هيئة البيئة
ENVIRONMENT AUTHORITY

اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق

تقرير التقييم الأولي لسلطنة عُمان

٢٠٢٤

الملخص التنفيـــذي

يُعتبـر تلوث الزئبـق تحديًا عالميًا يهدد صحة الإنسـان وسلامـة البيئـة، إذ يُصنَّف ضمن أكثر الملوثات سُـميّة وخطـورة، وبناءًا على ذلك، أطلق برنامج الأمم المتحدة للبيئة عددًا مـن المبادرات لمعالجة هـذا التحدّي على المسـتويين الوطني والقطاعي، ومـن أبرزها "اتفاقية ميناماتـا بشـأن الزئبق"، وهـي اتفاقية بيئيـة متعددة الأطـراف تهدف إلى الحد مـن الانبعاثات والإطلاقات العالمية للزئبـق الناتجة تحديدًا عن الأنشـطة والمصادر البشرية، وبعد نقاشات مطولة استمرت لأكثر من خمسة عشـر عامًا، دخلت الاتفاقية حيز النفاذ في ١٦ أغسطس ٢٠١٧، واعتبـارًا من أغسـطس ٢٠٢٤، بلـغ عدد الدول الأطراف في الاتفاقية ١٤٨ دولة، وقد صادقت سلطنة عُمان علـى الاتفاقيـة بتاريخ ٢٨ مايـو ٢٠٢٠ بموجب المرسـوم السـلطاني رقم ٢٠٢٠/٥٨، وتم إسناد مهام ومسؤوليات الإلتزام بتنفيذ بنود وأحكام اتفاقية ميناماتا بشـأن الزئبق ومركباته إلى هيئة البيئـة وبالتعاون مع الجهات المعنية في سلطنة عمان.

في إطار هذه المسـؤولية، نفذّت هيئة البيئة مشروع التقييم المبدئي للزئبق ومركباته في سلطنة عمان في عـام ٢٠٢٢، وتـم خلال الدراسـة الجمع بيـن التحليلين الكمـي والنوعي، وقد شـملت الدراسـة علـى تنفيذ مسوحات ميدانية متعددة على مستوى الدولة، وتنظيم ورش عمـل ونـدوات، بالإضافة إلى جمـع البيانات من الجهـات المعنية مـن القطاعين الحكومـي والخاص، وكان الهدف الأساسـي من الدراسـة تقييم مستويات إطلاق الزئبـق، والمبـادرات الحاليـة، والتحديـات التي تواجهها الجهـات المختصة في معالجـة هذه القضية البيئية العالمية.

وقد أظهرت نتائج الدراسة بأن عملية إطلاق الزئبق في سـلطنة عُمان تتم من خلال عمليات استخراج واستخدام الوقود والزيوت المعدنية، وفي حالة عدم وجود أنظمة للتحكـم فـي الانبعاثـات، يـؤدي اسـتخراج الوقود الإحفـوري إلـى اطلاق الزئبق إلى الميـاه بكمية تبلغ ٨٠,٣٢ كغم/سـنة، بينما تسـبب عمليات تكرير الوقود الأحفـور بإطلاقات الزئبق ومركباته إلـى الهواء (١٠,٩ كغم/سـنة) وإلى الماء (٣٦,٠ كغم/سنة)، كما تساهم المركبات التي تسـتخدم الوقود الإحفوري في إطلاق ٧٢,٦ كغم زئبق/سـنة إلى الهواء، وفي عمليات تكرير الغـاز الطبيعي فتصل مسـتويات انبعاثـات الزئبق إلى الهواء ٧٨,٠ كغم/سـنة فـي حالة عدم وجـود آليات التحكم والفلترة وكذلك الضوابط والأدلة الفنية، كما أن من خلال اسـتخراج الزيوت المعدنية فيتم إطلاق ٣٢,٢٨ كغم/سـنة إلى المياه، بينما خلال عمليـة التكرير هذه الزيـوت فيتم إطلاق مـا يقارب (١٠,٩ كغم/سـنة) من الزئبق ومركباته إلى الهـواء، وكميات تصل إلى (٣٦,٠ كغم/سنة) في الماء، بينما يتم من خلال عمليات معالجة نفايات القطاع (٤٦,٥ كغم/سنة).

كما وضَّحت الدراسـة خلال تنفيذ المشروع بأنَّ مواقع التخلص من المنتجات الملوثة بالزئبق في سـلطنة عُمان محدودة وغير متطورة بمعنى أنَّ التلوث لا ينتشـر على نطاق واسع، ولا يسبب زيادة في تراكيز التلوث وكميات الاطلاقـات، فعلى سـبيل المثال، يـؤدي التخلص من نفايات الزئبق في أجهزة قيـاس الضغط (المانومترات) والـذي يتطلب اتباع إجـراءات خاصة لضمـان السلامة البيئية والصحية كنفايات خطرة إلى إطلاق تراكيز الزئبق فـي الهواء (٩٨,١٨ كغم/سـنة) وفي المـاء (٩٣,٥٦ كغم/سنة)، بالإضافة إلى مساهمة المعالجة القطاعية بتركيـز قد يصل إلى (٩٣,٥٦ كغم/سـنة) وكذلك بعض التراكيز الناتجة من المعالجـة العامة للنفايات تصل إلى (٩٣,٥٦ كغم/سنة)،

كذلك، قد يسبب التخلص من المواد الكيميائية والمعدات المخبرية إلى إطلاق ٩٤,١٤ كغم/سنة في الهواء، إلى جانب اطلاقات أخرى عبر المعالجة القطاعية (٣٩,١٥ كغم/سنة) والعامة (٩٤,١٤ كغم/سنة)، بينما يُعتبر المصدر الرئيسي لإطلاق الزئبق فيتمثل في استخدام المنتجات الأخرى التي تحتوي على الزئبق بشكل مقصود ووكذلك في المعدات المخبرية، والتي تطلق تراكيز تصل إلى ٧٦,٥٩ كغم/سنة إلى المياه، بالإضافة إلى التراكيز الناتجة من معالجة نفايات القطاع والمعالجة العامة وتصل إلى (٥٧,٦١ كغم/سنة)، و(٧٦,٥٩ كغم/سنة) على التوالي.

أمَّا فيما يتعلق بقطاع المعادن، توصلت الدراسة إلى وجود بعض الإطلاقات غير المقصودة للزئبق من المعادن الحديدية المعاد تدويرها (الحديد والصلب)، حيث تُسجل الإطلاقات إلى المياه (٣٣,٠ كغم/سنة)، وإلى التربة (٣٤,٠ كغم/سنة)، وإلى المعالجة العامة للنفايات (٣٣,٠ كغم/سنة)، كما تساهم عمليات حرق النفايات الطبية في إطلاق الزئبق إلى الهواء (١٩,٢١ كغم/سنة) وإلى الماء (١٩,٢١ كغم/سنة)، أما في مدافن النفايات المُنظمة، فتصل الإطلاقات إلى الهواء (٨٤,٥ كغم/سنة) وإلى الماء (٢٦,٠ كغم/سنة)، كما تسبب عمليات معالجة مياه الصرف الصحي إطلاقات كبيرة من الزئبق، وذلك بواقع ٢٢٥,٧٧ كغم/سنة إلى المياه، إضافةً إلى كميات تصل ٤٦,١٣٥ كغم/سنة بسبب المعالجة العامة للنفايات، و٣١,٩٠ كغم/سنة ناتجة عن استخدام عمليات المعالجة القطاعية.

وقد تم توثيق مخرجات هذه الدراسة في هذا التقرير، الذي يتكون من ستة فصول، حيث يستعرض الفصل الأول الخلفية الوطنية لسلطنة عمان، بما في ذلك الأبعاد الاجتماعية والبيئية والاقتصادية، وأثر الزئبق على الإنسان والبيئة، وأهم مصادره داخل سلطنة عُمان، ويتناول الفصل الثاني أبرز انبعاثات الزئبق إلى الهواء والماء (بما يشمل البحار والمياه العذبة وأنظمة الصرف) والتربة والنفايات العامة ونفايات القطاعات المختلفة، كما تم خلال الفصل الثالث استعراض الإطار القانوني والتنظيمي المعتمد لدى هيئة البيئة، ويشمل جميع الأنظمة والسياسات والتشريعات وآليات التقييم ذات الصلة بإدارة الزئبق ومركباته ونفاياتها، ويقدم الفصل الرابع تحليلًا شاملاً للجوانب المتعلقة على المستوى الفردي والفئات السكانية الأكثر عرضة للخطر،في حين يتناول الفصل الخامس برامج التوعية التي استهدفت القطاعات الرئيسية مثل الصحة والعمل والتعدين والزراعة، إلى جانب مؤسسات المجتمع المدني، ويُختتم التقرير في الفصل السادس من خلال تحديد أولويات الجهات الحكومية المعنية من القطاعين الحكومي والخاص وأصحاب المصلحة، وذلك من خلال خلال مشاورات تهدف إلى وضع خطة عمل وطنية شاملة لحماية البيئة وصحة الإنسان من الآثار الضارة للزئبق ومركباته ونفاياتها في سلطنة عُمان.

جدول المحتويـــات

الملخص التنفيذي	
قائمة الجداول	
قائمة الأشكال والرسوم البيانية	
قائمة الصور	
مصطلحات	
كلمة تمهيدية	
شكر وتقدير	
١. الفصل الأول: مقدمة	
١.١ مقدمة: المعلومات الوطنية الأساسية	
١.١.١ لمحة عامة عن سلطنة عُمان	
١.٢ البيئة	
١.٢.١ التحول إلى الطاقة النظيفة	
١.٢.٢ الزئبق	
١.٢.٣ تلوث الزئبق	
١.٣ الملخص	
٢. الفصل الثاني: جرد الزئبق وتحديد الانبعاثات والمصادر	
٢.١ مقدمة	

جدول
المحتويـــات

٢.٢ مصادر إطلاق الزئبق	
٢.٢.١ البيانات والجرد للزئبق الناتج عن استخراج واستخدام الوقود ومصادر الطاقة	
٢.٢.٢ البيانات والجرد المتعلق بالزئبق الناتج عن الإنتاج الأولي (البكر) للمعادن	
٢.٢.٣ البيانات والجرد المتعلق بالزئبق من الاستخدام المتعمد للزئبق في العمليات الصناعية	
٢.٢.٤ البيانات والجرد المتعلق بالزئبق الناتج عن المنتجات الاستهلاكية ذات الاستخدام المتعمد للزئبق	
٢.٢.٥ البيانات والجرد المتعلق بالزئبق الناتج عن إنتاج المعادن المعاد تدويرها	
٢.٢.٦ البيانات والجرد المتعلق بالزئبق الناتج عن حرق النفايات	
٢.٢.٧ البيانات والجرد المتعلق بالزئبق الناتج عن التخلص من النفايات والدفن	
٢.٢.٨ البيانات والجرد المتعلق بالزئبق الناتج عن محارق الجثث والمقابر	
٢.٢.٩ نتائج الزئبق من الموارد	
٢.٢.١٠ نتائج الجرد الوطني للزئبق من الانبعاثات	
٢.٢.١١ المعيار المستخدم في الحساب	
٢.٣ المواقع الملوثة بالزئبق التي تم تحديدها في سلطنة عُمان	
٢.٤ الملخص	
الفصل الثالث: تقييم السياسات والأطر التنظيمية والمؤسسية	
٣.١ مقدمة	
٣.٢ التصديق على اتفاقية ميناماتا	

جدول المحتويـــات

٣.٣ السياسات والأطر المؤسسية والتشريعية المتعلقة بالزئبق في سلطنة عُمان	
٣.٣.١ المادة ٣: مصادر إمداد الزئبق والتجارة به	
٣.٣.٢ المادة ٤: المنتجات المحتوية على الزئبق	
٣.٣.٣ المادة ٥ والمادة ٦: عمليات التصنيع التي يُستخدم فيها الزئبق أو مركبات الزئبق، والاستثناءات المتاحة لأي طرف بناءً على طلب	
٣.٣.٤ المادة ٨، ٩، و١٠: الانبعاثات والإطلاقات إلى اليابسة والمياه والتخزين المؤقت للزئبق، باستثناء نفايات الزئبق	
٣.٣.٥ المادة ١١، ١٢، ١٣، ١٤: نفايات الزئبق، المواقع الملوثة، الموارد المالية، وبناء القدرات	
٣.٤ ملخص	
الفصل الرابع: تحديد الفئات السكانية المعرضة للخطر	
٤.١ المقدمة	
٤.٢ الفئات المتأثرة بالتلوث الزئبقي	
٤.٢.١ العاملون في قطاع التعدين	
٤.٢.٢ أطباء الأسنان العاملون بمادة الملغم	
٤.٢.٣ العاملون في محارق النفايات	
٤.٢.٤ الأفراد الذين يستهلكون الأسماك الملوثة بالزئبق	
٤.٢.٥ النساء اللاتي يستخدمن مستحضرات تجميل تحتوي على الزئبق	
٤.٢.٦ حالات مختارة من فئات ومجتمعات مهددة بالتعرض للزئبق في سلطنة عُمان	
٤.٣ المواقع الساخنة المحددة لتلوث الزئبق في سلطنة عُمان	

جدول المحتويـــات

٤.٤ الخلاصة	
الفصل الخامس: التدريب وحملات التوعية لاحتواء التأثير السام للزئبق	
٥.١ المقدمة	
٥.٢ مبادرة هيئة البيئة في سلطنة عُمان لاحتواء تأثير الزئبق	
٥.٣ حملة توعوية حول المخاطر الصحية للزئبق	
٥.٤ البرنامج التدريبي	
٥.٤.١ التدريب الأول: تدريبات عملية وتقنية وخدمات استشارية – برنامج الأمم المتحدة للبيئة	
٥.٤.٢ التدريب الثاني: تدريبات عملية وتقنية وخدمات استشارية – برنامج الأمم المتحدة للبيئة	
٥.٤.٣ التدريب الثالث: تدريبات عملية وتقنية وخدمات استشارية – برنامج الأمم المتحدة للبيئة	
٥.٤.٥ التدريب الخامس: اجتماع عبر منصة مايكروسوفت تيمز	
٥.٥ الخلاصة	
الفصل السادس: خطة التنفيذ وأولويات العمل	
٦.١ المقدمة	
٦.٢ التوصيات بشأن السياسات واللوائح	
٦.٣ خطة التنفيذ، والميزانيات، والموارد المطلوبة	
٦.٣.١ الأولوية الأولى: تعزيز الإطار المؤسسي والقانوني	
٦.٣.٢ الأولوية الثانية: الإدارة البيئية – المنتجات والنفايات المحتوية على الزئبق	

جدول
المحتويـــات

٦.٣.٣ الأولوية الثالثة: حملات التوعية وورش العمل	
٦.٣.٤ الأولوية الرابعة: البحث والتطوير في مجال تلوث الزئبق	
٦.٣.٥ الأولوية الخامسة: التدريب الفني وبناء القدرات	
٦.٤ الملخص	
المراجع	
الملحق ١	
الملحق ٢	
الملحق ٣	
المشاركون	

قائمـــة
الجـــداول

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
الجدول ٢-١	(تحديد مصادر إطلاق الزئبق في سلطنة عُمان، المصادر الموجودة (نعم) وغير الموجودة (لا	٨
الجدول ٢-٢	البيانات والجرد حول استخراج واستخدام الوقود/مصادر الطاقة – المصادر النقطية المحددة ضمن هذه الفئة	١١
الجدول ٢-٣	(مدخلات ومخرجات الزئبق من استخراج الزيوت المعدنية (سنة ٢٠٢١	١٢
الجدول ٢-٤	(مدخلات ومخرجات الزئبق من تكرير الزيوت المعدنية (سنة ٢٠٢١	١٢
الجدول ٢-٥	(مدخلات ومخرجات الزئبق من استخدام الزيوت المعدنية (سنة ٢٠٢١	١٣
الجدول ٢-٦	مدخلات ومخرجات الزئبق من الاستخدام المتعمد للزئبق في العمليات الصناعية	١٥
الجدول ٢-٧	المنتجات الاستهلاكية التي تحتوي على زئبق مضاف كمصدر للزئبق	١٧
الجدول ٢-٨	مدخلات ومخرجات الزئبق من استخدام موازين الحرارة المحتوية على الزئبق	١٩
الجدول ٢-٩	مدخلات ومخرجات الزئبق من استخدام المفاتيح والمرحلات الكهربائية المحتوية على الزئبق	١٩
الجدول ٢-١٠	مصادر محددة للزئبق من استخدامات متعمدة أخرى للمنتجات/العمليات	٢١
الجدول ٢-١١	مدخلات ومخرجات الزئبق من استخدام المانومترات وأجهزة القياس المحتوية على الزئبق	٢٢
الجدول ٢-١٢	مدخلات ومخرجات الزئبق من استخدام المواد الكيميائية والمعدات المخبرية	٢٢
الجدول ٢-١٣	مدخلات ومخرجات الزئبق من استخدامات متعمدة أخرى للمعدات المخبرية	٢٣
الجدول ٢-١٤	مصادر محددة للزئبق من المعادن المعاد تدويرها	٢٤
الجدول ٢-١٥	مدخلات ومخرجات الزئبق من إنتاج الحديد والصلب المعاد تدويره	٢٤
الجدول ٢-١٦	مصادر محددة للزئبق من حرق النفايات	٢٥

قائمـــة
الجـــداول

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
الجدول ٢-١٧	مدخلات ومخرجات الزئبق من حرق النفايات الطبية	٢٦
الجدول ٢-١٨	دفن النفايات/الردم ومعالجة مياه الصرف الصحي	٢٧
الجدول ٢-١٩	مدخلات ومخرجات الزئبق من مدافن النفايات/الردم المنظم	٢٨
الجدول ٢-٢٠	مدخلات ومخرجات الزئبق من معالجة مياه الصرف الصحي	٢٨
الجدول ٢-٢١	المحارق والمقابر كمصدر	٢٩
الجدول ٢-٢٢	النتائج التفصيلية لمدخلات ومخرجات الزئبق من المحارق/الحرق الجنائزي	٢٩
الجدول ٢-٢٣	(ملخص إطلاقات الزئبق (في الصفحة المقابلة	٣١
الجدول ٢-٢٤	ملخص التقديرات الإجمالية لانبعاثات وإطلاقات الزئبق في سلطنة عُمان لعام ٢٠٢٢	٣٥
الجدول ٢-٢٥	ملخص التقديرات الإجمالية لمدخلات الزئبق في سلطنة عُمان لعام ٢٠٢٢	٣٦
الجدول ٢-٢٦	ملخص مدخلات الزئبق في المجتمع في سلطنة عُمان	٤٢
الجدول ٢-٢٧	وصف أنواع مخرجات الزئبق ذات الصلة بسلطنة عُمان	٤٥
الجدول ٢-٢٨	تحديد النقاط الساخنة المحتملة للزئبق في سلطنة عُمان	٤٧
الجدول ٣-١	أصحاب المصلحة المشاركين في تنفيذ اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق في سلطنة عُمان	٥١
الجدول ٣-٢	مصادر إمداد الزئبق والتجارة	٥٤
الجدول ٣-٣	المادة ٤: المنتجات المحتوية على الزئبق	٥٥
الجدول ٣-٤	المادة ٥: العمليات التصنيعية التي يُستخدم فيها الزئبق أو مركباته والتكامل الاقتصادي الإقليمي	٥٦

قائمة الجداول

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
الجدول ٣-٥	المادة ٨: الانبعاثات، والإبلاغ عن تحديد المصادر المهمة للزئبق، والتدابير البيئية الآمنة	٥٨
الجدول ٣-٦	المادة ١١: نفايات الزئبق	٦٠
الجدول ٦-١	خطة التنفيذ، والميزانية، والموارد المطلوبة	٨١

قائمة الأشكال والرسوم البيانية

رقم الشكل	العنوان	الصفحة
الشكل ٢-١	تقديرات انبعاثات الزئبق إلى الهواء في سلطنة عُمان	٣٧
الشكل ٢-٢	تقديرات إطلاقات الزئبق إلى المياه في سلطنة عُمان	٣٨
الشكل ٢-٣	تقديرات إطلاقات الزئبق إلى اليابسة في سلطنة عُمان	٣٨
الشكل ٢-٤	تقديرات مخرجات الزئبق إلى المنتجات الثانوية والشوائب في سلطنة عُمان	٣٩
الشكل ٢-٥	تقديرات مخرجات الزئبق إلى النفايات العامة في سلطنة عُمان	٤٠
الشكل ٢-٦	تقديرات مخرجات الزئبق إلى النفايات/المعالجة الخاصة بالقطاعات في سلطنة عُمان	٤٠

قائمـــة
المصطلحات

قائمة مرتبة أبجديًا بالكلمات المتعلقة بموضوع أو نص أو لهجة معينة، مرفقة بتفسيراتها، بمثابة قاموس موجز.

الاختصار	الشرح
ASGM	تعدين الذهب الحرفي والصغير النطاق
CFL	مصباح فلوري مضغوط
CNS	الجهاز العصبي المركزي
EA	هيئة البيئة
EIA	تقييم الأثر البيئي
EU	المفوضية الأوروبية
EPA	وكالة حماية البيئة
EtHg	إيثيل الزئبق
GEF	مرفق البيئة العالمي
HS	النظام المنسق
Hg	الزئبق
MEM	وزارة الطاقة والمعادن
MIA	التقييم الأولي للزئبق
PDO	شركة تنمية نفط عمان

الاختصار	الشرح
UNEP	برنامج الأمم المتحدة للبيئة
Kg/y	كيلوجرام / السنة
Kg Hg/t	كيلوجرام زئبق / طن
KOM	واحة المعرفة مسقط
MeHg	ميثيل الزئبق
mg/Kg	ملليجرام / كيلوجرام
MOH	وزارة الصحة
MOD	وزارة الدفاع
USEPA	وكالة حماية البيئة الأمريكية
UV	الأشعة فوق البنفسجية
µg/Kg	ميكروجرام / كيلوجرام
VCM	مونومر كلوريد الفينيل
WHO	منظمة الصحة العالمية

كلمة تمهيدية

يُعدّ الزئبق من أخطر مصادر التلوث المحلي والعالمي، نظرًا لقدرته على التأكسد والانتقال عبر الغلاف الجوي لمسافات طويلة، أو ترسّبه في النُظم البيئية المختلفة. وتكمن خطورته في تحوّله داخل البيئات المائية إلى ميثيل الزئبق، وهو مركب شديد السمية يؤثر بشكل بالغ على الجهاز العصبي. فالتعرض لجرعات مرتفعة من هذا المركب قد يؤدي إلى الوفاة أو إلى إصابات عصبية حادة واضطرابات في القلب، بينما يؤدي التعرض المزمن لجرعات منخفضة، خاصة في مرحلة الطفولة، إلى أضرار عصبية خطيرة تؤثر على وظائف الدماغ والعضلات وتُعيق النمو الطبيعي. ونظرًا لما يشكّله الزئبق من تهديد مباشر لصحة الإنسان واستدامة البيئة، فإنه لا يزال يُمثّل مصدر قلق بالغ على المستويات المحلية والإقليمية والدولية.

على الرغم من مساهمة بعض الظواهر الطبيعية في إطلاق الزئبق إلى البيئة، فإن الأنشطة البشرية تُشكّل في الوقت الراهن المصدر الرئيس لانبعاثاته. وتُشير التقديرات إلى أن عدداً من القطاعات الاقتصادية في سلطنة عُمان تُعد من أبرز مصادر انبعاث الزئبق وإطلاقه، وتشمل: قطاع إنتاج الإسمنت، وعمليات استكشاف النفط والغاز واستخراجهما، والأنشطة التعدينية المتعلقة بالذهب والمعادن الأخرى، بالإضافة إلى استخدام المنتجات المحتوية على الزئبق والتخلص غير السليم منها ومن نفاياتها، مما يُفاقم من حدة التلوث البيئي والمخاطر الصحية المرتبطة به.

وقد انضمت سلطنة عُمان إلى المجتمع الدولي في التفاوض بشأن "اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق"، وهي اتفاقية قانونية دولية شاملة، تهدف إلى الحد من تزايد مستويات الزئبق في البيئة، وذلك من خلال دعم التدابير العالمية، وفي ضوء أهمية هذه الاتفاقية، فقد إنضمت سلطنة عُمان رسميًا إليها في ٢٣ يونيو ٢٠٢٠.

في عام 2023م نفّذت سلطنة عُمان مشروعًا وطنيًا بعنوان "التقييم الأولي للزئبق ومركباته في سلطنة عُمان"، وذلك في إطار الجهود التي تبذلها هيئة البيئة بالتعاون مع الجهات ذات العلاقة لتنفيذ بنود وأحكام الاتفاقية على المستوى الوطني، وقد تم تمويل المشروع من قبل مرفق البيئة العالمي (GEF)، بدعم فني من برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، ونُفّذ على مرحلتين متكاملتين:

شملت المرحلة الأولى؛ إجراء تقييم لخط الأساس، من خلال إعداد جرد وطني شامل للزئبق، إلى جانب تنظيم أنشطة للتوعية وتوفير المعلومات اللازمة حول اتفاقية ميناماتا، بهدف تعزيز فهم أصحاب المصلحة والجهات المعنية بأهداف الاتفاقية وأهدافها وأهميتها البيئية والصحية.

أما المرحلة الثانية؛ فقد أسفرت عن إعداد تقرير التقييم الأولي، الذي يُعد خطوة أساسية في دعم سلطنة عُمان في تطوير السياسات البيئية وصياغة القرارات الاستراتيجية، مع التركيز على تحديد المجالات ذات الأولوية للتدخل المستقبلي، لاسيّما في القضايا البيئية المرتبطة بقطاع البيئات البحرية.

وقد تم من خلال تقرير التقييم الأولي لسلطنة عُمان تحديد الهدف والتوجه الرئيسي وبرؤية واضحة وخارطة طريق منهجية لتنفيذ التزامات الاتفاقية على المستوى الوطني، وبما يتوافق مع إطار ومتطلبات إتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق كما يُعد هذا التقرير دليلًا عمليًا على التزام الدولة الجاد والمستمر بتطبيق بنود الاتفاقية، وبما يعكس توجهها نحو حماية الصحة العامة والبيئة من الملوثات الخطرة ويحقيق اهداف استراتيجية البيئة العمانية المتوافقة مع رؤية عمان ٢٠٤٠ وأهداف التنمية المستدامة.

وتقدم هيئة البيئة هذا التقرير الوطني كجهة وطنية منسقة ونقطة إتصال، إلى كافة الشركاء والجهات المعنية في القطاعين الحكومي والخاص في سلطنة عُمان، دعمًا للجهود الوطنية المبذولة في تنفيذ إلتزامات الاتفاقية، وتعزيزًا للتكامل والتعاون بينها في الالتزام بمواجهة والحد من الانبعاثات والإطلاقات الناتجة عن الأنشطة البشرية للزئبق ومركباته حرصاً على تحقيق الإستدامة البيئية.

ويتمثل هدفنا المشترك في بناء بيئة نظيفة وآمنة وخالية من التلوث، تُحافظ على صحة الإنسان وتُعزز استدامة الموارد الطبيعية. ونأمل أن يُسهم هذا التقرير بفعالية في دعم السياسات والبرامج الوطنية ذات الصلة، وأن يُشكل أداة مرجعية تساعد على توجيه الجهود المستقبلية نحو تحقيق هذا الهدف الحيوي والمستدام.

إن هدفنا المشترك يتمثل في تحقيق بيئة نظيفة وصحية وخالية من التلوث، ونتطلع إلى أن يُسهم هذا التقرير بشكل فعّال في دعم السياسات والبرامج الوطنية، التي تهدف إلى تحقيق هذا الهدف الحيوي وضمان استدامته.

سعادة الدكتور/ عبد الله بن علي العمري
رئيس هيئة البيئة
سلطنة عُمان

شكر وتقدير

يأتي تنفيذ مشروع التقييم الأولي للزئبق ومركباته في سلطنة عُمان بناء على إنضمام السلطنة إلى اتفاقية ميناماتا بموجب المرسوم السلطاني (٢٠٢٠/٥٨) ووفقاً لأحكام الفقرة (٢) من المادة (٣١) من الاتفاقية المذكورة، وذلك في إطار السعي إلى المساهمة في الإجراءات الدولية المتخذة لإدارة الزئبق على نحو يتسم بالكفاءة والفاعلية، من خلال نهج مبتكر وشامل، يتتبع الزئبق ويعالجه طوال دورة حياته، من تعدينه إلى إدارة نفاياته، حيث تسعى هذه الاتفاقية إلى اعتماد ممارسات واتخاذ تدابير أكثر أمانًا للتعامل مع الزئبق، تتراوح بين تقييد سبل الحصول عليه من البداية، ومراقبة تداوله وحركته، بما يساهم في خفض مخاطر الزئبق على صحة الإنسان والبيئة، كما تشجع الاتفاقية الدول الأطراف على التعاون من أجل بناء القدرات وتقديم المساعدة التقنية في التعامل مع الزئبق، وذلك فيما يتعلق بعمليات الاستخدام والتداول والتخزين، الأمر الذي يكفل تنفيذ بنود الاتفاقية على النحو المطلوب، وبما يحقق أهدافها المرجوة وبما يتوافق مع أولوية "البيئة والموارد الطبيعية" في رؤية "عمان ٢٠٤٠" ويضمن تحقيق أوساط بيئية ذات جودة عالية وخالية من التلوث، ورفع الوعي البيئي فيما يتعلق بقواعد الاستهلاك والإنتاج.

وقد تم تنفيذ مشروع التقييم الأولي للزئبق ومركباته تحت إشراف هيئة البيئة، وبالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة للبيئة، وقد تحقق النجاح البارز لهذا المشروع بفضل الجهود الحثيثة والعمل المتواصل، والبحث العلمي المعمق، والتفاني الذي أبداه فريق العمل، إلى جانب المشاركة الفاعلة والواسعة من مختلف الأفراد والجهات المعنية.

يسر هيئة البيئة أن تتوجّه بجزيل الشكر وعظيم التقدير إلى كافة الجهات الوطنية التي ساهمت في إعداد هذا التقرير، وإلى جميع ممثلي الوزارات الذين كان لهم دور فاعل وبصمات واضحة في مراحل إنجازه، كما تُعرب الهيئة عن بالغ امتنانها لفريق المشروع والاستشاريين على ما بذلوه من جهود مخلصة، والتزامهم العالي الذي أسهم في تنفيذ المشروع بكفاءة واقتدار.

ويضم فريق المشروع كل من: الفاضلة/ أزهار بنت جمعة الهنائية (هيئة البيئة)، والفاضل/ حسن بن علي القعنوني (هيئة البيئة)، والفاضل الدكتور/ سجاد أحمد صديقي (هيئة البيئة)، كما نتقدم بخالص الشكر والتقدير لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة على دعمه الفني المتواصل في إعداد هذا التقرير، كما نتقد بشكرنا العميق إلى مرفق البيئة العالمي لدعمه المالي بتمويل تنفيذ المشروع وتحقيق الأهداف المرجوة من المشروع ووفق إطار زمني واضح ومحدد.

كما تُثمن الهيئة وتعرب عن شكرها للجهود القيّمة التي قدمها كل من: الأستاذ الدكتور/ إينجاراراسان ميلفاكانام، ومعالي الأستاذ الدكتور/ معتصم سعيدان، والفاضلة/ يارا هلال، لما لهم من دور بارز في إنجاح هذا المشروع، وتشيد الهيئة بالدور الذي قام به المستشارون الدوليون لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة في مراجعة هذا التقرير خلال مختلف مراحل إعداده واعتماده النهائي.

وإذ تؤكد هيئة البيئة التزامها الراسخ بحماية البيئة وصون صحة الإنسان من المخاطر المرتبطة بالزئبق، وتدعو الهيئة إلى تعميم هذا التقرير على جميع الجهات المعنية، تعزيزًا للجهود الوطنية في هذا المجال، وتفعيلًا للتدابير اللازمة والذي يقدم معلومات وافية حول التحديات المرتبطة بإدارة الزئبق في سلطنة عُمان، ويُعد بمثابة مرجعاً ودليلاً عملياً للإلتزام الوطني لتنفيذ أحكام اتفاقيةميناماتا بإعتماد أفضل الممارسات في الجهود المستقبلية.

الدكتور/ محمد بن ماجد الكاسبي
مدير دائرة المواد الكيميائية وإدارة النفايات
نقطة الاتصال الوطنية لاتفاقية ميناماتا
هيئة البيئة
سلطنة عُمان

الفصل الأول:
المقـدمـــة

١.١ مقدمة:
المعلومات الوطنية الأساسية

١.١.١ لمحة عامة عن سلطنة عُمان

تطل سلطنة عُمان على بحر العرب، وخليج عُمان، والخليج العربي، ومضيق هرمز، وتقع في الطرف الجنوبي الشرقي من شبه الجزيرة العربية، تحدها من الجنوب الغربي الجمهورية اليمنية، ومن الغرب المملكة العربية السعودية، ومن الشمال الغربي دولة الإمارات العربية المتحدة، ويتولّى حضرة صاحب الجلالة السلطان هيثم بن طارق آل سعيد مقاليد الحكم في سلطنة عُمان في الحادي عشر منذ الحادي عشر من يناير عام ٢٠٢٠م - حفظه الله - مقاليد الحكم في سلطنة عُمان، ويُعتبر نظام الحكم في سلطنة عُمان نظام ملكي عربي مطلق يتمتع فيه السلطان بكامل السلطات القضائية والتنفيذية والتشريعية، وتبلغ المساحة الإجمالية لسلطنة عُمان ٣٠٩٬٥٠٠ كيلومتر مربع، وتتنوع تضاريسها الجغرافية كما يلي: تُشكل السهول الساحلية نسبة ٣٪، وتشكل السلاسل الجبلية ١٥٪، بينما تُشكل الأودية والصحاري النسبة الأكبر من المساحة وتبلغ ٨٢٪.

