

# مَوْجَزُ الْمَجْلِسِ الْإِسْتِشَارِيِّ الْعِلْمِيِّ حَوْلَ التَّعْدِينِ فِي أَعْمَاقِ الْبِحَارِ



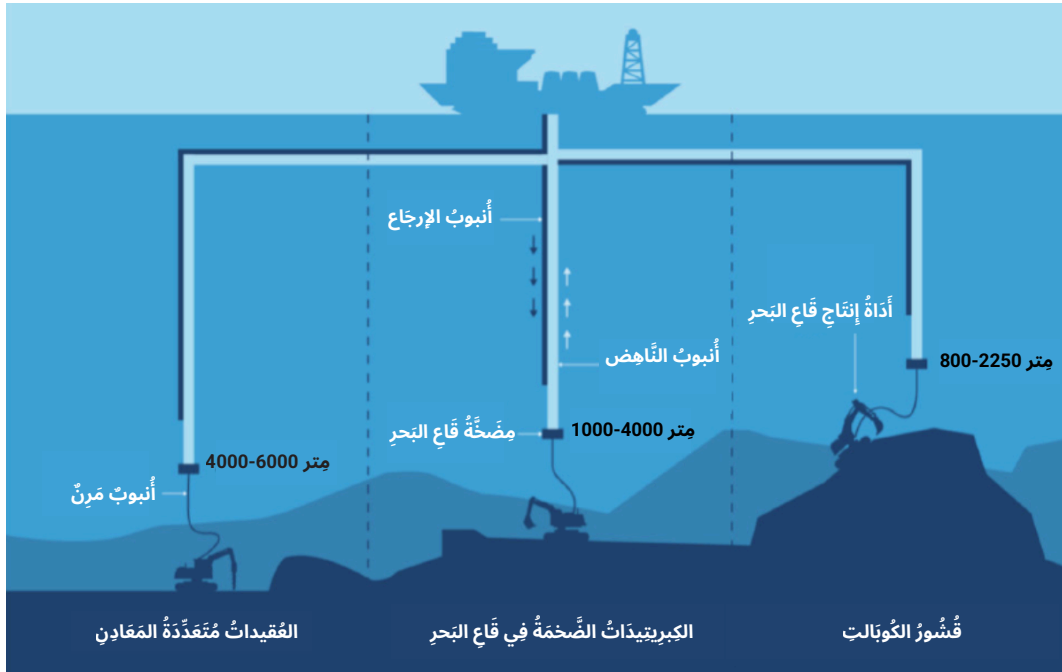
المجلس  
الاستشاري  
العلمي

## مَا هُوَ التَّعْدِينُ فِي أَعْمَاقِ الْبِحَارِ؟

يُشِيرُ التَّعْدِينُ فِي أَعْمَاقِ الْبِحَارِ (DSM)<sup>1</sup> إِلَى مُمَارَسَةِ إِسْتِغْلَالِ الرِّوَاسِبِ الْمَعْدِنِيَّةِ مِنْ قَاعِ الْبَحْرِ الْعَمِيقِ (مِنْ 400 مِترٍ إِلَى 6.5 كِيلُومِترٍ تَحْتَ مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ). يَسْتَهْدَفُ التَّعْدِينُ فِي أَعْمَاقِ الْبِحَارِ ثَلَاثَةَ مَصَادِرَ رَيْسِيَّةٍ لِلْمَعَادِنِ : (1) الْعُقَيْدَاتُ مُتَعَدِّدَةُ الْمَعَادِنِ، وَالَّتِي تَحْتَوِي عَلَى الْمَنْجَنِيزِ، وَالنِّيكلِ، وَالنُّحَاسِ، وَالْكُوبَالْتِ، وَكَمْيَّاتٍ صَغِيرَةٍ مِنَ الْمَعَادِنِ النَّادِرَةِ ؛ (2) الْفُشُورُ الْغَنِيَّةُ بِالْكُوبَالْتِ، وَالَّتِي تَحْتَوِي عَلَى الْكُوبَالْتِ، وَالْمَنْجَنِيزِ، وَالنِّيكلِ، وَاللِّيْثِيُومِ، وَمَعَادِنِ الْأَثْرِيَّةِ النَّادِرَةِ ؛ وَ(3) الْكِبْرِيْتِيْدَاتُ مُتَعَدِّدَةُ الْمَعَادِنِ الَّتِي تَحْتَوِي عَلَى النُّحَاسِ، وَالْحَارْصِينِ، وَالْفِصْصَةِ، وَالذَّهَبِ.<sup>2</sup> وَفِي جِبِنِ أَنَّ التَّكْنُولُوجِيَّاتِ وَالْأَنْزَارَ لِكُلِّ مِنْهَا مُخْتَلِفَةٌ، فَإِنَّهَا جَمِيعًا تَتَضَمَّنُ شَكْلًا مِنْ أَشْكَالِ تَدْمِيرِ قَاعِ الْبَحْرِ وَتَضْرِيْفَاتِ دَاخِلِ الْمِيَاهِ الْمُحِيْطَةِ.

تَعْتَمِدُ الْعِدِيدُ مِنْ تَكْنُولُوجِيَّاتِ الطَّاقَةِ الْمُنْخَفِصَةِ الْكَرْبُونِ خَالِيًا بِشَكْلِ كَبِيرٍ عَلَى نَوْعِ الْمَعَادِنِ الَّتِي تُوجَدُ بِتَرَكَيزٍ عَالِيَةٍ فِي قَاعِ الْبَحْرِ الْعَمِيقِ. إِنَّ الْإِتْقَالَ نَحْوِ الطَّاقَةِ الْمُتَجَدِّدَةِ يَفُودُ زِيَادَةً فِي الطَّلَبِ عَلَى هَذِهِ الْمَوَارِدِ وَتَسَارُعًا مُحْتَمَلًا لِلجُھُودِ لِتَوْسِيْعِ نِطَاقِ التَّعْدِينِ فِي أَعْمَاقِ الْبِحَارِ.<sup>3</sup>

وَمَعَ ذَلِكَ، تُشِيرُ مَجْمُوعَةٌ مُتَزَايِدَةٌ مِنَ الْأَدِلَّةِ الْعِلْمِيَّةِ إِلَى أَنَّ التَّعْدِينِ فِي أَعْمَاقِ الْبِحَارِ يُشَكِّلُ مَخَاطِرَ مُبَاشِرَةً وَغَيْرَ مُبَاشِرَةً كَبِيرَةً عَلَى الْأَنْظِمَةِ الْإِكُولُوجِيَّةِ الْهَشِيَّةِ تَحْتَ سَطْحِ الْبَحْرِ، مَعَ آثَارٍ مُحْتَمَلَةٍ عَلَى التَّنَوُّعِ الْبِيُولُوجِيِّ، وَمَصَايِدِ الْأَسْمَاكِ، وَجُودَةِ الْمِيَاهِ، وَالْأَنْظِمَةِ الْبِيئيَّةِ الْأُخْرَى الْمُرْتَبِطَةِ.<sup>4</sup> يَقَدِّمُ هَذَا الْمَوْجَزُ آخَرَ لِمُسْتَجَدَّاتِ، وَتَقْيِيمًا لِهَذِهِ الْمَخَاطِرِ، وَإِعْتِبَارَاتِ لِمَنْظُومَةِ الْأُمَمِ الْمُتَّحِدَةِ.



مَحْطَطُ عَمَلِيَّةِ التَّعْدِينِ فِي أَعْمَاقِ الْبِحَارِ (جورج شوخا)

## مَا الَّذِي يَجْعَلُهُ مُهْمًا؟

يُمْكِنُ أَنْ يَكُونَ لِلتَّعْدِينِ فِي أَعْمَاقِ الْبِحَارِ تَأْيِيرَاتٌ وَاسِعَةٌ النَّطَاقِ، طَوِيلَةُ الْأَمَدِ، وَغَيْرُ قَابِلَةٍ لِلْعَكْسِ عَلَى الْأَنْظِمَةِ الْبِيئيَّةِ الْبَحْرِيَّةِ، مَعَ آثَارٍ عَالَمِيَّةٍ. إِذَا زَادَ الطَّلَبُ عَلَى الْمَعَادِنِ الْحَرَجِيَّةِ، فَمِنْ الْمُحْتَمَلِ أَنْ تَتَزَايَدَ الضُّعُوطُ لِلتَّعْدِينِ فِي أَعْمَاقِ الْبِحَارِ عَلَى نِطَاقٍ وَاسِعٍ.

