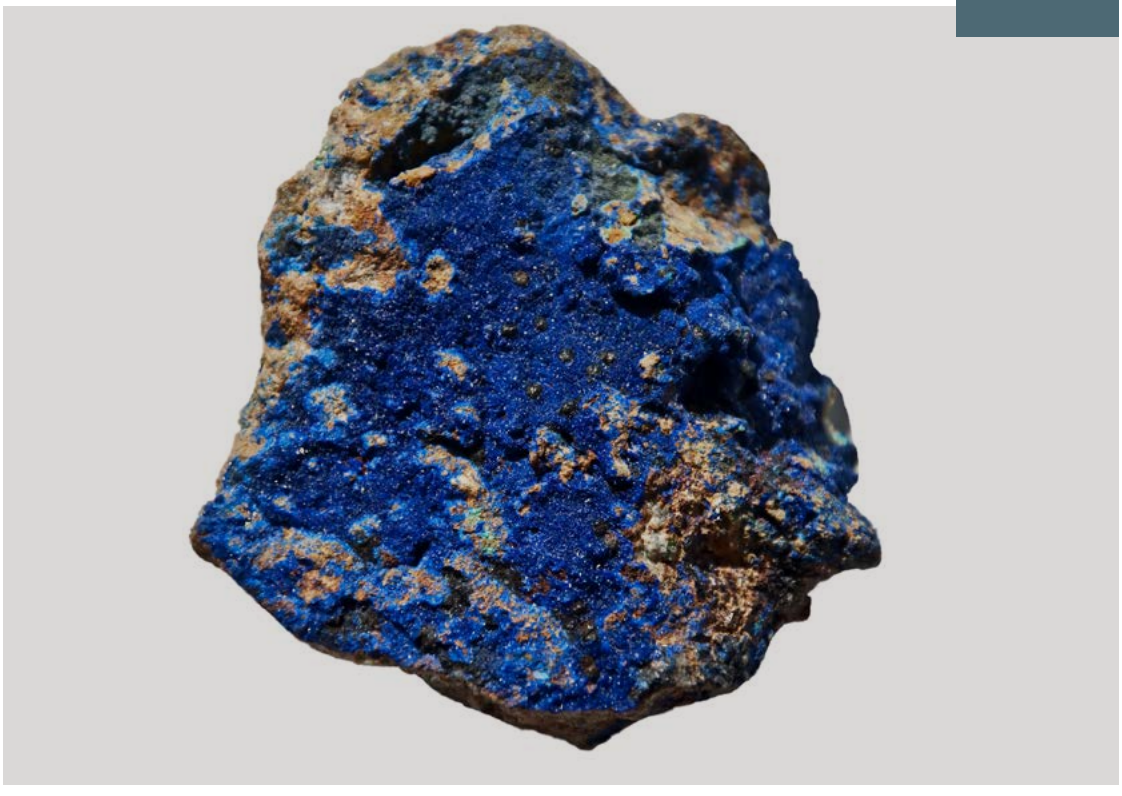
3. تدريب الحكومات والهيئات التنظيمية

يتيح توفير التدريب للحكومات والهيئات التنظيمية وضع وتنفيذ سياسات وأنظمة فعّالة تدعم ممارسات التعدين المستدامة. ويشمل ذلك التدريب على تقييم الأثر البيئي، وأنظمة الصحة والسلامة، والمشاركة المجتمعية النشطة بدعم من المنظمات غير الحكومية.

4. تدريب منظمات المجتمع المدني

يساهم توفير التدريب لمنظمات المجتمع المدني، مثل المنظمات غير الحكومية والجماعات المجتمعية، على زيادة معرفتها بقطاع التعدين، وتمكينها من الدعوة إلى تنفيذ ممارسات مستدامة ومسؤولة على نحو أكثر فعاليّة. ويشمل ذلك التدريب بشأن رابطة صناعات الطاقة الشمسية، والمشاركة المجتمعية، والحكم الرشيد.





7. الخلاصة والتوصيات بشأن السياسات

من المتوقع أن ينمو الطلب على المعادن والفلزات الحرجةالأساسية للإنتقال إلى الطاقة النظيفة بشكل كبير خلال العقدين المقبلين بسبب الزيادة في انتشار استخدام تكنولوجيات مثل الطاقة الشمسية الكهروضوئية، وتوربينات الرياح، والمَرْكَبات الكهربائية، وشبكات نقل الكهرباء. وأدى ارتفاع الطلب على المعادن إلى اشتداد المنافسة الجيوسياسية، وارتفاع التقلُّب في الأسعار، وزيادة خطر تعطُّل سلسلة توريد المعادن، مما قد يؤثر على سرعة الانتقال العالمي إلى الطاقة النظيفة.

وعلى الرغم من اعتبار كلّ المعادن قَيِّمة من الناحية الاقتصادية، تحدِّد هذه الدراسة المعادن الأساسية للإنتقال في مجال الطاقة والأشدّ عُرضة للخطر بناءً على فائدتها، ومدى تعرُّضها لخطر التعطُّل في سلسلة الإمداد. وجرى تحديد خمسة وثلاثين معدناً تُستخدَم مباشرة في تكنولوجيات الطاقة النظيفة، وسبعة معادن تُستخدَم في التكنولوجيات الداعمة، وهي تُصنَّف على أنها حرجة، وشبه حرجة، وغير حرجة. ويكشف تحليل لإحصاءات أُجريت على إنتاج 56 معدناً أن 27 معدناً تُنتَج في المنطقة العربية، و14 منها تصنَّف من المعادن الأساسية للإنتقال في مجال الطاقة. ويكشف تقييم مفصل لإنتاج المعادن أنه في عام 2020، قُدِّرت قيمة المعادن غير الوقودية في الدول العربية بمبلغ 23 مليار دولار، وتم استخراج معادن بقيمة 3.5 مليار دولار في المملكة العربية السعودية، مما يشير إلى الإمكانية الاقتصادية العالية للمعادن. وساهمت المعادن غير الوقودية بحصّة كبيرة في الناتج المحلي الإجمالي في موريتانيا (24 في المائة)، والبحرين (8 في المائة)، والسودان (8 في المائة)، والأردن (4 في المائة). وحظِيت المعادن غير الوقودية بنسبة عالية من القيمة الإجمالية للمعادن المستخرَجة في المغرب (99 في المائة)، وتونس (30 في المائة)، ومصر (11 في المائة)، وعُمان (10 في المائة).