وبناءاً على المرسوم السلطاني رقم ٢٠١١/١١٤ الصادر بتاريخ ٢٦ أكتوبر ٢٠١١م، تنقسم سلطنة عُمان إلى ١١ محافظة وهي: محافظة مسقط، محافظة ظفار، محافظة مسندم، محافظة البريمي، محافظة الداخلية، محافظة شمال الباطنة، محافظة جنوب الباطنة، محافظة جنوب الشرقية، محافظة شمال الشرقية، محافظة الظاهرة، ومحافظة الوسطى.

وتزخر سلطنة عُمان باحتياطات كبيرة من الغاز الطبيعي، والكروميت، والجبس، والرخام، والنحاس، والأسبستوس، والنفط، كما تمتد على أراضيها سهول واسعة من الصحارى الحصوية التي تنتشر فيها الأودية وبرك المياه الكبيرة، بالإضافة إلى وديان تقع بين سلاسل جبلية شاهقة، تضم بساتين مدرجة تُزرع فيها الرمان والمشمش والورود.

تحد سلطنة عُمان كلا من المملكة العربية السعودية والجمهورية اليمنية ودولة الإمارات العربية المتحدة، بحدود برية تمتد على مسافات تبلغ ٦٧٦ كيلومترًا (٤٢٠ ميلًا) مع السعودية، و٤١٠ كيلومترات (٢٥٠ ميلًا) مع اليمن، و٢٨٨ كيلومترًا (١٧٩ ميلًا) مع دولة الإمارات العربية المتحدة، في حين تمتد سواحلها على مسافة تُقدر بـ ٣٬١٦٥ كيلومترًا (١٬٩٦٧ ميلًا). وتحيط بها الجمهورية اليمنيةمن الجنوب الغربي، وبحر العرب من الجنوب الشرقي، وبحر عُمان من الشمال، ودولة الإمارات العربية المتحدة من الشمال الغربي، والمملكة العربية السعودية من الغرب.

تنقسم سلطنة عُمان جغرافيًا إلى ست مناطق رئيسية ناتجة عن تنوع تضاريسها الطبيعية، وهي: منطقة رؤوس الجبال: وتشمل شبه جزيرة مسندم الواقعة في أقصى شمال السلطنة، سهل الباطنة: يمتد بمحاذاة ساحل خليج عُمان باتجاه الجنوب الشرقي، الداخل العُماني:: يقع خلف سهل الباطنة، ويشمل جبال الحجر وسفوحها، بالإضافة إلى أطراف صحراء الربع الخالي، المنطقة الساحلية الشرقية:: تمتد من مسقط مرورًا بمطرح وصولًا إلى رأس الحد على ساحل بحر العرب، جزيرة مصيرة:: تقع قبالة الساحل الشرقي، وتتميز ببيئتها الخاصة المنفصلة عن اليابسة الرئيسية، الساحل الجنوبي:: يمتد حتى منطقة محافظة ظفار، ويتميّز بتضاريسه القاحلة ومناخه المختلف عن بقية مناطق محافظات السلطنة عمان.

يتصف مناخ المناطق الداخلية في عُمان بالحرارة والجفاف، في حين يسود المناطق الساحلية مناخ حار ورطب، وفي العاصمة مسقط والمناطق الساحلية القريبة منها، غالبًا ما تصل درجات الحرارة صيفًا إلى ٤٣ درجة مئوية (١١٠ فهرنهايت)، بينما تنخفض شتاءً إلى نحو ١٧ درجة مئوية (٦٣ فهرنهايت). أما في سهل الباطنة، فنادرًا ما تتجاوز درجات الحرارة ٤٧ درجة مئوية (١١٦.٦ فهرنهايت)، إلا أن الرطوبة قد ترتفع إلى ٩٠٪ بسبب انخفاض مستوى الأرض. وتتراوح درجات الحرارة المعتدلة في أشهر الشتاء، لاسيما في ديسمبر ويناير، بين ١٨ و٢٦ درجة مئوية (٦٤.٤ إلى ٧٨.٨ فهرنهايت)، وتتمتع السهول والسواحل الوسطى معدلات أمطار تتراوح بين ٢٠ و١٠٠ مليمتر (٠.٨ إلى ٣.٩ إنش) سنويًا، بينما تصل في المناطق الجبلية، خصوصًا في الجبل الأخضر، إلى معدل قد يصل تقريباً ٩٠٠ مليمتر (٣٥.٤ إنش) سنويًا.

يعتمد اقتصاد سلطنة عُمان بدرجة كبيرة على مواردها من النفط والغاز، وقد بدأ اكتشاف النفط في عام ١٩٦٤، وتم تصديره لأول مرة في عام ١٩٦٧، لتصبح صناعة النفط بعد ذلك أحد الركائز الأساسية للاقتصاد الوطني، وتشكل عائدات النفط نحو خُمسي (٥/٢) الناتج المحلي الإجمالي وثلاثة ارباع الإيرادات الحكومية، وحوالي ٤٠٪ من الناتج المحلي الإجمالي، وفي عام ٢٠٢٣م، سجل الناتج المحلي الإجمالي للسلطنة نموًا بنسبة ١.٣٪. وتعد الأغذية، والمنتجات المعدنية غير المعدنية، والمواد الكيميائية، والمنتجات الكيميائية من بين الصناعات التحويلية غير النفطية في سلطنة عمان، وارتفع الناتج المحلي الإجمالي من ٣٧.٧ مليار ريال عُماني في نهاية عام ٢٠٢٢ إلى ٣٨.٢ مليار ريال في نهاية عام ٢٠٢٣، ويعود هذا النمو في المقام الأول إلى ارتفاع الأنشطة غير النفطية بنسبة ٢.٤٪، من ٢٦.٦ مليار ريال إلى ٢٧.٣ مليار ريال، كما شهدت الأنشطة النفطية زيادة طفيفة بنسبة ٠.٤٪، من ١٢.٣ مليار ريال إلى ١٢.٤ مليار ريال، كما تضم سلطنة عُمان عددًا من المدن الصناعية الرئيسة، أبرزها: مدينة صحار الصناعية، ومدينة الرسيل الصناعية، ومدينة صور الصناعية، ومدينة ريسوت الصناعية، ومدينة البريمي الصناعية، ومدينة نزوى الصناعية، ومدينة سمائل الصناعية، بالإضافة إلى واحة المعرفة مسقط.

١.٢ البيئة

١.٢.١ التحول إلى الطاقة النظيفة

لقد أولت سلطنة عُمان اهتمامًا كبيراً بقضية تغير المناخ، وبدأت باتخاذ خطوات جادة على مستوى القطاعين الحكومي والخاص، وذلك في إطار التزاماتها بالتنمية المستدامة وحماية البيئة، تماشياً مع أهداف "رؤية عُمان ٢٠٤٠"، والتي ركزت على التحول نحو الطاقة النظيفة، والانتقال التدريجي إلى اقتصاد منخفض الكربون، وذلك من خلال رفع مساهمة مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الكهرباء الوطني، وقد وضعت هدفًا يتمثل في رفع نسبة استخدام الطاقة المتجددة من ٠٪ في عام ٢٠١٥م إلى ٢٠٪ بحلول عام ٢٠٣٠م، ثم إلى ما بين ٣٥٪ و٣٩٪ بحلول عام ٢٠٤٠م.

وتهدف "الاستراتيجية الوطنية للانتقال المنظَّم إلى الحياد الكربوني" في سلطنة عُمان إلى تحقيق صافي انبعاثات صفرية بحلول عام ٢٠٥٠، وذلك من خلال التركيز على خمسة محاور أساسية: ضمان أمن الإمدادات، وتعظيم الأثر الاقتصادي، ومعالجة الأبعاد الاجتماعية، وتعزيز الاستدامة البيئية، وتقليل تكاليف منظومة الطاقة. وتتمثل أولويات هذه الاستراتيجية في التوسع في إنتاج الطاقة المتجددة، والتحوّل إلى الكهرباء، وتحسين كفاءة استخدام الطاقة، والانتقال إلى المركبات الكهربائية.

كما يُعدّ إعداد الاستراتيجية الوطنية للتنمية العمرانية ٢٠٢٠-٢٠٤٠ في سلطنة عُمان خطوة مهمة ضمن جهودها لتعزيز الاستجابة لتغير المناخ وتحقيق التنمية المستدامة. وتهدف هذه الاستراتيجية إلى:

١. دمج البُعد المناخي في التخطيط الوطني

• مراعاة آثار تغير المناخ مثل ارتفاع درجات الحرارة، وندرة المياه، وارتفاع مستوى سطح البحر، في عملية تخطيط استخدامات الأراضي.

• تحديد المناطق الأكثر عرضة للمخاطر المناخية لتوجيه الاستثمارات المستقبلية بعيدًا عن تلك المناطق.

٢. تحسين مرونة البنية التحتية والمناطق الحضرية

• تعزيز القدرة على التكيف مع الظواهر المناخية القصوى مثل العواصف والأمطار الغزيرة.

• توجيه تصميم المدن الجديدة والبنية التحتية بطريقة مستدامة، تأخذ في الاعتبار الكفاءة الطاقية والموارد المائية.

٣. التكامل بين التكيف والتخفيف

• إدراج تدابير التكيف مثل تصميم المباني المقاومة للحرارة والفيضانات والتخفيف مثل تقليل الانبعاثات من قطاع النقل والطاقة ضمن السياسات العمرانية ومشروعات التنمية.

٤. دعم التنمية الإقليمية المتوازنة

• توزيع السكان والأنشطة الاقتصادية بشكل يُقلّل الضغط على الموارد الطبيعية والمناطق البيئية الحساسة.

• ربط المناطق النائية بشبكات البنية التحتية الوطنية مع الحفاظ على استدامتها البيئية.

٥. إرساء قاعدة معرفية ومؤسساتية للتخطيط المناخي

• استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ونماذج التغير المناخي في عملية التخطيط.

• التعاون مع الجهات المعنية محليًا ودوليًا لتطوير معايير واستراتيجيات مستدامة.

ويُشار إلى أن تقرير التقييم الأولي للزئبق ومركباته في الدولة، سُمّيت اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق نسبةً إلى كارثة ميناماتا البيئية التي وقعت في خليج ميناماتا باليابان أواخر خمسينيات القرن العشرين، حيث أدى التلوث بالزئبق الناتج عن تصريف النفايات الصناعية إلى إصابة آلاف الأشخاص بتسمم الزئبق، مما خلف آثارًا صحية وبيئية مدمرة، وتهدف هذه الاتفاقية الدولية البيئية متعددة الأطراف إلى الحد من انبعاثات وإطلاقات الزئبق، خاصة تلك الناتجة عن الأنشطة البشرية، مثل الصناعة والتعدين واستخدام المنتجات المحتوية على الزئبق.

وبعد نقاشات ومفاوضات استمرت لأكثر من خمسة عشر عامًا، دخلت الاتفاقية حيّز التنفيذ في ١٦ أغسطس ٢٠١٧، وقد وقعتها حتى الآن ١٢١ دولة، بتأييدها الأولي للمعاهدة بينما ١٥٢ دولة قد صادقت على المعاهدة وإنضمت إليها رسميًا، مما يجعلها مُلزمة قانونًا بأحكامها؛ ويُعد الزئبق من أكثر المعادن السامة والخطرة، وهو ملوث عالمي يمثل خطرًا كبيرًا على صحة الإنسان والبيئة، لا سيما عند مقارنته بمعادن سامة أخرى مثل الزرنيخ والرصاص.

وتُؤكد الاتفاقية على أنَّ الزئبق ومركباته لها خصائص تجعله قادر على البقاء في البيئة لفترات طويلة، والانتقال لمسافات بعيدة عبر الغلاف الجوي، والتراكم في مختلف الأوساط البيئية، مما يُسفر عن آثار ضارة على صحة الإنسان والنظم البيئية، وُيعتبر الهدف الأساسي من الاتفاقية هو حماية صحة الإنسان والبيئة من التلوث بالزئبق الناتج عن الأنشطة البشرية. ويُتوقع أن يؤدي تنفيذ هذه الاتفاقية إلى خفض كبير في انبعاثات وإطلاقات الزئبق ومركباته من المصادر البشرية.

تشمل اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق عدة مجالات رئيسية، من بينها: إدارة نفايات الزئبق، ومعالجة المواقع الملوثة، والتحكم في العمليات الصناعية التي تستخدم الزئبق ومركباته، بالإضافة إلى الجوانب الصحية، والإدارية، والفنية، مثل التمويل، والتعليم، وإعداد التقارير.

وتُلزم الاتفاقية الدول الأطراف بتنفيذ مجموعة من الالتزامات، من أبرزها: مراقبة انبعاثات الزئبق الناتجة عن الأنشطة البشرية إلى الغلاف الجوي، ورصد إطلاقاته إلى كل من المياه والتربة، إلى جانب التخلص التدريجي من مناجم الزئبق القائمة، وحظر إنشاء أي مناجم جديدة في المستقبل.

كما تُلزم الاتفاقية الدول الأطراف بالوقف التدريجي لاستخدام الزئبق ومركباته في بعض العمليات الصناعية والمنتجات، والعمل على توحيد التشريعات الوطنية ذات الصلة، خصوصًا تلك التي تنظم أنشطة تعدين الذهب. وتشمل الالتزامات أيضًا إدارة النفايات والنواتج الثانوية التي تحتوي على الزئبق، والتعامل مع مواقع التخزين والمواقع الملوثة، بالإضافة إلى تنفيذ حملات توعوية على المستوى الوطني لرفع مستوى الوعي العام بمخاطر الزئبق وتأثيراته المحتملة على الصحة العامة والبيئة.

وعلى الرغم من الالتزامات الواردة في الاتفاقية، فإن نصها يراعي خصوصية الخطط التنموية الوطنية لكل دولة، ويمنح مرونة في التنفيذ، ويتحقق ذلك من خلال إتاحة تخصيص الموارد المالية وتوفير الدعم الفني اللازم، بما يُسهم في تمكين الدول من تحقيق أهدافها الوطنية في الحد من انبعاثات الزئبق وإطلاقاته.

وقد صادقت سلطنة عُمان على إتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق في ٢٨ مايو ٢٠٢٠، وذلك بموجب المرسوم السلطاني رقم ٢٠٢٠/٥٨ القاضي بالموافقة على الانضمام إلى الاتفاقية، واعتبارًا من ٢١ سبتمبر من العام نفسه، أصبحت سلطنة عمان الدولة العضو رقم ١٢٢ في الاتفاقية، وتتولى هيئة البيئة، بصفتها الجهة الوطنية المختصة، مسؤولية تنفيذ أحكام الاتفاقية ومتابعة الالتزامات المنصوص عليها داخل سلطنة عمان.

١.٢.٢ الزئبق

يُعتبر الزئبق (Hg) فريدًا من نوعه بين العناصر المعدنية لكونه السائل الوحيد عند درجة حرارة الغرفة والضغط الجوي العادي. يُعرف الزئبق أيضًا باسم "الفضة السريعة" أو "الزئبق الحي" (بالإنجليزية: quicksilver) نظرًا لبريقه المعدني ولمظهره السائل اللامع، الرمز الكيميائي (Hg) من الكلمة اللاتينية hydrargyrum وتعني "الفضة السائلة K العدد الذري (٨٠)، يوجد في الطبيعة غالبًا على شكل كبريتيد الزئبق (HgS)، وهو معدن يُعرف باسم الزنجفر (Cinnabar)، ويُستخرج منه الزئبق تجاريًا، وهو عنصر شديد السُمية، خصوصًا في حالاته العضوية مثل ميثيل الزئبق، الذي يمكن أن يتراكم في السلسلة الغذائية ويُسبب أضرارًا جسيمة للجهاز العصبي.

- الاستخدامات: يُستخدم الزئبق في:
  - صناعة أجهزة قياس مثل: (الترمومترات والبارومترات (رغم تراجع استخدامه بسبب سُميّته.
  - بعض أنواع المفاتيح الكهربائية.
  - استخلاص الذهب في التعدين التقليدي.

ويُطلق الزئبق في الغلاف الجوي بصورة طبيعية على شكل بخار من خلال عمليات التجوية الصخرية، وحركة المياه، وحرائق الغابات، وبعض العمليات البيولوجية. إلا أن النشاط البشري يُعد المصدر الأساسي للارتفاع الملحوظ في مستويات الزئبق البيئية. وتُظهر التقديرات أن نحو ١٠٪ من انبعاثات الزئبق في الغلاف الجوي مصدرها طبيعي (كالأنشطة البركانية)، بينما يُعزى ٣٠٪ منها إلى الأنشطة البشرية، ويُعتقد أن النسبة المتبقية (٦٠٪) تعود إلى انبعاثات ثانوية ناتجة عن أنشطة بشرية سابقة.

ومن الاستخدامات التقليدية الشائعة للزئبق: الترمومترات، والبارومترات، والمانومترات، وأجهزة قياس ضغط الدم، ومفاتيح الزئبق، والمفاتيح الكهربائية، والمصابيح الفلورية، بعض أنواع المفاتيح الكهربائية وكذلك في عملية إستخلاص الذهب في التعدين التقليدي، إلا أن المخاوف المتزايدة بشأن سُمية الزئبق دفعت إلى التوجه العالمي نحو التخلص التدريجي من هذه المنتجات.

وقد أقرّت اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق، إلى جانب التقرير العالمي الأول للزئبق الصادر عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة، بخطورة تأثيرات الزئبق السامة على صحة الإنسان والبيئة، وتشمل هذه التأثيرات تلف الدماغ، والكلى، والرئتين. ويُعد الزئبق مهددًا رئيسًا للجهاز العصبي، حيث يؤثر بشكل خاص على تطور الدماغ والحبل الشوكي لدى الأطفال، كما يُسبب ارتفاع مستويات ميثيل الزئبق في دم الرضع والأطفال الصغار أضرارًا صحية جسيمة، بينما يؤدي لدى البالغين إلى أعراض مثل الرعاش، والطفح الجلدي، ومشكلات في الكلى، والقلب، والتنفس، إضافة إلى الصداع، والوهن، واضطرابات الذاكرة والمزاج.

وقد قام مجلس مرفق البيئة العالمي (GEF) بمراجعة الوثيقة المرجعية GEF/C.٤٤/٠٤ بشأن "التقييم الأولي للزئبق"، وهي وثيقة تم تطويرها لدعم الدول النامية والبلدان ذات الاقتصاد المتحوّل بشأن؛ تحليل أوضاعها المحلية فيما يتعلق بإنتاج الزئبق واستخداماته وانبعاثاته، وتقييم القدرات المؤسسية والتشريعية، وتحديد الثغرات والاحتياجات المستقبلية لتنفيذ اتفاقية ميناماتا.

ويهدف تقرير التقييم الأولي للزئبق ومركباته إلى ما يلي:

١. دعم اتخاذ القرار من خلال تقديم معلومات أساسية لصنّاع القرار في الدول حول مدى ملاءمة الانضمام إلى الاتفاقية وكذلك عن طريق تسليط الضوء على الفوائد البيئية والصحية المترتبة على الانضمام.

٢. بناء قاعدة بيانات وطنية يمكن أن تُستخدم لتحديد مصادر الزئبق واستخداماته، والانبعاثات الناتجة عنه ويمكن أن تُسهم في تخطيط السياسات وتوجيه التمويل والتدخلات المستقبلية.

٣. تمهيد الطريق لتطبيق فعال لبنود وأحكام الاتفاقية بتوفير أساس متين وقوي لتطوير الخطط الوطنية لتنفيذ التزامات اتفاقية ميناماتا.

ووفقًا للإرشادات الأوّلية للتقييم، يُوصى بأن يتضمن التقييم الأولي العناصر الآتية: (أ) التشريعات والسياسات: بحيث تشمل مصادر إمداد الزئبق وتجارته، والمنتجات المضافة إليها الزئبق، والعمليات الصناعية، وتعدين الذهب الحرفي وعلى نطاق صغير، والقوانين المرتبطة بانبعاثات الهواء والإطلاقات البيئية. (ب) جرد الزئبق: يشمل الكميات المخزنة من الزئبق ومركباته، وبروتوكولات الاستيراد والتصدير، وظروف التخزين، ومصادر الإمداد، وطرق التدوير، والصناعات التي تستخدم الزئبق، وكميات الاستخدام السنوي، بالإضافة إلى التجارة في الزئبق ومركباته، (ج) التحديد: لمصادر انبعاث الزئبق ومصادر إطلاقه إلى اليابسة والمياه. (د) التقييم: ويتضمن تحديد وتعزيز احتياجات المؤسسات الوطنية اللازمة لتنفيذ الاتفاقية، وكذلك المتطلب ات المؤسسية وبناء القدرات اللازمة لذلك.

هدف مشروع التقييم الأولي لاتفاقية ميناماتا في سلطنة عُمان إلى دراسة وضع الزئبق في البلاد بشكل شامل، ويشمل ذلك تقييم كيفية استخدام الزئبق وانبعاثه في القطاعات المختلفة. كما يركز المشروع على معرفة مدى جاهزية المؤسسات والجهات التنظيمية في السلطنة، لتحديد ما تحتاجه من دعم ومتطلبات وخطط لضمان تنفيذ اتفاقية ميناماتا بشكل ناجح وفعّال وأكثر كفاءة على المستوى الوطني.

وسوف يُسهم إنجاز هذا المشروع بشكل كبير في تعزيز الجهود الوطنية الرامية إلى خفض انبعاثات الزئبق، وبالتالي تقليل مستويات التعرض له، مما ينعكس بشكل مباشر على تحسين الصحة العامة وصون البيئة، كما أن الحد من إطلاقات الزئبق إلى البيئة سيوفر فوائد ملموسة ليس فقط للمجتمعات المحلية، بل وللمجتمع الدولي بأسره.

١.٢.٣ تلوث الزئبق

يُعد الزئبق من الملوثات البيئية الخطيرة، وتُشكل الأنشطة الصناعية أحد مصادره الأساسية. تشمل هذه الأنشطة - على سبيل المثال لا الحصر - عمليات التعدين، وصهر المعادن، وإنتاج المواد الكيميائية وكذلك الأسمدة، بالإضافة إلى التخلص غير الآمن من النفايات الصناعية، كما تسهم بعض المصادر الطبيعية، مثل البراكين والتعرية الجيولوجية، في إطلاق الزئبق إلى البيئة، ولا يقتصر التلوث بالزئبق على الأنشطة الصناعية فقط؛ ففي العديد من الدول النامية، يُعد استخدام الوقود الأحفوري منخفض الجودة (مثل الفحم)، وممارسات التعدين الحرفي للذهب باستخدام الزئبق، وبعض الطقوس الدينية والثقافية (التي قد تشمل استخدام مركبات الزئبق في البخور أو المستحضرات، والطب الشعبي)، من بين العوامل الرئيسية التي تزيد عن مستويات التلوث الزئبقي في البيئة.

تُدرج مصادر تلوث الزئبق ضمن الانبعاثات الناتجة عن الأنشطة البشرية، وتشمل عمليات صهر الخامات، والتعدين الحرفي للذهب، وصناعة الأسمنت، واحتراق الوقود الأحفوري، وحرق النفايات. ويُعد تعدين الذهب على نطاق صغير من أكثر الممارسات تلويثًا، حيث يُستخدم الزئبق لفصل الذهب عن الخام، ثم يُسخّن الزئبق العنصري لتحرير الذهب، مما يؤدي إلى انبعاث بخار الزئبق في الجو، وتنتقل هذه الانبعاثات عبر الغلاف الجوي، ثم تترسب لاحقًا على سطح التربة والمسطحات المائية على هيئة جسيمات دقيقة، مما يساهم في تلويث النظم البيئية وتهديد الصحة العام، ويوجد الزئبق على ثلاثة أشكال رئيسية: الزئبق العنصري (المعدني) ، الزئبق غير العضوي، أكسيد الزئبق،كبريتيد الزئبق وجد في الطبيعة على شكلين، أحدهما أحمر والآخر أسود، كلوريد الزئبق، نترات الزئبق، الذي غالبًا ما يتعرض له الأفراد من خلال بيئات العمل، وميثيل أو ثنائي ميثيل أو إيثيل الزئبق مركب عضوي سام يتراكم في الكائنات الحية، خاصة في الأسماك وبعض المأكولات البحرية، وهو الشكل الأكثر سُمية نظرًا لوجوده في المبيدات الحشرية ومبيدات الآفات والسلاسل الغذائية.

ويُنتج الميثيل الزئبق السام في البيئات المائية من خلال تحول الزئبق غير العضوي، مما يجعله أحد المكونات الرئيسة في الدورة البيوجيوكيميائية للزئبق، وقد أثبتت عدد من الدراسات العلمية بوجود الزئبق في العديد من أنواع الأسماك والمحار، والذي يُشير إلى وجود مخاطر صحية محتملة مرتبطة باستهلاكها.

وفي سلطنة عُمان، كشفت دراسة تم نشرها عام (٢٠١٣) بأن متوسط تركيز الزئبق في الأسماك الطازجة والمجمَّدة بلغ نحو ٠,٠٢ ملغم/كغم، في حين تراوح تركيزه في الأسماك المعلبة بين ٠,٠٢ ملغم/كغم في السردين و٠,١٨ ملغم/كغم في التونة، أما في المحار فقد وصل متوسط التركيز إلى ٠,٠٩ ملغم/كغم، والذي يُعتبَر أعلى قليلاً من مستواه في الأسماك الطازجة والمجمَّدة، كما أظهرت النتائج أن ٧٢٪ من الأسماك تحتوي على تركيزات إجمالية من الزئبق تفوق ٥ كغم، في حين بلغت هذه النسبة ٦٦٪ في المحار. غير أنه عند استهلاك ١٢٠ غرامًا من لحم القرش المجفف، لوحظت مخاطر صحية في حالة تجاوز الاستهلاك الأسبوعي من الميثيل الزئبق للحد المسموح به والذي يصل ١.٦ ميكروغرام/كغم؛ وعليه، يُوصى بتقليل استهلاك لحم القرش المجفف بين السكان الذين يعتمدون على الأسماك في غذائهم لتقليل التعرض للزئبق (المُغيري، ٢٠١٣).

وقد أظهرت الدراسات أن من أبرز التحديات الصحية الناجمة عن الزئبق هو تراكم الزئبق العضوي (الميثيل أو الإيثيل) في الأسماك، والدواجن، وحبوب الأرز، حيث سُجلت مستويات تتراوح بين ١.٥٤ و٢.٩٥ ملغم/كغم في الأغذية غير المطهية (كومار، ٢٠٢٣). وبينما كان الزئبق يُستخدم في الماضي ضمن الترمومترات، فقد أصبحت الصناعات الحديثة، مثل مصابيح بخار الزئبق، والمصابيح الفلورية الأنبوبية والمدمجة، من أبرز مجالات استخداماته الحديث، (كدام، ٢٠١٩).

وتشمل المصادر الرئيسة لتلوث الزئبق الانبعاثات الصادرة عن المنشآت الصناعية، وصناعات المعادن، بالإضافة إلى التخلص غير السليم من المنتجات المحتوية على الزئبق ضمن النفايات المنزلية (شارما، ٢٠١٩). كما يتعرض العاملون في منشآت إعادة تدوير المصابيح الفلورية لمخاطر صحية ناجمة عن التعرض للزئبق، حيث أن تحطيم مصباح فلوري واحد قد يُطلق كمية كبيرة من الزئبق في الهواء (جنسن، ٢٠٢١). ويُعدّ نشاط التعدين الحرفي والضيّق النطاق للذهب، رغم كونه مصدر دخل مهمًا للعديد من المجتمعات، إلّا أنه أيضاً من أبرز مصادر التلوث بالزئبق، لا سيّما أثناء إستخدامه في عملية الدمج بالزئبق، ويُمارس هذا النوع من التعدين في نحو ٨٠ دولة، ويشارك فيه ما يقارب ٢٠ مليون شخص، ويشكل النساء والأطفال نحو ثلثهم، ويؤثر بصورة مباشرة أو غير مباشرة في أكثر من ١٠٠ مليون شخص حول العالم، كما يُقدَّر أن نحو ١٥ مليون شخص يشاركون في التعدين الحرفي في الدول النامية، من بينهم ٣ملايين من النساء والأطفال (إسديل، ٢٠١٨). ويتعرض هؤلاء الأفراد غالبًا لمستويات مرتفعة من الزئبق العنصري.

يتم التخلص سنويًا من نحو ٣٠ إلى ٥٠ مليون طن من النفايات الإلكترونية، والتي يُعتقد أنها تسهم في إطلاق الزئبق، مما يشكّل خطرًا كبيرًا على صحة الأطفال (Dutta، ٢٠١٨). كما أن التخلص غير السليم من أجهزة مثل الترمومترات، والبطاريات، والمفاتيح الكهربائية، والمصابيح الفلورية، خاصة عند تعرضها للأمطار أو الرياح، يؤدي إلى إطلاق الزئبق في البيئة، وتُسهم كذلك المياه المتسربة من مواقع التعدين في نقل الزئبق إلى الأنهار والبحيرات والجداول، حيث يتراكم تدريجيًا مع مرور الوقت (Pant، ٢٠٢٤).

كما يُعد احتراق الفحم أيضاً مصدرًا رئيسيًا آخر لانبعاثات الزئبق في الغلاف الجوي، إذ يُسهم بنحو ٧١٪ من إجمالي الانبعاثات العالمية، منها ٣٥٪ ناتجة عن وحدات توليد الطاقة، و٤٦٪عن المنشآت الصناعية (Streets، ٢٠١٨)، كما ترتبط مخاطر تلوث الزئبق بإنتاج الفضة وبعض المركّبات الكيميائية الأخرى، إلى جانب إنتاج الزئبق نفسه، وتختلف هذه المخاطر من دولة إلى أخرى بحسب مستوى الرقابة البيئية والتشريعات والسياسات الصناعية المتبعة، ووفقًا لما أورده (ليانغ ،٢٠١٥)، فإن البصمة العالمية لانبعاثات الزئبق تصل نحو ١٣٥٨ طنًا، والذي يمثل حوالي ٥٦٪ من الإجمالي العالمي، حيث تصدر أمريكا الشمالية (بما في ذلك الولايات المتحدة وكندا) ٦٦ طنًا أي مايعادل (٣٪)، بينما تُنتج ٢٧ دولة من دول الاتحاد الأوروبي ١٥٤ طنًا وهو مايعادل تقريباً (٦٪)، وتُسهم أمريكا اللّاتينية (بما في ذلك البرازيل والمكسيك) بنحو ٨٩ طنًا والذي يعادل (٤٪). وعلى الرغم من هذه المساهمات، تُعد الصين أكبر مصدر لإنبعاثات الزئبق في الغلاف الجوي عالميًا، بإجمالي قدره ٨٧٢ طنًا من الإنبعاثات الكربونية، أي ما يعادل ٣٦٪ من إجمالي الانبعاثات العالمية (Liang، ٢٠١٥).

ويُطلق الزئبق إلى مختلف عناصر البيئة بنِسَب متفاوتة، حيث يُقدَّر نحو ٢٠٪ منه يُطلق إلى الهواء، و٣٠٪ إلى المياه، و٣٠٪ إلى التربة، و٢٠٪ يتركز في مدافن النفايات، وذلك وفقًا لسجل إطلاق المواد السامة والوكالة الأمريكية لحماية البيئة. كما تُعد محطات توليد الطاقة التي تعمل بالفحم مسؤولة عن قرابة ثلثي انبعاثات الزئبق في الغلاف الجوي (Joy & Qureshi، ٢٠٢٣؛ Horowitz، ٢٠١٤).

١.٣ الملخص

تناول هــذا الفصل عرضًــا للمعلومــات الاقتصادية، والجغرافية، والثقافية المتعلقة بسلطنة عُمان، كما يتم من خلاله تســليط الضوء على دور هيئــة البيئة، وهي الجهة الوطنية المختصة بتنفيذ ومتابعة تنفيذ الالتزامات بمتطلبات اتفاقية ميناماتا بشــأن الزئبــق، وتُعتبر هيئة البيئة نقطة الإتصال الوطنية لتنسيق الأنشطة المرتبطة بالاتفاقية، إضافةً إلى التواصل مع الجهات الدولية ذات الصلة، مثل أمانة اتفاقية ميناماتا وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، وفي إطار جهود سلطنة عُمان للوفاء بالتزاماتها الرامية إلى خفض انبعاثــات وإطلاقات الزئبق، أيضاً تم تضميــن نتائج جــرد إطلاقات الزئبق فــي الدولة، وفي الختام تم تقديم نظرة شــاملة وملخصًا لمحتوى التقرير بصورة شاملة حول مشروع التقييم الأولي للزئبق.

الفصل الثاني:

جرد الزئبق وتحديد الانبعاثات والمصادر

٢.١ المقدمة

في عام ٢٠٢١، تم تشكيل اللّجنة الوطنية لإدارة المواد الكيميائية برئاسة هيئة البيئة وذلك بناءاً على المادة (٣) من المرسوم السلطاني رقم (٩٥/٤٦) وتختص اللّجنة بدراسة مسودات اللوائح و القرارات اللّازمة لتنفيذ هذا القانون وآليات متابعة وإعتماد قوائم المواد الكيميائية المحظورة والمقيّدة، وإتخاذ قرار بجدوى المصادقة أو الإنضمام إلى الاتفاقيات البيئية المعنية بالمواد الكيميائية ومن ضمنها إتفاقية ميناماتا بعد إعداد تقرير مفصل من هيئة البيئة بالتنسيق والتعاون مع الجهات المعنية التالية والتي تمثل اللّجنة المذكور:

• هيئة البيئة: مسؤولة عن توفير البيانات المتعلقة بإنتاج المعادن والمواد الأخرى المحتوية على شوائب من الزئبق، والاستخدام المتعمد للزئبق في العمليات الصناعية، وإنتاج المعادن المعاد تدويرها، وحرق النفايات، وكذلك عمليات التخلص من النفايات، وطمرها، ومعالجة مياه الصرف الصحي.