بينما لم يبدأ التعدين التجاري في أعماق البحار بعد، اتخذت عدة دول خطوات لتنظيم الاستكشاف و/أو الاستغلال في مياهها الوطنية<sup>5</sup>. في عام 2022، وافقت جزر كوك على ثلاثة تصاريح استكشاف في منطقتها الاقتصادية الخالصة، بينما بدأت اليابان في اختبار استخراج الأثرية النادرة قبالة سواحلها في عام 2023 بعد اكتشاف رسوب كبير<sup>6</sup>. في كانون الثاني/يناير 2024، وافق البرلمان النرويجي على قانون يسمح باستكشاف أعماق البحر داخل المنطقة الاقتصادية الخالصة للنرويج، لكن الحكومة أوقفت العملية في تشرين الثاني/نوفمبر 2024 بعد ضغط شعبي قوي ودعوات لضبط النفس من قبل العديد من العلماء<sup>7</sup>. في الولايات المتحدة، تم مؤخرا تقديم تشريع لدعم أنشطة التعدين في أعماق البحار، مما يؤكد على الأهمية الاستراتيجية لتأمين المعادن الحرجة اللازمة لإنتاج الطاقة<sup>8</sup>. في المقابل، إلترم البرلمان الأوروبي في عام 2022 بحظر التعدين في أعماق البحار إلى أن يتم سد الثغرات العلمية بشكل صحيح<sup>9</sup> وتتم حماية البيئة البحرية بفعالية<sup>9</sup>.

كما أن الجهود جارية لبدء التعدين في أعماق البحار في "المنطقة"، وهي قاع البحر وتحت التربة خارج الولاية الوطنية التي تحكمها إتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار وتندرج في نطاق السلطة الدولية لقاع البحار (ISA). حتى كانون الأول/ديسمبر 2024، أصدرت السلطة الدولية لقاع البحار 31 عقداً لاستكشاف أعماق البحار<sup>10</sup>. في عام 2021، سعت حكومة ناورو، بالشراكة مع شركة "ميتالز كومباني" (Company)، لتلقي موافقة السلطة الدولية لقاع البحار على استكشاف أعماق البحار، وتهدف إلى أن تكون أول شركة تبدأ العمليات في المنطقة<sup>13</sup>. أطلق هذا ما يسمى "قاعدة السننن"، والتي ستسمح لناورو بطلب ترخيص استغلال في أي وقت ابتداءً من عام 2023. في صيف عام 2024، أعلنت شركة "ميتالز كومباني" أنها ستطلب مثل هذا الترخيص في حزيران/يونيو 2025<sup>14</sup>.

لا يزال هناك قدر كبير من عدم اليقين بشأن النطاق الكامل للإثار البيئية المحتملة للتعدين في أعماق البحار. وفقاً لبعض التقديرات، تم رسم خرائط ربع قاع البحر العميق فقط بشكل كافٍ حتى الآن، على الرغم من أن الدراسات العلمية للإثار البيئية المحتملة للتعدين في أعماق البحار تتصاعد بسرعة<sup>15</sup>. سلطت الأبحاث الحديثة الضوء على أن لكل منطقة من مناطق قاع البحر العميق مجموعة فريدة من الخصائص؛ وقد تؤثر كل تقنية تعدين في أعماق البحار على الأنظمة البيئية بطرق مختلفة جداً؛ والتعدين ليس التأثير الوحيد على قاع البحر العميق<sup>16</sup>.

المعروف هو أن الأنظمة البيئية في أعماق البحار غنية بتنوع بيولوجي فريد، والكثير منها مترابط بقوة ويمتد إلى ما هو أبعد من البحر العميق (على سبيل المثال: مصائد الأسماك)، والكثير منها شديد الحساسية للصدّات الخارجية<sup>17</sup>. استناداً إلى البحوث العلمية الحالية، من المحتمل أن يولد تعدين قاع البحر العميق التأثيرات المباشرة التالية

- سيتم قتل تنوع هائل من الكائنات الحية، والتي يمثل بعضها فروعاً فريدة من شجرة الحياة التطورية والكثير منها لم يُكتشف بعد، بسبب تدمير موائلها<sup>18</sup>. كما أن فقداناً إضافياً ربما يكون غير قابل للعكس للتنوع البيولوجي في المناطق المحيطة بمواقع التعدين مُحتمل جداً<sup>19</sup>.
- ستؤثر الرواسب الرشيبة الناتجة عن بعض أشكال التعدين (إعتماداً على النطاق والتكنولوجيا) على العديد من الكائنات الحية في محيط التعدين المباشر، وقد تكون لها أيضاً آثار مباشرة بعيدة المدى على التنوع البيولوجي، وجودة المياه، ومصائد الأسماك لمئات الكيلومترات في جميع الاتجاهات<sup>20</sup>.
- يمكن للسموم التي تُطلق بسبب التعدين أن تدخل عمود الماء، مما يقتل بعض الحيوانات البحرية في المحيط المباشر<sup>21</sup>.

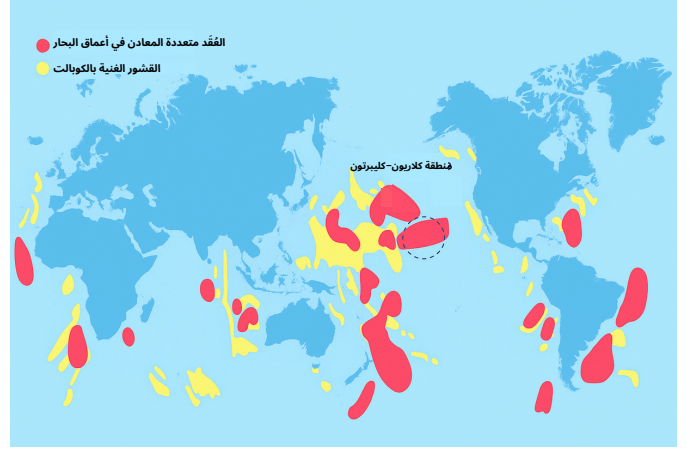
## اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار والسلطة الدولية لقاع البحار

اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار هي معاهدة دولية توفر إطاراً قانونياً للأنشطة على المحيطات والبحار. تحدد مناطق الولاية البحرية وتؤكد أن قاع البحر وقاع المحيط خارج الولاية الوطنية (المعروفة باسم المنطقة) هي "تراث مشترك للإنسانية". تهدف المعاهدة إلى ضمان التقاسم العادل للموارد، والاستخدام المستدام للموارد البحرية مع حماية البيئة البحرية.

السلطة الدولية لقاع البحار (ISA) هي المنظمة التي من خلالها تقوم الدول الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار بتنظيم وتنفيذ ومراقبة الأنشطة في المنطقة. السلطة مكلفة بإعداد قواعد ولوائح وإجراءات مناسبة لضمان الحماية الفعالة للبيئة البحرية من الآثار الضارة التي قد تنشأ عن الأنشطة في المنطقة، وتعزيز البحث العلمي البحرية. يشمل هذا التكليف السلطة لتقديم تصاريح الاستكشاف والاستغلال للتعدين في أعماق البحار، ولوضع لوائح لتجنب الضرر على البيئة.