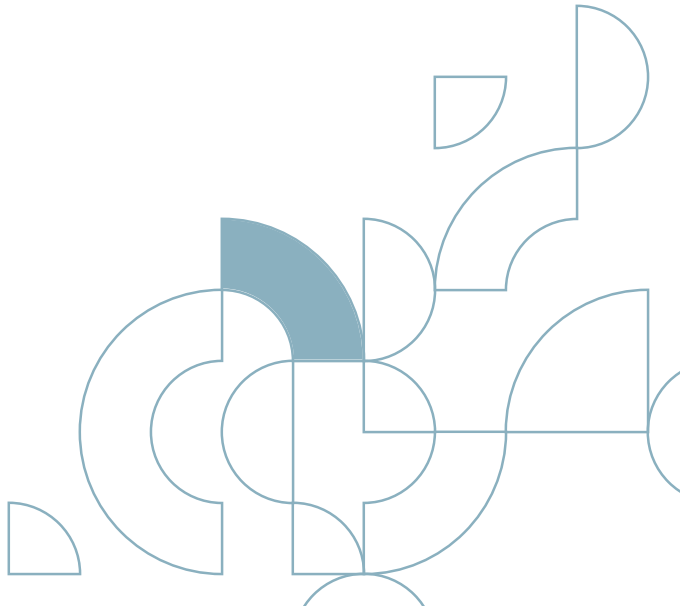
تزخر المنطقة العربية بالموارد، وتُنتِج العديد من المعادن الأساسية للإنتقال في مجال الطاقة. ومع ذلك، يَحُول الافتقار إلى البيانات الجيولوجية المتينة والمتاحة للعموم، وغياب خرائط للموارد المعدنية دون تنميتها. ويخلِّف التعدين غير المستدام تأثيراً بيئياً واجتماعياً كبيراً على المجتمعات المحلية. وتُعَدُّ القضايا المتعلقة بالنوع الاجتماعي مثل توفير المرافق المناسبة، والتقدُّم الوظيفي في المجالات الميدانية، وعدم المساواة في الأجور، من القضايا الرئيسية أيضاً.

واستناداً إلى استعراض الأدبيات ومدخلات الخبراء من مختلف أصحاب المصلحة، حُدِّدت التحديات التي تواجه التنمية المستدامة لقطاع التعدين. وشملت هذه التحديات غياب التخطيط على المدى البعيد، وعدم كفاية تقييم الموارد ورسم خرائط للموارد المعدنية، ومخاطر تركُّز الإمدادات المعدنية، وارتفاع التدهور البيئي، وتفاقم الأثر الاجتماعي للتعدين، وسوء إدارة الموارد المعدنية، ونقص الاستثمارات. وتبع ذلك اقتراح وضع ركائز استراتيجية للتعدين المستدام في المنطقة العربية من أجل التغلب على التحديات المذكورة أعلاه. وشملت هذه الركائز إعداد خطط استراتيجية ومخطَّطات واضحة، واعتماد المعايير البيئية والاجتماعية ومعايير الحوكمة العالمية، والاستثمار في الوقت المناسب، واعتماد إطار دائري للاقتصاد الكربوني، وتعزيز التكنولوجيا النظيفة والابتكار، وإقامة الشراكات المتينة، وبناء القدرات والتدريب. وأخيراً، قُدِّمَت إلى الحكومات في المنطقة العربية توصيات على مستوى السياسات من خلال وضع ركائز استراتيجية لتعزيز دور المعادن والمواد الخام في دعم الانتقال في مجال الطاقة.

لا ريب في أن المنطقة العربية قادرة على الاضطلاع بدور قيادي، وأنّ عليها أن تتمتَّع ببيئة تشغيل فيها من الاتساق والموثوقية ما يجذب الاستثمارات الرأسمالية الطويلة الأجل. ويرتبط رأس المال المخصَّص للتنقيب عن المعادن وتطوير المناجم بشكل متزايد بالأداء البيئي والاجتماعي وأداء الحوكمة، وبالتالي يتطلّب من الحكومات وضع استراتيجية بيئية واجتماعية واستراتيجية حوكمة واضحتين ومتكاملتين. وتشكِّل الشراكة بين القطاعين العام والخاص السبيل المهمّ لإنشاء سلسلة توريد للمعادن الحرجة، في حين أنّ التعاون الإقليمي يتيح تسريع استخدام تكنولوجيات التعدين الأنظف. وتقدِّم هذ الدراسة توصيات رئيسية على مستوى السياسة العامة، ترد تفاصيلها بالكامل في الفصل 6 المتعلق بالركائز الاستراتيجية للتعدين المستدام، ويرد موجز لها أدناه:

- تحديد سلاسل توريد المعادن الحرجة.
- وضع خطة استراتيجية على المدى البعيد، وإعداد مخطَّط واضح لقطاع التعدين.
- إصدار المعايير البيئية والاجتماعية ومعايير الحوكمة العالمية، وتطبيق الأنظمة بحذافيرها.
- تشجيع الاستثمار العام في رسم خرائط للموارد المعدنيّة والتنقيب عن المعادن، وإتاحة الوصول المفتوح إلى خرائط الموارد المعدنية.
- اعتماد إطار للإبلاغ عن بيانات الموارد المعدنية ونُظُم إدارة الموارد، والحفاظ على قاعدة بيانات مركزية للمعادن.
- تيسير عملية الاستحصال على التصاريح والتراخيص للتعدين، وإتاحة طرحها في إطار نظام التخليص الشامل.
- تنفيذ عملية تقييم بيئي استراتيجي لدورة حياة المنجم باستخدام نُهُج الإدارة التكيُّفية، وفرض الإبلاغ البيئي السنوي.
- المشاركة مع أصحاب المصلحة في جميع عمليات التشاور وصُنع القرار، وإعداد اتفاقيات بشأن اقتسام الفوائد للمجتمعات المتضرِّرة.
- ضمان الشفافية والمساءلة في عمليات التعدين من خلال الإبلاغ العام، ومراجعة حسابات الطرف الثالث، وإنشاء هيئات رقابية مستقلة.