• وزارة الخارجية: يتمثل دور وزارة الخارجية في تنسيق اتفاقية ميناماتا في تمثيل الدولة على الصعيد الدولي، والمشاركة في المفاوضات، والتوقيع والتصديق على الاتفاقية، إضافةً إلى تنسيق تنفيذ الالتزامات البيئية المتعلقة بالزئبق مع الجهات الوطنية المختصة والمنظمات الدولية. ويهدف ذلك إلى حماية الصحة العامة والبيئة من مخاطر الزئبق، من خلال تعزيز التعاون الدولي وضمان مواءمة السياسات الوطنية مع المعايير العالمية المعتمدة لمكافحة تلوث الزئبق.

• وزارة الطاقة والمعادن: معنية بجمع البيانات حول استخراج واستخدام مصادر الوقود والطاقة، وإنتاج المعادن الأولية.

• وزارة الصحة: مسؤولة عن تقديم البيانات المتعلقة باستخدام حشوات الأسنان المحتوية على ملغم الزئبق، واستخدام المانومترات وأجهزة القياس التي تحتوي على الزئبق.

• وزارة الدفاع: يتمثل دور وزارة الدفاع في تنفيذ اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق في التعاون والتنسيق مع هيئة البيئة والجهات المختصة لتطبيق أحكام الاتفاقية، ولا سيما ما يتعلق بالإدارة الآمنة للمواد الخطرة، وإدارة النفايات، والحد من التلوث البيئي الناتج عن الزئبق. ويشمل ذلك تنظيم استخدامات الزئبق في الأجهزة والمعدات العسكرية، وتدريب الكوادر على أساليب التعامل الآمن مع المواد السامة، وضمان التخلص السليم من النفايات المحتوية على الزئبق، بما يسهم في حماية صحة الأفراد والحفاظ على البيئة وتوفير البيانات ذات الصلة.

• وزارة الثروة الزراعية والسمكية وموارد المياه: يكمن دور وزارة الثروة الزراعية والسمكية وموارد المياه بحيث يشمل وضع السياسات والرقابة على استخدام المبيدات والأسمدة وتحديد ضوابط استخدام المواد الكيميائية، بما في ذلك المبيدات والأسمدة، لتقليل المخاطر البيئية والصحية.لضمان جودة الغذاء وسلامة البيئة، وتطوير أنظمة تتبع المنتجات، وتوفير الدعم للمزارعين وتطوير القطاع الزراعي المستدام، بما في ذلك مكافحة الآفات والتحكم في المواد الكيميائية والمعدنية (الزئبق في المبيدات القديمة) لضمان سلامة المحاصيل والمياه، وذلك عبر الإدارة المختصة مثل وقاية المزروعات والمعامل البحثية، وتحقيق الأمن الغذائي.

• جامعة السلطان قابوس وبلدية مسقط: معنية بتقديم نتائج البحوث والدراسات الأكاديمية.

دور جامعة السلطان قابوس:

• دعم تنفيذ اتفاقية ميناماتا من خلال البحث العلمي ورصد مستويات الزئبق في البيئة (الهواء، المياه، التربة، والكائنات الحية).

• تطوير وبناء القدرات الوطنية في مجالات القياس والتحليل وإدارة الزئبق وفق متطلبات الاتفاقية.

• إجراء دراسات تقييم المخاطر الصحية والبيئية المرتبطة باستخدامات الزئبق وانبعاثاته.

• تقديم الاستشارات العلمية والفنية للجهات الحكومية والبلديات لدعم إعداد التقارير الوطنية للاتفاقية.

• نشر الوعي الأكاديمي والمجتمعي حول أهداف اتفاقية ميناماتا وأهمية الحد من الزئبق.

ثانيًا: دور قطاع البلديات:

• تطبيق التشريعات المحلية المتوافقة مع اتفاقية ميناماتا، خاصة في ما يتعلق بإدارة النفايات المحتوية على الزئبق.

• مراقبة الأنشطة والمصادر المحلية التي قد تسهم في انبعاث الزئبق (المرافق الصحية، الورش، حرق النفايات، المصانع).

• جمع البيانات الميدانية والتعاون مع الجهات المختصة في برامج الرصد والإبلاغ.

• دعم الاستغناء التدريجي عن المنتجات المحتوية على الزئبق في المرافق البلدية.

• توعية المجتمع المحلي بأساليب التخلص الآمن من المنتجات المحتوية على الزئبق.

ويكمن التكامل بين جامعة السلطان قابوس والمؤسسات الأكاديمية وقطاع البلديات فيما يلي:

• تنفيذ برامج رصد مشتركة تساهم في الوفاء بالتزامات الدولة ضمن اتفاقية ميناماتا.

• تبادل البيانات والخبرات لدعم التقارير الوطنية والتقييمات الدورية.

• تعزيز اتخاذ القرار المحلي المبني على الأدلة العلمية لتحقيق أهداف الاتفاقية.

كما تم تشكيل فريق عمل وطني للزئبق ومركباته وإستخدامات وذلك بموجب القرار الصادر رقم (٢٠٢٢/١٧٧) ويمثّل جميع الجهات المعنية في الدولة، ويتولى فريق العمل الوطني تنفيذ بنود واحكام إتفاقية ميناماتا ودراسة ومراجعة القوانين واللّوائح الخاصة بالزئبق في الدولة وجمع البيانات كلٌ وفق إختصاصة والمسؤوليات المناطه لكل جهة،

كمـا يتم تمثيل القطـاع الخاص عبر المؤسسـات الحكومية ذات الصلة التي تربطه بها علاقة تنظيمية، وقد إثراء عمل اللّجنة والفريق المشـار إليهما بعقد العديد من الورش الحضورية والافتراضية وتنفيذ بعض الدراسـات التي نُظّمت بالتنسيق بين هيئة البيئة وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، وبدعم من مرفق البيئة العالمي (GEF).

وقد تم اعتماد المسـتوى الثاني مـن أداة برنامج الأمم المتحدة للبيئة ١ لتحديد مصادر إطلاقات الزئبق وكمياتها، بهدف تطوير الجرد الوطني للزئبق في سلطنة عُمان، وتحديد وتقدير المصادر الأساسية لانبعاثات وإطلاقات الزئبق ومركباته.

وتعتمد منهجية إعداد جردي المسـتوى الأول والمستوى الثاني، بصفـة عامة، على مبدأ وزن الكتلة لكل فئة من فئات مصادر إطلاق الزئبق، مع تشابه في الخطوات الأساسية لكلا المستويين.

إلا أن جرد المستوى الثاني يتميز بدرجة أعلى من الدقة والتفصيل والشـمول مقارنة بجرد المسـتوى الأول، إذ يتيـح إمكانية تخصيص وتكييف العوامل الافتراضية اسـتنادًا إلى البيانات الوطنية المتاحة، ممـا يعزّز موثوقية النتائج ودقتها؛ وبنـاءًا على ذلك، فقد تم إعتماد تطبيق جرد المسـتوى الثاني في سـلطنة عُمان بهدف إجراء تقييم أكثر شموليةً ودقة لمصادر إطلاقات الزئبق وتحديد أولويات التدخل والإدارة البيئية بفعالية أكبر.

وقد وضّحت دراسـة لبرنامج الأمم المتحـدة للبيئة (٢٠١٣) كأول تقييم عالمي شامل لتسـرب الزئبق إلى النظم المائية، بما في ذلك الأنهار والبحيرات، وقد أشارت نتائج الدراسة إلى تخزين ما يقارب ٢٦٠ طنًا من الزئبـق في التربة، الأمر الذي يعكس حجـم التراكم البيئي الخطير لهذه المادة السامة.

وعلـى الرغـم من اسـتمرار الجهـود المبذولة على المسـتويين الوطني والدولي على مستوى العالم للحد من إطلاقات الزئبق إلى البيئة، فإن الانبعاثات لاتزال قائمـة بمعدلات مرتفعة، خصوصًا تلك المرتبطة بإزالة الغابات والمواقع الملوثة، التي تُعد من أبرز المصادر ذات الإطلاقات العالية للزئبق (برنامج الأمم المتحدة للبيئة، ٢٠١١).

وتشير التقديرات إلى أن الحراك السنوي للزئبق في التربة قد يشهد ارتفاعًا إضافيًا تتراوح نسـبته بين ٢٠٪ و٢٥٪ مقارنة بمستويات عام ٢٠٢٣، فـي حال اسـتمرار وتيـرة إزالة الغابـات الحاليـة بوتيرتها المتسـارعة حتى عام Deringer (٢٠٣٠ ، ٢٠١٩)، وبناءاً على اعتماد اتفاقية ميناماتا بشـأن الزئبق، أصبحت دول الأطـراف ملزمة باتخاذ تدابير فعالة لتقليل اسـتخدام الزئبـق، إلى جانب إعداد وتنفيذ خطط وطنية لحماية الفئات السـكانية الأكثر عرضة للتأثر، مثل المجتمعات المحليـة القريبة من مصـادر الانبعاث أو العامليـن في القطاعات المعرضة لإطلاقات (برنامج الأمم المتحدة للبيئة، ٢٠١٣).

ويُلخص هذا التقرير جرد مصادر الزئبق الناتجة عن الأنشـطة البشرية والكميات المقدرة للانبعاثـات والإطلاقات، بالاعتماد على البيانات التـي تم جمعها خلال الفترة من فبراير ٢٠٢٢ حتى ديسـمبر ٢٠٢٢، وعليه، يُعد عام ٢٠٢٢ بمثابة سـنة خط الأساس التي سيتم الإستناد عليها بشـأن إعداد الدراسات والتقارير خلال الفترة القادمة لاتفاقية ميناماتا في سلطنة عُمان.

ولغـرض إنجـاز التقييم الأولـي للزئبق، تـم تنظيم سلسـلة من الاجتماعـات والورش التدريبية (كما هو موضح في الفصل الخامس والملحق)، حيث تم تعريف ممثلي الجهات المعنية بالأداة الإرشادية وتدريبهم بشـكل تفصيلي على تحديد مصادر الزئبق وحساب كميات انبعاثاته وإطلاقاته من مختلف المصادر.

وقد تـم جمع البيانـات المتعلقة بمـدخلات الزئبـق وإطلاقاته ومصادرهـا المحددة، بناءً على توزيع العمل الوارد في الجدول ١-١، ثم أُرسـلت إلى نقطة الاتصال الوطنية، المتمثلـة في هيئة البيئة، وتولّت نقطة الاتصال، بالتنسـيق مع برنامج الأمـم المتحدة لحماية البيئـة والخبير الدولـي والخبير الوطنـي، مراجعة البيانـات وإنهاء حسـابات الكميات، وإدخال التعـديلات اللّازمة بعـد مراجعتها مع الأطراف المعنية، وفي النهاية، تم تنظيم البيانات وتحليلها والعرض لكل البيانات في جداول وتوضيح الانبعاثات والإطلاقات الزئبقية من خلال الرسوم البيانية.

تمثّل عملية تقدير انبعاثات وإطلاقات الزئبق وتحديد مصادره تحدّيًا كبيرًا، وذلـك نظرًا لعدم وجـود مصادر معروفة ومحـددة بوضوح لانبعاثات الزئبق الناتجة عن الأنشـطة البشـرية في سـلطنة عُمان (الريسي وآخرون، ٢٠٠٧؛ الشيدي وآخرون، ٢٠٢٢)، وبالرغم من ذلك، فقد وضحت الدراسات بأن النشاط البشري يساهم في جزء كبير من إطلاق الزئبـق في الوسـاط البيئية المختلفة، بما فـي ذلك الهواء والتربة والمياه (برنامج الأمم المتحدة للبيئة، ٢٠١٨).

وفـي هذا الجانب تم تنفيـذ عدد من المبادرات لرصد مسـتويات الزئبق، وذلك تماشـيًا مع التزامات سـلطنة عُمـان بموجب اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق، التي يشرف على تنفيذها برنامج الأمم المتحدة للبيئة، والتي تهدف إلى الحد من إطلاقات الزئبق وتقليل تسربه إلى البيئة (Sonke٢٠٢٣,)، وقد ساهم اعتماد المستوى الثاني من أداة الجـرد الخاصة ببرنامـج الأمم المتحـدة للبيئة في تمكيـن الفريق الوطنـي للتقييم الأولـي للزئبق من إعـداد بيانـات وطنية تتعلق بإطلاقات وانبعاثات الزئبق، والتي تم عرضها وتلخيصها في الجداول الموضحة أدناه.

٢.٢ مصادر
إطلاق الزئبق

يوضح الجدول (٢-١) المصادر التي تم تحديد وجودها أو عدم وجودها لإطلاقات الزئبق في سلطنة عُمان، وقد تم إدراج فقط أنواع المصادر التي تم تأكيد وجودها ضمن التقييم الكمي.

الجدول (٢-١): تحديد مصادر إطلاق الزئبق في سلطنة عُمان، حيث تشير (نعم) إلى وجود المصدر، و(لا) إلى عدم وجوده.

فئة المصدر	وجود المصدر (نعم/لا)
استخراج واستخدام الوقود/مصادر الطاقة	
احتراق الفحم في محطات الطاقة	لا
احتراق الفحم في الغلايات الصناعية التي تعمل بالفحم	لا
استخدام الفحم في أغراض أخرى	لا
الزيوت المعدنية – استخراجها وتكريرها واستخدامها	نعم
الغاز الطبيعي – استخراجه وتكريره واستخدامه	نعم
استخراج واستخدام أنواع أخرى من الوقود الأحفوري	لا
إنتاج الطاقة والحرارة باستخدام الكتلة الحيوية	لا
إنتاج الطاقة الحرارية الجوفية	لا
الإنتاج الأولي (البكر) للمعادن	
استخراج الزئبق (البكر) والمعالجة الأولية	لا
استخراج الذهب (والفضة) باستخدام عمليات دمج الزئبق	لا
استخراج الزنك والمعالجة الأولية	لا

فئة المصدر	وجود المصدر (نعم/لا)
استخراج النحاس والمعالجة الأولية	لا
استخراج الرصاص والمعالجة الأولية	لا
استخراج الذهب والمعالجة الأولية بطرق غير دمج الزئبق	لا
استخراج الألمنيوم والمعالجة الأولية	لا
استخراج ومعالجة معادن غير حديدية أخرى	لا
الإنتاج الأولي للمعادن الحديدية	لا
إنتاج معادن ومواد أخرى تحتوي على شوائب من الزئبق	
إنتاج الكلنكر للإسمنت	نعم
إنتاج اللب والورق	لا
إنتاج الجير والركام الخفيف الوزن	لا
الاستخدام المتعمد للزئبق في العمليات الصناعية	
إنتاج الكلور والقلويات باستخدام تقنية الزئبق	لا
إنتاج كلوريد الفينيل الأحادي باستخدام محفز الزئبق	لا
إنتاج الأسيتالديهيد باستخدام محفز الزئبق	لا
إنتاج مواد كيميائية وبوليمرات أخرى باستخدام الزئبق	لا
المنتجات الاستهلاكية ذات الاستخدام المتعمد للزئبق	
الترمومترات المحتوية على الزئبق	نعم
المفاتيح والمرحلات الكهربائية المحتوية على الزئبق	نعم

فئة المصدر	وجود المصدر (نعم/لا)
مصادر الإضاءة المحتوية على الزئبق	نعم
البطاريات المحتوية على الزئبق	لا
البولي يوريثان بمحفزات الزئبق	لا
المبيدات الحيوية ومبيدات الآفات المحتوية على الزئبق	لا
الدهانات المحتوية على الزئبق	لا
المنتجات الصيدلانية للاستخدام البشري والبيطري	لا
مستحضرات التجميل والمنتجات ذات الصلة المحتوية على الزئبق	لا
استخدامات أخرى للمنتجات/العمليات المتعمدة	
حشوات الأسنان بملغم الزئبق	نعم
المانومترات وأجهزة القياس المحتوية على الزئبق	نعم
المواد الكيميائية والمعدات المخبرية المحتوية على الزئبق	نعم
استخدام الزئبق المعدني في الطقوس الدينية والطب الشعبي	لا
الاستخدامات المتنوعة للمنتجات، واستخدامات الزئبق المعدني، ومصادر أخرى	لا
("إنتاج المعادن المعاد تدويرها ("الإنتاج الثانوي	
("إنتاج الزئبق المعاد تدويره ("الإنتاج الثانوي	لا
(إنتاج المعادن الحديدية المعاد تدويرها (الحديد والصلب	نعم
إنتاج معادن أخرى معاد تدويرها	نعم

فئة المصدر	وجود المصدر (نعم/لا)
حرق النفايات	
حرق النفايات البلدية/العامة	لا
حرق النفايات الخطرة	لا
حرق النفايات الطبية	نعم
حرق الحمأة الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي	لا
الحرق العشوائي للنفايات	لا
التخلص من النفايات/الطمر ومعالجة مياه الصرف الصحي	
المدافن/الطمر المنظم	نعم
التخلص العشوائي تحت رقابة محدودة	لا
التخلص المحلي العشوائي من نفايات الإنتاج الصناعي	لا
الإلقاء العشوائي للنفايات العامة	لا
نظام/معالجة مياه الصرف الصحي	نعم
المحارق والمقابر	
المحارق/حرق الجثث	نعم
المقابر	لا

٢.٢.١ البيانات والجرد للزئبق الناتج عن استخراج واستخدام الوقود ومصادر الطاقة

يتم إطلاق الزئبق غالبًا من خلال عمليات اســتخراج واســتخدام الوقــود والطاقة، وتوضح البيانات المدرجــة في الجداول أدناه دراسة كمية إطلاقات الزئبق الناتجة عن استخراج واستخدام هذه المصادر.

أ. المصادر المحددة للزئبق من اســتخراج وتكرير واســتخدام الزيوت المعدنية

يوضح الجدول ٢-٢ أدناه ملخصًا لإطلاقات الزئبق خلال استخراج واستخدام الوقود ومصادر الطاقة.

على سبيل المثال: احتراق الفحم في محطات الطاقة، استخراج الزيوت المعدنية وتكريرها واســتخدامها، استخدام البنزين، الديزل، زيت الوقود الخفيف، الكيروســين، الغاز البترولي المسال، وغيرها من المقطرات الخفيفة إلى المتوســطة، استخراج الغاز الطبيعي وتكريره واســتخدامه، استخراج واستخدام أنواع أخرى من الوقود الأحفوري.

الجدول(٢-٢):بيانات وجرد استخراج واستخدام مصادر الوقود والطاقة — تحديد المصادر النقطية ضمن هذه الفئة المصدرية.

اسم المصدر المحدد	الموقع	معدل النشاط	معامل الإدخال	أنظمة الحد من التلوث	عوامل توزيع المخرجات	ارتفاع المداخن (بالمتر)
احتراق الفحم في محطات توليد الطاقة						
احتراق مخلفات غسيل الفحم (الفحم الحجري الصلب)	عمان	٠	٠,١٥	احتراق الأنتراسيت (الفحم الحجري الصلب)	٠	٧٠-٨٠
احتراق الفحم في الغلايات الصناعية التي تعمل بالفحم						
احتراق الفحم المغسول في الغلايات الصناعية (الفحم الصلب)	عمان	٠	٠,١٥	احتراق الفحم الصلب	٠	٧٠-٨٠
استخدامات أخرى للفحم						
إنتاج فحم الكوك	عمان	٠	٠,١٥	احتراق الليغنيت	٠	٧٠-٨٠
احتراقات أخرى للفحم	عمان	٠	٠,١٥	احتراق الليغنيت	٠	٧٠-٨٠
مصادر الطاقة: استخراج وتكرير واستخدام النفط المعدني						

اسم المصدر المحدد	الموقع	معدل النشاط	معامل الإدخال	أنظمة الحد من التلوث	عوامل توزيع المخرجات	ارتفاع المداخن (بالمتر)
الاستخراج	عمان	٤٨٬٢٤٢٬٠٨٧	٣,٤	منشأة احتراق نفط دون ضوابط انبعاثات	ماء: ٣٢,٨٠	-
التكرير	عمان	١٠٬٧٠١٬٥٨٦	٣,٤	منشأة احتراق نفط دون ضوابط انبعاثات	هواء: ٩,١٠، ماء: ٠,٣٦، معالجة/ تخلص نوعي: ٥,٤٦	-
استخدام البنزين، الديزل، زيت الوقود الخفيف، الكيروسين، الغاز النفطي المسال، والمقطرات الخفيفة إلى المتوسطة الأخرى:						
النقل بخلاف التدفئة السكنية ومنشآت حرق النفط	عمان	٣٬٣٥٧٬٨٢٤	٢	منشأة احتراق نفط دون ضوابط انبعاثات	هواء: ٦,٧٢	-
التدفئة السكنية دون ضوابط	عمان	٠	٢	منشأة احتراق نفط دون ضوابط انبعاثات	٠	-
منشآت حرق النفط الأخرى	عمان	٢٠١٬٨٨٥	٢	منشأة احتراق نفط دون ضوابط انبعاثات	٠	-
الغاز الطبيعي – الاستخراج، التكرير، والاستخدام						
الاستخراج	عمان	-	١٠٠	معالجة غاز دون إزالة الزئبق	-	-
التكرير	عمان	٤٧٬٥٨١	١٠٠	معالجة غاز دون إزالة الزئبق	هواء: ٠,٧٨	-
استخدام الغاز الخام أو المنظف مسبقًا / استخدام غاز الشبكة (جودة المستهلك)	عمان	٧٬٧٧٠٬٣٦٨	١٠٠	معالجة غاز دون إزالة الزئبق	-	-
أنواع الوقود الأحفوري الأخرى – الاستخراج والاستخدام						
احتراق الخث	عمان	٠	١١٧	-	٠	-
توليد الطاقة والتدفئة باستخدام الكتلة الحيوية						
حرق الكتلة الحيوية	عمان	٠	٠,٠٣	-	٠	-
احتراق الفحم النباتي	عمان	٠	٠,١٢	-	٠	-
الوحدات: معامل الإدخال = غرام زئبق / طن، معدل النشاط = الفحم، طن / سنة، والمخرجات = كغم زئبق / سنة، المرجع: سنة ٢٠٢١ وتقرير تقييم إطلاق الزئبق						

إن استخراج الوقود الأحفوري يؤدي إلى إطلاق كميات كبيرة من الزئبق إلى البيئة، خاصة إلى المسطحات المائية، في حال غياب أنظمة متقدمة وفعالة للتحكم في الانبعاثات، حيث يتم إطلاق الزئبق أثناء عمليات التعدين والحرق على شكل غازات وجزيئات تنتقل عبر الهواء لترتبط بالمياه والتربة، مما يتسبب في تلوث بيئي حاد، وهذا التلوث يشكل تهديدًا خطيرًا على النظم البيئية وصحة الإنسان، إذ يتحول الزئبق في المياه إلى مركبات عضوية سامة كالميثيل الزئبق، التي تتراكم في السلسلة الغذائية وتؤدي إلى أضرار صحية بالغة، لذلك تُعتبر أنظمة التحكم في الانبعاثات ركيزة أساسية للحد من هذا التلوث الخطير وحماية البيئة؛ وتبلغ كمية الزئبق المُطلقة ٣٢,٨٠ كغم زئبق/سنة.كما أن تكرير الوقود الأحفوري يؤدي إلى إطلاقات للزئبق في الهواء والماء، حيث تبلغ كمية الإطلاق إلى الهواء ٩,١٠ كغم زئبق/سنة، وإلى الماء ٠,٣٦٠ كغم زئبق/سنة، وذلك في حالة عدم وجود أنظمة للتحكم في الإنبعاثات، ولذلك فإن استخدام الوقود الإحفوري في وسائل النقل يؤدي إلى إطلاق الزئبق إلى الهواء بمقدار ٦,٧٢ كغم زئبق/سنة.

أما بشأن الأنشطة المرتبطة بتكرير الغاز الطبيعي، فتبلغ كمية الزئبق المُطلقة إلى الهواء ٠,٧٨ كغم زئبق/سنة، في حال عدم إزالة الزئبق أثناء المعالجة.

ب. مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن استخراج الزيوت المعدنية

من خلال البيانات في الجدول (٢-٣) يتضح بأن مدخلات ومخرجات الزئبق أثناء استخراج الزيوت المعدنية.

ويُلاحظ أن الزئبق يتسرب إلى المياه خلال عمليات إستخراج الزيوت المعدنية، حيث تم احتساب كمية الإطلاق إلى المياه بمقدار ٣٢,٢٨ كغم زئبق/طن.

الجدول(٢-٣):مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن استخراج الزيوت المعدنية (عام ٢٠٢١).

استخراج الزيوت المعدنية	الوحدة	الإنتاج	الاستخدام	التخلص
معدل النشاط	طن زيت/سنة	٤٨٬٢٤٢٬٠٨٧	-	-
عامل الإدخال للمرحلة	ملغم زئبق/طن	٣,٤	-	-
المدخل المحسوب للمرحلة	كغم زئبق/طن	١٦٤	-	-
عوامل توزيع المخرجات للمرحلة				
- الهواء	-	٠,٢	-	-
- الماء	-	-	-	-
- الأرض	-	-	-	-
- المنتجات	-	-	-	-
- معالجة النفايات العامة	-	-	-	-
- معالجة النفايات حسب القطاع	-	-	-	-
المخرجات / الانبعاثات المحسوبة إلى				

استخراج الزيوت المعدنية	الوحدة	الإنتاج	الاستخدام	التخلص
- الهواء	-	-	-	-
- الماء	كغم زئبق/طن	٣٢,٢٨	-	-
- الأرض	-	-	-	-
- المنتجات	-	-	-	-
- معالجة النفايات حسب القطاع				

ت. مدخلات ومخرجات الزئبق أثناء تكرير الزيوت المعدنية

كما يتضح من خلال الجدول (٢-٤) مدخلات ومخرجات الزئبق أثناء تكرير الزيوت المعدنية، وقد تم احتســاب الإطلاقات إلى الهواء بمقدار ٩,١٠ كغم زئبق/طن، وإلى المياه بمقدار ٠,٣٦ كغم زئبق/طن، وإلى معالجة النفايات القطاعية بمقدار ٥,٤٦ كغم زئبق/طن.

الجدول(٢-٤):مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن تكرير الزيوت المعدنية (عام ٢٠٢١).

استخراج الزيوت المعدنية	الوحدة	الإنتاج	الاستخدام	التخلص
معدل النشاط	طن زيت/سنة	١٠٬٧٠١٬٥٨٦	-	-
عامل الإدخال للمرحلة	ملغم زئبق/طن	٣,٤	-	-
المدخل المحسوب للمرحلة	كغم زئبق/طن	٣٦	-	-
عوامل توزيع المخرجات للمرحلة				
- الهواء	كغم زئبق/طن	٠,٢٥	-	-
- الماء	كغم زئبق/طن	٠,٠١	-	-
- الأرض	-	-	-	-
- المنتجات	-	-	-	-
- معالجة النفايات العامة	-	-	-	-
- معالجة النفايات حسب القطاع	-	٠,١٥	-	-
المخرجات / الانبعاثات المحسوبة إلى				
- الهواء	كغم زئبق/طن	٩,١٠	-	-
- الماء	كغم زئبق/طن	٠,٣٦	-	-
- الأرض	-	-	-	-
- المنتجات	-	-	-	-
- معالجة النفايات العامة	-	-	-	-
- معالجة النفايات حسب القطاع	كغم زئبق/طن	٥,٤٦	-	-

ث. مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن استخدام الزيوت المعدنية (وسائل النقل ومرافق الاحتراق الأخرى)

يعرض الجدول ٢-٥ مدخلات ومخرجات الزئبق أثناء استخدام الزيوت المعدنية، وقد تم احتساب كمية الإطلاق إلى الهواء بمقدار ٦,٧٢ كغم زئبق/طن.

الجدول(٢-٥):مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن استخدام الزيوت المعدنية (عام ٢٠٢١)

استخراج الزيوت المعدنية	الوحدة	وسائل النقل			مرافق الاحتراق الأخرى		
		الإنتاج	الاستخدام	التخلص	الإنتاج	الاستخدام	التخلص
معدل النشاط	نفط طن /سنة	-	٣٬٣٥٧٬٨٢٤	-	-	٢٠١٬٨٨٥	-
عامل الإدخال للمرحلة	ملغم زئبق/طن	-	٢,٠	-	-	٢,٠	-
المدخل المحسوب للمرحلة	كغم زئبق/طن	-	٧	-	-	٧	-
عوامل توزيع المخرجات للمرحلة							
- الهواء - الماء - الأرض - المنتجات - معالجة النفايات العامة - معالجة النفايات حسب القطاع		- - - - - -	١ - - - - -	- - - - - -	- - - - - -	١ - - - - -	- - - - - -
المخرجات / الانبعاثات المحسوبة إلى							
- الهواء - الماء - الأرض - المنتجات - معالجة النفايات العامة - معالجة النفايات حسب القطاع		- - - - - -	٦,٧٢ - - - - -	- - - - - -	- - - - - -	- - - - - -	- - - - - -

ج. ملخص المدخلات والنتائج

تعتبُر أنشطة استخراج واستخدام الوقود ومصادر الطاقة من المصادر الرئيسة لانبعاثات الزئبق إلى البيئة، ويركز هذا القسم على تقدير كميات الزئبق المنطلقة نتيجة عدد من العمليات المرتبطة بالوقود الأحفوري، وتشمل:

- احتراق الفحم في محطات توليد الطاقة الكهربائية.
- استخراج الزيوت المعدنية وتكريرها واستخدامها.
- إضافة إلى استهلاك أنواع متعددة من الوقود مثل:
  - البنزين
  - الديزل
  - زيت الوقود الخفيف
  - الكيروسين
  - الغاز البترولي المسال (LPG)
  - المقطرات الخفيفة والمتوسطة الأخرى.
- كذلك استخراج الغاز الطبيعي ومعالجته واستخدامه.
- أيضاً استخراج واستعمال أنواع أخرى من الوقود الأحفوري.

ويمكن إعتبار هذه الأنشطة من العوامل الجوهرية في إطلاق الزئبق، نظراً لاحتوائه على نسب متفاوتة في المواد الخام، وللعمليات الحرارية التي تؤدي إلى تحرره في الهواء والماء والتربة.

وقد تبيَّن بأن أعلى كمية لإطلاق الزئبق تتم من خلال عملية استخراج الزيوت المعدنية إلى المياه، بينما تنخفض كميات الإطلاق إلى الهواء ومعالجة النفايات القطاعية خلال عمليات تكرير الزيوت المعدنية، وهو ما يمثل الحد الأدنى لنطاق الإطلاقات.

٢.٢.٢ البيانات والجرد المتعلق بالزئبق

الناتج عن الإنتاج الأولي (البكر) للمعادن

يُعد الإنتاج الأولي للمعادن من المصادر المحتملة لانبعاثات الزئبق، حيث تشمل هذه الانبعاثات عمليات استخراج الزئبق الخام ومعالجته، واستخدامه في دمج الفضة، إلى جانب أنشطة استخراج الزنك والنحاس والرصاص وتركيزها، بالإضافة إلى إنتاج الألمنيوم واستخلاص الألومينا من خام البوكسيت، وإنتاج المعادن الحديدية الأولية.

ومع ذلك، فقد بيَّنت نتائج الدراسة أنه لم يُسجل أي نشاط يتعلق بالإنتاج الأولي للمعادن في السلطنة يؤدي إلى إطلاقات الزئبق، مما يُشير بوضوح إلى خلو السلطنة من أنشطة هذا القطاع التي تسهم في التلوث بالزئبق، وهو ما يُعد مؤشرًا إيجابيًا على صعيد الحد من مصادر التلوث الصناعي بهذا العنصر السام.

كما تتمتع سلطنة عُمان بمزايا استراتيجية فريدة تجعلها وجهة واعدة للاستثمار في قطاع التعدين، إذ يوفّر موقعها الجغرافي الاستراتيجي وتنوعها الجيولوجي الغني بيئة مثالية لاستكشاف واستغلال مجموعة واسعة من المعادن الفلزية والصناعية، بما في ذلك النحاس، الكروم، المنغنيز، الذهب، الرصاص، الفضة، الجبس، والملح، إلى جانب الاكتشافات المتزايدة لعناصر الأرض النادرة ذات القيمة الاقتصادية العالية.

ويمثل قطاع التعدين أحد المحركات الرئيسية لتحقيق أهداف التنويع الاقتصادي، تماشيًا مع رؤية عُمان ٢٠٤٠، حيث تواصل الحكومة، من خلال وزارة الطاقة والمعادن وشركة تنمية معادن عُمان، دعمها لهذا القطاع الحيوي عبر تهيئة البيئة التشريعية وتقديم التسهيلات اللّازمة لجذب الإستثمارات.

وفي هذا السياق، شهد عام ٢٠٢٣ توقيع اتفاقية استراتيجية لاستثمار ١٢ موقع امتياز للتنقيب عن المعادن، مما يعكس الثقة المتزايدة بجدوى الاستثمار التعديني في سلطنة عُمان، وتشير التقارير الوطنية الحديثة إلى أن القطاع يمتلك إمكانات نمو كبيرة، مدعومة بالاكتشافات الجديدة لكميات ضخمة من النحاس والمعادن الأرضية النادرة، والتي من شأنها إحداث نقلة نوعية في خارطة الإنتاج التعديني للبلاد.