إن التأثيرات غير المباشرة على البيئة هي بشكل محتمل أوسع بكثير. قد يؤدي إنشاء الرواسب الرسبية إلى نشر المواد الضارة وتعطيل الأنظمة البيئية البحرية المترابطة إلى ما هو أبعد من مواقع الاستخراج.<sup>22</sup> قد يؤثر الصجيج والضوء والاهتزاز الناتج عن بعض تقنيات التعدين على مئات الأميال خارج موقع الاستغلال، مما يعطل الموائل البحرية ويؤثر على أنماط هجرة الأسماك والتدييات البحرية.<sup>23</sup> يمكن أن يكون الضرر على الأنظمة البيئية في منتصف الماء فوق مواقع التعدين في أعماق البحار واسعاً أيضاً.<sup>24</sup> لم يتم بعد دراسة التراكم البيولوجي للمواد الخطرة في مصايد الأسماك بشكل شامل، لكنه قد يؤثر على رفاهية الإنسان.<sup>25</sup>

تضم بعض المناطق ذات التركيز العالي للمعادن أيضاً تنوعاً أنواعياً عالياً وفريداً وغير مفهوم بشكل غير متناسب مقارنة بمناطق قاع البحر الأخرى، وتمثل موارد غذائية ومناطق استراحة رئيسية للأسماك المحيطية والسلاخ والتدييات. وجد مسح حديث أكثر من 5,000 تصنيف حيواني وقدر نرأها النوعي الإجمالي بحوالي 6,000 إلى 8,000 في منطقة "كلاريون-كليبرتون" (Clarion Clipperton Zone) وحدها.<sup>26</sup>



مخطط توضيحي لعملية التعدين في أعماق البحار (جورج شوحة)

إذا تعرّضت للتلف، فمن المحتمل أن تكون العديد من الأنظمة البيئية والرواسب المعدنية في قاع البحر العميق بيئة جداً في التعافي، إن تعافت على الإطلاق. إن نفس الخصائص البيولوجية التي تسمح للكائنات الحية بالتكيف مع الظروف القاسية للغاية (على سبيل المثال: معدلات النمو والتكاثر المنخفضة) تجعلها أيضاً غير متحملة للإضطرابات وبيئة التعافي.<sup>27</sup> فالعقيدات، على سبيل المثال، تتشكل على مدار ملايين السنين. قد لا تعود الحياة البحرية التي تعتمد على العقيدات كموطن أبداً أو تنقرض إذا تم تدمير العقيدات أو تضررها. تستغرق الشعاب المرجانية التي تعيش على قشور الكوبالت آلاف السنين للتشكل لكنها ستدمر فوراً بواسطة العديد من تقنيات التعدين في أعماق البحار.<sup>28</sup> تعدد حقول الحرارة المائية الجوفية في أعماق البحار موطناً لبعض أفراد التنوع البيولوجي على الكوكب.<sup>29</sup> يستحيل معرفة النطاق الكامل لإثار تدميرها بشكل مؤكد بناءً على معرفة اليوم.<sup>30</sup>

إن الكثير من الحياة البحرية في هذه المناطق فريد وقد استخدم لإنتاج حلول مهمة لرفاهية الإنسان، بما في ذلك علاجات السرطان واللقاحات.<sup>31</sup> قد يؤدي تدمير عدد غير معلوم من أشكال الحياة - التي لم يكتشف الكثير منها أو يختبر بعد - إلى إغلاق أحد أهم مصادر الاكتشافات الطبية حتى الآن. إن فائدة هذه الكائنات لرفاهية الإنسان ليست سوى جزء من القصة؛ فهي أيضاً أجزاء أساسية من الأنظمة البيئية البحرية الأوسع وقد يكون لتدميرها آثاراً تتجاوز بكثير مناطق التعدين المحلية.

فِي هَذَا السِّيَاقِ، فَإِنَّ السَّمَةَ السَّيَّادَةَ لِلتَّعْدِينِ فِي أَعْمَاقِ الْبِحَارِ هِيَ عَدَمُ الْبِقِينِ: لَدَيْنَا أُدْلَةٌ كَافِيَةٌ لِتَوْفَعِ آثَارِ الْإِكُولُوجِيَّةِ خَطِيرَةٍ جِدًّا، لَكِنَّنَا بِبَسَاطَةٍ لَا نَعْرِفُ مَدَى دَمَارِهَا وَلَيْسَ لَدَيْنَا أُدْلَةٌ عِلْمِيَّةٌ كَافِيَةٌ عَلَى أَنَّ تَدَابِيرَ التَّخْفِيفِ الْمُتَاحَةَ سَتَكُونُ كَافِيَةً لِصَدِّ أَحْظَرِ الْآثَارِ، وَالَّتِي مِنَ الْمُحْتَمَلِ أَنْ يَكُونَ بَعْضُهَا طَوِيلَ الْأَمَدِ أَوْ غَيْرَ قَابِلَةٍ لِلْعَكْسِ.<sup>38</sup>

## اللَّوَايِحُ الْحَالِيَّةُ

تَفْرُضُ الْمَادَّةُ 145 مِنْ اِتِّفَاقِيَّةِ الْأُمَمِ الْمُتَّحِدَةِ لِقَانُونِ الْبِحَارِ عَلَى الدُّوَلِ الْأَطْرَافِ جِمَايَةَ الْبِيئَةِ الْبَحْرِيَّةِ مِنَ الْآثَارِ الصَّارَةِ النَّاتِجَةِ عَنِ اِنْتِشَاطِهَا، لِمَصْلَحَةِ الْإِنْسَانِيَّةِ بِأَسْرِهَا.<sup>39</sup> كَمَا تَتَّصَمَنُ اِتِّفَاقِيَّاتٌ دَوْلِيَّةٌ أُخْرَى الْإِزَامَاتِ وَاضِحَةً بِجِمَايَةِ التَّنَوُّعِ الْبِيُولُوجِيِّ الْبَحْرِيِّ وَالْحِفَاطِ عَلَيْهِ.<sup>40</sup> وَمَعَ ذَلِكَ، لَمْ تُسْفِرِ الْعَمَلِيَّةُ الْجَارِيَّةُ ضَمْنَ السُّلْطَةِ الدَّوَلِيَّةِ لِقَاعِ الْبِحَارِ (ISA) حَتَّى الْآنَ عَنِ وُضْعِ أَهْدَافٍ مُحَدَّدَةٍ لِحِفَاطِ الْبِيئَةِ، وَلَا عَنِ تَعْرِيفِ وَاضِحٍ لِمُسْتَوَيَاتِ الصَّرَرِ الَّتِي يُمَكِّنُ اعْتِبَارُهَا خَطِيرَةً بِمَا يَكْفِي لِتَبْرِيرِ خَطَرٍ أَوْ تَقْيِيدِ التَّعْدِينِ فِي أَعْمَاقِ الْبِحَارِ. كَمَا لَمْ يَتِمَّ إِجْرَاءُ أَيِّ تَقْيِيمٍ عَالَمِيٍّ شَامِلٍ حَتَّى تَارِيخِهِ لِلنَّطَاقِ الْكَامِلِ لِلآثَارِ الْمُحْتَمَلَةِ لِلتَّعْدِينِ فِي أَعْمَاقِ الْبِحَارِ.<sup>41</sup> فِي الْوَاقِعِ، لَا تُوجَدُ حَالِيًّا مُصْطَلَحَاتٌ مُتَّفَقٌ عَلَيْهَا عَالَمِيًّا لِتَحْدِيدِ مَا يَعْنيهِ "جِمَايَةُ الْبِيئَةِ الْبَحْرِيَّةِ"، وَلَا عَتَبَاتٌ مُحَدَّدَةٌ لِلصَّرَرِ يُمَكِّنُ الْاِسْتِنَادَ إِلَيْهَا لِتَوْجِيهِ اللُّوَايِحِ، عَلَى الرَّغْمِ مِنْ أَنَّ بَصَارِيخَ الْاِسْتِكْشَافِ قَدْ مُنِحَتْ بِالْفِعْلِ. وَرَكَزَتْ الدَّوْرَةُ الْأَحَدُثُ لِلسُّلْطَةِ الدَّوَلِيَّةِ لِقَاعِ الْبِحَارِ جُرِيَّةً عَلَى بَحْثِ اِمْكَانِيَّةِ الْاِتِّفَاقِ عَلَى لُؤَايِحِ مُسْتَقْبَلِيَّةٍ لِلتَّعْدِينِ فِي أَعْمَاقِ الْبِحَارِ، وَعَلَى وُضْعِ تَعَارِيفٍ لِلصَّرَرِ الْبِيئِيِّ. وَمَعَ ذَلِكَ، فَمِنْ غَيْرِ الْمُحْتَمَلِ أَنْ يَتِمَّ اِعْتِمَادُ أَوْ تَصْدِيقُ هَذِهِ اللُّوَايِحِ قَبْلَ نِهَآيَةِ عَامِ 2025 عَلَى أَقْرَبِ تَقْدِيرٍ. وَحَتَّى فِي خَالِ اِعْتِمَادِهَا، فَإِنَّ هَذِهِ اللُّوَايِحِ سَتَنْطَبِقُ فَقَطْ عَلَى "الْمِنْطَقَةِ" خَارِجِ الْوِلَايَةِ الْوَطْنِيَّةِ، دُونَ أَنْ تُقَيَّدَ قُدْرَةُ الدُّوَلِ عَلَى مَرَاوَلَةِ اِنْتِشَاطِ التَّعْدِينِ فِي أَعْمَاقِ الْبِحَارِ دَاخِلَ مَنَاطِقِهَا الْاِقْتِصَادِيَّةِ الْخَالِصَةِ.<sup>42</sup>