- إتاحة استثمارات القطاعين العام والخاص في كافة مراحل سلسلة القيمة لقطاع التعدين، وذلك عن طريق اعتماد سياسات واضحة، والحدّ من المخاطر المتعلّقة بالاستثمار، ودعم نماذج العمل الابتكارية.
- اعتماد إطار الاقتصاد الدائري للكربون في قطاع التعدين من خلال تعزيز كفاءة الموارد، وتوسيع نطاق إعادة التدوير، واستخدام المواد البديلة.
- تعزيز البحوث والابتكار لاستحداث التكنولوجيات من أجل الحدّ من الآثار البيئيّة للتعدين، وتحقيق إنتاجية أعلى في كافّة مراحل سلسلة القيمة في قطاع التعدين.
- تعزيز الشراكات والتعاون العالمي لتعزيز مرونة سلسلة الإمداد.
- الاستثمار في بناء القدرات وتدريب الموظفين لتحسين المهارات الفنيّة.



المرفق 1. المنظمات الرئيسية العاملة في مجال التعدين المستدام

المنتدى الحكومي الدولي المعني بالتعدين والمعادن والفلزات والتنمية المستدامة، كندا (الرابط)

مبادرة ضمان التعدين المسؤول (IRMA) (الرابط)

المبادرة الخاصة بشفافية الصناعات الاستخراجية (EITI)، النرويج (الرابط)

معهد حوكمة الموارد الطبيعية (NRGI)، الولايات المتحدة (الرابط)

المجلس الدولي للتعدين والمعادن (ICMM)، المملكة المتحدة (الرابط)

التحالف من أجل التعدين المسؤول (ARM)، كولومبيا (الرابط)

مؤسسة التعدين المسؤول (RMF)، سويسرا (الرابط)

المرفق 2. المبادرات العالمية لتطوير المعادن الحرجة

الائتلافات

1. شراكة أمن المعادن (MSP)

أُطلِقَت شراكة أمن المعادن MSP في حزيران/يونيو 2022، وهي ائتلاف يضم 11 دولة، بمشاركة أستراليا، وألمانيا، وجمهورية كوريا، والسويد، وفرنسا، وفنلندا، وكندا، والمملكة المتحدة، والولايات المتحدة، واليابان، والمفوضيّة الأوروبية. وتلتزم هذه الدول بإنشاء سلاسل توريد متينة ومسؤولة للمعادن الحرجة من أجل دعم الازدهار الاقتصادي والأهداف المناخية.

2. الإطار التعاوني بشأن المواد الحرجة للإنتقال في مجال الطاقة

أطلقت الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة برنامج التعاون هذا في آذار/مارس 2022 بهدف إنشاء منتدى مشترك لتشجيع الحوار، وتنسيق الأنشطة في مختلف المجالات، وتعزيز التبادل والتعاون بين الأقران، وزيادة الشفافية، وتطوير مجموعة من الأفكار بشأن الثغرات والحلول المتعلقة بالإنتقال في مجال الطاقة الذي يعتمد على المواد لبحرجة. ويضمّ هذا البرنامج ثلاث مجموعات عمل:

- مرصد المواد والمعادن الحرجة الذي يركِّز على جمع البيانات للمساعدة في فهم ندرة المعادن والنقص المحتمل في توريدها اللذين قد يؤثران على الإنتقال في مجال الطاقة في العقد المقبل.
- الحدّ من المخاطر المتعلّقة بالمواد الحرجةوبتوريد المعادن، والذي يركِّز على وضع وتطبيق استراتيجيات للحدّ من المخاطر المحدِقة بالإمداد، بما في ذلك الحلول المبتكَرة للحدّ من نمو الطلب على المعادن والفلزات.
- إصدار المعايير البيئية والاجتماعية ومعايير الحوكمة العالمية لتوريد المواد والمعادن الحرجة، والتي تركِّز على وضع استراتيجيات تحفِّز الموافقة على مشاريع التعدين الجديدة.

3. الفريق الاستشاري المعني بالمعادن الحرجة (CMAG)، وشراكة عمل من أجل الكوبالت - التحالف العالمي للبطاريات (GBA)

وقد أطلق التحالف العالمي للبطاريات الفريق الاستشاري المعني بالمعادن الحرجةفي صيف عام 2022. وسيستند هذا الفريق الاستشاري إلى المبادرة الناجحة للأطراف المتعدِّدين أصحاب المصلحة، والتي نُفِّذت في الفترة 2020-2021 في إطار شراكة عمل من أجل الكوبالت. ويعمل التحالف العالمي للبطاريات مع الأعضاء في كافّة مراحل سلسلة القيمة ليس للتأكّد من توافر الإمدادات الكافية للمَرْكَبات الكهربائية وتخزين الطاقة فحسب، إنما لضمان أن هذه المواد تُعالَج، وتُنقَل، وتُصنَّع، ويُعاد تدويرها بطريقة مسؤولة ومستدامة تحدّ من الضرر البيئي، وتحترم حقوق الإنسان، وتخلق فوائد لأصحاب المصلحة في كافة مراحل سلسلة الإمداد.

4. مبادرة رسم الخرائط للمعادن الحرجة (CMMI)

أنشأت كلٌّ من منظمة علم الأرض في أستراليا (GA)، وهيئة المسح الجيولوجي الكندية (GSC)، ومؤسسة الولايات المتحدة للمسح الجيولوجي، وهي منظّمات تُعنى بعلم الأرض، مبادرة رسم الخرائط للمعادن الحرجة في عام 2019 التي توفر هيكلاً دولياً للتعاون بين المسوحات الوطنية الثلاثة لعلوم الأرض. وتتمثَّل أهداف هذه المبادرة في التوصّل إلى فهم أفضل للموارد المعدنية الحرجة المعروفة، وتحديد الضوابط الجيولوجية لتوزيع المعادن الحرجة التي يجب فرضها على الرواسب المنتجة حالياً للمنتجات الثانوية، وتحديد مصادر جديدة لتوريد المعادن عن طريق رسم خرائط لإمكانات الموارد المعدنية الحرجة، وتعزيز اكتشاف هذه المعادن في البلدان الثلاثة كافّة.

والأهداف الثلاثة الرئيسية هي:

- إنشاء قاعدة بيانات عالمية لجيوكيمياء المعادن الحرجة؛ وضع مخطَّطات تصنيف للرواسب المعدنية/النُّظُم المعدنية لتبويب البيانات.