إلا أن التحدي الأبرز الذي يواجه القطاع يتمثل في غياب قاعدة بيانات وطنية متكاملة تضم تفاصيل المشروعات القائمة والاستثمارات الحديثة، مما يقيّد القدرة على التخطيط الاستراتيجي والاستفادة القصوى من الإمكانات المتاحة.

إن تطوير هذا القطاع الواعد يتطلب تسريع وتيرة التحول الرقمي، وتوفير بنية معلوماتية موثوقة، بالإضافة إلى تعزيز الشراكات بين القطاعين العام والخاص، بما يضمن استدامة الموارد الطبيعية وتحقيق عوائد اقتصادية ملموسة على المدى الطويل.

وفي إطار التوجّه الوطني لتحقيق مستهدفات رؤية عُمان ٢٠٤٠، التي تضع في سُلّم أولوياتها تنويع مصادر الدخل وتعظيم الإستفادة من الموارد الطبيعية والطاقة المتجددة، تعمل الحكومة على إعداد استراتيجية وطنية شاملة للموارد المعدنية، تهدف إلى تعزيز مساهمة القطاع في الاقتصاد الوطني، وفتح آفاق جديدة للتنمية المستدامة على المدى الطويل.

٢.٢.٣ البيانات والجرد المتعلق بالزئبق

من الاستخدام المتعمد للزئبق في العمليات الصناعية

يُعتبر الاستخدام المقصود للزئبق في العمليات الصناعية من المصادر البارزة لإطلاقاته في البيئة، نظرًا لطبيعة هذه الاستخدامات التي تتضمن إدخال الزئبق بشكل مباشر في خطوط الإنتاج، ويتناول هذا القسم تقييم حجم الإطلاقات المحتملة من الزئبق الناتجة عن مثل هذه الأنشطة، والتي تنتقل إلى البيئة عبر مسارات صناعية محددة، أبرزها: إنتاج الكلور والقلويات باستخدام تقنية الخلايا الزئبقية، وإنتاج كلوريد الفينيل الأحادي والأسيتالديهيد باستخدام محفزات زئبقية، بالإضافة إلى تصنيع مركّبات كيميائية وبوليمرات صناعية أخرى يدخل الزئبق أو مشتقاته في تركيبها.

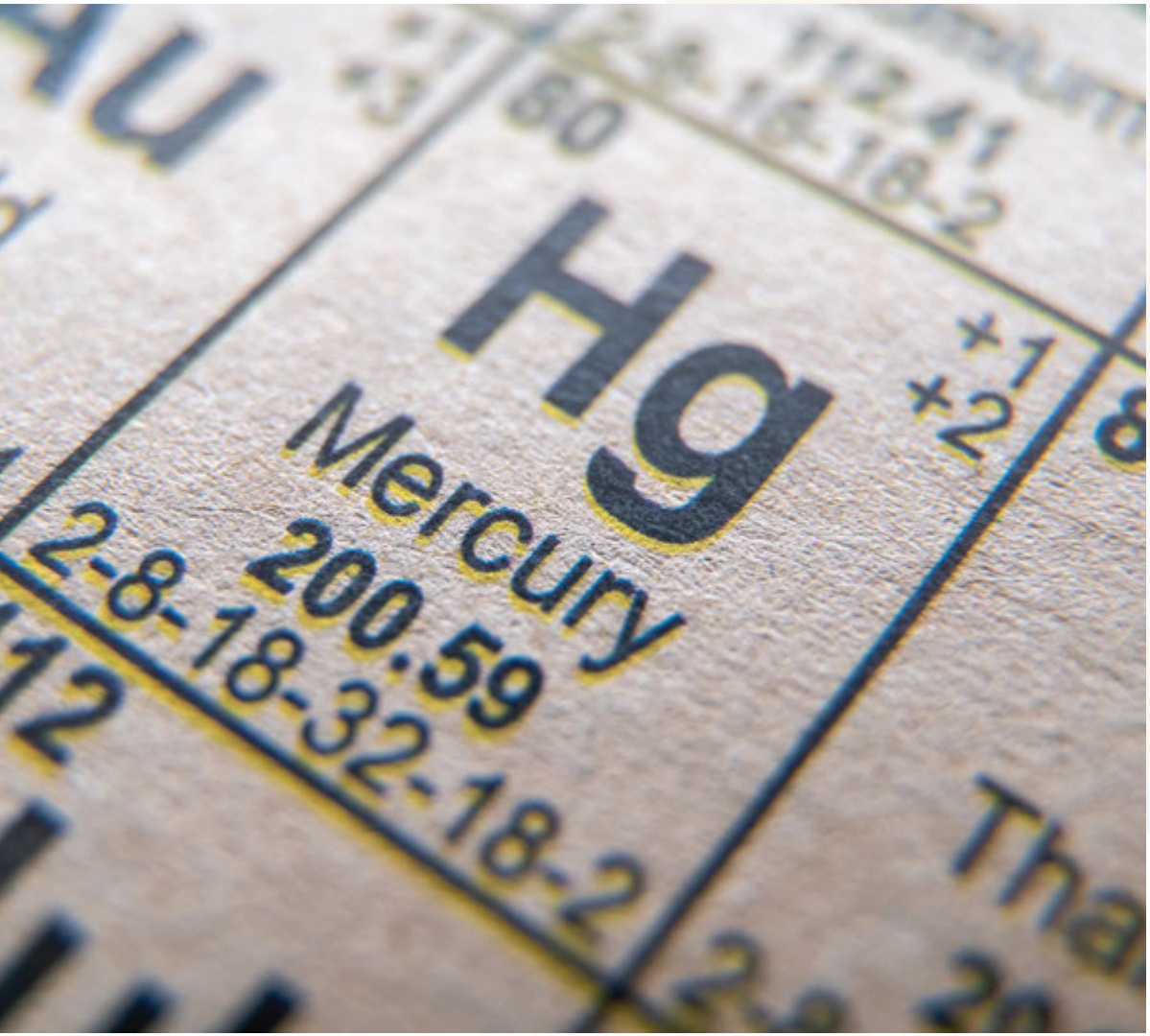
وقد ركّزت الدراسة على ثلاث نقاط كمصادر رئيسة، شملت: المفاتيح والمرحلات الكهربائية المحتوية على الزئبق بمراحلها الثلاث (الإنتاج، الاستخدام، والتخلص)، ومصادر الإضاءة الزئبقية، إلى جانب تصنيع مادة البولي يوريثان باستخدام محفزات قائمة على الزئبق، ويوضح الجدول (٢-٦) في الأسفل مدخلات الزئبق ومخرجاته ضمن هذه العمليات الصناعية.

وبالرغم من الطبيعة الحساسة لهذه الاستخدامات، فقد كشفت نتائج الدراسة عن عدم تسجيل أية إطلاقات مرصودة للزئبق من الأنشطة المشار إليها، كما لم يتم توثيق أي تدفقات أو توزيعات بيئية ناتجة عن هذه العمليات خلال فترة الرصد، ويُعَد هذا المؤشر دلالة على محدودية المخاطر البيئية المباشرة المرتبطة بهذه الاستخدامات ضمن السياق الوطني، مع التأكيد على أهمية الاستمرار في التقييم الدوري لضمان عدم حدوث تسربات مستقبلية غير مرصودة.

الجدول(٢-٦):مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن الاستخدام المتعمد للزئبق في العمليات الصناعية

اسم المصدر المحدد	الموقع	معدل النشاط	عامل(عوامل) الإدخال	أنظمة الحد من التلوث	عوامل توزيع المخرجات
المفاتيح والمرحلات الكهربائية المحتوية على الزئبق					
الإنتاج	عُمان	-	١		
الاستخدام /التخلص	عُمان	٤٬٤٣٦٬٨٩٧.٠٨	٠.١٤	تجميع منفصل مع تعامل عشوائي واسع الانتشار للنفايات.	٠
مصادر الإضاءة المحتوية على الزئبق					
الإنتاج/الاستخدام /التخلص	عُمان	٢٢٬٩٠٢.٣٩٣	١	إنتاج الزئبق	-
أنابيب الفلورسنت (طرف مزدوج)	عُمان	-	٨	تجميع منفصل مع تعامل خاضع للسيطرة للنفايات	-
مصباح فلورسنت مدمج طرف واحد	عُمان	-	٢.٧	تجميع منفصل مع تعامل عشوائي واسع الانتشار للنفايات.	-
مصابيح بخار الزئبق عالية الضغط	عُمان	-	٤٠	تجميع منفصل مع تعامل خاضع للسيطرة للنفايات	-
مصابيح الصوديوم عالية الضغط	عُمان	-	٢٠	-	-
مصابيح الأشعة فوق البنفسجية لأغراض التسمير	عُمان	-	١٥	-	-
مصابيح الهاليد المعدني	عُمان	-	٢٥	-	-
البولي يوريثان باستخدام محفزات الزئبق					
الاستخدام/ التخلص	عُمان	٠.٠٣	-	تجميع منفصل مع تعامل عشوائي واسع الانتشار للنفايات.	
الوحدات: عامل الإدخال = غرام زئبق/طن ، معدل النشاط = طن/سنة ، المخرجات = كغم زئبق / سنة					

٤.٢.٤ البيانات والجرد المتعلق بالزئبق الناتج عن المنتجات الاستهلاكية ذات الاستخدام المتعمد للزئبق



كما تُعتبر المنتجات الاستهلاكية أحد مصادر إنبعاثات الزئبق، ويتم من خلال البيانات أدناه توضيح لتقدير كمية إطلاقات الزئبق الناتجة عن هذه المنتجات.

أ. المصادر المحددة للزئبق من المنتجات الاستهلاكية

- **إنتاج الترمومترات المحتوية على الزئبق مثل الترمومترات الطبية، وترمومترات قياس درجة حرارة الهواء المحيط، والترمومترات الصناعية والخاصة، وأنواع أخرى من الترمومترات الزجاجية المحتوية على الزئبق.**
- **استخدام الترمومترات المحتوية على الزئبق مثل الترمومترات الطبية، وترمومترات قياس درجة حرارة الهواء المحيط، والترمومترات الصناعية والخاصة، وغيرها من الترمومترات الزجاجية المحتوية على الزئبق.**
- **إنتاج واستخدام والتخلص من المفاتيح والمرحلات الكهربائية المحتوية على الزئبق.**
- **إنتاج واستخدام والتخلص من مصادر الإضاءة المحتوية على الزئبق مثل أنابيب الفلورسنت (طرف مزدوج)، المصابيح الفلورية المدمجة (طرف واحد)، مصابيح بخار الزئبق عالية الضغط، مصابيح الصوديوم عالية الضغط، مصابيح الأشعة فوق البنفسجية لأغراض التسمير، ومصابيح الهاليد المعدني.**
- **إنتاج واستخدام والتخلص من البطاريات المحتوية على الزئبق مثل خلايا الزئبق-الزنك، وخلايا زر الزنك-الهواء، وخلايا زر القلوية، وخلايا زر أكسيد الفضة، والبطاريات القلوية ذات الأشكال الأكبر حجمًا غير الزرية.**
- **إنتاج واستخدام والتخلص من البولي يوريثان باستخدام محفزات الزئبق، والمبيدات الحيوية ومبيدات الآفات المحتوية على الزئبق، والدهانات المحتوية على الزئبق، والمنتجات الصيدلانية للاستخدام البشري والبيطري، ومستحضرات التجميل والمنتجات ذات الصلة المحتوية على الزئبق.**

الجدول(٢-٧): المنتجات الاستهلاكية ذات الاستخدام المقصود للزئبق كمصدر للزئبق.

اسم المصدر المحدد	الموقع	معدل النشاط	عامل الإدخال	أنظمة الحد من التلوث	عوامل توزيع المخرجات
الترمومترات المحتوية على الزئبق: الإنتاج					
الترمومترات الطبية	عُمان	٠	١	-	٠
ترمومترات قياس حرارة الهواء المحيط	عُمان	٠	٣,٥	-	٠
الترمومترات الصناعية والخاصة	عُمان	٠	١٠٣	-	٠
ترمومترات زجاجية أخرى تحتوي على الزئبق	عُمان	٠	٢٠.٥	-	٠
الترمومترات المحتوية على الزئبق: الاستخدام +التخلص		(٩٤'١٤٧.٢٨٢ كغم)			
الترمومترات الطبية	عُمان	٠	٠,١٥	لا يوجد تجميع منفصل، التعامل مع النفايات الخاضعة للرقابة	٠
ترمومترات قياس حرارة الهواء المحيط	عُمان	٠	٠.٠٠٢	لا يوجد تجميع منفصل، التعامل العشوائي مع النفايات واسع الانتشار	٠
الترمومترات الصناعية والخاصة	عُمان	٠	٠.٠١٤	تجميع منفصل مع تعامل خاضع للسيطرة للنفايات	٠
ترمومترات زجاجية أخرى تحتوي على الزئبق	عُمان	٠	٠.٠١٥	-	٠
المفاتيح والمرحلات الكهربائية المحتوية على الزئبق					
الإنتاج	عُمان	-	١	-	-
الاستخدام +التخلص	عُمان	٤'٤٣٦'٨٩٧.٠٨	٠.١٤	لا يوجد تجميع منفصل، التعامل العشوائي مع النفايات واسع الانتشار	٠
مصادر الإضاءة المحتوية على الزئبق					
الإنتاج/الاستخدام +التخلص	عُمان	٢٢'٩٠٢.٣٩٣	١	إنتاج الزئبق	-
أنابيب الفلورسنت (طرف مزدوج)	عُمان	-	٨	لا يوجد تجميع منفصل، التعامل مع النفايات الخاضعة للرقابة	-
مصباح فلورسنت مدمج (طرف واحد)	عُمان	-	٢.٧	لا يوجد تجميع منفصل، التعامل العشوائي مع النفايات واسع الانتشار	-
مصابيح بخار الزئبق عالية الضغط	عُمان	-	٤٠	تجميع منفصل مع تعامل خاضع للسيطرة للنفايات	-
مصابيح الصوديوم عالية الضغط	عُمان	-	٢٠	-	-
مصابيح الأشعة فوق البنفسجية للتسمير	عُمان	-	١٥	-	-
مصابيح الهاليد المعدني	عُمان	-	٢٥	-	-
البطاريات المحتوية على الزئبق/الإنتاج					
خلايا أكسيد الزئبق (جميع الأحجام)، المعروفة أيضًا بخلايا الزئبق-الزنك	عُمان	٠	٣٢٠	لا يوجد تجميع منفصل، التعامل مع النفايات الخاضعة للرقابة	
خلايا زر الزنك-الهواء	عُمان	٠	١٢	لا يوجد تجميع منفصل، التعامل العشوائي مع النفايات واسع الانتشار	
خلايا الزر القلوية	عُمان	٠	٥	تجميع منفصل مع تعامل خاضع للسيطرة للنفايات	

اسم المصدر المحدد	الموقع	معدل النشاط	عامل الإدخال	أنظمة الحد من التلوث	عوامل توزيع المخرجات
خلايا زر أكسيد الفضة	عُمان	٠	٤	-	
البطاريات القلوية (أشكال غير زرية)	عُمان	٠	٠.٢٥	-	
البطاريات المحتوية على الزئبق/الاستخدام +التخلص					
خلايا أكسيد الزئبق (جميع الأحجام)، المعروفة أيضًا بخلايا الزئبق-الزنك	عُمان	٠	٣٢٠	-	-
خلايا زر الزنك-الهواء	عُمان	-	١٢	-	-
خلايا الزر القلوية	عُمان	-	٥	-	-
خلايا زر أكسيد الفضة	عُمان	-	٤	-	-
البطاريات القلوية (أشكال غير زرية)	عُمان	-	٠.٢٥	-	-
البولي يوريثان باستخدام محفزات الزئبق					
الإنتاج	عُمان	-	٠	لا يوجد تجميع منفصل، التعامل مع النفايات الخاضعة للرقابة	
الاستخدام +التخلص	عُمان	٠.٠	-	لا يوجد تجميع منفصل، التعامل العشوائي مع النفايات واسع الانتشار	
المبيدات الحيوية ومبيدات الآفات المحتوية على الزئبق					
الإنتاج	عُمان	٠	١	-	-
الاستخدام +التخلص	عُمان	-	٠	-	-
الدهانات المحتوية على الزئبق					
الإنتاج	عُمان	٠	١	-	-
الاستخدام +التخلص	عُمان	٠	٢.٦	-	-
المستحضرات الصيدلانية للاستخدام البشري والبيطري					
الإنتاج	عُمان	-	-	-	-
الاستخدام +التخلص	عُمان	-	-	-	-
مستحضرات التجميل والمنتجات ذات الصلة المحتوية على الزئبق					
الإنتاج	عُمان	٠	١	-	-
الاستخدام +التخلص	عُمان	٠	٣٠		
الوحدات: عامل الإدخال = غرام زئبق/طن ، معدل النشاط = طن/سنة ، المخرجات = كغم زئبق / سنة					

ب. مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن استخدام الترمومترات المحتوية على الزئبق

يوضح الجدول (٢-٨) مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن استخدام الترمومترات المحتوية على الزئبق.
ولا تتوفـر بيانـات حول إطلاق الزئبق الناتج عن اسـتخدام الترمومتـرات المحتوية على الزئبق، مثـل الترمومترات الطبية، وترمومتـرات قياس حرارة الهواء المحيط، والترمومترات الصناعية والخاصة، وغيرها من الترمومترات الزجاجية المحتوية على الزئبق.

الجدول(٢-٨):مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن استخدام الترمومترات المحتوية على الزئبق

استخراج الزيوت المعدنية	الوحدة	الإنتاج	الاستخدام	التخلص
معدل النشاط	طن زيت/سنة	٩,٤١٤,٨٢٨	-	-
عامل الإدخال للمرحلة	ملغم زئبق/طن	٢٠,٥	-	-
المدخل المحسوب للمرحلة	كغم زئبق/طن	٠	-	-
عوامل توزيع المخرجات للمرحلة				
- الهواء	-	-	-	-
- الماء	-	-	-	-
- الأرض	-	-	-	-
- المنتجات	-	-	-	-
- معالجة النفايات العامة	-	-	-	-
- معالجة النفايات حسب القطاع	-	-	-	-
المخرجات / الانبعاثات المحسوبة إلى				
- الهواء	-	-	-	
- الماء	-	-	-	-
- الأرض	-	-	-	-
- المنتجات	-	-	-	-
- معالجة النفايات العامة	-	-	-	-
- معالجة النفايات حسب القطاع	-	-	-	-

ت. مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن استخدام المفاتيح والمرحلات الكهربائية المحتوية على الزئبق

يتضح من خلال الجدول (٢-٩) بيانات لمدخلات ومخرجات الزئبق المرتبطة باستخدام المفاتيح والمرحلات الكهربائية التي تحتوي على الزئبق، وذلك في سياق تقييم الاستخدامات الصناعية والمخرجات البيئية ذات الصلة؛ كما يتضح بعدم توفر لبيانات لكميات بشأن إطلاقات الزئبق الناتجة عن هذه الفئة من المنتجات، بما في ذلك مصادر الإضاءة الزئبقية خلال مراحل استخدامها أو التخلص منها ، مثل:

أنابيب الفلورسنت مزدوجة الطرف، والمصابيح الفلورية المدمجة (طرف واحد)، ومصابيح بخار الزئبق عالية الضغط، ومصابيح الصوديوم عالية الضغط، ومصابيح الأشعة فوق البنفسجية المستخدمة لأغراض التسمير، ومصابيح الهاليد المعدني؛ ويعتبر عدم توفر هذه البيانات تحديًا بشأن التقييم الدقيق لإجمالي الإطلاقات المحتملة للزئبق من هذا المسار ويؤثر على بناء تقديرات دقيقة وشاملة لإجمالي الانبعاثات الزئبقية من هذا المسار ، مما يؤكد على أهمية تعزيز جهود الرصد، وجمع البيانات على المستوى الوطني، بهدف دعم عمليات التقييم البيئي وتحسين إدارة النفايات المحتوية على الزئبق وفقًا لأفضل الممارسات البيئية المتبعة وسد الفجوات المعلوماتية، وتحقيق متطلبات والتزامات الدولة بموجب الاتفاقيات البيئية االعالمية ذات الصلة.

الجدول(٢-٩):مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن استخدام المفاتيح والمرحلات الكهربائية المحتوية على الزئبق

استخراج الزيوت المعدنية	الوحدة	الإنتاج	الاستخدام	التخلص
معدل النشاط	طن زيت/سنة	٤,٤٣٦,٨٩٧,٠٨	-	-
عامل الإدخال للمرحلة	ملغم زئبق/طن	٠,١٤	-	-
المدخل المحسوب للمرحلة	كغم زئبق/طن	٦٢١	-	-
عوامل توزيع المخرجات للمرحلة				
- الهواء - الماء - الأرض - المنتجات - معالجة النفايات العامة - معالجة النفايات حسب القطاع	- - - - - -	٠,٠١ - - - - -	- - - - - -	- - - - - -
المخرجات / الانبعاثات المحسوبة إلى				
- الهواء - الماء - الأرض - المنتجات - معالجة النفايات العامة - معالجة النفايات حسب القطاع	- - - - - -	- - - - - -	- - - - - -	- - - - - -

ث. ملخص المدخلات والنتائج

تم تنفيذ دراسة شاملة لتقييم إطلاقات الزئبق الناجمة عن عمليات إنتاج واستخدام والتخلص من المنتجات الإستهلاكية المحتوية على الزئبق، غير أن الدراسة كشفت عن غياب شبه كامل للبيانات المتعلقة بالإطلاقات الناتجة عن استخدام الترمومترات الزجاجية المحتوية على الزئبق، بما في ذلك الترمومترات الطبية، وترمومترات قياس درجة حرارة الهواء، والترمومترات الصناعية والخاصة؛ ويمثّل هذا النقص في البيانات فجوة تؤثر على التقييم الكمي الدقيق لإجمالي إطلاقات الزئبق من هذا المصدر، وتحدّ من فعالية جهود الرصد والتقليل من الانبعاثات، ولكن في الجانب الآخر؛ تتوفر بيانات أكثر اتساقاً وتفصيلاً بشأن الاستخدامات المقصودة الأخرى للزئبق في المنتجات والعمليات الصناعية، مما يتيح فرصة لبناء تقديرات أكثر شمولاً لإجمالي التراكيز التلوث في الأوساط البيئية الناتجة عن الزئبق، كم يتم فحص تراكيز الزئبق المنطلقة من أنشطة إعادة تدوير المعادن في التفاصيل المذكورة أدناه.

ج. المصادر المحددة للزئبق من الاستخدامات المتعمدة للمنتجات/العمليات

يعرض الجدول (٢-١٠) أدناه ملخصًا لإطلاقات الزئبق من جميع المصادر المحددة للاستخدامات المتعمدة الأخرى للمنتجات/العمليات.

وتشمل المصادر المحددة ما يلي:

(أ) الحشوات في عيادات الأسنان (حشوات الأملغم/التحضيرات، توريد الزئبق لحشوات الأملغم، والإطلاقات الناتجة عن توريد الزئبق للحشوات قبل ١٠-٢٠ عامًا).

(ب) المانومترات وأجهزة القياس المحتوية على الزئبق.

(ج) المواد الكيميائية والمعدات المخبرية المحتوية على الزئبق.

كما تُعد المنتجات الاستهلاكية مصدرًا آخر للزئبق، ويتناول القسم التالي تقدير كمية إطلاقات الزئبق الناتجة عن هذه المنتجات.

وقد تم تطوير "الدليل الوطني لعلاج حالات التسمم" من قبل وزارة الصحة في سلطنة عُمان، ممثلة بدائرة الصحة البيئية والمهنية بالمديرية العامة لمراقبة ومكافحة الأمراض، واتخذت سلطنة عُمان خطوات متقدمة في مجال الوقاية والاستجابة للطوارئ السامة المتعلقة بالمواد الكيميائية، مع الإشارة إلى أنه تم تشكيل لجنة وطنية للصحة والبيئة في نهاية عام ٢٠١٧، بهدف إعداد استراتيجية وطنية للصحة البيئية.

كما أنشأت وزارة الصحة المركز الوطني لمكافحة السموم، بالإضافة إلى تطوير نظام إلكتروني للرصد والمراقبة للسموم والأمراض ضمن برنامج الرصد الوطني "رصد"، وقد تلاحظ بأن معظم الحالات التي استقبلها هذا المركز كانت نتيجة نقص الوعي الكافي بالاستخدام الأمثل والإيجابي للمواد والأدوية والأدوات الكيميائية المحيطة، مما يجعل التثقيف الصحي حاجة ملحة عند التعامل مع هذه المواد وغيرها.

ح. المصادر المحددة للزئبق من المنتجات الاستهلاكية

يوضح الجدول (٢-١٠) أدناه ملخصًا لإطلاقات الزئبق من جميع المصادر المحددة للمنتجات الاستهلاكية، وتشمل المصادر الرئيسية للزئبق الترمومترات، واستخدام والتخلص من مصادر الإضاءة، والمفاتيح الكهربائية، والبطاريات، وخلايا الزئبق، ومحفزات الزئبق. وبالإضافة إلى ذلك، تشمل المصادر الأخرى المبيدات الحيوية، ومبيدات الآفات، والدهانات، ومستحضرات التجميل، والمنتجات الصيدلانية للاستخدام البشري والبيطري المحتوية على الزئبق.

الجدول(٢-١٠) :المصادر المحددة للزئبق من الاستخدامات المتعمدة الأخرى للمنتجات/العمليات

اسم المصدر المحدد	الموقع	معدل النشاط	عامل الإدخال	أنظمة الحد من التلوث	عوامل توزيع المخرجات
حشوات الزئبق السنية في عيادات الأسنان					
تحضيرات حشوات الأملغم	عُمان	-	-	تحضيرات الحشوات في العيادات (الإمداد الحالي للزئبق لحشوات الأملغم) (أ)	مياه: ٠,٣٣، منتجات: ٠,٢٢، نفايات عامة: ٠,٩٥، معالجة/تخلص خاص: ٠,٨٨
الإمداد الحالي للزئبق لحشوات الأملغم	عُمان	-	٠,٠٢	تحضيرات الحشوات في العيادات (الإمداد الحالي للزئبق لحشوات الأملغم) (أ)	.
الاستخدام – من الحشوات في الفم (إطلاقات ناتجة عن توريد الزئبق منذ ٥-١٥ سنة)	عُمان	١٢.٦٤٣	-	استخدام (الإمداد بالزئبق لحشوات منذ ٥-١٥ سنة) (أ)	مياه: ٠,٢٥
التخلص – إطلاقات ناتجة عن توريد الزئبق منذ ١٠-٢٠ سنة		٣.٦٨٤	-	التخلص (المدخل هو الإمداد بالزئبق لتحضير الحشوات منذ ١٠-٢٠ سنة) (أ) '- في البلدان حيث تكون معظم العيادات مزودة بفلاتر أملغم عالية الكفاءة (معدل احتجاز ٩٥٪) و في البلدان حيث يتم استخدام مصافي/مرشحات الكراسي السنية فقط	مياه: ٠,٠٧، منتجات: ٠,٢٢، نفايات عامة: ٠,٩٦، معالجة/تخلص خاص: ٠,٨٨
المانومترات وأجهزة القياس المحتوية على الزئبق					
الإنتاج (ج)	عُمان	١	-	-	-
استخدام + التخلص من أجهزة قياس ضغط الدم الطبية	عُمان	٠,٠- غرام زئبق/عنصر/سنة	٨٠	(أ١) لا يوجد تجميع منفصل، التعامل مع النفايات الخاضعة للرقابة (أ٣) لا يوجد تجميع منفصل، التعامل العشوائي مع النفايات واسع الانتشار (أ٣) تجميع منفصل، التعامل مع النفايات الخاضعة للرقابة	هواء: ١٨,٩٨، مياه: ٥٦,٩٣، نفايات عامة: ٥٦,٩٣، معالجة/تخلص خاص: ٥٦,٩٣
المواد الكيميائية والمعدات المخبرية المحتوية على الزئبق					
المواد الكيميائية المخبرية	عُمان	٤'٥٢٧'٤٤٦	٠,٠١	-	مياه: ١٤,٩٤، نفايات عامة: ١٤,٩٤، معالجة/تخلص خاص: ١٥,٣٩
معدات مخبرية أخرى (القيمة الافتراضية لمجموعة المستوى الأول)	عُمان	٤'٥٢٧'٤٤٦	٠,٠٤	لا يوجد تجميع منفصل، التعامل العشوائي مع النفايات واسع الانتشار	مياه: ٥٩,٧٦، نفايات عامة: ٥٩,٧٦، معالجة/تخلص خاص: ٦١,٥٧
الوحدات: عامل الإدخال = غرام زئبق/طن ، معدل النشاط = طن/سنة ، المخرجات = كغم زئبق / سنة					

خ. مدخلات ومخرجات الزئبق من الاستخدامات المتعمدة الأخرى للمنتجات/العمليات واستخدام المانومترات وأجهزة القياس

من خلال الجدول (٢-١١) في الأسفل يتم توضيح مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن استخدام المانومترات وأجهزة القياس المحتوية على الزئبق والتي تشمل إطلاقات الزئبق الرئيسية هنا الإطلاقات إلى الهواء، والمياه، والمعالجة القطاعية للنفايات، والمعالجة العامة للنفايات، وقد كانت كميات الإطلاقات التي تم حسابها كالتالي : إلى الهواء (١٨,٩٨ كغم زئبق/طن)، وإلى المياه (٥٦,٩٣ كغم زئبق/طن)، وإلى المعالجة القطاعية للنفايات (٥٦,٩٣ كغم زئبق/طن)، وإلى المعالجة العامة للنفايات (٥٦,٩٣ كغم زئبق/طن).

الجدول(٢-١١):مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن استخدام المانومترات وأجهزة القياس المحتوية على الزئبق

استخراج الزيوت المعدنية	الوحدة	الإنتاج	الاستخدام	التخلص
معدل النشاط	طن زيت/سنة	٢٣٧٢	-	-
عامل الإدخال للمرحلة	ملغم زئبق/طن	٨٠	-	-
المدخل المحسوب للمرحلة	كغم زئبق/طن	١٩٠	-	-
عوامل توزيع المخرجات للمرحلة				
- الهواء	-	٠,٠١	-	-
- الماء	-	٠,٠٠٥	-	-
- الأرض	-	-	-	-
- المنتجات	-	-	-	-
- معالجة النفايات العامة	-	٠,١	-	-
- معالجة النفايات حسب القطاع	-	٠,٠١	-	-
المخرجات / الانبعاثات المحسوبة إلى				
- الهواء	-	١٨.٩٨	-	-
- الماء	-	٥٦.٩٣	-	-
- الأرض	-	-	-	-
- المنتجات	-	-	-	-
- معالجة النفايات العامة	-	٥٦.٩٣	-	-
- معالجة النفايات حسب القطاع	-	٥٦.٩٣	-	-

د. مدخلات ومخرجات الزئبق من الاستخدامات المتعمدة الأخرى للمنتجات/المواد الكيميائية والمعدات المخبرية

يعرض الجدول)٢-١٢(مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن استخدام المواد الكيميائية والمعدات المخبرية المحتوية على الزئبق، وتشمل إطلاقات الزئبق الرئيسية هنا الإطلاقات إلى: (الهواء، والمعالجة القطاعية للنفايات، والمعالجة العامة للنفايات)؛ وكانت تركيز الكميات التي تم حسابها لهذه الإطلاقات كما يلي: إلى الهواء (١٤,٩٤ كغم زئبق/طن)، إلى المعالجة القطاعية للنفايات (١٥,٣٩ كغم زئبق/طن)، وإلى المعالجة العامة للنفايات (١٤,٩٤ كغم زئبق/طن).

الجدول(٢-١٢ا): مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن استخدام المواد الكيميائية والمعدات المخبرية

استخراج الزيوت المعدنية	الوحدة	الإنتاج	الاستخدام	التخلص
معدل النشاط	طن زيت/سنة	٤٬٥٢٧٬٤٤٦	-	-
عامل الإدخال للمرحلة	ملغم زئبق/طن	٠,٠١	-	-
المدخل المحسوب للمرحلة	كغم زئبق/طن	٥٤,٢٧	-	-
عوامل توزيع المخرجات للمرحلة				
- الهواء	-	-	-	-
- الماء	-	٠,٣٣	-	-
- الأرض	-	-	-	-
- المنتجات	-	-	-	-
- معالجة النفايات العامة	-	٠,٣٣	-	-
- معالجة النفايات حسب القطاع	-	٠,٣٤	-	-
المخرجات / الانبعاثات المحسوبة إلى				
- الهواء	-	١٤,٩٤	-	-
- الماء	-	-	-	-
- الأرض	-	-	-	-
- المنتجات	-	-	-	-
- معالجة النفايات العامة	-	١٤,٩٤	-	-
- معالجة النفايات حسب القطاع	-	١٥,٣٩	-	-

ذ. مدخلات ومخرجات الزئبق من الاستخدامات المتعمدة الأخرى للمنتجات/معدات مخبرية أخرى

يعرض الجدول ٢-١٣ مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن اســتخدام المنتجات المتعمدة الأخرى/المعدات المخبرية الأخرى، والتي تشــمل إطلاقات الزئبق الرئيسية إلى المياه، والمعالجة القطاعية للنفايات، والمعالجة العامة للنفايات، وقد تم احتساب هذه الإطلاقات وفقاً للمنهجيات المعتمدة، وذلك باستخدام البيانات المتاحة المتعلقة بكميات الزئبق في تلك المنتجات والمعدات، إلى جانب معدلات الإنتاج والاســتخدام والتخلص، حســب ما توفر من معلومات حيث كانت تراكيز هذه الإطلاقات على النحو التالي: إلى المياه (٥٩,٧٦ كغم زئبق/طن)، إلى المعالجة القطاعية للنفايات (٦١,٥٧ كغم زئبق/طن)، وإلى المعالجة العامة للنفايات (٥٩,٧٦ كغم زئبق/طن).