هُنَاكَ أُدْلَةٌ نَاشِئَةٌ عَلَى أَنَّ التَّعْدِينِ فِي أَعْمَاقِ الْبِحَارِ يُمَكِّنُ أَنْ يُعْظَلَ عَمَلِيَّةُ اِنْتِطَاقِ الْكَرْبُونِ لِلْمُحِيطَاتِ، وَمَا قَدْ يُسَاهِمُ فِي الْاِحْتِبَاسِ الْبَحْرِيِّ الْعَالَمِيِّ.<sup>32</sup> تَخْزُنُ الرَّوَابِسُ الْبَحْرِيَّةُ أَكْثَرَ مِنْ ضِعْفِي الْكَرْبُونِ الَّتِي تَخْزِنُهُ التُّرْبُ الْبَرِّيَّةُ. لَقَدْ تَبَيَّنَ بِالْفِعْلِ أَنَّ تَعْطِيلَ قَاعِ الْبَحْرِ الْعَمِيقِ يَفْقُلُ مِنْ قُدْرَاتِهِ عَلَى اِنْتِطَاقِ الْكَرْبُونِ وَامْتِصَاصِ الْمِيثَانَ. وَفِي جِبْنَ أَنَّهُ يَبْدُو مِنْ غَيْرِ الْمُحْتَمَلِ أَنْ يَحْدُثَ "اِعَادَةُ تَمْعُدُنِ" وَاسِعَةُ النَّطَاقِ لِلْكَرْبُونِ مَرَّةً أُخْرَى فِي الْغِلَافِ الْجَوِّيِّ، فَإِنَّ التَّأثيرَاتِ عَلَى وَطَيْفَةِ اِحْتِجَازِ الْكَرْبُونِ لِلْمُحِيطَاتِ غَيْرِ مُوَكَّدَةٍ.<sup>33</sup> هُنَاكَ بَعْضُ الْأُدْلَةِ الْجَدِيدَةِ وَغَيْرِ الْمُتَحَقِّقِ مِنْهَا بَعْدَ عَلَى "الْاَكْسُجِينِ الْمُظْلِمِ"، أَوْ الْاَكْسُجِينِ الَّتِي يَنْتُجُ فِي أَعْمَاقِ الْمُحِيطِ دُونَ صَوِّ الشَّمْسِ، وَمَا يَتَّحَدَّى الْاِفْتِرَاصَاتِ الْقَدِيمَةَ حَوْلَ كَيْفِيَّةِ اِنْتِشَاطِ الْاَكْسُجِينِ عَلَى الْأَرْضِ. يُشِيرُ اِنْتِجَاجُ الْاَكْسُجِينِ هَذَا، لِأَسْبَابٍ عَلَى سَطْحِ الْعُقَيْدَاتِ، إِلَى اِمْكَانِيَّاتِ الَّتِي لَمْ تُسْتَكْشَفْ بَعْدَ لِهَذِهِ الْاُنْظَمَةِ الْبِيئِيَّةِ.<sup>34</sup>

يِ الْوَاقِعِ، قَدْ نَكُونُ نُقْلُ بِشَدَّةٍ مِنَ التَّقْدِيرِ لِلآثَارِ الْأَوْسَعِ لِلتَّعْدِينِ فِي أَعْمَاقِ الْبِحَارِ.<sup>35</sup> قَدْ نُخْفِي التَّصَوُّرَاتِ حَوْلَ التَّأثيرِ الْمَحْدُودِ، وَمَنَاطِقِ التَّعْدِينِ الصَّغِيرَةِ، وَوَفْرَةِ مَنَاطِقِ قَاعِ الْبَحْرِ الْعَمِيقِ غَيْرِ الْمُسْتَكْشَفَةِ "آثَارِ التَّسْلُسُلِ" الْهَائِلَةِ لِلْاِحْطِرَاطَاتِ الْمَحَلِّيَّةِ عَلَى الْاُنْظَمَةِ الْبِيئِيَّةِ الْمُتَرَابِطَةِ. يُمَكِّنُ التَّخْفِيفُ مِنْ بَعْضِ الْمَخَاطِرِ، بِمَا فِي ذَلِكَ عَنِ طَرِيقِ تَصْمِيمِ أَدَوَاتِ تَعْدِينٍ أَقْلَ اِزْعَاجًا، أَوْ تَصْفِيَةِ الرَّوَابِسِ مِنَ الْمَوَادِّ السُّمِّيَّةِ، أَوْ تَقْلِيلِ الصَّجِيحِ وَالصَّوِّ النَّاتِجِ.<sup>36</sup> يُمَكِّنُ أَنْ يَلْعَبَ تَخْصِيصُ الْمَنَاطِقِ الْمَحْمُومَةِ (مِثْلُ مَنَاطِقِ الْاِهْتِمَامِ الْبِيئِيِّ الْخَاصِّ)، أَوْ اِنْتِشَاطِ مُرَاقَبَةٍ مُسْتَقْلِلَةٍ أَوْ "مَنَاطِقِ مَرَجِعِيَّةٍ" أَوْ "حُظِّ اِسْتِثْنَاءِ" مُصَمَّمَةً جَيِّدًا لِتَقْيِيمِ آثَارِ التَّعْدِينِ، دُورًا فِي الْحَدِّ مِنَ الْمَخَاطِرِ الَّتِي يُشَكِّلُهَا التَّعْدِينُ. يُمَكِّنُ اِلْخِيَارَاتِ الْاِسْتِعَادَةِ النُّشِطَةِ أَوْ غَيْرِ الْمَدْعُومَةِ لِلْمَنَاطِقِ الْمُتَصَرَّرَةِ مِنَ التَّعْدِينِ أَنْ تَحُدَّ أَيْضًا مِنَ الْاَثَارِ الْبِيئِيَّةِ الْأَوْسَعِ، إِذَا تَبَتَّتْ فَعَالِيَّتُهَا وَتَمَّ التَّغْلِبُ عَلَى عَقَبَاتِ التَّكَالِيفِ الْبَاهِظَةِ.<sup>37</sup>

## إِعْتِبَارَات

إِسْتِنَادًا إِلَى الْفَهْمِ الْعِلْمِيِّ الْحَالِيِّ لِلآثَارِ الْمُحْتَمَلَةِ لِلتَّعْدِينِ فِي أَعْمَاقِ الْبِحَارِ، يُلَاحِظُ الْمَجْلِسُ الْإِعْتِبَارَاتِ التَّالِيَةَ

### ١. تطبيق مبدأ الحيطة

يُعدُّ مبدأ الحيطة أو نهج الحيطة مبدأً مُوجَّهًا في القانون الدولي وهو مُدرج صراحة في العديد من الاتفاقيات والصكوك الدولية. وفي الحالات التي توجد فيها مخاطر بوقوع أضرار جسيمة أو غير قابلة للعكس، ينص مبدأ الحيطة على أن الافتقار إلى اليقين العلمي الكامل لا ينبغي استخدامه كذريعة لتأجيل اتخاذ تدابير فعالة من حيث التكلفة لمنع التدهور البيئي. واستنادًا إلى المعارف العلمية المتاحة حاليًا، يندرج التعدين في أعماق البحار بوضوح ضمن سيناريو يتسم بارتفاع المخاطر ودرجة عالية من عدم اليقين. ونظرًا لهذه المخاطر، وللطابع المحتمل غير القابل للعكس لبعض الآثار، وللجهود المتزايدة التي تبذلها شركات التعدين لبدء العمليات على المدى القصير، دعا عدد متزايد من العلماء والمنظمات البيئية والحكومات والشركات إلى شكل من أشكال «التوقف المؤقت» أو الوقف الاختياري للتعدين في أعماق البحار، إلى حين توفر أدلة علمية واضحة تثبت عدم وقوع أضرار جسيمة. ولا يوجد إجماع علمي حول هذه المسألة.<sup>44</sup>