- تقييم وتحليل الاتجاهات الحرجة لمختلف أنواع النُّظُم المعدنية.
- إعداد نُهُج نمذجة لاحتمالات نجاح عمليات التنقيب للنُّظُم المعدنية الكامنة في الأحواض.
  - تحديد المعايير الجيولوجية.
  - تحديد المعايير الممكن تخطيطها.
  - تجميع طبقات البيانات لإجراء تحليل لاحتمالات نجاح عمليات التنقيب.

5. مبادرة حوكمة موارد الطاقة (ERGI)

أطلقت هذه المبادرة التي تقودها الولايات المتحدة في عام 2019 أربعةُ بلدان مؤسِّسَة أخرى - أستراليا، وبوتسوانا، وبيرو، وكندا - بهدف التزوّد بأفضل الممارسات ونشرها عبر قطاع التعدين الدولي. وتتبادل الولايات المتحدة بموجب هذه الاتفاقية الخبرات في مجال التعدين مع الدول الأعضاء للمساعدة في تطوير موارد مثل الليثيوم، والنحاس، والكوبالت، فضلاً عن تقديم المشورة بشأن أُطُر الإدارة والحوكمة. أمّا البلدان الأخرى التي انضمت في وقت لاحق إلى المبادرة فهي الأرجنتين، والبرازيل، وجمهورية الكونغو الديمقراطية، وزامبيا، والفلبين، وناميبيا. وطوَّرت البلدان الشريكة المؤسِّسَة مجموعة أدوات خاصة بمبادرة حوكمة موارد الطاقة كوسيلة لنشر أفضل الممارسات، وتبادلها، وتعزيزها من أجل تنمية قطاع التعدين، بدءاً برسم خرائط للموارد المعدنية ووصولاً إلى إغلاق المناجم واستصلاحها.

مبادرات الاتحاد الأوروبي

1. مبادرة المواد الخام

في عام 2008، تبنّت المفوضية الأوروبية مبادرة المواد الخام التي وضعت استراتيجية لمعالجة مسألة الوصول إلى المواد الخام في الاتحاد الأوروبي. وتشمل الاستراتيجية جميع المواد الخام التي تُستخدَم في الصناعة الأوروبية، باستثناء المواد المستمَدّة من الإنتاج الزراعي، والمواد المُستخدَمة كوقود.

وتستند هذه الاستراتيجية إلى ثلاث ركائز تهدف إلى ضمان ما يلي:

- توريد عادل ومستدام للمواد الخام من الأسواق العالمية.
- التوريد المستدام للمواد الخام داخل الاتحاد الأوروبي.
- كفاءة الموارد وتوريد «المواد الخام الثانوية» عن طريق إعادة التدوير.

2. التحالف الأوروبي للمواد الخام (ERMA)

يهدف التحالف الأوروبي للمواد الخام إلى زيادة مرونة أوروبا اقتصادياً عن طريق تنويع سلاسل التوريد الخاصة بها، وخلق فرص عمل، وجذب الاستثمارات إلى سلسلة قيمة المواد الخام، والتشجيع على الابتكار، وتدريب المواهب الشابة، والمساهمة في أفضل إطار تمكيني للمواد الخام والاقتصاد الدائري في جميع أنحاء العالم. وقد صدرت عنه خطة عمل لتأمين الوصول إلى العناصر الأرضية النادرة للصناعة الأوروبية.

3. الشراكة الأوروبية للابتكار في مجال المواد الخام

أسست المفوضية الأوروبية شراكة أوروبية للابتكار في مجال المواد الخام في عام 2010 سعياً منها لتوفير المزيد من المواد الخام لأوروبا، وفي هذه الشراكة مواصلة للتحفيز على الابتكار والوصول إلى المواد لضمان اقتصاد أكثر مرونة في الاتحاد الأوروبي. ووضعت المنصة التكنولوجية الأوروبية بشأن الموارد المعدنية المستدامة برنامجاً للبحوث لعام 2030، وهي تعمل على مشروع VERAM (الرؤية المستقبليّة والمخطط للمواد الخام الأوروبية في عام 2050) الذي يقوم على تنسيق البحوث والابتكارات في مجال المواد الخام. ويوفّر مركز معلومات الاتحاد الأوروبي بشأن المواد الخام التابع لمركز البحوث المشترك للمفوضية الأوروبية معلومات شاملة لصانعي السياسات والعامّة من الناس.

4. التحالف للمواد الخام الحرجة

أنشئ هذا التحالف الأوروبي في مجال الصناعة للتشديد على الدور الأساسي للمواد الخام الحرجةفي الاقتصاد الأوروبي، ولتعزيز سياسة أوروبية قوية بشأن المواد الخام الحرجة. وهو يشكِّل الهيئة التمثيلية للمنتِجين الأساسيين، والتجار، والرابطات المعنيّة بالمواد الخام البالغة الأهميّة، ويهدف إلى إنشاء رابط يجمع بين الصناعة وصانعي السياسات.

5. الشراكة الأوروبية للمعادن المسؤولة (EPRM)

تمثِّل الشراكة الأوروبية للمعادن المسؤولة شراكة متعدِّدة الأطراف بين أصحاب المصلحة، تهدف إلى زيادة نسبة المعادن

المنتَجة بشكل مسؤول من المناطق المتأثرة بالنزاعات والمناطق العالية المخاطر، ودعم الاستخراج المسؤول اجتماعياً للمعادن الذي يساهم في التنمية المحلية. وتعمل هذه الشراكة على:

- دعم مواقع المناجم – الإنتاج المسؤول: تلقى المناجم الحرفية والصغيرة الحجم الدعم ليصبح إنتاجها أكثر مسؤولية، ولإتاحة وصولها إلى الأسواق الرسمية على المستويين المحلي والدولي.
- دعم الشركات - التزوّد المسؤول: تلقى الجهات الفاعلة الدعم في منتصف سلسلة التوريد ونهايتها لتحسين ممارسات العناية الواجبة للتزوّد، وبشكل مسؤول، (مثلاً عن طريق بناء القدرات، والتعلُّم الشامل لعدة قطاعات) «بالمعادن المؤجِّجَة للنزاع» مثل القصدير، والتنغستن، والتنتالوم، والذهب، التي يشار إليها أيضاً باسم 3TG.
- الربط بين الإنتاج والتزوّد: تشكِّل التبادلات والروابط القائمة بين الجهات الفاعلة في كافّة مراحل سلسلة توريد المعادن حافزاً لإنشاء سلاسل توريد مسؤولة.