الجدول(٢-١٣): مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن استخدام المنتجات المتعمدة الأخرى/المعدات المخبرية الأخرى

استخراج الزيوت المعدنية	الوحدة	الإنتاج	الاستخدام	التخلص
معدل النشاط	طن زيت/سنة	٤٬٥٢٧.٤٤٦	-	-
عامل الإدخال للمرحلة	ملغم زئبق/طن	٠,٠٤	-	-
المدخل المحسوب للمرحلة	كغم زئبق/طن	١٨١.١٠	-	-
عوامل توزيع المخرجات للمرحلة				
- الهواء - الماء - الأرض - المنتجات - معالجة النفايات العامة - معالجة النفايات حسب القطاع	- - - - - -	- - ٠.٣٣ - - ٠.٣٣ ٠.٣٤	- - - - - - -	- - - - - - -
المخرجات / الانبعاثات المحسوبة إلى				
- الهواء - الماء - الأرض - المنتجات - معالجة النفايات العامة - معالجة النفايات حسب القطاع	- - - - - -	- ٥٩.٧٦ - - ٥٩.٧٦ ٦١.٥٧	- - - - - -	- - - - - -

ر. ملخص المدخلات والنتائج

تنتج إطلاقات الزئبق من جميع المصادر المحددة للاستخدامات المقصودة الأخرى للمنتجات/العمليات، وهي:

(أ) الحشوات في عيادات الأسنان (تحضيرات حشوات الأملغم، توريد الزئبق لحشوات الأملغم، والإطلاقات الناتجة عن توريد الزئبق للحشوات منذ ٢٠١٠ سنة)

(ب) المانومترات وأجهزة القياس المحتوية على الزئبق.

(ج) المواد الكيميائية والمعدات المخبرية المحتوية على الزئبق.

وقد وضّحت نتائج التحليل بأن أجهزة القياس، خاصةً المانومترات، تمثل المصدر الأكبر لإطلاقات الزئبق، حيث تم رصد كميات عالية من الإطلاق توزعت بشكل شبه متوازن بين أنظمة المعالجة القطاعية والعامة لمياه الصرف، في حين سُجّلت مستويات أقل من الإطلاقات إلى الهواء، بينما في جانب إستخدامات المواد الكيميائية والمعدات المخبرية، فقد تركزت الإطلاقات بشكل رئيسي في أنظمة المعالجة القطاعية للنفايات، تلتها الإطلاقات الهوائية، ثم تلك الموجهة إلى المعالجة العامة، أما المنتجات الأخرى ذات الاستخدام المقصود للزئبق، فقد كانت المصدر الأساسي لأعلى معدلات إطلاق إلى أنظمة معالجة النفايات العامة، مع تراكيز لكميات أقل نسبيًا ضمن المعالجة القطاعية ومن خلال إستخدام معدات وأدوات المختبرات.

٢.٢.٥ البيانات والجرد المتعلق بالزئبق

الناتج عن إنتاج المعادن المعاد تدويرها

تُعتبر المعادن المعاد تدويرها بمثابة أحد الزئبق، وتتناول التفاصيل أدناه تقدير للكميات التي تم حسابها لإطلاقات الزئبق الناتجة عن المعادن المعاد تدويرها.

أ. المصادر المحددة للزئبق الناتج من إعادة تدوير المعادن

يتضمن الجدول (٢-١٤) في الأسفل قائمة لجميع إطلاقات الزئبق من مختلف أنواع المعادن المعاد تدويرها، وتشمل المصادر المحددة:

(أ) إنتاج الزئبق المعاد تدويره ("الإنتاج الثانوي")،

(ب) إنتاج المعادن الحديدية المعاد تدويرها (الحديد والصلب)،

و(ج) إنتاج المعادن الأخرى المعاد تدويرها.

الجدول (٢-١٤): المصادر المحدَّدة للزئبق من المعادن المعاد تدويرها

اسم المصدر المحدد	الموقع	معدل النشاط	عامل الإدخال	أنظمة الحد من التلوث	عوامل توزيع المخرجات
فئة المصدر: إنتاج المعادن المعاد تدويرها ("الإنتاج الثانوي")					
إنتاج الزئبق المعاد تدويره ("الإنتاج الثانوي")	عُمان	٠	١.٠٠٤٥٢	-	
إنتاج المعادن الحديدية المعاد تدويرها (الحديد والصلب)	عُمان	١٨٠٠	١.١		هواء: ٠.٦٥، أرض: ٠.٦٧ ونفايات عامة: ٠.٦٥
إنتاج المعادن الأخرى المعاد تدويرها	عُمان	٥٣٠٩٠٠	-		
الوحدات: عامل الإدخال = غرام زئبق/طن ، معدل النشاط = طن/سنة ، المخرجات = كغم زئبق/سنة					

ب. مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن إنتاج المعادن المعاد تدويرها

وفقًا للبيانات الواردة في الجدول (٢-١٥) أدناه، فإن عمليات إنتاج المعادن الحديدية المعاد تدويرها (الحديد والصلب) تسهم في إطلاق كميات ملموسة من الزئبق، تتركز بشكل رئيسي في الوسائط البيئية التالية: المياه، التربة، والمعالجة العامة للنفايات، وقد كانت تراكيز الكميات التي تم إحتسابها لإطلاقات الزئبق على النحو التالي: ٣٣,٠ كغم زئبق/طن إلى المياه، ٣٤,٠ كغم زئبق/طن إلى الأراضي، و٣٣,٠ كغم زئبق/طن إلى أنظمة المعالجة العامة للنفايات.

الجدول(٢-١٥): مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن إنتاج الحديد والصلب المعاد تدويرهما

إنتاج المعادن الحديدية المعاد تدويرها (الحديد والصلب)	الوحدة	الإنتاج	الاستخدام (غم .زئبق/سنة)	التخلص (غ زئبق/عنصر/سنة)
معدل النشاط	طن زيت/سنة	١٨٠٠	-	-
عامل الإدخال للمرحلة	ملغم زئبق/طن	١.١	-	-
المدخل المحسوب للمرحلة	كغم زئبق/طن	١.٩٨	-	-
عوامل توزيع المخرجات للمرحلة				
- الهواء - الماء - الأرض - المنتجات - معالجة النفايات العامة - معالجة النفايات حسب القطاع	- - - - - -	- ٠.٣٣ ٠.٣٤ - ٠.٣٣ -	- - - - - -	- - - - - -
المخرجات / الانبعاثات المحسوبة إلى				
- الهواء - الماء - الأرض - المنتجات - معالجة النفايات العامة - معالجة النفايات حسب القطاع	- - - - - -	٠.٦٥ - ٠.٦٧ - ٠.٦٥ -	- - - - - -	- - - - - -

ت. ملخص المدخلات والنتائج

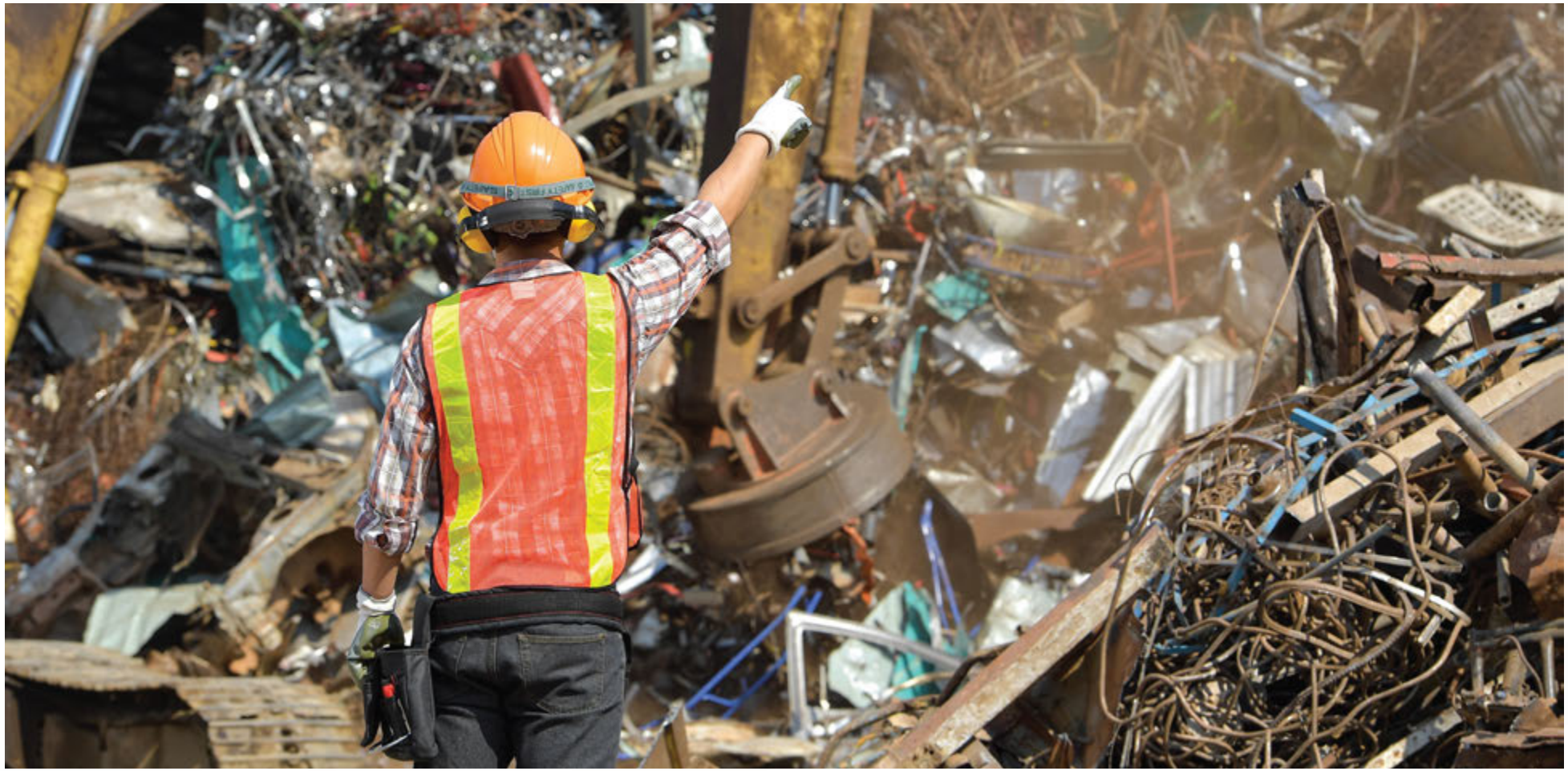
تم خلال هذا الجزء من التقرير دراسة انبعاثات الزئبق من جميع مصادر الحرق والنفايات والمحارق المختلفة، وتشمل المصادر المحددة:

(أ) إنتاج الزئبق المعاد تدويره ("الإنتاج الثانوي")،

(ب) إنتاج المعادن الحديدية المعاد تدويرها (الحديد والصلب)

(ج) إنتاج المعادن الأخرى المعاد تدويرها.

وقد أكّدت الدراسة على وجود تسربات كبيرة من الزئبق ناتجة عن عمليات إنتاج المعادن الحديدية المعاد تدويرها (الحديد والصلب)، حيث تم تسجيل أعلى معدل للإطلاق إلى الأراضي، والذي يُشكل مصدر قلق بيئي بالغ نظرًا لاحتمال تراكم الزئبق في التربة مسبباً تأثير طويل الأمد، وبالمقارنة كانت تراكيز الإطلاقات إلى المياه وأنظمة المعالجة العامة للنفايات تشكّل مستويات أدنى، إلا أنها تظل ذات دلالة بيئية تستوجب المتابعة الدقيقة وتطبيق تدابير رقابية صارمة للحد من الانبعاثات في مختلف الأوساط البيئية المختلفة.



٢.٢.٦ البيانات والجرد
المتعلق بالزئبق الناتج عن حرق النفايات

يُعتبــر حرق النفايات من المصادر المحتملة والأساســية لانبعاثــات الزئبق، نظرًا لاحتواء العديــد من أنواع النفايات على تراكيز متفاوتــة من الزئبق ومركباته، ويؤدي احتراق هذه المواد إلى إطلاق الزئبق في الأوساط البيئة، مســببًا تلوثًا مباشرًا للهواء، وتراكماً خطيرًا في كل من المياه والتربة، مســبباً تفاقم المخاطر البيئية والصحية طويلة الأمد، ويهدف الجزء التالي من هــذا التقرير إلى تقدير لتراكيز كميات إطلاقــات الزئبق الناجمة عن حرق النفايات بمختلف أشكالها، مع تحليل توزيع هذه الإطلاقات عبر الأوساط البيئية المختلفة.

أ. المصادر المحددة للزئبق الناتج عن حرق النفايات

يعــرض الجــدول (٢-١٦) ملخص لإطلاقات الزئبــق من جميع المصــادر المحدَّدة لحرق النفايات ، والتي تشمل المصادر التالية:

(أ) حرق النفايات البلدية/العامة
(ب) حرق النفايات الخطرة
(ت) حرق النفايات الطبية
(ث) حرق الحمأة الناتجة عن مياه الصرف الصحي
(ج) الحرق المفتوح للنفايات في مواقع الدفن والطرق العشوائية.

الجدول(٢-١٤): المصادر المحددة للزئبق من المعادن المعاد تدويرها

اسم المصدر المحدد	الموقع	معدل النشاط	عامل الإدخال	أنظمة الحد من التلوث	عوامل توزيع المخرجات
فئة المصدر: حرق النفايات					
حرق النفايات البلدية/العامة	عُمان	٠	١	التحكم بغازات الأحماض باستخدام الجير والفحم النشط	-
حرق النفايات الخطرة	عُمان	٠	٢٤	التحكم بغازات الأحماض باستخدام الجير والفحم النشط	-
حرق النفايات الطبية	عُمان	١٧٦٥.٥٧٩٢	٢٤	التحكم بغازات الأحماض باستخدام الجير والفحم النشط	هواء: ٢١.١٩، معالجة/تخلص خاص بالقطاع: ٢١.١٩
حرق حمأة مياه الصرف الصحي	عُمان	٠	٢	-	-
الحرق المفتوح للنفايات في مواقع الدفن وبشكل غير رسمي	عُمان	٠	١	-	-
الوحدات: عامل الإدخال = غرام زئبق/طن ، معدل النشاط = طن/سنة ، المخرجات = كغم زئبق / سنة					

ب. مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن حرق النفايات

يوضح الجدول (٢-١٧) مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن حرق النفايات الطبية، حيث كشفت النتائج عن تسجيل أعلى معدلات إطلاق إلى كل من الهواء وأنظمة المعالجة القطاعية للنفايات، بمقدار ١٩,٢١ كغ من الزئبق لكل طن من النفايات المحترقة، لكل منهما؛ ويؤكد هذا المستوى المرتفع من الإطلاق خطورة حرق النفايات الطبية كمصدر رئيس لانبعاثات الزئبق، خاصة في ظل التركيز المزدوج على الهواء ومسارات المعالجة المتخصصة، إلّا أنه في الجانب الآخر، لم يتم تسجيل أي إطلاقات لتراكيز الزئبق إلى المياه أو الأراضي، مما يشير إلى أن التأثير البيئي على هذين الوسطين في البيئة يعتبر محدود ضمن هذا النوع من العمليات.

الجدول(٢-١٧): مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن حرق النفايات الطبية

حرق النفايات الطبية	الوحدة	الإنتاج	الاستخدام	التخلص
معدل النشاط	طن زيت/سنة	١٧٦٥,٥٣٩٢	-	-
عامل الإدخال للمرحلة	ملغم زئبق/طن	٢٤	-	-
المدخل المحسوب للمرحلة	كغم زئبق/طن	٤٢	-	-
عوامل توزيع المخرجات للمرحلة				
- الهواء	-	١	-	-
- الماء	-	-	-	-
- الأرض	-	-	-	-
- المنتجات	-	-	-	-
- معالجة النفايات العامة	-	-	-	-
- معالجة النفايات حسب القطاع	-	١	-	-
المخرجات / الانبعاثات المحسوبة إلى				
- الهواء	-	٢١.١٩	-	-
- الماء	-	-	-	-
- الأرض	-	-	-	-
- المنتجات	-	-	-	-
- معالجة النفايات العامة	-	-	-	-
- معالجة النفايات حسب القطاع	-	٢١.١٩	-	-

ت. اختبار العوامل الافتراضية للنفايات ومياه الصرف

في إطار هذا الجـرد، تم اعتماد عوامل إدخال افتراضية لتقدير كميات الزئبـق المنبعثة من عمليـات معالجة النفايات العامـة ومعالجة مياه الصـرف الصحـي، وقد اسـتندت هذه العوامـل على بيانـات علمية، والمتاحـة في الغالب مـن دول ذات اقتصاد متقدم، نظـرًا لعدم توفر بعض البيانـات المحلية، ولغرض التحقق مـن مصداقية هذه التقديرات وتعزيز موثوقيتها، فقد تم تنفيذ اختبـار لقياس نتائج هذه المصادر، كما هو في حالـة النفايات العامة، تم إجراء مقارنـة المنهجية المتبعة بين مجموع المدخلات المحسـوبة ضمن الفئات الفرعية الأربع لهذا المصدر، وبين إجمالي الإطلاقات الناجمة عن الاسـتخدامات المقصودة للزئبق في المنتجات والعمليات الصناعية، وذلك بالاستناد إلى البيانات الواردة في جدول الجرد من المستوى الثاني.

فـي جدول البيانات (غير المعدل) ١١٤٢، تم تنفيذ الاختبار كما يلي، في علامة التبويب.

(to J٥٥ J٣٧) Σ + J٢٤)*٢ < (E٧٠+E٦٧+E٦٥+E٦١).

أمـا الاختبار المتعلـق بمياه الصـرف، فقد تمت مقارنـة المدخلات المحسـوبة لمعالجة ميـاه الصرف مع مجموع الإطلاقـات إلى المياه الناتجة عن الاسـتخدامات المقصودة للزئبق في المنتجات والعمليات، كما يلي، باستخدام بيانات من جدول بيانات الجرد المستوى الثاني:

في جـدول البيانـات ١١٤٢، تم تنفيـذ الاختبار كما يلـي، في علامة التبويب.

(to G٥٥ G٣٧) Σ + G٢٤)*٢ < E٧١).

ث. ملخص المدخلات والنتائج

تنـاول هذا الجزء من الدراسـة إطلاقـات الزئبق من جميـع المصادر المحددة لحرق وإحراق النفايات ، وتشمل هذه المصادر:

(أ) حرق النفايـات البلدية/العامة، (ب) حرق النفايات الخطرة، (ج) حرق النفايات الطبية، (د) حرق حمأة مياه الصرف الصحي،

(هـ) الحرق المفتوح للنفايات في مواقع الدفن وبشكل غير رسمي.

وقد كشـفت الدراسـة أن الإطلاقات الرئيسـة للزئبق مصدرها حرق النفايـات الطبيـة، حيث تركـزت الإطلاقات الأساسـية فـي الهواء والمعالجـة القطاعيـة الخاصة بالنفايـات، في حين لم تُسـجل تأثيرات ملحوظة على المياه أو الأراضي.

٢.٢.٧ البيانات والجرد المتعلق بالزئبق

الناتج عن التخلص من النفايات والدفن

تُعتبر عمليات التخلص من النفايات، بما في ذلك الطمر في المدافن، من المصادر الثانوية المحتملة لانبعاثات الزئبق، نظرًا لاحتواء النفايات في كثير من الأحيان على كميات ضئيلة من هذا العنصر السام، وتؤدي هذه الانبعاثات إلى تلوث الهواء والمياه الجوفية والتربة، مما يشكل تهديدًا طويل الأمد على البيئة والصحة العامة، ويهدف الجزء التالي من الدراسة إلى تقديم تقدير كمي لإطلاقات الزئبق الناتجة عن أنشطة التخلص من النفايات وعمليات الدفن، استنادًا إلى المنهجيات المعتمدة في الجرد الوطني للزئبق.

أ. المصادر المحدَّدة للزئبق الناتج عن التخلص/الدفن ومعالجة مياه الصرف الصحي

يعرض الجدول ٢-١٨ ملخصًا لإطلاقات الزئبق من جميع المصادر المحدَّدة للتخلص من النفايات/الدفن ومعالجة مياه الصرف الصحي.

وتشمل هذه المصادر:

(أ) مواقع الدفن/المكبات الخاضعة للسيطرة، (ب) التخلص العشوائي تحت رقابة محدودة، (ج) التخلص المحلي العشوائي من نفايات الإنتاج الصناعي، (د) التخلص العشوائي من النفايات العامة، (هـ) أنظمة ومعالجة مياه الصرف الصحي.

الجدول(٢-١٨):التخلص من النفايات بالدفن ومعالجة مياه الصرف الصحي

اسم المصدر المحدد	الموقع	معدل النشاط	عامل الإدخال	أنظمة الحد من التلوث	عوامل توزيع المخرجات
فئة المصدر: التخلص من النفايات بالدفن ومعالجة مياه الصرف الصحي					
مواقع الدفن/المكبات الخاضعة للرقابة	عُمان	٢٥٨٣٨٢٤.٤٤	١	-	هواء: ٢٥,٨٤ ومياه: ٠,٢٦
التخلص العشوائي تحت رقابة محدودة	عُمان	٠	-	لا توجد معالجة، تصريف مباشر من أنابيب الصرف الصحي	-
التخلص المحلي العشوائي من نفايات الإنتاج الصناعي	عُمان	٠	-	معالجة ميكانيكية فقط	-
التخلص العشوائي من النفايات العامة	عُمان	٠	١	معالجة ميكانيكية وبيولوجية (بالحمأة المنشطة)، دون تطبيق للحمأة على الأراضي	-
نظام/معالجة مياه الصرف الصحي	عُمان	٨٦٠٠٧٥١٨	٥,٢٥	معالجة ميكانيكية وبيولوجية (بالحمأة المنشطة)، يتم استخدام ٤٠٪ من الحمأة للتطبيق على الأراضي	مياه: ٢٢٥,٧٨، نفايات عامة: ١٣٥,٤٦، معالجة/تخلص خاص بالقطاع: ٩٠,٣١
الوحدات: عامل الإدخال = غرام زئبق/طن ، معدل النشاط = طن/سنة ، المخرجات = كغم زئبق / سنة					

ب. مدخلات ومخرجات الزئبق من مواقع الدفن/المكبات الخاضعة للرقابة

يوضح الجدول (٢-١٩) بيانات لمدخلات ومخرجات الزئبق من مواقع الدفن/المكبات الخاضعة للرقابة، وتتمثل الإطلاقات الرئيسة للزئبق هنا في الإطلاقات إلى الهواء والمياه، وقد تم احتساب الإطلاقات الناتجة على النحو التالي : إلى الهواء (٢٥,٨٤ ملغ زئبق/طن)، وإلى المياه (٠,٢٦ ملغ زئبق/طن)، بينما ظلت الكتل الأرضية دون تأثير.

الجدول(٢-١٩): مدخلات ومخرجات الزئبق من المدافن/المكبات الخاضعة للرقابة

مواقع الدفن/المكبات الخاضعة للرقابة	الوحدة	الإنتاج	الاستخدام	التخلص
معدل النشاط	طن زيت/سنة	٢٥٨٣٨٢٤,٤٤	-	-
عامل الإدخال للمرحلة	ملغم زئبق/طن	١	-	-
المدخل المحسوب للمرحلة	كغم زئبق/طن	٢٥٨٤	-	-
عوامل توزيع المخرجات للمرحلة				
- الهواء	-	٠,٠١	-	-
- الماء	-	٠,٠٠٠١	-	-
- الأرض	-	-	-	-
- المنتجات	-	-	-	-
- معالجة النفايات العامة	-	-	-	-
- معالجة النفايات حسب القطاع	-	-	-	-
المخرجات / الانبعاثات المحسوبة إلى				
- الهواء	-	٢٥,٨٤	-	
- الماء	-	٠,٢٦	-	-
- الأرض	-	-	-	-
- المنتجات	-	-	-	-
- معالجة النفايات العامة	-	-	-	-
- معالجة النفايات حسب القطاع	-	-	-	-

ت. مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي

يتضح من خلال الجدول (٢-٣٠) مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي، حيث تتمثل الإطلاقات الرئيسة للزئبق هنا في الإطلاقات إلى المياه، والمعالجة العامة للنفايات، والمعالجة القطاعية الخاصة بالنفايات. وقد كانت نتائج الإطلاقات الناتجة التي تم إحتسابها كالتالي: إلى المياه (٢٢٥,٧٧ كغ زئبق/طن)، وإلى المعالجة العامة للنفايات (١٣٥,٤٦ كغ زئبق/طن)، وإلى المعالجة القطاعية الخاصة بالنفايات (٩٠,٣١ كغ زئبق/طن) ، بينما لم تتأثر الكتل الهوائية والأراضي والتربة.

الجدول(٢-٣٠):مدخلات ومخرجات الزئبق الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي

نظام/معالجة مياه الصرف الصحي	الوحدة	الإنتاج	الاستخدام	التخلص
معدل النشاط	طن زيت/سنة	٨٦٬٠٠٧٬٥١٨	-	-
عامل الإدخال للمرحلة	ملغم زئبق/طن	٥,٢٥	-	-
المدخل المحسوب للمرحلة	كغم زئبق/طن	٤٥٢	-	-
عوامل توزيع المخرجات للمرحلة				
- الهواء	-	-	-	-
- الماء	-	٠,٥	-	-
- الأرض	-	-	-	-
- المنتجات	-	-	-	-
- معالجة النفايات العامة	-	٠,٣	-	-
- معالجة النفايات حسب القطاع	-	٠,٣	-	-
المخرجات / الانبعاثات المحسوبة إلى				
- الهواء	-	-	-	-
- الماء	-	٢٢٥,٧٧	-	-
- الأرض	-	-	-	-
- المنتجات	-	-	-	-
- معالجة النفايات العامة	-	١٣٥,٤٦	-	-
- معالجة النفايات حسب القطاع	-	٩٠,٣١	-	-

ث. ملخص المدخلات والنتائج

تناول هذا الجزء من دراسة الإطلاقات الرئيسية للزئبق إلى الهواء (الغلاف الجوي)، وإلى المياه (المسطحات المائية البحرية والعذبة بما في ذلك عبر أنظمة معالجة مياه الصرف الصحي)، وإلى اليابسة، وإلى النفايات العامة، وإلى نفايات القطاعات الخاصة. وتشمل المصادر المحددة التي تم دراستها:
(أ) مواقع الدفن/المكبات الخاضعة للسيطرة، (ب) التخلص العشوائي تحت رقابة محدودة، (ج) التخلص المحلي العشوائي من نفايات الإنتاج الصناعي، (د) التخلص العشوائي من النفايات العامة، (هـ) أنظمة ومعالجة مياه الصرف الصحي.

أمّا فيما يخص المدافن والمكبّات الخاضعة للرقابة، فتُعتبر الإنبعاثات الهوائية المصدر الرئيسي لإطلاقات الزئبق، تليها إطلاقات محدودة إلى المياه، بينما لم يُسجَّل تأثير يُذكر على اليابسة، بينما في الجانب الآخر وضّحت نتائج تقييم معالجة مياه الصرف الصحي بأن المصدر الرئيسي لانبعاثات الزئبق تتمثل في الإطلاقات إلى المياه، تليها المخرجات المرتبطة بمعالجة النفايات العامة، ثم نفايات القطاعات الخاصة على التوالي، دون تسجيل أي إطلاقات ذات أهمية إلى الهواء أو اليابسة.

٢.٢.٨ البيانات والجرد المتعلق بالزئبق

الناتج عن محارق الجثث والمقابر

تُعتبر محارق الجثث والمقابر من المصادر الإضافية لانبعاثات الزئبق، حيث يُطلق هذا العنصر بكميات متفاوتة نتيجة عمليات حرق الجثث أو تحللها بعد الدفن، ويُعنى الجزء التالي من الدراسة بتقدير الكميات المنبعثة من الزئبق في سياق هذه الممارسات، استنادًا إلى المنهجيات المعتمدة في جرد الإطلاقات.

أ. محارق الجثث والمقابر كمصدر

يوضح الجدول (٢-٢١) في الأسفل ملخصاً لإطلاقات الزئبق من جميع فئات المصادر الموجودة، وتمت دراسة الإطلاقات الرئيسية للزئبق إلى الهواء (الغلاف الجوي)، وإلى المياه (المسطحات المائية البحرية والعذبة بما في ذلك عبر أنظمة معالجة مياه الصرف الصحي)، وإلى اليابسة، وإلى النفايات العامة، وإلى نفايات القطاعات الخاصة.

الجدول (٢-٢١) محارق الجثث والمقابر كمصدر

اسم المصدر المحدد	الموقع	معدل النشاط	عامل الإدخال	أنظمة الحد من التلوث	عوامل توزيع المخرجات
فئة المصدر: محارق الجثث والمقابر					
محارق الجثث/الحرق	عمان	٢٤	٤	-	الهواء: ٠,١٠
المقابر	عمان	٠	٤	-	-
الوحدات: عامل الإدخال = غرام زئبق/طن ، معدل النشاط = طن/سنة ، المخرجات = كغم زئبق / سنة					

ب. مدخلات ومخرجات الزئبق من محارق الجثث/الحرق

يتضح من خلال الجدول (٢-٢٢) بيانات مدخلات ومخرجات الزئبق من محارق الجثث/الحرق، وتتركز الإطلاقات الرئيسية للزئبق في هذا الجانب في الإطلاقات إلى الهواء (الغلاف الجوي ، وكانت نتائج احتساب إطلاق المخرجات بمقدار ٠,١٠ كجم زئبق/طن وحدة ، ولم يتلاحظ أي تأثير للمسطحات المائية أو اليابسة.

الجدول (٢-٢٢) النتائج التفصيلية لمدخلات ومخرجات الزئبق من محارق الجثث/الحرق

نظام/معالجة مياه الصرف الصحي	الوحدة	الإنتاج	الاستخدام	التخلص
معدل النشاط	طن زيت/سنة	٢٤	-	-
عامل الإدخال للمرحلة	ملغم زئبق/طن	٤	-	-
المدخل المحسوب للمرحلة	كغم زئبق/طن	٠,٠٩٦	-	-
عوامل توزيع المخرجات للمرحلة				
- الهواء - الماء - الأرض - المنتجات - معالجة النفايات العامة - معالجة النفايات حسب القطاع	- - - - - -	١ - - - - -	- - - - - -	- - - - - -
المخرجات / الانبعاثات المحسوبة إلى				
- الهواء - الماء - الأرض - المنتجات - معالجة النفايات العامة - معالجة النفايات حسب القطاع	- - - - - -	١ - - - - -	- - - - - -	- - - - -

ت. ملخص المدخلات والنتائج

تناول هذا الجزء من الدراسة تقييماً تفصيلياً لمصادر الإطلاق الرئيسة للزئبق، وتشـمل: الهـواء (الغلاف الجـوي)، والمياه (بمـا في ذلك المسـطحات البحرية والميـاه العذبة، إلى جانب نظـم معالجة مياه الصـرف الصحي)، واليابسـة، والنفايات العامة، ونفايـات القطاعات الخاصة، وقد وضّحت نتائج التحليل أن الإطلاقات الأكثر تركّزاً وسُطوعاً كانت في الهواء، مما يجعله المصدر الأساسـي لانبعاثات الزئبق في هذا الوسـط البيئي، في حين لم يتم تسـجيل أي مستويات مؤثرة أو ذات دلالة في كل من المسطحات المائية واليابسة.

٢.٢.٩ نتائج
الزئبق من الموارد

يعــرض الجدول (٢-٢٣) أدنــاه ملخّصاً تحليليــاً لإجمالي إطلاقات الزئبــق الناجمة عن مختلف فئات المصادر المُدرجة ضمن الجرد، وتشــمل المصادر الرئيسية لهذه الإطلاقات: الهواء (الغلاف الجوي)، والمياه (بما في ذلك المســطحات البحرية والعذبة، إلى جانب الأنظمة المســتخدمة لمعالجة ميــاه الصرف الصحي)، واليابســة، والنفايــات العامة، ونفايات القطاعات الخاصة.