### ٢. التقييم الشامل لآثار التعدين في أعماق البحار

يُعدُّ عَدَمُ اليقين المُحيط بالآثار المُحتملة للتعدين في أعماق البحار أحد أبرز التحدّيات الرئيسيّة. ولمعالجة ذلك، أوصى تقريرٌ صادرٌ بإجراء تقييم شامل ومُستقلّ (UNEP) عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة للأنشطة والآثار المُحتملة للتعدين في أعماق البحار.<sup>46</sup> ومن منظورٍ علميٍّ، من شأن هذا التقييم أن يُبَاهِمَ في وضع نقطة مرجعيّةٍ أساسيّةٍ لفهمنا للآثار المُباشرة، وللآثار غير المُباشرة الناتجة عن اضطراب النظم البيئيّة المُترابطة.<sup>47</sup> كما من شأن تقييمٍ مثل هذا أن يُيسّر مُقارنّة الآثار البيئيّة للتعدين في أعماق البحار مع تلك الناتجة عن التعدين البرّي، وأن يُفضي إلى توصياتٍ عمليّةٍ مُلموسة، ولا سيّما فيما يتعلّق بتدابير التخفيف.<sup>48</sup>

### ٣. الأهداف والتعاريف البيئية

من منظورٍ علميٍّ، سيتطلب تجنّب المخاطر المذكورة أعلاه عبر تنظيم التعدين في أعماق البحار داخل «المنطقة» تعريفًا مقبولًا عالميًا ومُستندًا إلى العلم لما يُشكّل «ضررًا بيئيًا» ذا صلة بالمادة 145 من اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار، على أن يسبقه تحديدٌ مجموعة متفق عليها من أهداف حماية البيئة.<sup>49</sup> وسيكون التقييم العلميّ المستقلّ المقترح أعلاه لقاع البحر وقابليته للتعرّض للتعدين في أعماق البحار ضروريًا لوضع تلك الأهداف وتعريف الضرر البيئي، نظرًا لكثرة الآثار غير المُباشرة للتعدين.<sup>50</sup> ولضمان إنتاج أدلة دقيقة حول الآثار، أشار العديد من الخبراء إلى الحاجة لتوسيع نطاق أصحاب المصلحة المشاركين، على سبيل المثال عبر تضمين آراء مجموعة أوسع من العلماء المستقلين، ومجتمعات السكان الأصليين، ومجتمعات الصيد الساحلية، وغيرهم.<sup>51</sup>

### ٤. ضرورة التعدين في أعماق البحار

حتّى اليوم، لا يوجد إجماعٌ علميٌّ يُشير إلى أن التعدين في أعماق البحار ضروريٌّ للإستجابة للطلب على المعادن الحرّة. تُشير بعض التقديرات إلى أن الإحتياجات المُتوقّعة قد تُلبى عن طريق الإستخراج البرّي و/أو الإستخدام الأكثر كفاءة للموارد القائمة مع الإشارة إلى أن جميع أشكال الإستخراج لها تبعات بيئيّة.<sup>52</sup> إن تقيّمًا علميًّا مُستندًا إلى أفضل البيانات المُتاحة قد يُمكن من تحليل أكثر صرامة للمفاضلات بين الموارد البحريّة والبرّيّة والخيارات الأخرى للتخفيف من تغيّر المناخ.<sup>53</sup>

### ٥. إعادة تدوير المعادن الحرّة

من منظورٍ تقنيٍّ، يُمكن سدّ جزءٍ من نقص إمدادات المعادن الحرّة من خلال تحسين الإستخدام، وإعادة الإستخدام، وتثمين المخزونات القائمة.<sup>54</sup> ويُحيط المجلس علمًا بالمُفترحات الرامية إلى تطوير إطارٍ تنظيميٍّ عالميٍّ تشجيعيٍّ لإعادة التدوير، بهدف تقليل الطلب التجاريّ على التعدين في أعماق البحار وغيره من أشكال الإستغلال.<sup>55</sup> وتتناول بعض المُفترحات أوجه القصور في استخدام الموارد والتكنولوجيات التي تُساعد على تقليل الإعتِماد على المعادن الحرّة.<sup>56</sup>

1 This brief represents the views of the independent scientists on the Scientific Advisory Board. It does not necessarily reflect the UN's position or those of network institutions. The UN Office of Legal Affairs was consulted on the legal aspects of this brief, and the ISA was consulted on institutional matters, though any views here represent only those of the Scientific Advisory Board. Mention of a commercial company or product in this document does not imply endorsement by the UN or the authors. The use of information from this document for publicity or advertising is not permitted. Trademark names and symbols are used in an editorial fashion with no intention on infringement of trademark or copyright laws. We regret any errors or omissions that may have been unwittingly made.

2 Hein, J. et al., "Deep-ocean mineral deposits as a source of critical metals for high- and green-technology applications: comparison with land-based resources," *Ore Geology Reviews* 51 (2013): 1–14; European Science Academies Science Advisory Council, "Deep-Sea Mining: assessing evidence on future needs and environmental impacts," June 2023, available at: [https://easac.eu/fileadmin/user\\_upload/EASAC\\_Deep\\_Sea\\_Mining\\_Web\\_publication\\_.pdf](https://easac.eu/fileadmin/user_upload/EASAC_Deep_Sea_Mining_Web_publication_.pdf); Cunningham, A., "Assessing the feasibility of deep-seabed mining of polymetallic nodules in the Area of seabed and ocean floor beyond the limits of national jurisdiction, as a method of alleviating supply-side issues for cobalt to US markets," *Mineral Economics* (2022): 1-20.

3 Lundaev, Vitalii, et al. "Review of critical materials for the energy transition, an analysis of global resources and production databases and the state of material circularity." *Minerals Engineering* 203 (2023): 108282; Calderon, J. L., et al. "Critical mineral demand estimates for low-carbon technologies: What do they tell us and how can they evolve?." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 189 (2024): 113938. International Seabed Authority, "Technical Study 32. Study of the potential impact of polymetallic nodules production in the Area on the economies of developing land-based producers of those metals which are likely to be most seriously affected," (2022), available at <https://www.isa.org.jm/publications/21773/>.

4 Spoorthy Raman, *Mining the sea floor: Implications for biodiversity*, *BioScience*, Volume 73, Issue 5, May 2023, Pages 324–330, <https://doi.org/10.1093/biosci/biad020>; Niner, Holly J., et al. "Deep-sea mining with no net loss of biodiversity—an impossible aim." *Frontiers in Marine Science* 5 (2018): 53; Smith, Craig R., et al. "Deep-sea misconceptions cause underestimation of seabed-mining impacts." *Trends in Ecology & Evolution* 35.10 (2020): 853-857; Drazen, Jeffrey C., et al. "Midwater ecosystems must be considered when evaluating environmental risks of deep-sea mining." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117.30 (2020): 17455-17460; Amon, Diva J., et al. "Assessment of scientific gaps related to the effective environmental management of deep-seabed mining." *Marine Policy* 138 (2022): 105006. See also, Díaz, S., & Malhi, Y. (2022). *Biodiversity: Concepts, patterns, trends, and perspectives*. *Annual Review of Environment and Resources*, 47, 31-63; Díaz, S., Settele, et al., "Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change," *Science*, 366 (2019): 6471.

5 UNEP Issues Note, "Deep-Sea Mining: The environmental implications of deep-sea mining need to be comprehensively assessed," 6 May 2024.

6 E. Silva, "Deep sea mining initiatives expanding to reach national waters," S&P Market Intelligence Report, January 2024, available at: <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/deep-sea-mining-initiatives-expanding-reach-to-national-waters-80049135>.