استراتيجيات أخرى على المستوى القُطري

أستراليا: استراتيجية المعادن الحرجة لعام 2022 (الرابط)

مخطَّط معادن الطاقة البالغة الأهمية في أستراليا (الرابط)

استراتيجية كندا بشأن المعادن الحرجة: ورقة مناقشة (الرابط)

وثيقة سياسة حول استراتيجية المملكة المتحدة بشأن المعادن الحرجة (الرابط)

المرفق 3. المعادن، والخامات، والمواد، واستخداماتها الشائعة

- الألمنيوم، يُستخدَم في جميع قطاعات الاقتصاد تقريباً.
- الأنتيمون، يُستخدَم في بطاريات الرصاص الحمضية ومثبطات اللهب.
- الزرنيخ، يُستخدَم في أشباه الموصلات.
- الباريت، يُستخدَم في إنتاج الهيدروكربون.
- البريليوم، يُستخدَم كعامل صناعة السبائك في صناعة الطيران والدفاع.
- البزموت، يُستخدَم في البحوث الطبية والذرية.
- السيريوم، يُستخدَم في المحوِّلات الحفازة، والسيراميك، والزجاج، والمعادن، ومُرَكّبات التلميع.
- السيزيوم، يُستخدَم في أنشطة البحث والتطوير.
- الكروم، يُستخدَم بشكل أساسي في الصلب المقاوم للصدأ والسبائك الأخرى.
- الكوبالت، يُستخدَم في البطاريات القابلة لإعادة الشحن والسبائك الفائقة.
- الديسبروسيوم، يُستخدَم في المغناطيس الدائم، ووسائط حفظ البيانات، والليزر.
- الإربيوم، يُستخدَم في الألياف البصرية، ومكبّرات الصوت الضوئية، والليزر، والملوّنات الزجاجية.
- اليوروبيوم، يُستخدَم في الفوسفور وقضبان التحكُّم في المفاعلات النووية.
- الفلورسبار، يُستخدَم في صناعة الألمنيوم، والأسمنت، والصلب، والغازولين، والمواد الكيميائية الفلورية.
- الغادولينيوم، يُستخدَم في التصوير الطبي، والمغناطيس الدائم، وصناعة الصلب.
- الغاليوم، يُستخدَم للدوائر المتكاملة والأجهزة البصرية مثل إضاءة الصمام الثنائي الباعثة للضوء.
- الجرمانيوم، يُستخدَم في تطبيقات الألياف البصرية والرؤية الليلية.
- الغرافيت، يُستخدَم لزيوت التشحيم، والبطاريات، وخلايا الوقود.
- الهافنيوم، يُستخدَم لقضبان التحكُّم في المفاعلات النووية، والسبائك، والسيراميك عالي الحرارة.
- الهولميوم، يُستخدَم في المغناطيس الدائم، وقضبان التحكُّم في المفاعلات النووية، والليزر.
- الإنديوم، يُستخدَم في شاشات العرض البلّوري السائل.
- الإيريديوم، يُستخدَم كطلاء للأنودات في إطار العمليات الكهروكيميائية، وكحفاز كيميائي.
- اللانثانوم، يُستخدَم لإنتاج الحفازات، والسيراميك، والزجاج، ومُرَكّبات التلميع، والحدادة، والبطاريات.
- الليثيوم، يُستخدَم للبطاريات القابلة لإعادة الشحن.
- اللوتيتيوم، يُستخدَم في أجهزة التلألؤ في إطار التصوير الطبي، والإلكترونيات، وبعض علاجات السرطان.
- المغنيسيوم، يُستخدَم كسبيكة، وفي الحدّ من المعادن.
- المنغنيز، يُستخدَم في صناعة الصلب والبطاريات.

- النيوديميوم، يُستخدَم في المغناطيس الدائم، والحفازات المطاطية، وفي الليزر الطبي والصناعي.
- النيكل، يُستخدَم لصنع الصلب المقاوم للصدأ، والسبائك الفائقة، والبطاريات القابلة لإعادة الشحن.
- النيوبيوم، يُستخدَم في الغالب في الصلب والسبائك الفائقة.
- البلاديوم، يُستخدَم في محوِّلات الحفاز وكعامل حفاز.
- البلاتين، يُستخدَم في محوِّلات الحفاز.
- البراسيوديميوم، يُستخدَم في المغناطيس الدائم، والبطاريات، وسبائك الفضاء، والسيراميك، والملوّنات.
- الروديوم، يُستخدَم في محوِّلات الحفاز، والأجزاء المكوّنة الكهربائية، وكحفاز.
- الروبيديوم، يُستخدَم للبحث والتطوير في مجال الإلكترونيات.
- الروثينيوم، يُستخدَم كحفازات، وكذلك كوصلات كهربائية ومقاومات للرقائق في أجهزة الكمبيوتر.
- الساماريوم، يُستخدَم في المغناطيس الدائم، وكممتص في المفاعلات النووية وفي علاجات السرطان.
- السكانديوم، يُستخدَم للسبائك، والسيراميك، وخلايا الوقود.
- التنتالوم، يُستخدَم في الأجزاء المكوّنة الإلكترونية، ومعظمها من المكثّفات والسبائك الفائقة.
- التيلوريوم، يُستخدَم في الخلايا الشمسية، والأجهزة الكهروحرارية، وكمادة مضافة للسبائك.
- التيربيوم، يُستخدَم في المغناطيس الدائم، والألياف البصرية، والليزر، وأجهزة الحالة الصلبة.
- الثوليوم، يُستخدَم في سبائك معدنية مختلفة وفي الليزر.
- القصدير، يُستخدَم كطلاءات واقية وسبائك للصلب.
- التيتانيوم، يُستخدَم كصبغة بيضاء أو كسبائك معدنية.
- التنغستن، يُستخدَم بشكل أساسي لصنع الفلزات المقاومة للاهتراء.
- الفاناديوم، يُستخدَم بشكل أساسي كعامل صناعة السبائك للحديد والصلب.
- الإيتربيوم، يُستخدَم في الحفازات، والكاشفات الوميضية، والليزر، والحدادة.
- الإيتريوم، يُستخدَم للسيراميك، والحفازات، والليزر، والحدادة، والفوسفور.
- الزنك، يُستخدَم بشكل أساسي في الحدادة لإنتاج الصلب المجلفن.
- الزركونيوم، يُستخدَم في السيراميك عالي الحرارة، والسبائك المقاومة للتآكل.