ويُضاف إلى ذلك مصدر مستقل للمخرجات يُصنّف تحت بند "النواتج الثانوية والشوائب"، والــذي يشــير إلى كميات الزئبــق التي تعود إلى الســوق ضمن المنتجــات الثانوية أو كمكوّنات غير مقصودة في سلاســل الإنتاج أو التداول التجاري، والجدول (٢-٢٣) أدناه، يوضح تفصيل فني أكثر دقة

وهذا يفســر بأن الفئات الفرعية التالية تشــكّل أكبر مصــادر للإطلاقات إلى الهواء، والذي يجعلها المساهم الرئيسي للإنبعاثات الهوائية للزئبق:

- المدافن/المكبات الخاضعة للرقابة (٢٦ كجم/سنة)
- حرق النفايات الطبية (٢١ كجم/سنة)
- مقاييس الضغط وأجهزة القياس المحتوية على الزئبق (١٩ كجم/سنة)
- الزيوت المعدنية - الاستخراج، التكرير، والاستخدام (١٦ كجم/سنة)

الجدول(٢-٢٣): ملخص إطلاقات الزئبق (في الصفحة التالية)

فئة المصدر	المصدر موجود (نعم/لا/؟)	مدخلات الزئبق المحسوبة إلى المجتمع (كجم/سنة)	مخرجات الزئبق المحسوبة (كجم/سنة) - الهواء					
			هواء	ماء	أرض	المنتجات الثانوية والشوائب	النفايات العامة	المعالجة/ التخلص الخاص بالقطاع
استخراج واستخدام الوقود/مصادر الطاقة								
احتراق الفحم في محطات الطاقة	لا	٠	٠	٠		٠	٠	٠
احتراق الفحم في الغلايات الصناعية العاملة بالفحم	لا	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
استخدام الفحم لأغراض أخرى	لا	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
استخراج وتكرير واستخدام الزيوت المعدنية	نعم	٥٤	١٦	٣٣	٠	٠	٠	٥
استخراج وتكرير واستخدام الغاز الطبيعي	نعم	١	١	٠	٠	٠	٠	٠
استخراج واستخدام أنواع أخرى من الوقود الأحفوري	لا	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠

فئة المصدر	المصدر موجود (نعم/لا/؟)	مدخلات الزئبق المحسوبة إلى المجتمع (كجم/سنة)	مخرجات الزئبق المحسوبة (كجم/سنة) - الهواء					
			هواء	ماء	أرض	المنتجات الثانوية والشوائب	النفايات العامة	المعالجة/ التخلص الخاص بالقطاع
إنتاج الطاقة والحرارة بالكتلة الحيوية	لا	.	.	.	.	.	.	.
إنتاج الطاقة الحرارية الأرضية	لا	.	.	.	.	.	.	.
إنتاج المعادن الخام (الأولية)								
استخراج ومعالجة الزئبق الأولي	لا	.	.	.	.	.	.	.
استخراج الذهب (والفضة) باستخدام الدمج بالزئبق	لا	.	.	.	.	.	.	.
استخراج الزنك ومعالجته الأولية	لا	.	.	.	.	.	.	.
استخراج النحاس ومعالجته الأولية	لا	.	.	.	.	.	.	.
استخراج الرصاص ومعالجته الأولية	لا	.	.	.	.	.	.	.
استخراج الذهب بطرق غير الدمج بالزئبق	لا	.	.	.	.	.	.	.
استخراج الألومنيوم ومعالجته الأولية	لا	.	.	.	.	.	.	.
استخراج ومعالجة معادن غير حديدية أخرى	لا	.	.	.	.	.	.	.
إنتاج المعادن الحديدية الأولية	تعدين الكروميت	.	.	.	.	.	.	.
إنتاج معادن ومواد أخرى تحتوي على شوائب زئبقية								
إنتاج الكلنكر المستخدم في الأسمنت	نعم	.	.	.	.	.	.	.
إنتاج اللب والورق	لا	.	.	.	.	.	.	.

فئة المصدر	المصدر موجود (نعم/لا/؟)	مدخلات الزئبق المحسوبة إلى المجتمع (كجم/سنة)	مخرجات الزئبق المحسوبة (كجم/سنة) - الهواء					
			هواء	ماء	أرض	المنتجات الثانوية والشوائب	النفايات العامة	المعالجة/ التخلص الخاص بالقطاع
إنتاج الجير والركام خفيف الوزن	لا	.	.	.	.	.	.	.
الاستخدام المتعمد للزئبق في العمليات الصناعية								
إنتاج الكلور والقلويات بتكنولوجيا الزئبق	لا	.	.	.	.	.	.	.
إنتاج كلوريد الفينيل الأحادي باستخدام محفز الزئبق	لا	.	.	.	.	.	.	.
إنتاج الأسيتالدهيد باستخدام محفز الزئبق	لا	.	.	.	.	.	.	.
إنتاج مواد كيميائية وبوليمرات أخرى باستخدام الزئبق	لا	.	.	.	.	.	.	.
منتجات استهلاكية تحتوي على زئبق مقصود الاستخدام								
موازين الحرارة المحتوية على زئبق	نعم	.	.	.	.	-	.	.
المفاتيح والمرحلات الكهربائية المحتوية على زئبق	نعم	.	.	.	.	-	.	.
مصادر الإضاءة المحتوية على زئبق	نعم	.	.	.	.	-	.	.
البطاريات المحتوية على زئبق	لا	.	.	.	.	-	.	.
البولي يوريثان بمحفزات الزئبق	لا	.	.	.	.	-	.	.
المبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب المحتوية على زئبق	لا	.	.	.	.	-	.	.
الدهانات المحتوية على زئبق	لا	.	.	.	.	-	.	.
الأدوية البشرية والبيطرية المحتوية على زئبق	لا	.	.	.	.	-	.	.

فئة المصدر	المصدر موجود (نعم/لا/؟)	مدخلات الزئبق المحسوبة إلى المجتمع (كجم/سنة)	مخرجات الزئبق المحسوبة (كجم/سنة) - الهواء					
			هواء	ماء	أرض	المنتجات الثانوية والشوائب	النفايات العامة	المعالجة/ التخلص الخاص بالقطاع
مستحضرات التجميل المحتوية على زئبق	لا	٠	٠	٠	٠	-	٠	٠
استخدامات أخرى مقصودة للزئبق								
حشوات الأسنان المصنوعة من ملغم الزئبق	نعم	٢	٠	٠	٠	٠	١	١
أجهزة القياس والمقاييس المحتوية على زئبق	نعم	١٩٠	١٩	٥٧	٠	٠	٥٧	٥٧
المواد الكيميائية والمعدات المخبرية المحتوية على زئبق	نعم	٢٢٦	٠	٧٥	٠	٠	٧٥	٧٧
استخدام الزئبق المعدني في الطقوس الدينية والعلاجات الشعبية	لا	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
استخدامات أخرى متنوعة للزئبق والمعادن الأخرى	لا	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
إنتاج المعادن المعاد تدويرها («الإنتاج الثانوي»)								
إنتاج الزئبق المعاد تدويره	لا	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
إنتاج المعادن الحديدية المعاد تدويرها (الحديد والصلب)	نعم	٢	١	٠	١	٠	١	٠
إنتاج معادن معاد تدويرها أخرى	نعم	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
حرق النفايات *٣								
حرق النفايات البلدية والعامة	لا	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
حرق النفايات الخطرة	لا	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
حرق النفايات الطبية	نعم	٤٢	٢١	٠	٠	٠	٠	٢١

فئة المصدر	المصدر موجود (نعم/لا/؟)	مدخلات الزئبق المحسوبة إلى المجتمع (كجم/سنة)	مخرجات الزئبق المحسوبة (كجم/سنة) - الهواء					
			هواء	ماء	أرض	المنتجات الثانوية والشوائب	النفايات العامة	المعالجة/ التخلص الخاص بالقطاع
حرق حمأة الصرف الصحي	لا	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
الحرق العشوائي للنفايات	لا	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
التخلص من النفايات/المدافن ومعالجة مياه الصرف الصحي								
المدافن المسيطر عليها	نعم	٢٦	٢٦	٠	٠	٠	٠	٠
التخلص المنتشر الخاضعة للرقابة	لا	٠	-	-	-	-	-	-
التخلص المحلي العشوائي من نفايات الإنتاج الصناعي	لا	٠	٠	٠	٠	-	-	-
التخلص العشوائي للنفايات العامة	لا	٠	٠	٠	٠	-	-	-
نظام معالجة مياه الصرف	نعم	٤٥٢	٠	٢٢٦	٠	٠	١٣٥	٩٠
المحارق والمقابر								
محارق الجثث	نعم	٠	٠	٠	٠	-	٠	٠
المقابر	لا	٠	٠	٠	٠	-	٠	٠
		٩٣٤	٨٣	١٦٥	١	٠.٢٧	٢٦٩	٢٥٢

٢.٢.١٠ نتائج الجرد الوطني
للزئبق من الانبعاثات

أظهرت دراسة تقييم إدارة الزئبق، استنادًا إلى بيانات جرد الزئبق لعام ٢٠٢٢، بأن سلطنة عُمان تُسجّل إجمالي مخرجات زئبق تُقدَّر بنحو ٧٧٠ كجم سنويًا (أي ما يعادل قرابة ٨,٠ طن/سنة)، وذلك على النحو المبين في الجدولين (٢-٢٤) و (٢-٢٥).

وتُعد فئة "المنتجات والعمليات الأخرى ذات الاستخدام المقصود للزئبق" – وبشكل خاص أجهزة قياس الضغط، وأجهزة القياس الأخرى المحتوية على الزئبق، بالإضافة إلى استخدام أجهزة قياس ضغط الدم الطبية والتخلص منها – إلى جانب أنشطة ترسيب النفايات (الطمر الصحي) ومعالجة مياه الصرف الصحي، من المصادر الرئيسة لانبعاثات الزئبق في سلطنة عمان، وقد شكّلت هذه المصادر جميعها ما نسبته ٥٤٪ و٣٣٪ على التوالي من إجمالي المخرجات المحسوبة من الزئبق، وفقًا للبيانات الواردة في الجدول (٢-٢٤).

وفيما يتعلق بالكميات التي تم إطلاقها، فقد بلغت الانبعاثات الناتجة عن استخدام المنتجات والعمليات الأخرى المقصودة نحو ٤١٩ كجم/سنة، في حين سُجّلت انبعاثات قدرها ٤٧٨ كجم/سنة ناتجة عن ترسيب النفايات ومعالجة مياه الصرف الصحي، كما هو موضح في الجدول (٢-٢٥).

كما يتضح من خلال البيانات في الجدولين (٢-٢٤) و(٢ -٢٥)، فإن الفئات الفرعية الفردية التالية ساهمت بأكبر قدر من انبعاثات الزئبق إلى الغلاف الجوي (بالترتيب التنازلي):

- المدافن/الترسيبات الخاضعة للرقابة (٣٥,٨ كجم/سنة)
- حرق النفايات الطبية (٢١,٢ كجم/سنة)
- أجهزة قياس الضغط وأجهزة القياس المحتوية على الزئبق (١٩,٠ كجم/سنة)
- استخراج الزيوت المعدنية وتكريرها واستخدامها (١٥,٨ كجم/سنة)

الجدول(٢-٢٤)ملخص إجمالي التقديرات لانبعاثات وإطلاقات الزئبق في سلطنة عمان لعام ٢٠٢٢

فئة المصدر	الهواء	المياه	الأرض	المنتجات الثانوية والشوائب	النفايات العامة	المعالجة/التخلص القطاعي الخاص	إجمالي الإطلاقات حسب فئة المصدر	النسبة المئوية (٪) من إجمالي الإطلاقات
استخراج واستخدام مصادر الوقود/الطاقة	١٦.٦	٣٣.٢	-	-	-	٥.٥	٥٥	٧
إنتاج المعادن الأساسية (البكر)	-	-	-	-	-	-	-	٠
إنتاج معادن ومواد أخرى تحتوي على شوائب زئبقية *١	٠.٠	-	-	٠.٠	-	٠.٠	٠	٠
الاستخدام المقصود للزئبق في العمليات الصناعية	-	-	-	-	-	-	-	٠
استخدام المنتجات/العمليات الأخرى المقصودة ٢	١٩.٠	١٣٢.٠	-	٠.٢	١٣٢.٦	١٣٤.٨	٤١٩	٥٤
إنتاج المعادن المعاد تدويرها	٠.٧	-	٠.٧	-	٠.٧	-	٢	٠
حرق النفايات وإحراقها	٢١.٢	-	-	-	-	٢١.٢	٤٢	٥
ترسيب النفايات/الطمر الصحي ومعالجة مياه الصرف الصحي *٣ *٤	٢٥.٨	٢٢٦.٠	-	-	١٣٥.٥	٩٠.٣	٤٧٨	٣٣
محارق الجثث والمقابر	٠.١	-	-	-	-	-	٠	٠
إنتاج البطاريات المحتوية على الزئبق	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠
مجموع الإطلاقات المحسوبة *٣ *٤	٨٣	١٦٥	١	٠	٢٦٩	٢٥٢	٧٧٠	١٠٠

ملاحظات على الجدول ١-١:

لقد تم إعداد هذا الجرد بناءًا على المستوى الثاني من أداة الجرد الخاصة ببرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP Toolkit Inventory Level ٢). والذي يشمل: *١ (إنتاج الأسمنت، واللب والورق، والجير، والركام خفيف الوزن) ، *٢ (يشمل حشوات الأسنان المصنوعة من المملغم، وأجهزة قياس الضغط والمقاييس، والمواد الكيميائية والمعدات المخبرية، واستخدام الزئبق في الطقوس الدينية والطب الشعبي، واستخدامات منتجات أخرى متنوعة)، *٣ (الكميات المقدرة تشمل الزئبق الموجود في المنتجات التي تم احتسابها أيضًا ضمن كل فئة منتج على حدة. ولتجنب الازدواجية في الحساب، تم خصم الإطلاق إلى الأرض الناتج عن التخلص العشوائي من النفايات العامة تلقائيًا ضمن المجاميع)، *٤ (المدخلات والإطلاقات المقدرة إلى المياه تشمل كميات الزئبق التي تم احتسابها أيضًا ضمن كل فئة مصدر. ولتجنب الازدواجية)، كما تم خصم الإطلاق إلى المياه الناتج عن أنظمة/معالجة مياه الصرف تلقائيًا ضمن المجاميع.

الجدول(٢-٢٥):ملخص إجمالي المدخلات المقدرة للزئبق في سلطنة عُمان لعام ٢٠٢٢م

فئة المصدر	المدخلات المقدرة للزئبق (كجم/سنة)	الإطلاقات المحسوبة للزئبق (كجم/سنة)					
		هواء	ماء	أرض	المنتجات الثانوية والشوائب	النفايات العامة	المعالجة/التخلص الخاص بالقطاع
استخراج واستخدام الوقود/مصادر الطاقة							
الزيوت المعدنية - الاستخراج، التكرير والاستخدام	٥٤.٤	١٥.٨	٣٣.٢	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٥.٥
الغاز الطبيعي - الاستخراج، التكرير والاستخدام	٠.٧	٠.٨	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠
إنتاج معادن ومواد أخرى تحتوي على شوائب زئبقية							
إنتاج الكلنكر الأسمنتي	٠.١	٠.٠٢	٠.٠	٠.٠	٠.٠٥	٠.٠	٠.٠٢
استخدامات أخرى مقصودة للمنتجات/العمليات							
حشوات الأسنان المصنوعة من ملغم الزئبق	٢.٤	٠.٠	٠.٣	٠.٠	٠.٢	١.٠	٠.٩
المقاييس وأجهزة القياس المحتوية على الزئبق	١٨٩.٨	١٩.٠	٥٦.٩	٠.٠	٠.٠	٥٦.٩	٥٦.٩
المواد الكيميائية والمعدات المخبرية المحتوية على الزئبق	٢٢٦.٤	٠.٠	٧٤.٧	٠.٠	٠.٠	٧٤.٧	٧٧.٠
إنتاج المعادن المعاد تدويرها («إنتاج المعادن الثانوية»)							
إنتاج المعادن الحديدية المعاد تدويرها (الحديد والصلب)	٢.٠	٠.٧	٠.٠	٠.٨	٠.٠	١.٠	٠.٠
حرق النفايات*٣							
حرق النفايات الطبية	٤٢.٤	٢١.٢	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٢١.٢
ترسيب النفايات/الطمر الصحي ومعالجة مياه الصرف الصحي							

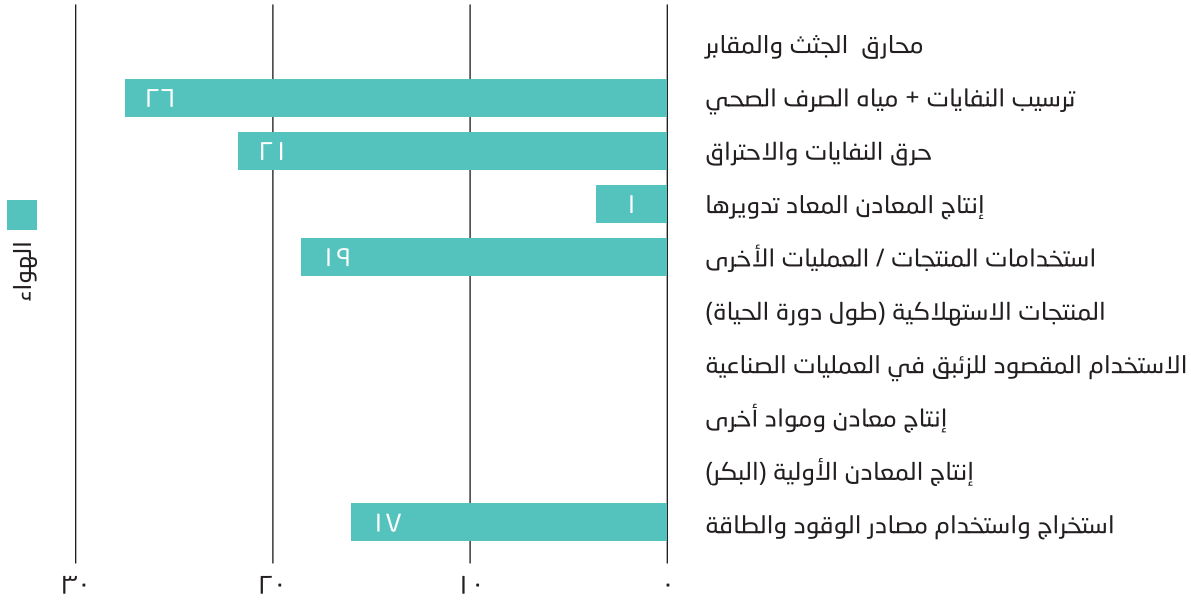
فئة المصدر	المدخلات المقدرة للزئبق (كجم/سنة)	الإطلاقات المحسوبة للزئبق (كجم/سنة)					
		هواء	ماء	أرض	المنتجات الثانوية والشوائب	النفايات العامة	المعالجة/التخلص الخاص بالقطاع
المدافن/الترسيب المنظم للنفايات*٣	٢٦.١	٢٥.٨	٠.٣	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠
أنظمة/معالجة مياه الصرف الصحي*٢	٤٥١.٥	٠.٠	٢٢٥.٨	٠.٠	٠.٠	١٣٥.٥	٩٠.٣
محارق الجثث والمقابر							
محارق الجثث/الحرق	٠.١	٠.١	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠
مجموع الإطلاقات الكمية٣٤	٩٣٤.٣	٨٣.٣	١٦٥.٤	١.٠	٠.٣	٢٦٩.١	٢٥١.٨

ملاحظات على الجدول ٢-١:

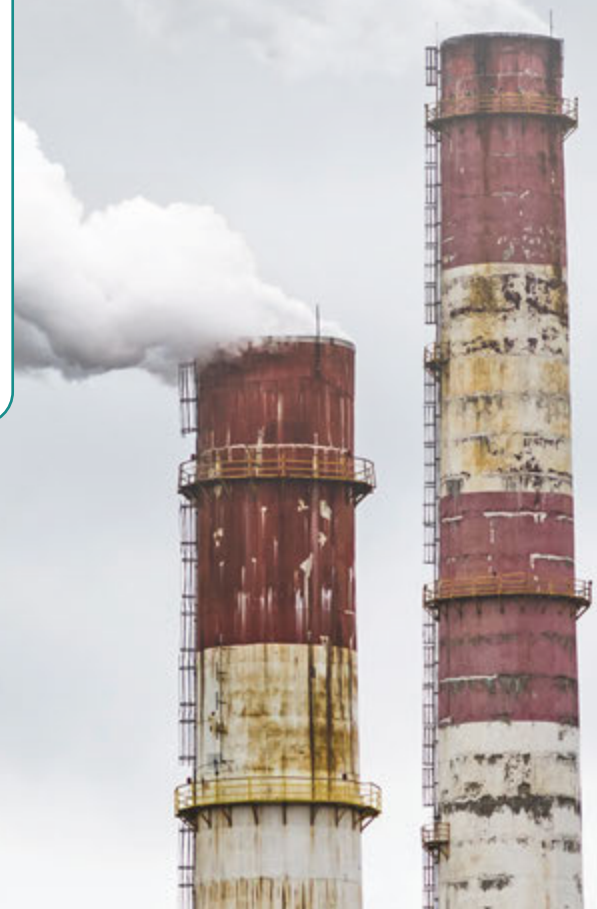
يتضح من الجدول (٢-٢٥) أعلاه بأنَّ (الإطلاق المقدَّر إلى المياه كميات من الزئبق تم احتسابها أيضًا ضمن كل فئة مصدر، ولتجنب الازدواجية في الحساب، تم خصم الإطلاق إلى المياه الناتج عن (أنظمة/معالجة) لمياه الصرف تلقائيًا في المجاميع النهائية). *(لتجنب الازدواجية في احتساب مدخلات الزئبق من النفايات والمنتجات ضمن إجمالي المدخلات، تم احتساب ١٠٪ فقط من مدخلات الزئبق إلى مصادر حرق النفايات، وترسيب النفايات، والتخلص العشوائي) *٤(لتجنب الازدواجية في احتساب الزئبق الموجود في المنتجات التي يتم إنتاجها محليًا والمباعة في السوق المحلي (بما في ذلك النفط والغاز)، فقد تم تضمين الجزء الخاص بإطلاقات الزئبق الناتجة عن الإنتاج فقط ضمن إجمالي المدخلات.

أ. كمية الزئبق المنبعثة إلى الهواء

بلغ إجمالي انبعاثات الزئبق إلى الغلاف الجوي في سلطنة عُمان خلال عام ٢٠٢٢م نحو ٣,٨٣ كجم، وفقًا للبيانات المتاحة، ويُوضح الشكل (٢-١) التوزيع النسبي للمصادر الرئيسية لهذه الانبعاثات، مرتبة حسب مساهمتها التنازلية؛ حيث جاءت المدافن وعمليات الترسيب المنظم للنفايات في المرتبة الأولى، بمساهمة بلغت ٨,٢٥ كجم/سنة، تلتها عمليات حرق النفايات الطبية بـ ٢,٢١ كجم/سنة، ثم الانبعاثات الناتجة عن استخدام المنتجات أو العمليات التي تحتوي على الزئبق - مثل أجهزة القياس والمقاييس - بمقدار ٠,١٩ كجم/سنة. وفي المرتبة الرابعة، جاءت أنشطة استخراج وتكرير واستخدام النفط الخام والغاز الطبيعي، والتي ساهمت بما يقارب ٦,١٦ كجم/سنة كما هو واضح في الشكل أدناه، رغم اختلاف مصادر الانبعاث، إلا أن مساهماتها متقاربة نسبيًا، حيث بلغ المتوسط الحسابي التقديري لانبعاثات الزئبق من هذه المصادر حوالي ٢٠,٧ ± ٤,٠ كجم/سنة؛ وعليه في ضوء هذه المعطيات، تبرز أهمية تكثيف الجهود وتوحيد التنسيق بين الجهات المعنية، بهدف تقليص والحد من انبعاثات الزئبق إلى الغلاف الجوي، والحد من آثارها البيئية والصحية المحتملة على المدى القريب والبعيد.



الزئبق المسرب إلى الهواء (كجم/ سنة)



ب. كمية الزئبق المنطلقة إلى المياه

وضحت البيانات أن أنظمة المياه في سلطنة عُمان استقبلت كميات من الزئبق تُعادل نحو ضعف الكمية المنبعثة إلى الهواء خلال عام ٢٠٢٢م، حيث بلغ إجمالي الزئبق الذي تم تصريفه من خلال مياه الصرف التي تحتوي على تراكيز الزئبق إلى المسطحات المائية بشكل - بشكل غير مباشر - ما يقارب ١٦٥ كجم.

حيث تعتبر كل من أنشطة استخراج وتكرير واستخدام النفط الخام، إضافة إلى التخلص من المخلفات الناتجة عن المستشفيات والمختبرات، من المصادر الرئيسية لهذه الانبعاثات المائية؛ وتشمل هذه المخلفات بشكل خاص الإطلاقات الناتجة عن المواد الكيميائية والمعدات المخبرية، بما في ذلك المقاييس وأجهزة القياس التي تعتمد على الزئبق كما هو موضّح في الشكل (٢-١) .

تشير التقديرات إلى أن أنظمة معالجة مياه الصرف الصحي ساهمت بالنصيب الأكبر من الزئبق المتدفق نحو المياه، حيث بلغ مقدار كميات الزئبق المرتبط بها حوالي (٢٢٦ كجم (كما هو واضح في الشكل (٢-٢).

ورغم ذلك، تم استبعاد هذه الكمية من إجمالي الانبعاثات التي تم إحتسابها في المياه، وذلك تجنبًا للازدواجية في احتساب الزئبق الذي تم إدراجه مسبقًا ضمن مصادر أخرى، مثل النفايات العامة أو المعالجة القطاعية الخاصة.

وتعكس هذه الأرقام الحاجة المُلحّة إلى تحسين أنظمة الرصد والتحكم في مصادر الزئبق، خصوصًا تلك المرتبطة بقطاعات النفط والرعاية الصحية، بالإضافة إلى تعزيز كفاءة أنظمة الصرف والمعالجة للحد من التلوث المائي بهذا العنصر السام.

الزئبق المسرب إلى الماء (كجم/ سنة)

ت. كمية الزئبق المنطلقة إلى (اليابسة)التربة

تشـير نتائج الجرد الوطني لعـام ٢٠٢٢م إلى أن إطلاق الزئبق إلى التربة في سـلطنة عُمـان يُعتبر محدودًا للغاية مقارنة بالإطلاقات إلى الهـواء والمياه، إذ بلغت الكمية المقـدرة المنبعثة إلى التربة نحو (١ كجم فقط (كما هو واضح في الشـكل (٢-٣)، في حين كانت الإطلاقات إلى الهواء والمياه أعلى بكثير (انظر الشـكلين (٢-١) و(٢-٢) على التوالي).

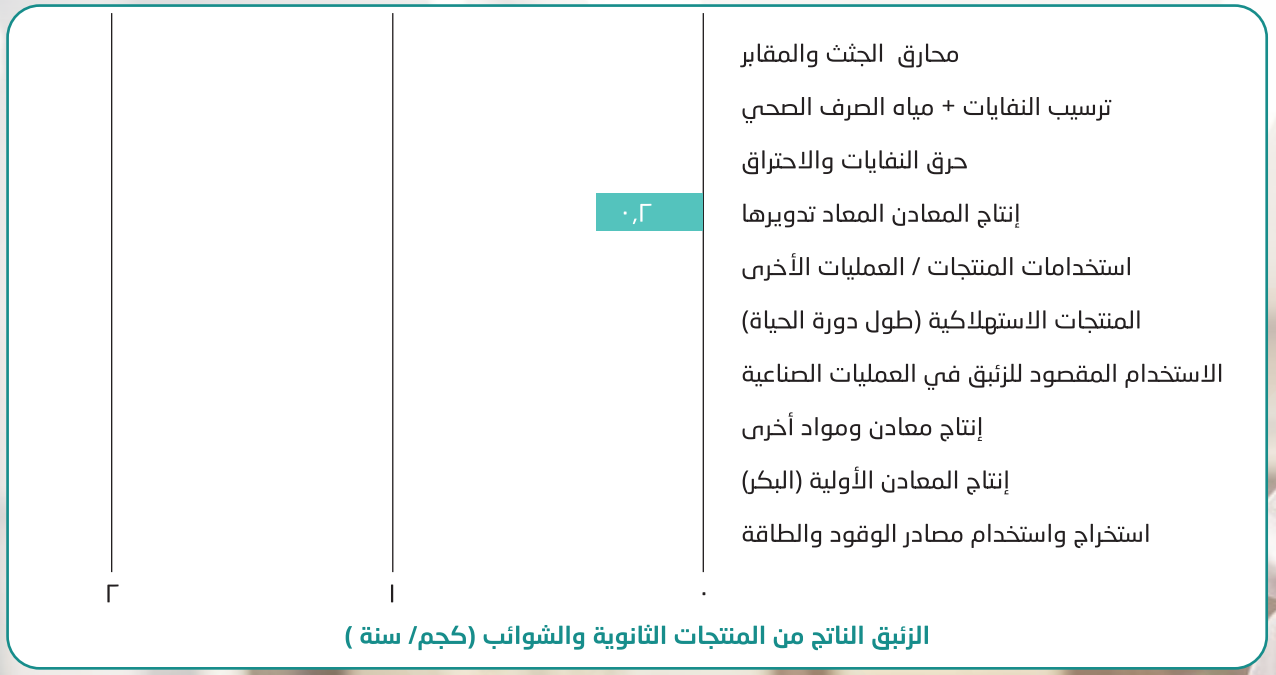
ويُرجَّح أن يكون إنتاج المعادن الحديدية المعاد تدويرها، وبالأخص الحديـد والصلب، هو المصدر الأساسـي لهذه الكميـة المحدودة من الزئبق المنبعـث إلى التربة، وذلك استنادًا إلى بيانات الجرد البيئي المعتمد لعام ٢٠٢٢م.

الزئبق المسرب إلى اليابسة (كجم/ سنة)

ث. الإطلاقات المقدرة للزئبق في المنتجات الثانوية والشوائب

إضافةً إلى الإطلاقات المباشرة للزئبق إلى الأوساط البيئية الرئيسية - الهواء، والمياه، والتربة - تُشكّل المنتجات الثانوية والشوائب الصناعية مسارًا إضافيًا ودقيقًا لإطلاق الزئبق، وإن كان أقل وضوحًا من المسارات التقليدية.

ويُقصد بهذا المسار كميات الزئبق التي تدخل إلى السوق ضمن منتجات ثانوية أو مواد تحتوي على الزئبق كشوائب غير مقصودة، دون أن يكون للزئبق دور وظيفي أو استخدام مقصود ضمن تركيبة تلك المنتجات، واستنادًا إلى نتائج الجرد الوطني لعام ٢٠٢٢م في سلطنة عُمان، تم تقدير هذه الإطلاقات عند مستوى ضئيل جدًا لا يتجاوز ٥,٠ كجم من الزئبق كما هو موضح في الشكل (٢-٤)، ما يُصنَّف على أنه كمية مهملة من حيث الأثر الكلي مقارنة بالمصادر الأخرى، وعلى الرغم من ضآلة الكمية، إلا أن هذا النوع من الإطلاقات يستدعي رصدًا دقيقًا وتنظيمًا مستمرًا، لا سيما في ظل التزامات سلطنة عُمان تجاه اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق، التي تُلزم الدول بتتبع وإدارة جميع مصادر انبعاثات الزئبق، بما فيها غير المباشرة، للحد من تسربه إلى البيئة وسلاسل الإنتاج والاستهلاك.



الزئبق الناتج من المنتجات الثانوية والشوائب (كجم/ سنة)

ج. الإطلاقات المقدرة للزئبق إلى النفايات العامة

أكّدت بيانات الجرد الوطني لانبعاثات الزئبق في سلطنة عُمان لعام ٢٠٢٢م بأن النفايات العامة تمثّل المصدر الأكثر تأثيرًا لإطلاق الزئبق، حيث بلغ إجمالي الانبعاثات ضمن هذه الفئة حوالي ٢٦٩ كجم/سنة، والذي يُعادل نحو ٣٥٪ من إجمالي إطلاقات الزئبق المقدّرة على المستوى الوطني كما هو واضح في الشكل (٢-٥)، ويُعتبر هذا الرقم الأعلى بين جميع مصادر الإطلاق البيئي، مما يي}كّد الحاجة الملحّة لإعادة تقييم وتطوير منظومات إدارة النفايات.

المصادر التالية تعتبر مساهمة ضمن فئة النفايات العامة:

• نظام معالجة مياه الصرف الصحي (المعالجة بالحمأة المنشطة):

حيث تم تسجيل أعلى مساهمة فردية، بإطلاقات بلغت ٥,١٣٥ كجم/سنة، وهو ما يعكس تحديًا بيئيًا مرتبطًا بإدارة الحمأة ومخلفات المعالجة.

• المنتجات والعمليات المحتوية على الزئبق أو المنتجة له عرضيًا:

وجاءت في المرتبة الثانية بمساهمة تُقدّر بـ ١٣٣ كجم/سنة، وتشمل أجهزة ومعدات تحتوي على الزئبق، أو تنبعث منها كميات غير مقصودة خلال التشغيل أو التخلص.

• إنتاج المعادن الحديدية المعاد تدويرها (الحديد والصلب من المركبات):

رغم تصنيفها ضمن المصادر، فقد تلاحظ من عملية الإحتساب بأن مساهمتها كانت ضئيلة للغاية، لا تتجاوز ١ كجم/سنة.

وتشير هذه النتائج بوضوح إلى أن إدارة النفايات العامة - وخصوصًا مخرجات معالجة مياه الصرف الصحي والمنتجات المحتوية على الزئبق - تُعتبر من أهم نقاط التدخل للحد من انبعاثات الزئبق في السلطنة.

وعليه، توصي النتائج بـ:

• تعزيز كفاءة أنظمة المعالجة والتحكم في الحمأة.

• فرض قيود صارمة على تداول المنتجات المحتوية على الزئبق.

• تطوير آليات فصل ومعالجة النفايات عالية الخطورة بيئيًا.

وهذا يأتي في سياق التزامات سلطنة عُمان تجاه اتفاقية ميناماتا للحد من انبعاثات الزئبق وتعزيز الإدارة البيئية المستدامة.

الزئبق الناتج إلى النفايات العامة (كجم/ سنة)

ج. الإطلاقات المقدرة للزئبق إلى نفايات (غير معالجة/معالجة) خاصة بالقطاعات

الإطلاقات المقدرة للزئبق إلى نفايات (غير معالجة/معالجة) خاصة بالقطاعاتلقد وضّحت نتائج الجرد الوطني لعام ٢٠٢٢م أن فئة النفايات والمعالجة القطاعية تمثّل أحد المصادر الرئيسية لإطلاق الزئبق في سلطنة عُمان، حيث بلغت الإطلاقات ضمن هذه الفئة نحو ٢٥٢ كجم/سنة، أي ما يعادل ٧,٣٢٪ من إجمالي الإطلاقات المقدّرة للزئبق على المستوى الوطني كما هو موضّح في الشكل (٢-٦).