7 See, Norwegian Offshore Directorate, "Environmental Impact Assessment," available at: <https://www.sodir.no/en/facts/seabed-minerals/environmental-impact-assessment/>; Earth.org, "Norway opens door to deep-sea mining exploration in the Arctic, but at what cost?" January 2024, available at: [https://earth.org/norway-deep-sea-mining-exploration-environmental-cost/#:~:text=This%20proposal%20was%20finally%20approved,door%20to%20deep%2Dsea%20mining.](https://earth.org/norway-deep-sea-mining-exploration-environmental-cost/#:~:text=This%20proposal%20was%20finally%20approved,door%20to%20deep%2Dsea%20mining.;); see also, <https://www.bbc.com/news/articles/c9wlj8l8kr7o>.

8 See, Pew Trusts, "Enforcement of Deep-Sea Mining Regulations: Unpacking the Tangle of Overlapping Jurisdictions in International Waters," February 2024, available at: <https://www.pewtrusts.org/en/research-and-analysis/white-papers/2024/02/enforcement-of-deep-sea-mining-regulations-unpacking-the-tangle-of-overlapping-jurisdictions>; Herbert Smith Freehills report, available at: <https://www.herbertsmithfreehills.com/insights/2024-04/navigating-the-depths-regulating-and-funding-deep-sea-mining>.

9 European Commission Communique, "Setting the course for a sustainable blue planet," June 2022, available at [https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/publications/setting-course-sustainable-blue-planet-joint-communication-eus-international-ocean-governance-agenda\\_en](https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/publications/setting-course-sustainable-blue-planet-joint-communication-eus-international-ocean-governance-agenda_en).

10 See International Seabed Authority, <https://www.isa.org.jm/exploration-contracts/>; see also, Williams, R., et al., "Noise from deep-sea mining may span vast ocean areas," *Science*, 377 (2022), 157-158.

11 A. Kozul-Wright, "Nauru prepares to mine deep seas in big climate controversy," *Al Jazeera*, 9 July 2023.

12 <https://investors.metals.co/news-releases/news-release-details/tmc-announces-june-27-2025-submission-date-subsiary-noris-isa>

13 International Seabed Authority, "Decision of the Council of the International Seabed Authority relating to the review of the environmental management plan for the Clarion-Clipperton Zone," ISBA 26/C/58. See also, Kaker, S. et al, "Biodiversity of the Clarion Clipperton Fracture Zone. *Marine Biodiversity* 47 (2017): 259–264.

14 E. Alberts, "Deep-sea mining's future still murky as negotiations end on mixed note," *Mongabay*, April 2024, available at: <https://news.mongabay.com/2024/04/deep-sea-minings-future-still-murky-as-negotiations-end-on-mixed-note/>; E. Alberts, "Deep-sea mining rules delayed two more years; future remains unclear," *Mongabay*, July 2023, available at: <https://news.mongabay.com/2023/07/deep-sea-mining-rules-delayed-two-more-years-mining-start-remains-unclear/>;

15 See, Blanchard, Catherine, et al. "The current status of deep-sea mining governance at the International Seabed Authority," *Marine Policy* 147 (2023): 105396; Loureiro, Gabriel, et al. "A Survey of Seafloor Characterization and Mapping Techniques." *Remote Sensing* 16.7 (2024): 1163. For updated mapping on exploration, see the International Seabed Authority page, available at <https://www.isa.org.jm/exploration-contracts/maps/>.

16 See, e.g., Guo, Xingsen, et al. "Deep seabed mining: Frontiers in engineering geology and environment." *International Journal of Coal Science & Technology* 10.1 (2023): 23; Liu, Zenghui, et al. "Deep-sea rock mechanics and mining technology: State of the art and perspectives." *International Journal of Mining Science and Technology* 33.9 (2023): 1083-1115; Sitlhou, Lamjahao, and Parthasarathi Chakraborty. "Comparing deep-sea polymetallic nodule mining technologies and evaluating their probable impacts on deep-sea pollution." *Marine Pollution Bulletin* 206 (2024): 116762; Agarwala, Nitin. "Using robotics to achieve ocean sustainability during the exploration phase of deep seabed mining." *Marine Technology Society Journal* 57.1 (2023): 130-150; Pinheiro, Marlene, et al. "Stressors of emerging concern in deep-sea environments: microplastics, pharmaceuticals, personal care products and deep-sea mining." *Science of The Total Environment* 876 (2023): 162557.

17 Thurber, A.L. et al., "Ecosystem function and services provided by the deep sea," *Biosciences* 11 (2014): 3941–3963; Kaiser, Stefanie, Craig R. Smith, and Pedro Martinez Arbizu. "biodiversity of the clarion clipperton fracture zone." *Marine Biodiversity* 47 (2017): 259-264; Rabone, Muriel, et al. "How many metazoan species live in the world's largest mineral exploration region?." *Current biology* 33.12 (2023): 2383-2396;

18 See, e.g., Amon, D. J., Ziegler, A. F., Dahlgren, T. G., Glover, A. G., Goineau, A., Gooday, A. J., ... & Smith, C. R. (2016). Insights into the abundance and diversity of abyssal megafauna in a polymetallic-nodule region in the eastern Clarion-Clipperton Zone. *Scientific Reports*, 6(1), 1-12.

19 See, e.g., C. L. Van Dover, J. A. Ardron, E. Escobar, M. Gianni, K. M. Gjerde, A. Jaeckel, D. O. B. Jones, L. A. Levin, H. J. Niner, L. Pendleton, C. R. Smith, T. Thiele, P. J. Turner, L. Watling and P. P. E. Weaver. Biodiversity loss from deep-sea mining. *Nature Geoscience*. June 2017; Holly J. Niner, Jeff A. Ardron, Elva G. Escobar, Matthew Gianni, Aline Jaeckel, Daniel O. B. Jones, Lisa A. Levin, Craig R. Smith, Torsten Thiele, Phillip J. Turner, Cindy L. Van Dover, Les Watling, Kristina M. Gjerde. Deep-sea mining with no net loss of biodiversity—an impossible aim. *Frontiers in Marine Science*, March 2018. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00053>

20 See, e.g., Peacock, Thomas, and Raphael Ouillon. "The fluid mechanics of deep-sea mining." *Annual Review of Fluid Mechanics* 55.1 (2023): 403-430; Chen, Si-Yuan Sean, et al. "Oceanic bottom mixed layer in the Clarion-Clipperton zone: potential influence on deep-seabed mining plume dispersal." *Environmental Fluid Mechanics* 23.3 (2023): 579-602; Stenvers, Vanessa I., et al. "Experimental mining plumes and ocean warming trigger stress in a deep pelagic jellyfish." *Nature Communications* 14.1 (2023): 7352; Muñoz-Royo, Carlos, et al. "Extent of impact of deep-sea nodule mining midwater plumes is influenced by sediment loading, turbulence and thresholds." *Communications Earth & Environment* 2.1 (2021): 148; Spearman, Jeremy, et al. "Measurement and modelling of deep sea sediment plumes and implications for deep sea mining." *Scientific reports* 10.1 (2020): 5075; Helmons, Rudy, et al. "Dispersion of benthic plumes in deep-sea mining: What lessons can be learned from dredging?." *Frontiers in earth science* 10 (2022): 868701; Sha, Fei, et al. "A review on plumes generation and evolution mechanism during deep-sea polymetallic nodules mining." *Ocean Engineering* 298 (2024): 117188.

21 For more on these impacts, see, Orcutt, B. et al., "Impacts of deep-sea mining on microbial ecosystem services," *Limnology and Oceanography* 65, no. 7 (2020): 1489-1510; Roche, Charles, and Sarah Bice, "Anticipating social and community impacts of deep sea mining," *Deep Sea Minerals and the Green Economy* 2 (2013): 59-80; Jones, Daniel, Diva Amon, and Abbie Chapman, *Deep-sea mining: processes and impacts* (Oxford University Press, 2020); Haffert, L., et al., "Assessing the temporal scale of deep-sea mining impacts on sediment biogeochemistry," *Biogeosciences* 17, no. 10 (2020): 2767-2789; Williams, R. et al., "Noise from deep-sea mining may span vast ocean areas," *Science* 377, no. 6602 (2022): 157-158; Cormier, R. and Lonsdale J., "Risk assessment for deep sea mining: An overview of risk," *Marine Policy* 114 (2020): 103485; Haeckel, M., et al., "Environmental Impacts of Deep Seabed Mining," In *New knowledge and changing circumstances in the law of the Sea*, pp. 327-340 (Brill Nijhoff, 2020); Gilbert, N., "Complex deep-sea expeditions try to size up seabed mining impacts," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 121, no. 15 (2024): e2404667121.