المصدر: USGS, 2022b.

المرفق 4. العناصر الأرضية النادرة واستخداماتها

العناصر الأرضية النادرة	الاستخدامات
العناصر الأرضية النادرة الخفيفة	
اللانثانوم	البطاريات القابلة لإعادة الشحن، وحفازات السيارات، وشاشات التلفزيون والكمبيوتر
السيريوم	حفازات السيارات، والزجاج، ومساحيق التلميع
البراسوديميوم	مغناطيس دائم للمَرْكَبات الكهربائية وتوربينات الرياح، وأجهزة الكمبيوتر، والشاشات الإلكترونية الاستهلاكية
النيوديميوم	مغناطيس دائم للمَرْكَبات الكهربائية وتوربينات الرياح، وأجهزة الكمبيوتر، والشاشات الإلكترونية الاستهلاكية
البروميثيوم	مقاييس السُمْك، والبطاريات الذرية للمَرْكَبات الفضائية والصواريخ الموجَّهة
الساماريوم	مغناطيس للمحرّكات الصغيرة، وعلاج السرطان، والمفاعلات النووية
اليوروبيوم	اللونان الأحمر والأزرق في شاشات العرض البلّوري السائل، وعلامات مكافحة التزوير على الأوراق النقدية
العناصر الأرضية النادرة الثقيلة	
الغادولينيوم	شاشات العرض البلّوري السائل، وتُستخدَم في إنتاج الصلب لتحسين مقاومة درجات الحرارة المرتفعة
التربيوم	شاشات العرض البلّوري السائل، ومغناطيس للمَرْكَبات الكهربائية والتوربينات
الديسبروسيوم	مغناطيس دائم للمَرْكَبات الكهربائية وتوربينات الرياح
الهولميوم	قضبان التحكُّم في المفاعلات النووية، وأنظمة السونار، وتخزين البيانات، ومواد الليزر
الإربيوم	قضبان التحكُّم في المفاعلات النووية، والليزر
الثّوليُوم	الليزر، كمصدر للإشعاع في أجهزة التصوير بالأشعة السينية، وعلامات مكافحة التزوير على الأوراق النقدية
الإيتيربيوم	أجهزة التصوير بالأشعة السينية المحمولة، الليزر، أجهزة مراقبة الزلازل، تقويّة الصلب المقاوم للصدأ
اللوتيشيوم	ماسحات التصوير المقطعي بالانبعاث البوزيتروني للصور الثلاثية الأبعاد للنشاط الخلوي
العناصر الأرضية النادرة الأخرى	
الإيتربيوم	الإلكترونيات الاستهلاكية، والإضاءة الموفّرة للطاقة، والأقمار الصناعية، والموصلات الفائقة

ملاحظة: لا يندرج السكانديوم كعنصر أرضي نادر في هذه القائمة. البروميثيوم لا يحدث بشكل طبيعي.

المصدر: Austrade (2019), Geoscience Australia (2013).

المرفق 5. تحديد المواد وإدراجها في قائمة مختصرة

	الولايات المتحدة الأمريكية	الاتحاد الأوروبي	الجمعية الجيولوجيّة البريطانيّة
الأنتيمون	■	■	■
الزرنيخ	■		■
الباريوم			■
الباريت	■	■	
البوكسيت (A1)	■	■	■
البريليوم	■	■	■
البزموت	■		■
البورات		■	
الكادميوم			■
السيزيوم	■		
الكروم	■		■
الكوبالت	■		■
فحم الكوك		■	
النحاس			■
الألماس			■
الفلورسبار	■		■
الذهب			■
الغاليوم	■	■	■
الجرمانيوم	■		■
الهافنيوم	■	■	
الهيليوم	■		
العناصر الأرضية النادرة الثقيلة	■	■	■
الإنديوم	■		■

	الولايات المتحدة الأمريكية	الاتحاد الأوروبي	الجمعية الجيولوجيّة البريطانيّة
الحديد			■
الرصاص			■
الليثيوم	■	■	■
العناصر الأرضية النادرة الخفيفة	■	■	■
المغنيسيوم	■	■	■
المنغنيز	■		■
الزئبق			■
الموليبدنوم			■
الغرافيت الطبيعي	■	■	■
المطاط الطبيعي	■	■	
النيكل			■
النيوبيوم	■	■	■
فلزات مجموعة البلاتين	■	■	■
الفوسفات الصخري	■	■	
الفوسفور	■	■	
البوتاس	■		
الرينيوم	■		■
الروبيديوم	■		
السكانديوم	■	■	
معدن السيليكون	■	■	
الفضة			■
السيلينيوم			■
السترونتيوم	■	■	■
التنتالوم	■	■	■
التيلوريوم	■		
الثوريوم			■
القصدير	■		■
التيتانيوم	■	■	■

	الولايات المتحدة الأمريكية	الاتحاد الأوروبي	الجمعية الجيولوجيّة البريطانيّة
التنغستن	■	■	■
اليورانيوم	■		■
الفاناديوم	■	■	■
الزنك			■
الزركونيوم	■		■

المرفق 6. رسم خرائط للمعادن باستخدام تكنولوجيات الانتقال في مجال الطاقة

	الاستخدام المباشر في الانتقال في مجال الطاقة					دعم الانتقال في مجال الطاقة			
	البطاريات	خلايا الوقود	المحرّكات	طاقة الرياح	التكنولوجيا الكهروضوئية	الروبوتات	الطائرات المسيَّرة	الطباعة الثلاثية الأبعاد	تكنولوجيا المعلومات والاتصالات
الأنتيمون						■	■		■
الزرنيخ		■				■	■		■
الباريوم									
الباريت									
البوكسيت	■	■	■	■	■	■	■	■	■
البريليوم							■		■
البزموت						■	■		■
البورات		■	■	■	■	■	■	■	■
الكادميوم					■	■	■		■
السيزيوم									
الكروم		■		■		■	■	■	■
الكوبالت	■	■	■			■	■	■	■
فحم الكوك									
النحاس	■	■	■	■	■	■	■	■	■
الألماس									
الفلورسبار						■	■		
الذهب		■				■	■		■
الغاليوم					■	■	■		■
الجرمانيوم					■		■		■