المصادر الرئيسة ضمن هذا الشأن:

- نظام معالجة مياه الصرف الصحي:

وقد شكّل هذا النظام المصدر الأكبر ضمن هذه الفئة، بإجمالي انبعاثات بلغ ٣,٩٠ كجم/سنة والذي يعكس الحاجة الملحّة إلى تعزيز كفاءة محطات المعالجة، خاصة فيما يتعلق بإدارة الحمأة وتقنيات إزالة المعادن الثقيلة.

- حرق النفايات الطبية:

ساهم هذا المصدر بما يقارب ٢,٢١كجم/سنة، ما يشير إلى مخاطر بيئية مباشرة مرتبطة بالتخلص الحراري من النفايات الصحية، لا سيما تلك التي تحتوي على مركبات الزئبق أو أدوات طبية ملوثة.

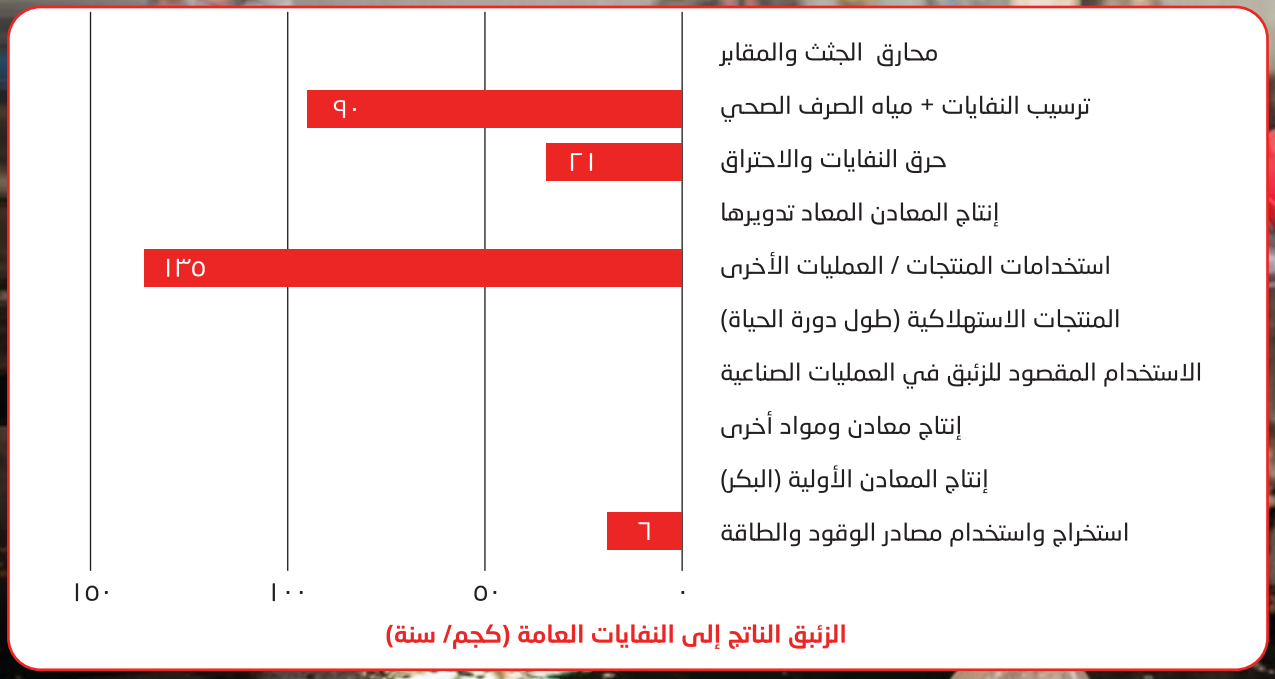
- عمليات تكرير الزيوت المعدنية:

رغم أنها ساهمت بنسبة أقل، بإطلاقات تُقدّر بـ 0,0 كجم/سنة، إلا أنها تُعد مؤشرًا على تسربات غير مقصودة من العمليات الصناعية الثانوية، والتي قد تتفاقم في ظل غياب الضوابط الكافية.

ويتح من خلال العرض أعلاه بأن هذه الفئة تُعتبرأحد التحديات المحورية في إدارة الزئبق داخل السلطنة، حيث توضّح البيانات بأتن هناك ضرورة قصوى لـ:

- وضع معايير صارمة لمعالجة النفايات في القطاعات الصناعية والصحية.
- إدراج الزئبق ضمن برامج الرصد الدوري داخل محطات المعالجة.
- التحول إلى بدائل خالية من الزئبق في الأنشطة الطبية والصناعية، دعمًا للامتثال الكامل لمتطلبات اتفاقية ميناماتا.

كم أنَّ المعالجة الفعّالة لإطلاقات الزئبق من القطاعات المتخصصة لا تُمثّل خيارًا بيئيًا فحسب، بل ضرورة استراتيجية لضمان سلامة المنظومة البيئية والصحية في الدولة.



الزئبق الناتج إلى النفايات العامة (كجم/ سنة)

خ. مدخلات الزئبق إلى المجتمع

يُوضح الجدول (٢-٢٦) رصدًا منهجيًا وشاملًا لمدخلات الزئبق إلى المجتمع، ويُقصد بها جميع الكميات التي أصبحت متاحة لاحتمالية الإطلاق البيئي نتيجة الأنشطة الاقتصادية المختلفة على المستوى الوطني، وتُعد هذه المدخلات الخطوة الأولى في تتبع دورة الزئبق، وتحليل مصادره داخل المجتمع المحلي.

تصنيف مدخلات الزئبق:

١. الزئبق المستخدم بطريقة مقصودة في المنتجات:

ويشمل الكميات التي تم إدخالها إلى السوق المحلي بشكل مباشر، من خلال منتجات مُصنّعة تحتوي على الزئبق بطريقة مقصودة، ومن أبرزها:

- مقاييس الحرارة وأجهزة قياس ضغط الدم التقليدية.
- المصابيح الفلورية وأنظمة الإضاءة المحتوية على الزئبق.
- أجهزة القياس المخبرية والصناعية.

تمثل هذه المنتجات مصادر أولية للزئبق، وقد تؤدي إلى إطلاقات مباشرة أو غير مباشرة عند استخدامها أو التخلص منها.

٢. الزئبق المصاحب للمواد الخام:

يُتضمن الزئبق الموجود ضمن المواد الأولية الطبيعية المستخرجة محليًا، مثل النفط الخام، الغاز الطبيعي، والمعادن، والذي يكون غالبًا في صورة شوائب بتراكيز ضئيلة. ورغم كونه غير مقصود، إلا أن عمليات الاستخراج والتكرير تؤدي إلى تحريكه ضمن البيئة الصناعية، وبالتالي تمثّل مدخلًا فعليًا إلى النظام الاقتصادي والبيئي.

٣. الزئبق ضمن فئات النفايات (مدخلات ثانوية):

تُدرج النفايات ضمن فئة المدخلات لأغراض تحليل التدفقات البيئية وحساب الإطلاقات الناتجة عن المعالجة والتخلص، على الرغم من أنها ليست مصدرًا رئيسياً للزئبق داخل المجتمع، ما لم تكن نفايات مستوردة.

لذا، يتم تمييز هذه المدخلات بخط مائل في الجدول (٢-٢٦)، تأكيدًا على كونها مدخلات غير رئيسية، ولكنها ضرورية لحساب توزيع الزئبق بين مسارات النفايات المختلفة (مثل الحرق، الطمر، أو التدوير)، وبالتالي تقدير حجم الإطلاقات المرتبطة بها.

وتكمن أهمية التتبع والتحليل في أن تحليل مدخلات الزئبق إلى المجتمع يشكّل ركيزة أساسية في تطوير استراتيجيات وطنية فعّالة لإدارة الزئبق والحد من مخاطره، والذي يسهم بشكل مباشر في:

- رسم خريطة تدفقات الزئبق عبر القطاعات.
- تحديد نقاط التدخل ذات الأولوية.
- دعم تنفيذ الالتزامات الواردة في اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق.

ويمثل هذا النوع من التحليل أداة محورية لصنّاع القرار والجهات الرقابية، لضمان تحقيق التوازن بين التنمية الصناعية والالتزام بالمعايير البيئية الدولية.

الجدول(٢-٢٦): ملخص مدخلات الزئبق إلى المجتمع في سلطنة عمان

فئة المصدر	المصدر موجود (نعم/لا/؟)	معدل النشاط	الوحدة	المدخلات المقدرة للزئبق، كجم/سنة، لكل مرحلة من مراحل دورة الحياة (حسب الاقتضاء)		
				الإنتاج	الاستخدام	التخلص
استخراج واستخدام الوقود/مصادر الطاقة						
الزيوت المعدنية - الاستخراج، التكرير والاستخدام						
استخراج	نعم	٤٨٬٢٤٢٬٠٨٧	نفط، طن/سنة	١٦٤	٠	٠
تكرير	نعم	١٠٬٧٠١٬٥٨٦	نفط، طن/سنة	٣٦	٠	٠
النقل والاستخدامات الأخرى غير التدفئة المنزلية ومرافق احتراق النفط الأخرى	نعم	٣٬٣٥٧٬٨٢٤	نفط، طن/سنة	٠	٧	٠
مرافق احتراق النفط الأخرى	نعم	٢٠١٬٨٨٥	نفط، طن/سنة	٠	٠	٠
الغاز الطبيعي - الاستخراج، التكرير والاستخدام						
استخراج وتكرير	نعم	٤٧٬٥٨١	غاز، متر مكعب قياسي/سنة	٠	٠	٠
استخدام الغاز الخام أو المنقى	نعم	٧٬٧٧٠٬٣٦٨	غاز، متر مكعب قياسي/سنة	٠	١	٠
إنتاج المعادن الأولية (البكر)						
استخراج الذهب (والفضة) باستخدام عمليات الدمج بالزئبق	؟	٠	ذهب منتج، كجم/سنة	٠	٠	٠

فئة المصدر	المصدر موجود (نعم/لا/؟)	معدل النشاط	الوحدة	المدخلات المقدرة للزئبق، كجم/سنة، لكل مرحلة من مراحل دورة الحياة (حسب الاقتضاء)		
				الإنتاج	الاستخدام	التخلص
استخراج النحاس والمعالجة الأولية						
التعدين والتركيز	؟	٠	مركز مستخدم، طن/سنة	٠	٠	٠
إنتاج النحاس من المركز	؟	٠	مركز مستخدم، طن/سنة	٠	٠	٠
استخراج الذهب ومعالجته بطرق غير الدمج بالزئبق	؟	٠	خام ذهب مستخدم، طن/سنة	٠	٠	٠
إنتاج المعادن الحديدية الأولية	؟	٠	حديد خام منتج، طن/سنة	٠	٠	٠
إنتاج معادن ومواد أخرى تحتوي على شوائب زئبقية						
إنتاج الكلنكر الأسمنتي						
(دون الحرق المشترك للنفايات)	نعم	-	إسمنت منتج من كلنكر محلي، طن/سنة	٠	٠	٠
استخدام الوقود الأحفوري في الإنتاج (غاز طبيعي)	نعم	٤٬٥٠٩٬٢٨٩	إسمنت منتج باستخدام هذا الوقود كوقود رئيسي، طن/سنة	٠.٠٩٠٢	٠	٠
إنتاج الجير والركام خفيف الوزن						
إنتاج الجير	؟	٠	-	٠	٠	٠
المنتجات الاستهلاكية ذات الاستخدام المقصود للزئبق						
موازين الحرارة المحتوية على الزئبق						
الاستخدام والتخلص (لا يوجد تخلص)	نعم	٩٤٬١٤٧.٢٨٢	كجم (إجمالي)	٠	٠	٠
موازين الحرارة الزجاجية الأخرى المحتوية على الزئبق	نعم	٠	-	٠	٠	٠
المفاتيح الكهربائية والمرحلات المحتوية على الزئبق						

فئة المصدر	المصدر موجود (نعم/لا/؟)	معدل النشاط	الوحدة	المدخلات المقدرة للزئبق، كجم/سنة، لكل مرحلة من مراحل دورة الحياة (حسب الاقتضاء)		
				الإنتاج	الاستخدام	التخلص
الاستخدام والتخلص	نعم	٤٬٤٣٦٬٨٩٧.٠٨	نسمة	٠	٦٢١	
مصادر الإضاءة المحتوية على الزئبق						
الأنابيب الفلورية (طرف مزدوج)	نعم	٢٢٬٩٠٢.٣٩٣	كجم (إجمالي)	٠	٠	٠
المصابيح الفلورية المدمجة (نهاية واحدة)	نعم					
مصابيح بخار الزئبق عالية الضغط	نعم					
مصابيح الصوديوم عالية الضغط	نعم					
مصابيح الأشعة فوق البنفسجية للبرونزاج	نعم					
مصابيح الهاليد المعدني	نعم					
البطاريات المحتوية على الزئبق						
بطاريات أكسيد الزئبق (جميع الأحجام) والمعروفة أيضًا بخلايا الزئبق-الزنك	نعم	١٦٬١١٣	بطاريات، طن/سنة	٠	٠	
استخدامات أخرى مقصودة للمنتجات/العمليات*٢						
حشوات الأسنان المصنوعة من ملغم الزئبق						
الاستخدام – من الحشوات داخل الفم (انبعاثات من إمدادات الزئبق للحشوات منذ ٥ إلى ١٥ سنة)	نعم	١٢.٦٤٣	كجم زئبق/سنة	٠	٠	٠
التخلص – (انبعاثات من إمدادات الزئبق للحشوات منذ ١٠ إلى ٢٠ سنة)	نعم	٣.٦٨٤	كجم زئبق/سنة	٠	٠	٠
مقاييس الضغط ومقاييس القياس المحتوية على الزئبق						
الاستخدام والتخلص من أجهزة قياس ضغط الدم الطبية	نعم	٢٬٣٧٢	جهاز/سنة	٠	١٩٠	

فئة المصدر	المصدر موجود (نعم/لا/؟)	معدل النشاط	الوحدة	المدخلات المقدرة للزئبق، كجم/سنة، لكل مرحلة من مراحل دورة الحياة (حسب الاقتضاء)		
				الإنتاج	الاستخدام	التخلص
المواد الكيميائية والمعدات المخبرية المحتوية على الزئبق						
المواد الكيميائية المخبرية	نعم	٤٬٥٢٧٬٤٤٦	نسمة	٠	٤٥.٢٧	
المعدات المخبرية الأخرى (القيمة الافتراضية للمجموعة – المستوى ١)	نعم	٤٬٥٢٧٬٤٤٦	نسمة	٠	١٨١.١٠	
إنتاج المعادن المعاد تدويرها («إنتاج المعادن الثانوية»)						
إنتاج المعادن الحديدية المعاد تدويرها (الحديد والصلب)	نعم	١٬٨٠٠	مركبات معاد تدويرها، كجم/سنة	١.٩٨	٠	٠
إنتاج المعادن المعاد تدويرها الأخرى	نعم	٥٣٠٬٩٠٠	طن/سنة	٠	٠	٠
حرق النفايات						
حرق النفايات الطبية	نعم	١٬٧٦٥.٥٣٩٢	نفايات محروقة، طن/سنة	٠	٠	٤٢
الطمر الصحي للنفايات ومعالجة مياه الصرف الصحي *٣*٤						
المدافن/الترسيب المنظم للنفايات	نعم	٢٬٥٨٣٬٨٢٤.٤٤	نفايات مطمورة، طن/سنة	٠	٠	٠
أنظمة/معالجة مياه الصرف الصحي	نعم	٨٦٬٠٠٧٬٥١٨	مياه صرف، متر مكعب/سنة	٠	٠	٤٥٢
محارق الجثث والمقابر						
محارق الجثث/الحرق	نعم	٢٤	جثث محروقة/سنة	٠	٠	٠.٠٩٦

من الملاحظ أن فئات المصادر الفرعية التالية شكلت أعلى المساهمات في مدخلات الزئبق إلى المجتمع:

- المفاتيح الكهربائية والمرحلات المحتوية على الزئبق (٦٢١ كجم/سنة)
- استخراج وتكرير الزيوت المعدنية (٢٠٠ كجم/سنة)
- استخدام والتخلص من أجهزة قياس ضغط الدم الطبية (١٩٠ كجم/سنة)، المعدات المخبرية الأخرى (١٨١,١ كجم/سنة)

ويُعزى وجود الزئبق في النفايات ومياه الصرف الصحي المنتجة في سلطنة عُمان إلى الزئبق الداخل إلى المجتمع من خلال المنتجات والمواد المحتوية عليه، ولا تُعد هذه النفايات ومياه الصرف مصدراً أولياً لانبعاثات الزئبق إلى البيئة، باستثناء النفايات المستوردة التي تحتوي على مركبات زئبقية؛ (أنظمة/معالجة مياه الصرف الصحي (٤٥١,٥ كجم/سنة)).

وعلى الرغم من ذلك، فإن النفايات ومياه الصرف تمثل مصادر انتقال رئيسية للزئبق داخل البيئة والمجتمع، والذي يستدعي التعامل معها كعوامل مؤثرة في إجمالي التدفقات البيئية لهذه المادة شديدة السمية.

وقد بيَّنت نتائج التقييم أن أبرز تدفقات الزئبق من خلال النفايات ومياه الصرف في سلطنة عُمان تتمثل فيما يلي:

- النفايات الناتجة عن المنتجات الاستهلاكية المحتوية على الزئبق، مثل البطاريات، والمصابيح الفلورية، وأجهزة القياس الطبية والإلكترونية.
- مياه الصرف الصناعي الصادرة عن المنشآت التي تستخدم الزئبق أو تتعامل مع مواد تحتوي عليه ضمن العمليات الإنتاجية.
- المخلفات الصلبة، بما في ذلك الرماد الناتج عن محارق النفايات ومخلفات مرافق معالجة مياه الصرف.
- النفايات الطبية التي تتضمن أجهزة أو أدوات تحتوي على الزئبق.
- النفايات المستوردة التي تتضمن مركبات أو مكونات زئبقية تُسهم في رفع الحمل البيئي للزئبق.

وعليه، فإن الإدارة السليمة لتدفقات الزئبق عبر النفايات ومياه الصرف تُعد عنصراً محورياً في جهود الحد من التلوث الزئبقي وتحقيق الأهداف البيئية الوطنية والإيفاء بالالتزامات الدولية ذات الصلة، لا سيما اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق.

٢.٢.١١ المعيار
المستخدم في الحساب

في هذا الجزء، يتم عرض المعايير المختلفة للتحليل والنتائج. يوضح الجدول ٢-٢٧ المعايير التي تم اعتمادها لحساب الحدود المسموح بها لتقدير تلوث الزئبق في سلطنة عمان.

الجدول(٢-٢٧): وصف لأنواع الإطلاقات الخاصة بالزئبق ذات الصلة بسلطنة عمان.

نوع نتيجة الحساب	التفاصيل	الإرشادات في سلطنة عمان
المدخلات المقدرة للزئبق، كجم زئبق/سنة	التقدير المعياري لكمية الزئبق الداخلة إلى فئة المصدر هذه مع المواد الداخلة. على سبيل المثال، كمية الزئبق المحسوبة في كمية النفط أو الغاز الطبيعي المستخدم سنويًا في الدولة لأغراض الاحتراق في محطات الطاقة الكبيرة.	-
الهواء	انبعاثات الزئبق إلى الغلاف الجوي من مصادر نقطية ومصادر منتشرة يمكن أن ينتشر منها الزئبق محليًا أو على مسافات طويلة مع الكتل الهوائية، على سبيل المثال من: مصادر نقطية مثل محطات توليد الطاقة العاملة بالغاز الطبيعي (الغاز المستخدم أو المنقى جزئيًا)، مصاهر المعادن، حرق النفايات. تكرير واستخدام الزيوت المعدنية. مصادر منتشرة مثل حرق النفايات بشكل غير رسمي والتي تحتوي على مصابيح فلورية، بطاريات، موازين حرارة تحتوي على الزئبق، أجهزة قياس ضغط الدم الطبية، المفاتيح الكهربائية والمرحلات. إنتاج معادن ومواد أخرى تحتوي على شوائب زئبقية (مثل الكلنكر الأسمنتي).	٠,٠٣ ملجم/م٣
المياه	إطلاقات الزئبق إلى البيئات المائية وأنظمة مياه الصرف: مصادر نقطية ومصادر منتشرة يُمكن أن ينتقل منها الزئبق إلى البيئات البحرية (المحيطات)، والمياه العذبة (الأنهار، البحيرات، إلخ). على سبيل المثال، الإطلاقات من: مياه الصرف/النفايات الناتجة عن استخراج وتكرير الزيوت المعدنية. الصناعة، والمنازل، وغيرها إلى البيئات المائية. مياه الصرف/النفايات الناتجة عن استخدام والتخلص من الحشوات السنية القديمة المحتوية على الزئبق. مياه الصرف/النفايات المرتبطة باستخدام والتخلص من أجهزة قياس ضغط الدم الطبية، والمواد الكيميائية والمعدات المخبرية المحتوية على الزئبق. طمر النفايات/المدافن ومعالجة مياه الصرف.	≥ ٠,١ ملجم/لتر

نوع نتيجة الحساب	التفاصيل	الإرشادات في سلطنة عمان
التربة	إطلاقات الزئبق إلى التربة، البيئة الأرضية: التربة العامة والمياه الجوفية. على سبيل المثال، الإطلاقات الناتجة عن: • الإطلاقات المحلية غير المحصورة من الصناعة، مثل تخزين/دفن النفايات الخطرة في الموقع. • نشر الحمأة الناتجة عن معالجة مياه الصرف المحتوية على الزئبق في الأراضي الزراعية (عند استخدام الحمأة كسماد). • إنتاج المعادن الحديدية المعاد تدويرها (الحديد والصلب).	١٥٠ ملجم/كجم
المنتجات الثانوية والشوائب	المنتجات الثانوية التي تحتوي على الزئبق، والتي تُعاد إلى السوق ولا يمكن تخصيصها مباشرة كإطلاقات بيئية، على سبيل المثال: • حمض الكبريتيك الناتج عن إزالة الكبريت من غازات المداخن (تنقية غازات المداخن) في منشآت المعادن غير الحديدية التي تحتوي على تركيزات ضئيلة من الزئبق. • استخدام الغاز الطبيعي في إنتاج الكلنكر الأسمنتي.	-
النفايات العامة	النفايات العامة: وتُعرف أيضًا في بعض البلدان بالنفايات البلدية. وهي عادةً نفايات منزلية ومؤسساتية تخضع للمعالجة العامة، مثل الحرق، الطمر الصحي، أو الطرح أو الحرق العشوائي. مصادر الزئبق في النفايات هي المنتجات الاستهلاكية التي تحتوي عمدًا على الزئبق (مثل البطاريات، موازين الحرارة، الأنابيب الفلورية، إلخ)، بالإضافة إلى نفايات ذات حجم كبير مثل الورق المطبوع، البلاستيك، إلخ، التي تحتوي على تركيزات ضئيلة من الزئبق.	≥ ١,٠ ملجم/لتر
المعالجة/التخلص الخاص بالقطاع	النفايات الناتجة عن الصناعة والمستهلكين والتي يتم جمعها ومعالجتها في أنظمة منفصلة، وفي بعض الحالات يُعاد تدويرها، على سبيل المثال: • تكرير الزيوت المعدنية. • استخدام الغاز الطبيعي في إنتاج الكلنكر الأسمنتي. • النفايات الصناعية الخطرة ذات المحتوى العالي من الزئبق، والتي يتم طمرها في مواقع مخصصة وآمنة. النفايات الاستهلاكية الخطرة المحتوية على الزئبق، والتي يتم جمعها ومعالجتها بشكل منفصل وآمن، مثل البطاريات، موازين الحرارة، مفاتيح الزئبق، الأسنان المفقودة المحتوية على حشوات ملغم. يتم وصف طريقة المعالجة/التخلص الخاصة بكل دولة لكل فئة فرعية في أقسام التقرير المفصلة أدناه (مثل حرق النفايات الطبية، أنظمة/معالجة مياه الصرف).	≥ ٠,٠٠١ ملجم/لتر

٢,٣ المواقع الملوثة بالزئبق
التي تم تحديدها في سلطنة عُمان

لم يكشف الجرد الوطني المنشور في عام ٢٠٢٢ عن وجود أي مواقع ملوثة بالزئبق في سلطنة عُمان. ومع ذلك، يعرف الجدول ٢-٢٨ بعض المواقع المحتملة التي تُعد بؤرًا ساخنة للزئبق، والتي يُحتمل أن تكون مواقع لإطلاق مباشر للزئبق خلال العمليات المرتبطة بالأنشطة ذات الصلة، بالإضافة إلى غياب التخلص السليم من المنتجات الثانوية و/أو النفايات الملوثة بالزئبق.

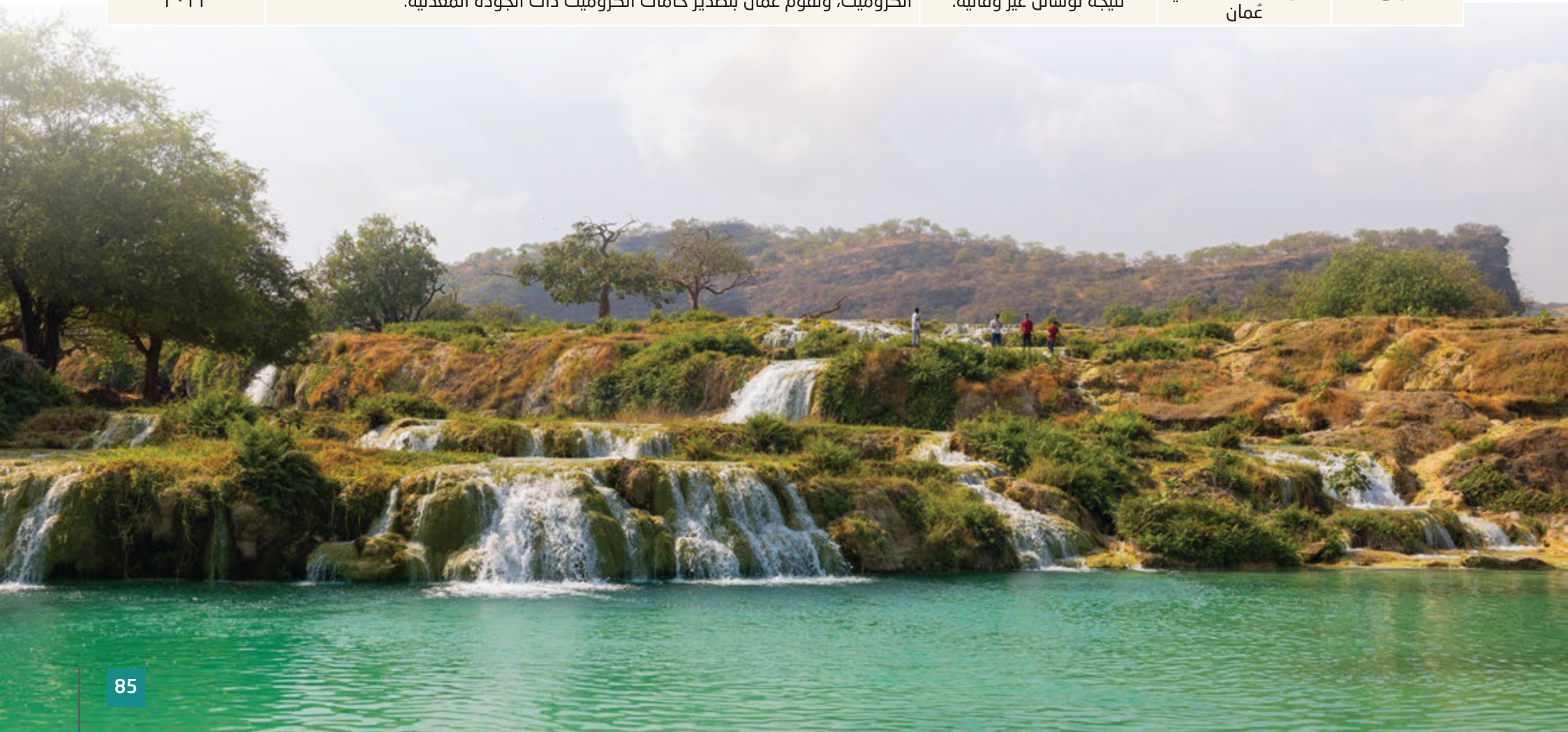
وتشمل المواقع الرئيسية التي يُحتمل أن تكون بؤرًا ساخنة للزئبق في سلطنة عُمان لإطلاق كميات من الزئبق، مما قد يُشكل خطرًا على صحة الإنسان والبيئة:

تشمل المواقع الرئيسية: نخل، سمائل، المضيبي، صحار، إزكي، العوابي، محضة، القابل، وادي المعاول، بدية، بدبد، وادي بني خالد، السويق، نزوى، دماء والطائيين، إبراء، شناص، شركة تنمية معادن عمان، شركة تنمية نفط عمان، خامات الكروميت العمانية.

الجدول(٢-٢٨): المواقع المحددة أنها تمثل بؤرا ساخنة للزئبق في سلطنة عُمان.

اسم الموقع	الموقع	المصدر الأصلي لتلوث الزئبق	الوصف الملخص	المراجع
منطقة ملوثة - مصنع متوقف	نخل	ليتريت (الفولاذ)	بالرغم من أن المصنع متوقف بالكامل، فقد تم تحديده كمصدر محتمل لإطلاق ملوثات المعادن الثقيلة إلى البيئة، بما في ذلك الليتريت.	هيئة البيئة - عمان
مناطق ملوثة - مصانع متوقفة	سمائل، المضيبي، صحار، إزكي، العوابي، مدحاء	الكروم	بالرغم من أن المصنع متوقف بالكامل، فقد تم تحديده كمصدر محتمل لإطلاق ملوثات المعادن الثقيلة إلى البيئة، بما في ذلك الكروم.	هيئة البيئة - عمان
منطقة ملوثة - مصنع متوقف	القابل	المنغنيز	بالرغم من أن المصنع متوقف بالكامل، فقد تم تحديده كمصدر محتمل لإطلاق ملوثات المعادن الثقيلة إلى البيئة، بما في ذلك المنغنيز.	هيئة البيئة - عمان
مناطق ملوثة - مصانع مغلقة كليًا	المضيبي، إزكي، سمائل، نخل، وادي المعاول، بدية، بدبد، صحار، وادي بني خالد، السويق، نزوى، دماء والطائين، إبراء	الكروم	بالرغم من أن المصنع مغلق كليًا، فقد تم تحديده كمصدر محتمل لإطلاق ملوثات المعادن الثقيلة إلى البيئة، بما في ذلك الكروم.	هيئة البيئة - عمان
منطقة ملوثة - مصنع مغلق كليًا	شناص	النحاس	بالرغم من أن المصنع مغلق كليًا، فقد تم تحديده كمصدر محتمل لإطلاق ملوثات المعادن الثقيلة إلى البيئة، بما في ذلك النحاس.	هيئة البيئة - عمان

اسم الموقع	الموقع	المصدر الأصلي لتلوث الزئبق	الوصف الملخص	المراجع
منطقة ملوثة - مصنع مغلق كليًا	القابل	المنغنيز	بالرغم من أن المصنع مغلق كليًا، فقد تم تحديده كمصدر محتمل لإطلاق ملوثات المعادن الثقيلة إلى البيئة، بما في ذلك المنغنيز.	هيئة البيئة - عمان
منطقة ملوثة	عمان - شركة تنمية معادن عمان	يُحتمل إطلاق الزئبق عند استخراج الكرومات	بالرغم من عدم وجود دراسات من عمان، فقد تم تحديد تعدين المعادن كمصدر محتمل لإطلاق ملوثات المعادن الثقيلة إلى البيئة، بما في ذلك الزئبق.	لي وآخرون، ٢٠١٤
الزئبق	تنمية نفط عمان	من المحتمل أن يُطلق الزئبق نتيجة لوسائل غير وقائية.	من بين أكثر أنواع النفايات الملوثة بالزئبق تكلفة هو الحمأة. يجب تخزين الزئبق في موقع محدد داخل منشأة التخلص من النفايات، داخل أكياس بلاستيكية سميكة وموسومة.	
الزئبق	خامات الكروميت ذات الجودة المعدنية في عُمان	من المحتمل أن يُطلق الزئبق نتيجة لوسائل غير وقائية.	وفقًا لشركة الكروميت العُمانية، تضم سلطنة عُمان حوالي ٣٠ مليون طن متري من خام الكروميت، وتقوم عُمان بتصدير خامات الكروميت ذات الجودة المعدنية.	جاكيمسكا وآخرون، ٢٠١١



٢.٤ الملخص

يُعتبر إطلاق الزئبق في سلطنة عُمان نتيجة مباشرة لعدد من الأنشطة الاقتصادية، ويأتي في مقدمتها الاستخدام المقصود لهذه المادة في بعض المنتجات مثل موازين الحرارة، وأجهزة قياس ضغط الدم، والمصابيح الفلورية، وغيرها من المعدات التي تحتوي على الزئبق، كما تُسهم الأنشطة المتعلقة باستخراج واستخدام المواد الخام الحاوية على تراكيز ضئيلة من الزئبق في زيادة العبء البيئي لهذه المادة الخطرة.