22 See, Van Der Grient, J. M. A., and J. C. Drazen. "Potential spatial intersection between high-seas fisheries and deep-sea mining in international waters." *Marine Policy* 129 (2021): 104564.

- 23 Levin, L.A. et al., "Defining "serious harm" to the marine environment in the context of deep-seabed mining," *Marine Policy* 74 (2016): 245–259; Van Dover, C.L. et al., "Biodiversity loss from deep-sea mining," *Nature Geoscience* 10 (2017): 464–465; Weaver, P.P.E. et al. (2022). Assessing plume impacts caused by polymetallic nodule mining vehicles. *Marine Policy* 139, 105011; European Science Academies Science Advisory Council, "Deep-Sea Mining: assessing evidence on future needs and environmental impacts," June 2023, available at: [https://easac.eu/fileadmin/user\\_upload/EASAC\\_Deep\\_Sea\\_Mining\\_Web\\_publication\\_.pdf](https://easac.eu/fileadmin/user_upload/EASAC_Deep_Sea_Mining_Web_publication_.pdf).
- 24 Drazen, Jeffrey C., et al. "Midwater ecosystems must be considered when evaluating environmental risks of deep-sea mining." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117.30 (2020): 17455-17460.
- 25 Hauton, Chris, et al. "Identifying toxic impacts of metals potentially released during deep-sea mining—a synthesis of the challenges to quantifying risk." *Frontiers in Marine Science* 4 (2017): 368; Simpson, Stuart L., and David A. Spadaro. "Bioavailability and chronic toxicity of metal sulfide minerals to benthic marine invertebrates: implications for deep sea exploration, mining and tailings disposal." *Environmental science & technology* 50.7 (2016): 4061-4070; Martins, Irene, et al. "A modelling framework to assess multiple metals impacts on marine food webs: relevance for assessing the ecological implications of deep-sea mining based on a systematic review." *Marine Pollution Bulletin* 191 (2023): 114902.
- 26 Rabone M, Wiethase JH, Simon-Lledó E, Emery AM, Jones DOB, Dahlgren TG, Bribiesca-Contreras G, Wiklund H, Horton T, Glover AG. How many metazoan species live in the world's largest mineral exploration region? *Curr Biol.* 2023 Jun 19;33(12):2383-2396.e5. doi: 10.1016/j.cub.2023.04.052. Epub 2023 May 25. PMID: 37236182. Ramírez-Llodra E, Brandt A, Danovaro R, De Mol B, Escobar E, et al. 2010. Deep, diverse and definitely different: unique attributes of the world's largest ecosystem. *Biogeosciences* 7:2851–99
- Vanreusel A, Hilario A, Ribeiro PA, Menot L, Arbizu PM. 2016. Threatened by mining, polymetallic nodules are required to preserve abyssal epifauna. *Sci. Rep.* 6:26808
- Rowden AA, Schlacher TA, Williams A, Clark MR, Stewart R, et al. 2010. A test of the seamount oasis hypothesis: Seamounts support higher epibenthic megafaunal biomass than adjacent slopes. *Mar. Ecol.* 31:95–106
- Garrigue C, Clapham PJ, Geyer Y, Kennedy AS, Zerbini AN. 2015. Satellite tracking reveals novel migratory patterns and the importance of seamounts for endangered South Pacific humpback whales. *R. Soc. Open Sci.* 2:150489
- Morato T, Miller PI, Dunn DC, Nicol SJ, Bowcott J, Halpin PN. 2016. A perspective on the importance of oceanic fronts in promoting aggregation of visitors to seamounts. *Fish Fish.* 17:1227–33.
- 27 Díaz, S., & Malhi, Y., "Biodiversity: Concepts, patterns, trends, and perspectives," *Annual Review of Environment and Resources*, 47 (2022): 31-63.
- 28 Carreiro-Silva M, Andrews AH, Braga-Henriques A, de Matos V, Porteiro FM, Santos RS. 2013. Variability in growth rates of long-lived black coral *Leiopathes* sp. from the Azores. *Mar. Ecol. Progr.* 473:189–99; Vanreusel, A., Hilario, A., Ribeiro, P. et al. Threatened by mining, polymetallic nodules are required to preserve abyssal epifauna. *Sci Rep* 6, 26808 (2016). <https://doi.org/10.1038/srep26808>; Carreiro-Silva M, Andrews AH, Braga-Henriques A, de Matos V, Porteiro FM, Santos RS. 2013. Variability in growth rates of long-lived black coral *Leiopathes* sp. from the Azores. *Mar. Ecol. Progr.* 473:189–99.
- 29 Zhou, Y.D., Chen, C., Zhang, D.S., Wang, Y.J., Watanabe, H.K., Sun, J., Bissessur, D., Zhang, R.Y., Han, Y.R., Sun, D., Xu, P., Lu, B., Zhai, H.C., Han, X.Q., Tao, C.H., Qiu, Z.Y., Sun, Y.A., Liu, Z.S., Qiu, J.W., Wang, C.S., 2022. Delineating biogeographic regions in Indian Ocean deep-sea vents and implications for conservation. *Divers Distrib* 28(12), 2858-2870. doi.org/10.1111/ddi.13535.
- 30 Ramírez-Llodra E, Brandt A, Danovaro R, De Mol B, Escobar E, et al. 2010. Deep, diverse and definitely different: unique attributes of the world's largest ecosystem. *Biogeosciences* 7:2851–99.
- 31 Marcus M., "Deep Sea Discoveries and Global Health," *Think Global Health*, January 2023; Russo, P., Del Bufalo, A., & Fini, M. (2015). Deep sea as a source of novel-anticancer drugs: Update on discovery and preclinical/clinical evaluation in a systems medicine perspective. *EXCLI journal*, 14, 228; Saide, A., Lauritano, C., & Ianora, A., "A treasure of bioactive compounds from the deep sea," *Biomedicines*, 9(11) (2021): 1556.
- 32 Vonnahme, T.R. et al., "Effects of a deep-sea mining experiment on seafloor microbial communities and functions after 26 years," *Science Advances* 6 (18) (2020).
- 33 Ruff, S.E. et al., "In situ development of a methanotrophic microbiome in deep-sea sediments," *ISME Journal* 13 (2019): 197–213; Sweetman, A.K. et al., "Key role of bacteria in the short-term cycling of carbon at the abyssal seafloor in a low particulate organic carbon flux region of the eastern Pacific Ocean," *Limnology and Oceanography* 64 (2019): 694–713; Stratmann, T. et al., "Abyssal plain faunal carbon flows remain depressed 26 years after a simulated deep-sea mining disturbance," *Biogeosciences* 15 (2019): 4131–4145.
- 34 Sweetman, A.K., Smith, A.J., de Jonge, D.S.W. et al. Evidence of dark oxygen production at the abyssal seafloor. *Nat. Geosci.* 17, 737–739 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41561-024-01480-8>.

---

35 See, Smith, C. R., et al., "Deep-sea misconceptions cause underestimation of seabed-mining impacts. *Trends in Ecology & Evolution*, 35(10) (2020): 853-857; Williams, R., et al., "Noise from deep-sea mining may span vast ocean areas," *Science*, 377 (2022): 157-158.

36 See, Billett, D.S.M. et al., "Improving environmental management practices in deep-sea mining. In: *Environmental Issues of Deep-Sea Mining* Sharma, R. (ed.) (2019): 403–446 (Springer, Cham).

37 See, Hallgren, Axel, and Anders Hansson. "Conflicting narratives of deep sea mining." *Sustainability* 13.9 (2021): 5261; Da Ros, Zaira, et al. "The deep sea: the new frontier for ecological restoration." *Marine Policy* 108 (2019): 103642; Van Dover, Cindy L., et al. "Ecological restoration in the deep sea: Desiderata." *Marine Policy* 44 (2014): 98-106; Cuvelier, Daphne, et al. "Potential mitigation and restoration actions in ecosystems impacted by seabed mining." *Frontiers in Marine Science* 5 (2018): 467.