	الاستخدام المباشر في الانتقال في مجال الطاقة					دعم الانتقال في مجال الطاقة			
	البطاريات	خلايا الوقود	المحرّكات	طاقة الرياح	التكنولوجيا الكهروضوئية	الروبوتات	الطائرات المسيَّرة	الطباعة الثلاثية الأبعاد	تكنولوجيا المعلومات والاتصالات
الهافنيوم							■	■	
الهيليوم									
العناصر الأرضية النادرة الثقيلة		■	■	■		■			
الإنديوم					■	■	■		■
الحديد	■	■	■	■	■	■	■	■	■
الرصاص	■			■	■	■	■		■
الليثيوم	■	■				■	■		
العناصر الأرضية النادرة الخفيفة		■	■	■		■	■		■
المغنيسيوم		■				■		■	■
المنغنيز	■	■		■		■	■	■	■
الزئبق									
الموليبدنوم		■		■	■	■	■	■	■
الغرافيت الطبيعي	■	■				■	■		■
المطاط الطبيعي									
النيكل	■	■			■	■	■	■	■
النيوبيوم				■			■	■	
فلزات مجموعة البلاتين		■				■	■		■
الفوسفات الصخري									
الفوسفور	■					■	■		■
البوتاس									
الرينيوم									
الروبيديوم									
السكانديوم							■	■	
معدن السيليكون	■	■	■		■	■	■	■	■

	الاستخدام المباشر في الانتقال في مجال الطاقة					دعم الانتقال في مجال الطاقة			
	البطاريات	خلايا الوقود	المحرّكات	طاقة الرياح	التكنولوجيا الكهروضوئية	الروبوتات	الطائرات المسيَّرة	الطباعة الثلاثية الأبعاد	تكنولوجيا المعلومات والاتصالات
الفضة		■			■	■	■		■
السيلينيوم		■				■	■		■
السترونتيوم		■				■	■		
التنتالوم						■	■		■
التيلوريوم					■	■	■		■
الثوريوم									
القصدير	■				■	■	■		■
التيتانيوم	■	■				■	■	■	■
التنغستن						■	■	■	
اليورانيوم									
الفاناديوم	■	■				■	■	■	■
الزنك					■	■	■		
الزركونيوم		■				■	■	■	■

المراجع

British Geological Survey (2015). Risk list 2015.

European Commission (2020a). Study on the EU's list of Critical Raw Materials – Final Report (2020). Luxembourg: Publications Office of the European Union.

_____ (2020b). Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU – A Foresight Study. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Flowers, Simon. (2020). The Energy Transition Will Be Built With Metals. Forbes, 29 October.

Gielen, Dolf. (2021). Critical minerals for the energy transition. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.

International Energy Agency (IEA) (2020a). World Energy Outlook 2020, Paris: IEA.

_____ (2020b). Energy Technology Perspectives 2020, Paris: IEA.

_____ (2021). The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions, Paris: IEA.

International Renewable Energy Agency (IRENA) (2022). IRENA Members Pave Way for New Cooperation on Critical Materials. 22 March.

Republic of Austria, Federal Ministry of Agriculture, Regions and Tourism (2022). World Mining Data 2022. Volume 37. Vienna: Federal Ministry of Agriculture, Regions and Tourism.

RMI (2022a). RMI Report 2022: Summary.

_____ (2022b). Six Solutions to Battery Mineral Challenges.

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) (2023). United Nations Resource Management System (UNRMS). Geneva, UNECE.

United Nations Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA) (2021a). Report: A United Nations Virtual Roundtable on Extractive Industries as an Engine for Sustainable Development in the Arab region.

United Nations Executive Office of the Secretary-General (EOSG) (2021). Policy Brief: Transforming Extractive Industries for Sustainable Development.

_____ (2021b). Regional Policy Brief on Extractive Industries: Transition to Sustainable Systems.

United States of America, Federal Register (2017). Executive Order 13817 of December 20, 2017: A Federal Strategy To Ensure Secure and Reliable Supplies of Critical Minerals.

United States Geological Survey (USGS) (2018). Interior Releases 2018's Final List of 35 Minerals Demand Critical to US National Security and the Economy. 18 May.

_____ (2022a), Mineral commodity summaries 2022: U.S. Geological Survey. Washington D.C, U.S. Government Publishing Office.

_____ (2022b). U.S. Geological Survey Releases 2022 List of Critical Minerals. 22 February.

World Bank (2017). The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future. World Bank Group.

World Bank (2020). Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition. World Bank Group.

الحواشي

1 United Nations Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA), 2021 a.

2 المرجع نفسه.

3 ESCWA, 2021b.

4 المكتب التنفيذي للأمين العام للأمم المتحدة 2021.

5 قُسِمت التوصيات المتعلقة بتحويل قطاع الصناعات الاستخراجية إلى ستة مجالات تتناول (أولاً) تمويل التنمية: الديون والسيولة والضرائب والتدفقات المالية غير المشروعة؛ (ثانياً) الحوكمة وإدارة الإيرادات؛ (ثالثاً) الاقتصاد الأخضر؛ (رابعاً) التحوّل العادل إلى النُّظُم المستدامة؛ (خامساً) التكنولوجيا والابتكار والاقتصاد الدائري؛ و(سادساً) التعاون الإقليمي والعالمي.

6 International Energy Agency (IAE), 2022.

7 https://stats.oecd.org/BrandedView.aspx?oecd_bv_id=e-nestats-data-en&doi=data-00512-en#.

8 https://stats.oecd.org/BrandedView.aspx?oecd_bv_id=e-nestats-data-en&doi=data-00512-en#.

9 يعرّف الأمر التنفيذي الصادر في الولايات المتحدة "المعدن الحرج" بأنه "(1) معدن غير وقودي أو مادة معدنية ضرورية للأمن الاقتصادي والقومي للولايات المتحدة، (2) هو عُرضة للتعطُّل في سلسلة الإمداد الخاصة به، و(3) يشكّل مادة أساسية في تصنيع المنتجات، وقد تترتّب عن غيابه عواقب وخيمة على اقتصادنا أو أمننا القومي". United States of America, 2017; United States Geological Survey (USGS), 2018.

10 أُدرِج عند التحديث 50 معدناً في القائمة الجديدة الصادرة في عام 2022. USGS, 2022b.

11 IEA, 2021.

12 طاقة الرياح البحرية والبرية، وكذلك الطاقة الشمسية الكهروضوئية.

13 الطاقة النووية، والفحم والغاز الطبيعي.

14 IEA, 2021.

15 الكروم، والنحاس، ومعادن البطاريات الرئيسية (الليثيوم والنيكل والكوبالت والمنغنيز والغرافيت)، والموليبدينوم، ومعادن مجموعة البلاتين، والزنك، والعناصر الأرضية النادرة، وغيرها. ولا يشمل الصلب والألمنيوم.

16 تشمل التكنولوجيات التي تمّ النظر فيها الهيدروجين، وشبكات الكهرباء، والمَرْكَبات الكهربائية، وتخزين البطاريات، والرياح، والطاقة الشمسية الكهروضوئية، وغيرها من تكنولوجيات توليد الطاقة المنخفضة الكربون.

17 IEA, 2021.

18 المرجع نفسه.

19 يشمل الوقود المعدني الفحم البخاري (بما في ذلك الأنثراسايت والفحم تحت البيتومين أو شبه القاري)، وفحم الكوك، والليغنيت، والغاز الطبيعي، والبترول (بما في ذلك سوائل الغاز الطبيعي)، والرمال النفطية، والصخر الزيتي، واليورانيوم.

20 Republic of Austria, Federal Ministry of Agriculture, 2022.

21 تشير التقديرات إلى أن مشروع استكشاف واحداً فقط من بين ألف مشروع من شأنه أن يتحوّل إلى منجم.

22 RMI, 2022b.

23 RMI, 2022a. يتضمّن تقييم مؤشر التعدين المسؤول معاينة 250 موقعاً للمناجم تديرها 40 شركة في 53 بلداً. وتشمل الشركات التي تشغّل هذه المناجم: أنجلو أمريكان، أنجلو جولد أشانتي، أنتوفاجاستا، أرسيلور ميتال، بانبو، باريك، بي إتش بي، بوليدن، بوينافينتورا، بومي ريسورسز، تشاينا شينهوا، كول إنديا، كوديلكو، إي آر جي، إفراز، إكسارو، فيرست كوانتوم، فورتيسكيو، فريبورت-ماكموران، جلينكور، جولد فيلدز، جروبو مكسيكو، بينيولز، كي جي إتش إم، إم إم جي، نافوي إم إم سي، نيوكريست، نيومونت، إن إم دي سي، نوردجولد، مجموعة OCP، أورانو، بوليميتال، ريو تينتو، روسال، سيباني-ستيلووتر، تيك، فالي، فيدانتا وزيجين.-Anglo American, AngloGold Ashanti, Antofagasta, ArcelorMittal, Banpu, Barrick, BHP, Boliden, Buenaventura, Bumi Resources, China Shenhua, Coal India, CODELCO, ERG, Evraz, Exxaro, First Quantum, Fortescue, Freeport-McMoRan, Glencore, Gold Fields, Grupo México, Peñoles, KGHM, MMG, Navoi MMC, Newcrest, Newmont, NMDC, Nordgold, OCP Group, Orano, Polymetal, Rio Tinto, RUSAL, Sibanye-Stillwater, Teck, Vale, Vedanta and Zijin.

24 يشمل التقييم ستة مجالات مواضيعية: التنمية الاقتصادية، وسلوك الأعمال، وإدارة دورة الحياة، ورفاه المجتمع، وظروف

العمل، والمسؤولية البيئية. القضايا الخمس عشرة هي: العمالة المحلية، والمشتريات المحلية، ونوعية الهواء، ونوعية المياه، وكمية المياه، وإعادة التأهيل وما بعد الإغلاق، ومخلّفات المناجم، وسلامة المجتمعات، والشكاوى والمظالم المجتمعية، وسلامة وصحة العمال، والنساء العاملات، والوفيات والإصابات في مكان العمل، وتدريب العمال، وأجور المعيشة اللائقة، وشكاوى العمال وتظلماتهم.

25 الانحراف المعياري الشهري (كانون الثاني/يناير-2010 – شباط/فبراير-2021).

26 IEA, 2021, 34.

27 United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), 2023.

28 IEA, 2021, 38.

29 Flowers, 2020.

30 جرت صياغة هذا الإطار إبّان رئاسة المملكة العربية السعودية لمجموعة العشرين، وأقرّته دول مجموعة العشرين كافّة.

31 IEA, 2021, 34.

32 المرجع نفسه.

يتّصِف الانتقال العالميّ في مجال الطاقة بزيادة متسارعة في توليد الطاقة المتجدِّدة، واستبدال ناقلات الطاقة، وانتشار التكنولوجيا التي تَستخدِم الطاقة بكفاءة، والكهربة الواسعة النطاق، وأنظمة الطاقة الأكثر مرونة. وتعتَمد تكنولوجيا الطاقة المتجدِّدة، مثل توربينات الرياح والطاقة الشمسية الكهروضوئية، بكثافةٍ على الموارد المعدنية، لذلك فإنّ الانتقال إلى نظام طاقة أنظف من شأنه أن يؤدي إلى ارتفاعٍ كبيرٍ في الطلب على المعادن والمواد الخام والفلزات، التي يُشار إليها أحياناً باسم «المعادن/الفلزات الأساسيّة للانتقال في مجال الطاقة» أو «المواد الخام الحرجة». وتبحث هذه الدراسة في دور المعادن والمواد الخام في دعم الانتقال في مجال الطاقة في المنطقة العربية، وتركِّز على الفلزات (الحديدية وغير الحديدية)، والمعادن الصناعية، والتعدين المستدام، وسلاسل القيمة المعدنية.

ولا ريب في أن المنطقة العربية قادرة على الاضطلاع بدور قيادي، وأنّ عليها أن تتمتَّع ببيئة للتشغيل فيها من الاتساق والموثوقية ما يجذب الاستثمارات الرأسمالية الطويلة الأجل. ويرتبط رأس المال المخصَّص للتنقيب عن المعادن وتطوير المناجم بشكلٍ متزايدٍ بالأداء البيئي والاجتماعي وأداء الحوكمة، وبالتالي يتطلّب من الحكومات وضع استراتيجيةٍ بيئية واجتماعية واستراتيجية حوكمة واضحتين ومتكاملتين. وتشكِّل الشراكة بين القطاعين العام والخاص السبيل المهمّ لإنشاء سلسلة توريد للمعادن الحرجة، في حين أنّ التعاون الإقليمي يتيح تسريع استخدام تكنولوجيات التعدين الأنظف.

2300354A