38 Amon, D. J., et al. (2022). Assessment of environmental risks of deep-sea mining: Methodological advances and challenges. *Environmental Science & Policy*, 129, 36–48.

39 UNCLOS 145. The UN Office of Legal Affairs provided a longer description of these duties as follows: "Under the UN Convention on the Law of the Sea, coastal States have exclusive rights and jurisdiction in their territorial sea, exclusive economic zone and continental shelf. Coastal States also have obligations in respect of the protection and preservation of the marine environment in those zones, such as adopting laws and regulations to prevent, reduce and control pollution of the marine environment, including from seabed activities. Beyond the limits of national jurisdiction, the International Seabed Authority is the organization through which States Parties to the Convention organize, carry out and control activities in the Area, i.e., prospecting, exploration and exploitation of its mineral resources. As part of its mandate, the Authority is mandated to adopt appropriate rules, regulations and procedures to ensure effective protection of the marine environment from harmful effects which may arise from activities in the Area, and to promote marine scientific research. To date, the Authority has adopted regulations for exploration of mineral resources in the Area and is currently working to develop regulations for exploitation of those resources. It has also developed guidance on the assessment of environmental impacts arising from exploration for marine minerals in the Area, and is working to develop a standardized procedure for the development, establishment and review of regional environmental management plans (REMPs) in the Area." See also, Singh, Pradeep, and Aline Jaeckel. "Undermining by Mining? Deep Seabed Mining in Light of International Marine Environmental Law." (2024): 72-77; C.L. Van Dover, S. Arnaud-Haond, M. Gianni, S. Helmreich, J.A. Huber, A.L. Jaeckel, A. Metaxas, L.H. Pendleton, S. Petersen, E. Ramirez-Llodra, P.E. Steinberg, V. Tunnicliffe, H. Yamamoto. Scientific rationale and international obligations for protection of active hydrothermal vent ecosystems from deep-sea mining. *Marine Policy*, 90 (2018), pp. 20-28, 10.1016/j.marpol.2018.01.020

40 See, e.g., the 1992 Convention Biological Biodiversity, the 2012 Rio Convention on Sustainable Development, and the 2023 Biodiversity Beyond National Jurisdiction treaty. See also, General Assembly resolution 78/272: "Agreement under the United Nations Convention on the Law of the Sea on the Conservation and Sustainable Use of Marine Biological Diversity of Areas beyond National Jurisdiction" adopted on 24 April 2024. For a summary of these commitments, see, Deep Sea Conservation Coalition, "Deep-sea mining: international commitments," available at: [https://deep-sea-conservation.org/wp-content/uploads/2024/02/DSCC\\_FactSheet5\\_DSM\\_science\\_4pp\\_OCT17\\_23.pdf.pdf](https://deep-sea-conservation.org/wp-content/uploads/2024/02/DSCC_FactSheet5_DSM_science_4pp_OCT17_23.pdf.pdf)

41 See, Thomas, Katherine Reece. "Deep Seabed Mining: What Is to Be Done about the Regulatory Lacuna?." *Notre Dame J. Int'l Comp. L.* 14 (2024): 2; Hitchin, Becky, et al. "Thresholds in deep-seabed mining: A primer for their development." *Marine policy* 149 (2023): 105505.

42 While beyond the scope of this brief, it is worth noting that the ISA framework could potentially be used by large companies to exploit smaller developing countries. Under the ISA, "reserved" areas are partially set aside for developing countries, which often have limited capacities to explore or mine themselves. Large mining companies have begun to partner with smaller developing countries to use their status under the ISA to gain access to reserved areas, with tiny percentages going back to the state. See, Hallgren, A., & Hansson, A. (2021). Conflicting narratives of deep sea mining. *Sustainability*, 13(9), 5261; Lodge, M. W., & Verlaan, P. A. (2018). Deep-sea mining: international regulatory challenges and responses. *Elements: An International Magazine of Mineralogy, Geochemistry, and Petrology*, 14(5), 331-336; A. Kozul-Wright, "Nauru prepares to mine deep seas in big climate controversy," *Al Jazeera*, 9 July 2023.

43 See principle 15 of the Rio Declaration on Environment and Development, in the Report of the United Nations Conference on Environment and Development. UN Doc. A/CONF.151/26 (Vol. 1), 12 August 1992.

44 See, <https://deep-sea-conservation.org/solutions/no-deep-sea-mining/momentum-for-a-moratorium/governments-and-parliamentarians/>. IUCN statement available at: [https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/resrecfiles/WCC\\_2020\\_RES\\_122\\_EN.pdf](https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/resrecfiles/WCC_2020_RES_122_EN.pdf). See also, <https://www.pewtrusts.org/en/research-and-analysis/fact-sheets/2023/06/seabed-mining-moratorium-is-legally-required-by-un-treaty-legal-experts-find>.

45 Please see endnote 1 for the relevant disclaimers about the role of the Scientific Advisory Board.

46 See, <https://www.unep.org/resources/publication/deep-sea-mining>. See also, Deberdt, Raphael, and Cara BG James. "Self-governance at depth: The international seabed authority and verification culture of the deep-sea mining industry." *Resources Policy* 89 (2024): 104577.

---

50 See, Levin, L.A. et al., "Defining "serious harm" to the marine environment in the context of deep-seabed mining," *Marine Policy* 74 (2016): 245–259. See, <https://www.isa.org.jm/sessions/29th-session-2024/>; see also, <https://sdg.iisd.org/events/29th-session-of-the-international-seabed-authority-isa-assembly-and-council-part-ii/#:~:text=The%20Council%20will%20meet%20from,of%20Part%20XI%20of%20UNCLOS>.

51 Tilot, Virginie, et al. "Traditional dimensions of seabed resource management in the context of Deep Sea Mining in the Pacific: learning from the socio-ecological connectivity between island communities and the ocean realm." *Frontiers in Marine Science* 8 (2021): 637938; Reichelt-Brushett, Amanda, et al. "Deep seabed mining and communities: A transdisciplinary approach to ecological risk assessment in the South Pacific." *Integrated environmental assessment and management* 18.3 (2021): 664-673; Escobar, Elva, et al. "The necessity of traditional knowledge for management of deep-seabed mining." (2021).

52 See, Månberger, A. and Stenqvist, B., "Global metal flows in the renewable energy transition: Exploring the effects of substitutes, technological mix and development," *Energy Policy* 119 (2018): 226–241; Heffernan, O., "Seabed mining is coming — bringing mineral riches and fears of epic extinctions," *Nature* 571 (2019): 465–468.

53 For more resources on this topic, see, Haugan, Peter M., et al. "What Role for Ocean-Based Renewable Energy and Deep-Seabed Minerals in a Sustainable Future?." *The Blue Compendium: From Knowledge to Action for a Sustainable Ocean Economy*. Cham: Springer International Publishing, 2023. 51-89;

54 For more on this range of issues, see, Koese, Maarten, et al. "Self-sufficiency of the European Union in critical raw materials for E-mobility." *Resources, Conservation and Recycling* 212 (2025): 108009; Abbadi, Alaa, and Gábor Mucci. "A review on complex utilization of mine tailings: Recovery of rare earth elements and residue valorization." *Journal of Environmental Chemical Engineering* (2024): 113118; Seck, Gondia Sokhna, Emmanuel Hache, and Charlène Barnet. "Potential bottleneck in the energy transition: The case of cobalt in an accelerating electro-mobility world." *Resources Policy* 75 (2022): 102516; Nakhaei, Fardis, et al. "Progress, challenges, and perspectives of critical elements recovery from sulfide tailings." *Separation and Purification Technology* (2024): 128973.

55 See, Hagelüken, C. and Goldmann, D., "Recycling and circular economy—towards a closed loop for metals in emerging clean technologies," *Mineral Economics* 35 (2022): 539–562; Cimprich, A. et al., "The role of industrial actors in the circular economy for critical raw materials: a framework with case studies across a range of industries," *Mineral Economics* (2022), available at: <https://doi.org/10.1007/s13563-022-00304-8>; Hool, A. et al., "How companies improve critical raw material circularity: 5 use cases," *Mineral Economics* 35 (2022): 325–335.

56 See e.g., <https://www.reuters.com/breakingviews/pinch-salt-could-unsettle-electric-car-order-2024-02-07/>.