وقد كشفت نتائج هذه الدراسة أن أبرز مصادر التلوث بالزئبق في السلطنة تتمثل في قطاعي استخراج واستخدام الوقود، بالإضافة إلى انبعاثات احتراق الفحم في محطات توليد الطاقة، ومع ذلك، تجدر الإشارة إلى أن الجرد الوطني الحالي للزئبق لم يتضمن بعدُ مجموعة من المصادر المحتملة ذات الأهمية، مثل العمليات الصناعية التي تعتمد على الزئبق، والأجهزة الطبية بخلاف موازين الحرارة، فضلاً عن مياه الصرف الصحي المنزلية والصناعية، والتي يُحتمل أن تسهم بشكل غير مُهمل في إجمالي الانبعاثات، مما يستدعي إدراجها في جهود التقييم والرصد المستقبلية.

يتبيّن من الدراسة الحالية أن سلطنة عُمان تفتقر إلى مرافق وطنية منظمة ومؤتمتة للتخلص الآمن من المنتجات التي تحتوي على نسب مرتفعة من الزئبق. ولا تتوافر في السلطنة حتى الآن آليات مناسبة ومعتمدة للتعامل مع هذه المنتجات، مما أدى إلى نشوء عدد من النقاط الساخنة المحتملة لتلوث الزئبق في الدولة، وقد شملت المواقع الرئيسية التي تم تحديدها ضمن هذه الدراسة كلًّا من: نخل، سمائل، صحار، إزكي، العوابي، محضة، القابل، وادي المعاول، بدية، بدبد، وادي بني خالد، السويق، نزوى، دماء والطائيين، إبراء، المضيبي، وسناو. كما تشمل المواقع الصناعية ذات الصلة مواقع تابعة لشركة تنمية معادن عُمان، ومواقع عمليات شركة تنمية نفط عُمان، بالإضافة إلى مناطق استخراج خامات الكروميت عالية الجودة المنتشرة في السلطنة، حيث تُعد هذه المواقع من أبرز النقاط الساخنة المحتملة لتلوث الزئبق على المستوى الوطني، كما هو موضح في الجدول رقم (٢-٢٨) الذي يتضمن قائمة تفصيلية بالمواقع المحددة ضمن هذا السياق.

ويمثل إنتاج المعادن مصدر أولي لتلوث الزئبق، وتشمل انبعاثات الزئبق من جميع المصادر المحدَّدة لإنتاج المعادن البكر كلاً من: استخراج الزئبق (الأولي) والمعالجة الأولية، واستخراج الفضة باستخدام عمليات الدمج بالزئبق، واستخراج ومعالجة الزنك، والرصاص، والألمنيوم، والنحاس، والتعدين والتركيز لإنتاج الألومينا من خام البوكسيت، وإنتاج المعادن الحديدية الأولية. كما يُعد استخدام الزئبق في العمليات الصناعية مصدرًا آخر لتلوث الزئبق، وقد تم التحققمن كمية الانبعاثات الناتجة عن استخدام الزئبق في هذه العمليات الصناعية.

كما ينتقل الزئبق إلى البيئة من خلال العمليات الصناعية بطريقتين، وقد تم حساب أن الانبعاثات الناتجة عن استخدام المانومترات وأجهزة القياس المحتوية على الزئبق إلى الهواء (١٨,٩٨ كجم/طن)، والماء (٥٦,٩٣ كجم/طن)، والمعالجة الخاصة للنفايات حسب القطاع (٥٦,٩٣ كجم/طن)، والمعالجة العامة للنفايات (٥٦,٩٣ كجم/طن)، أما الانبعاثات الناتجة عن استخدام المواد الكيميائية والمعدات المخبرية المحتوية على الزئبق، فقد تم حسابها وكانت كالتالي : إلى الهواء (١٤,٩٤ كجم/طن)، والمعالجة الخاصة للنفايات حسب القطاع (١٥,٣٩ كجم/طن)، والمعالجة العامة للنفايات (١٤,٩٤ كجم/طن)، بينما الانبعاثات الرئيسية للزئبق الناتجة عن استخدام منتجات أخرى مقصودة / أو معدات مخبرية أخرى، فهي إلى الماء (٥٩,٧٦ كجم/طن)، والمعالجة الخاصة للنفايات حسب القطاع (٦١,٥٧ كجم/طن)، والمعالجة العامة للنفايات (٥٩,٧٦ كجم/طن)، وقد كانت الانبعاثات إلى الماء (٠,٣٣ كجم/طن)، والأرض أو التربة (٠,٣٤ كجم/طن).

كما وصلت الكميات الناتجة من المعالجة العامة للنفايات (٠,٣٣ كجم/طن)، كما تم دراسة انبعاثات الزئبق من جميع المصادر المحدَّدة لحرق النفايات والتخلص منها بالحرق، وتشمل هذه المصادر: (أ) حرق النفايات البلدية / العامة، (ب) حرق النفايات الخطرة، (ج) حرق النفايات الطبية، (د) حرق حمأة مياه الصرف الصحي، (هـ) الحرق المفتوح للنفايات في المدافن أو بشكل غير رسمي، وقد وضّحت نتائج الدراسة بأن الانبعاثات الرئيسية للزئبق تأتي من حرق النفايات الطبية،كما تبيَّن أن حرق النفايات الطبية يؤدي إلى انبعاثات في الهواء وإلى المعالجة الخاصة للنفايات حسب القطاع، وتم حساب الانبعاثات الناتجة إلى الهواء (٢١,١٩ كجم/طن) وإلى الماء (٢١,١٩ كجم/طن)، ولم يكن هناك تأثير على المسطحات المائية. بينما كانت نتائج حساب انبعاثات أخرى إلى نفس الأوساط البيئية المذكورة بواقع ٢٢٥,٧٧ ملغ/طن، و١٣٥,٤٦ كجم/طن، و٩٠,٣١ كجم/طن على التوالي، بينما ظلت الأجسام الهوائية والتربة غير متأثرة،وبيَّنت الدراسة أن انبعاثات الزئبق هنا تتجه إلى الهواء (الغلاف الجوي)، وتم حساب الانبعاث بمقدار ٠,١٠ وحدة، في حين بقيت المسطحات المائية والتربة غير متأثرة.

الفصل الثالث:
تقييم السياسات والأطر التنظيمية والمؤسسية

٣.١ مقدمة

يُعتبر الزئبق من أشد العناصر الكيميائية سُمية وتأثيرًا على الصحة العامة والبيئة، الأمر الذي يضعه في صدارة التحديات البيئية العالمية التي تستدعي تبنّي نهج واضح وسياسات وتشريعات تنظيمية صارمة وفعّالة تضمن الإدارة السليمة والآمنة للزئبق ومركباته ونفاياتها، وفي ظل ما يشكّله من تهديد بالغ الخطورة؛فقد تبنّت الدول، بمختلف مستوياتها الاقتصادية منظومات متقدمة من السياسات والتشريعات التي تضمن الحد من مصادر التلوث بالزئبق وضبط تداولاته واستخداماته، واستنادًا إلى هذا التوجّه الدولي، وتأكيدًا على التزامها الراسخ بمسؤولياتها البيئية، فقد شرعت سلطنة عُمان في صياغة وتنفيذ سياسات وطنية متكاملة وتشريعات متقدمة تُعنى بالحد من التلوث بالزئبق، انسجامًا مع التزاماتها بموجب الاتفاقيات الدولية، خاصةً اتفاقية بازل بشأن التحكم في نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود.

وقد تناولت هذه الدراسة تحليلًا تفصيليًا لمنظومة السياسات والتشريعات المعتمدة في سلطنة عمان في هذا المجال، مستعرضة الجهود المؤسسية المبذولة، وفي مقدّمتها ما قامت به هيئة البيئة من إصدار أدلة إرشادية فنية متخصصة تهدف إلى تحديد مواقع التلوث بالزئبق وتقييم درجات الخطورة البيئية الناجمة عنه، كما أرست الدولة أطرًا تنظيمية صارمة لإدارة النفايات الخطرة، بما في ذلك النفايات المحتوية على الزئبق أو مركباته، في إطار نهج استراتيجي يستهدف تعزيز الحماية البيئية وضمان سلامة الإنسان والمجتمع.

٣.٢ التصديق على اتفاقية ميناماتا

جاء تصديق سلطنة عُمانُ على اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق تأكيدًا لالتزامها الجاد بالمعايير البيئية الدولية، وترسيخًا لمسؤولياتها القانونية تجاه الحد من التلوث بالزئبق ومركباته، وبموجب هذا التصديق، أصبحت السلطنة ملزمة قانونًا بتنفيذ ما تقضي به الاتفاقية من أحكام وتدابير على المستويين التشريعي والتنفيذي. ومع دخول الاتفاقية حيّز النفاذ، انتقلت عُمان إلى مرحلة التنفيذ الفعلي، حيث أعدّت التقرير الوطني للتقييم الأولي، الذي تضمّن تحليلًا دقيقًا وشاملًا للمنظومة الوطنية ذات الصلة، بما في ذلك السياسات المعتمدة، والتشريعات النافذة، والأطر المؤسسية المعنية.

وقد اشتمل التقرير على إعداد جرد وطني لمصادر الزئبق واستخداماته وتداولاته، وتقدير الكميات المتداولة أو المخزنة، فضلًا عن تحديد الفئات السكانية الأكثر عرضة للتأثر بمخاطره، وذلك استنادًا إلى منهجيات علمية ومعايير معتمدة دوليًا، وفي موازاة ذلك، نفّذت سلطنة عُمان حملات توعوية واسعة النطاق استهدفت شرائح متعددة من المجتمع، شملت المؤسسات التعليمية، وغرفة تجارة وصناعة عُمان، ومنظمات المجتمع المدني، إضافةً إلى جمعيات المرأة والشباب، بهدف رفع مستوى الوعي المجتمعي بخطورة الزئبق وتعزيز المشاركة الوطنية في الجهود الرامية إلى الحد من آثاره؛ وفي هذا الإطار، جرى كذلك تحديد الأولويات والإجراءات القانونية والإدارية اللّازم اتخاذها في المراحل اللاحقة، لضمان التنفيذ الكامل والمستدام لبنود الاتفاقية، وتعزيز القدرات الوطنية في مجال الإدارة البيئية السليمة للزئبق، بما ينسجم مع التزامات الدولة بنود وأحكام الإتفاقيات العالمية البيئية ذات الصلة وبما يدعم تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

وعلى الرغم من الطبيعة الإلزامية لاتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق، فإنها تتسم بقدر من المرونة التشريعية التي تُراعي تفاوت القدرات الوطنية للدول الأطراف، وتُتيح لها تكييف التزاماتها مع أولوياتها وخططها التنموية الخاصة، وقد نصّت الاتفاقية بوضوح على ضرورة توفير الموارد المالية، وتقديم الدعم التقني والفني، وبناء القدرات المؤسسية والبشرية، بوصفها متطلبات أساسية لتمكين الدول، ولا سيّما النامية منها، من تنفيذ الالتزامات المناطة بها بكفاءة واستدامة، بما يكفل الحد من انبعاثات الزئبق وتسربه إلى عناصر البيئة المختلفة.

وترتبط اتفاقية ميناماتا ارتباطًا عضويًا بعدد من الاتفاقيات البيئية متعددة الأطراف، وفي مقدّمتها اتفاقيات بازل وروتردام وستوكهولم، حيث تشكّل هذه المنظومة التعاقدية المتكاملة إطارًا عالميًا موحدًا يهدف إلى حماية صحة الإنسان والبيئة من المخاطر الناجمة عن المواد الكيميائية والنفايات الخطرة. ويُعزّز هذا التكامل المؤسسي والتنظيمي من فعالية الحوكمة البيئية الدولية، ويُسهم في توحيد الجهود العالمية لمواجهة التحديات البيئية العابرة للحدود بشكل منسق ومترابط ومنظّم.

وفي المادة رقم (٣٠)، وردت التوجيهات ذات الصلة من هيئة البيئة والمراسيم السلطانية بشأن التصديق والقبول والموافقة والانضمام إلى اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق على النحو التالي:

تخضع هذه الاتفاقية للتصديق أو القبول أو الإقرار من قبل الدول والمنظمات الإقليمية للتكامل الاقتصادي، وتُفتح أمام انضمام الدول والمنظمات الإقليمية للتكامل الاقتصادي اعتبارًا من اليوم التالي لتاريخ إغلاق باب التوقيع على الاتفاقية، وتُودع صكوك التصديق أو القبول أو الإقرار أو الانضمام لدى الوديعة.

٢. تلتزم أي منظمة إقليمية للتكامل الاقتصادي تصبح طرفًا في هذه الاتفاقية، دون أن يكون أي من الدول الأعضاء فيها طرفًا، بجميع الالتزامات المنصوص عليها في الاتفاقية، وفي حال كانت المنظمة منضوية ضمن عضويتها دول أطراف في هذه الاتفاقية، فإن المنظمة وهذه الدول الأعضاء تقرر فيما بينها المسؤوليات المنوطة بكل منها بشأن تنفيذ الالتزامات الواردة في الاتفاقية، وفي مثل هذه الحالات، لا يحق للمنظمة والدول الأعضاء فيها أن تمارس الحقوق بموجب الاتفاقية بصورة متزامنة.

٣. تعيّن على المنظمة الإقليمية للتكامل الاقتصادي، عند تقديم صك التصديق أو القبول أو الإقرار أو الانضمام إلى اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق، أن تُضمّن هذا الصك بيانًا رسميًا يُحدّد بوضوح نطاق اختصاصها في ما يتصل بالمسائل التي تنظمها الاتفاقية. كما تلتزم هذه المنظمة بإبلاغ الوديعة دون تأخير بأي تعديل يطرأ على نطاق اختصاصها ذي الصلة، ويُناط بالوديعة - بدوره - إخطار جميع الأطراف الموقعة على الاتفاقية بمضمون هذا التعديل، ضمانًا للشفافية، وتعزيزًا للامتثال، وتيسيرًا للتعاون الدولي في إطار الاتفاقية.

٤. تُحث كل من الدولة أو المنظمة الإقليمية للتكامل الاقتصادي على أن تُقدم إلى الأمانة، عند التصديق أو القبول أو الإقرار أو الانضمام إلى الاتفاقية، معلومات عن التدابير المتخذة لتنفيذ الاتفاقية.

٥. يجوز لأي طرف، ضمن صك التصديق أو القبول أو الإقرار أو الانضمام، أن يُعلن أن أي تعديل على مرفق من مرفقات الاتفاقية لا يدخل حيز التنفيذ بالنسبة له إلا عند إيداع صك خاص بالتصديق أو القبول أو الإقرار أو الانضمام المتعلق بذلك التعديل.

٣.٣ السياسات والأطر المؤسسية
والتشريعية المتعلقة بالزئبق في سلطنة عُمان

ستتولى سلطنة عُمان تنفيذ اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق من خلال الوزارات والجهات الوطنية ذات الصلة، وذلك في إطار منظومة مؤسسية متكاملة تُعزز التنسيق الفعّال بين مختلف القطاعات المعنية. وقد شاركت هذه الجهات بشكل فاعل في تنفيذ مراحل التقييم الأولي للزئبق (MIA)، من خلال العمل المشترك والتعاون والتنسيق مع الجهات المعنية في الدولة، إضافة إلى إشراك ممثلين عن القطاع الخاص، وذلك في سياق الجهود التمهيدية الرامية إلى تقييم القدرات الوطنية، وتحديد الفجوات والتحديات ذات الصلة.

وقد تم خلال هذه المرحلة تشكيل فرق عمل وطنية متعددة القطاعات ضمّت ممثلين من الجهات الحكومية وغير الحكومية أسهمت في جمع وتحليل البيانات، إضافة المشاركة في ورش العمل الفنية، بما في ذلك ورشة مراجعة التقرير الوطني واعتماده. وتضطلع هيئة البيئة بدور محوري في هذا الإطار، بصفتها نقطة الإتصال والجهة المرجعية الرسمية للاتفاقية، والسلطة الوطنية المختصة بتنفيذ أحكامها، حيث تتولى الإشراف العام على تنفيذ الالتزامات، والتنسيق بين الجهات المعنية، وتوفير الدعم الفني والمؤسسي اللازم لضمان الامتثال الكامل لمتطلبات الاتفاقية على المستوى الوطني.

وقد حددت سلطنة عُمان الوزارات والهيئات والمؤسسات المعنية، إلى جانب المنظمات غير الحكومية، والجهات الفاعلة في القطاع الخاص، وغيرهم من الأطراف ذات الصلة، مع توضيح أدوارهم ومسؤولياتهم لضمان التنفيذ الفعال لاتفاقية ميناماتا من خلال تنسيق الجهود بين المؤسسات والأطراف ذات العلاقة، وتشارك الجهات التالية في تنفيذ الاتفاقية في سلطنة عُمان.

وفي إطار التنسيق والإعداد والتحضير الفني والمؤسسي لتنفيذ اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق، أفقد تم تنفيذ مشروع تقييم معمق ومنهجي للقدرات المؤسسية لدى الوزارات والجهات الوطنية المعنية، بهدف تشخيص مواضع ونقاط القصور وتحديد الفجوات التي قد تُعيق التطبيق الفعّال والامتثال الشامل لأحكام الاتفاقية، وقد استُند في هذا التقييم إلى الإطار المرجعي المعتمد دوليًا للتدابير التشريعية والمؤسسية، وتمت صياغته في هيئة جداول ومصفوفات تحليلية دقيقة، تتضمن تحديد الجهات المختصة بكل مادة من مواد الاتفاقية، وتقييمًا تفصيليًا لمستوى جاهزيتها وقدرتها الحالية على تنفيذ متطلبات كل مادة، بالإضافة إلى رصد الفُرص المتاحة لتعزيز تلك القدرات من خلال التدخلات المؤسسية أو التشريعية أو الفنية اللّازمة.

وقد تم تنفيذ هذا التقييم في إطار نهج تشاركي إعتمد على مشاركة ممثلين عن الجهات الحكومية ذات العلاقة، وعُزز بمنهجية تقييمية تستند إلى مؤشرات كمية ونوعية تعكس مستوى الأداء المؤسسي ومدى الجاهزية التنفيذية. ويوضح الجدول (٣-١) الجهات الوطنية المعنية بتنفيذ الاتفاقية في سلطنة عُمان، مع تحديد دقيق لصلاحياتها واختصاصاتها بموجب المنظومة التشريعية الوطنية، بما يضمن توزيعًا واضحًا وفعّالًا للمسؤوليات، ويُرسّخ بنية حوكمية متماسكة تدعم تحقيق الالتزامات الوطنية المترتبة على التصديق والانضمام إلى الاتفاقية.

فئة المصدر	مصادر البيانات - الجهات المعنية
استخراج واستخدام مصادر الوقود والطاقة	
احتراق الفحم في محطات توليد الكهرباء	وزارة الطاقة والمعادن
احتراق الفحم في الغلايات الصناعية التي تعمل بالفحم	
استخدامات أخرى للفحم	
استخراج وتكرير واستخدام الزيوت المعدنية	
استخراج وتكرير واستخدام الغاز الطبيعي	
استخراج واستخدام أنواع أخرى من الوقود الأحفوري	
إنتاج الكهرباء والحرارة من الكتلة الحيوية	
إنتاج الطاقة من الحرارة الجوفية	
إنتاج المعادن الأولية (البكر)	
استخراج الزئبق (الأولي) والمعالجة الأولية	وزارة الطاقة والمعادن (شركة فالي/شركة جندال)
استخراج الذهب (والفضة) باستخدام عمليات الدمج بالزئبق	
استخراج الزنك والمعالجة الأولية	
استخراج النحاس والمعالجة الأولية	
استخراج الرصاص والمعالجة الأولية	
استخراج الذهب والمعالجة الأولية بطرق غير الدمج بالزئبق	
استخراج الألمنيوم والمعالجة الأولية	

فئة المصدر	مصادر البيانات - الجهات المعنية
استخراج ومعالجة المعادن غير الحديدية الأخرى	وزارة الطاقة والمعادن (شركة فالي/شركة جندال)
إنتاج المعادن الحديدية الأولية	
إنتاج معادن ومواد أخرى تحتوي على شوائب من الزئبق	
إنتاج الكلنكر الأسمنتي	هيئة البيئة
إنتاج اللب والورق	
إنتاج الجير والركام خفيف الوزن	
الاستخدام المتعمد للزئبق في العمليات الصناعية	
إنتاج الكلور والقلويات باستخدام تقنية الزئبق	هيئة البيئة
إنتاج كلوريد الفينيل باستخدام محفز الزئبق	
إنتاج الأسيتالديهيد باستخدام محفز الزئبق	
إنتاج المواد الكيميائية والبوليمرات الأخرى التي تحتوي على الزئبق	
المنتجات الاستهلاكية التي يُستخدم فيها الزئبق عمدًا	
الترمومترات التي تحتوي على الزئبق	وزارة الصحة، الشركة العمانية القابضة لخدمات البيئة "بيئة"، وزارة الثروة الزراعية والسمكية وموارد المياه، وزارة الدفاع، وزارة التعليم
المفاتيح والمرحلات الكهربائية التي تحتوي على الزئبق	وزارة الصحـــة، الشـــركة العمانية القابضـــة لخدمات البيئة "بيئة"، هيئة تنظيم الخدمات العامة
مصادر الإضاءة التي تحتوي على الزئبق	
البطاريات التي تحتوي على الزئبق	
البولي يوريثان بمحفزات زئبقية	

فئة المصدر	مصادر البيانات - الجهات المعنية
المبيدات الحيوية والمبيدات الزراعية المحتوية على الزئبق	وزارة الثروة الزراعية والسمكية وموارد المياه
الدهانات التي تحتوي على الزئبق	وزارة التجارة والصناعة وترويج الاستثمار
المستحضرات الدوائية للاستخدام البشري والبيطري	وزارة الصحة، الشركة العمانية القابضة لخدمات البيئة "بيئة"، هيئة تنظيم الخدمات العامة
مستحضرات التجميل والمنتجات ذات الصلة المحتوية على الزئبق	وزارة الصحة، وزارة التجارة والصناعة وترويج الاستثمار
استخدامات أخرى للمنتجات أو العمليات المحتوية على الزئبق	
حشوات الأسنان المحتوية على الزئبق (الملغم)	وزارة الصحة، وزارة الدفاع
مقاييس الضغط وأجهزة القياس التي تحتوي على الزئبق	وزارة الصحة، وزارة الدفاع، وزارة التعليم
المواد الكيميائية والأجهزة المخبرية المحتوية على الزئبق	وزارة الصحة، الشركة العمانية القابضة لخدمات البيئة "بيئة"، وزارة التعليم، وزارة الثروة الزراعية والسمكية وموارد المياه، وزارة الدفاع
استخدام الزئبق المعدني في الطقوس الدينية والطب الشعبي	وزارة الصحة، وزارة التجارة والصناعة وترويج الاستثمار
استخدامات متنوعة للمنتجات، واستخدامات الزئبق المعدني، ومصادر أخرى	وزارة الصحة
إنتاج المعادن المعاد تدويرها (الإنتاج الثانوي)	
إنتاج الزئبق المعاد تدويره (الإنتاج الثانوي)	
إنتاج المعادن الحديدية المعاد تدويرها (الحديد والصلب)	هيئة البيئة / وزارة التجارة والصناعة وترويج الاستثمار
إنتاج معادن معاد تدويرها أخرى	
حرق النفايات	
حرق النفايات البلدية أو العامة	
حرق النفايات الخطرة	

فئة المصدر	مصادر البيانات - الجهات المعنية
حرق النفايات الطبية	الشركة العمانية القابضة لخدمات البيئة "بيئة"/ هيئة البيئة
حرق الحمأة الناتجة عن مياه الصرف الصحي	
الحرق العشوائي للنفايات	
التخلص من النفايات / الطمر ومعالجة مياه الصرف	
مواقع الطمر المنظمة	الشركة العمانية القابضة لخدمات البيئة "بيئة"/ هيئة البيئة
التخلص المنتشر تحت بعض الرقابة	هيئة البيئة
التخلص المحلي العشوائي من نفايات الإنتاج الصناعي	هيئة البيئة
الإلقاء العشوائي للنفايات العامة	هيئة البيئة
نظام معالجة مياه الصرف الصحي	الشركة العمانية القابضة لخدمات البيئة "بيئة"/ "الشركة العمانية لخدمات الصرف الصحي - "حيا للمياه" / هيئة البيئة
المحارق والمقابر	
المحارق / الحرق	وزارة الداخلية (قطاع البلديات)
المقابر	

كما وضعت الجهات الحكومية في الدولة عدداً من الإرشادات والإجراءات على شكل تشريعات ومواد قانونية للإدارة السليمة للزئبق بشكل مستدام وللتحكم في تلوث الزئبق، وتتوافق المواد الرئيسية من اتفاقية ميناماتا مع التشريعات في سلطنة عُمان على النحو التالي: المادة ٣.٣، المادة ٣.٤، المادة ٣.٥ (أ، ب)، المادة ٣.٦، المادة ٤.١، المادة ٤.٣، المادة ٤.٥، المادة ٤.٦، المادة ٥.٢، المادة ٥.٣، المادة ٥.٤، المادة ٥.٥، المادة ٥.٧، المادة ٦.١، المادة ٧.٢، المادة ٨.٤، المادة ٨.٥، المادة ٨.٧، المادة ٩.٣، المادة ٩.٥، المادة ٩.٦، المادة ١٠.٢، المادة ١١ (أ، ب، ج)، المادة ١٢.١، المادة ١٢.٢، المادة ١٣.١، المادة ١٣.٢، المادة ١٤.٢، المادة ١٦.١ (أ، ب، ج)، المادة ١٧.١، المادة ١٧.٣، المادة ١٧.٥، المادة ١٨.١، المادة ١٨.٢، المادة ١٩.١، المادة ١٩.٢، المادة ٢١.١، المادة ٢١.٢.

وسيتم توضيح كل من هذه المواد من خلال التفاصيل أدناه على وذلك النحو التالي:

٣.٣.١ المادة ٣:

مصادر إمداد الزئبق والتجارة به

ينص الفصل الثالث (أي حماية البيئة) من الدليل الإرشادي لهيئة البيئة في قانون النفط والغاز (٢٠١١/٨) على ما يلي: "مع عدم الإخلال بأحكام القوانين المتعلقة بحماية البيئة في السلطنة، يلتزم صاحب الامتياز بتنفيذ العمليات بالعناية الواجبة ووفقًا للمعايير الفنية المنصوص عليها في اتفاقية الامتياز والاتفاقيات الدولية التي تكون السلطنة طرفًا فيها، وذلك لضمان حماية البيئة، ويتوجب عليه اتخاذ جميع التدابير اللازمة لتحقيق ذلك". ووفقًا لقانون الثروات المعدنية، فإن "المعادن الخام ومواد المحاجر هي ملك للدولة، ولا يجوز لأي أحد الاستفادة منها إلا بعد الحصول على موافقة من وزارة الطاقة والمعادن". وينطبق هذا أيضًا على أنشطة تعدين الزئبق الأولي الجديدة، والتي لا يُسمح بها وفقًا للمادة ٣.٣ من الاتفاقية. ونظرًا لعدم وجود تعدين أولي للزئبق في الوقت الحالي، فيجب وضع تشريع يحظر تعدين الزئبق الأولي في المستقبل.

الجدول(٣-٢):مصادر إمداد الزئبق والتجارة به

رقم المادة	التدابير السياسية والتنظيمية في سلطنة عمان	الفجوات والتوصيات	الجهة المعنية
المادة ٣.٣: عدم السماح بتعدين الزئبق الأولي الجديد	قانون الثروات المعدنية، المعادن الخام ومواد المحاجر هي ملك للدولة، ويتطلب الاستفادة منها موافقة من الوزارة	الفجوة: تطوير تشريع لحظر تعدين الزئبق الأولي. التوصية: تطوير تشريع لقطاع التعدين الحرفي والضيق النطاق في سلطنة عمان	وزارة الطاقة والمعادن
المادة ٣.٤: التخلص التدريجي من تعدين الزئبق الأولي القائم خلال ١٥ سنة، ووقف استيراد واستخدام الزئبق من تعدين الزئبق الأولي	ينطبق هذا على تعدين الزئبق الأولي الجديد نظرًا لعدم وجود تعدين زئبق أولي في الوقت الحالي، ويجب وضع تشريع يحظر تعدين الزئبق الأولي في المستقبل	الفجوة: تطوير تشريع لحظر تعدين الزئبق الأولي. التوصية: تطوير التشريع ذي الصلة	وزارة الطاقة والمعادن
المادة ٣.٥(أ): الحصول على معلومات عن مخزونات الزئبق أو مركبات الزئبق التي تتجاوز ٥٠ طنًا متريًا، والمخزونات التي تتجاوز ١٠ طن متري/سنة	استنادًا إلى المادة (١٢) والمادة (٨) من المرسوم السلطاني (٩٥/٤٦)، "مستخدم المواد الكيميائية الخطرة"، وينص المرسوم السلطاني على أن "يجب الحصول على ترخيص من المديرية العامة للدفاع المدني وشرطة عمان السلطانية لنقل وتخزين أي مادة كيميائية خطرة وفقًا للوائح الصادرة في هذا الشأن"	الفجوة: التشريع لا يحدد البيانات المطلوبة، ولا توجد قاعدة بيانات لتسجيل المواد الكيميائية. التوصية: تطوير تشريع أو إضافة لتسجيل المواد الكيميائية ونفاياتها	هيئة البيئة
المادة ٣.٥(ب): تقييد استخدام الزئبق الزائد الناتج عن إيقاف تشغيل مصانع الكلور-قلوي، واشتراط التخلص البيئي السليم	بموجب المادة (١١) والمادة (٢٨) من القرار رقم (٢٠٢١/١٧) للمرسوم السلطاني ٩٥/٤٦، "يلتزم مستخدم المواد الكيميائية الخطرة بالتخلص منها تحت إشراف الوزارة بإصدار الضوابط المنظمة للتصاريح البيئية". المادة (٣١) قيدت المواد الكيميائية، دون تصريح	الفجوة: التشريع لا يحدد الصناعات التي لا يجوز لها استخدام الزئبق ولا طريقة التخلص منه، علماً بأن صناعات الكلور والقلوي لا تستخدم الزئبق في عملياتها التصنيعية. التوصية: تطوير تشريع يحدد التدابير والتخلص من الكميات الفائضة المخزنة	هيئة البيئة، والهيئة العامة للمناطق الاقتصادية الخاصة والمناطق الحرة

٣.٣.٢ المادة ٤:
المنتجات المحتوية على الزئبق

تتعلق المادة ٤ بالمنتجات التي يُضاف إليها الزئبق، يوضح الجدول ٣-٣ القرارات المتعلقة بقرار هيئة حماية المستهلك رقم ٢٠٢٠/٩٨ بشأن تنظيم تداول بعض المنتجات التجميلية، تحظر المادة (١) من هذا القرار تداول المنتجات التجميلية إذا كانت تحتوي على الزئبق، إلّا بعد الحصول على موافقة وزارة التجارة والصناعة وترويج الاستثمار، علاوة على ذلك، تشمل الإجراءات الصادرة عن وزارة الصحة ما يتعلق بأجهزة قياس الحرارة، وأجهزة قياس ضغط الدم، والمطهرات الموضعية.

الجدول(٣-٣)المادة ٤: المنتجات المحتوية على الزئبق

رقم المادة	التدابير السياسية والتنظيمية في سلطنة عمان	الفجوات والتوصيات	الجهة المعنية
المادة ٤.١: عدم السماح بتصنيع المنتجات واستيرادها وتصديرها	* استنادًا إلى القرار الوزاري رقم (٢٠٢١/١٩٠) بشأن اللائحة الفنية، لا يُسمح بطرح أي منتج في السوق إلا إذا كان مطابقًا للمواصفات القياسية. * تنص المادة (١٣) من القرار الوزاري رقم ٢٠١٢/٤١ بإصدار اللائحة التنفيذية لقانون المبيدات على السماح باستيراد وتصدير وتصنيع المبيدات.	فجوة: لا توجد حاليًا أحكام محددة في التشريعات المنظمة.	وزارة التجارة والصناعة وترويج الاستثمار / وزارة الثروة الزراعية والسمكية وموارد المياه فيما يخص المبيدات
المادة ٤.٣: التقليل التدريجي من استخدام ملغم الأسنان والمادة ٤.٦: تثبيط تصنيع وتوزيع أنواع جديدة من المنتجات المحتوية على الزئبق	• استنادًا إلى القرار الوزاري رقم (٢٠٢١/١٩٠) بشأن اللائحة الفنية، لا يُسمح بطرح أي منتج في السوق إلا إذا كان مطابقًا للمواصفات القياسية. • إجراءات وزارة الصحة بشأن الإعفاءات من استخدام ملغم الأسنان	فجوة: الحاجة إلى تضمين أحكام في التشريعات المنظمة. التوصيات: تطوير تشريع ينظم استخدام ملغم الأسنان، وتحديد الاستثناءات من قبل وزارة الصحة، وتحديد أهداف وطنية للوقاية وتعزيز الصحة، وتعزيز البحث والتطوير لمواد خالية من الزئبق في ترميم الأسنان وتقييد استخدام ملغم الأسنان.	وزارة التجارة والصناعة وترويج الاستثمار ووزارة الصحة

٣.٣.٣ المادة ٥ والمادة ٦: عمليات التصنيع التي يُستخدم فيها الزئبق أو مركبات الزئبق، والاستثناءات المتاحة لأي طرف بناءً على طلب

تشير المادة (٥) إلى عمليات التصنيع التي يُستخدم فيها الزئبق أو مركبات الزئبق. ويوضح الجدول ٣-٤ المراسيم السلطانية، واستنادًا إلى المادة (٤) من المرسوم السلطاني رقم (٩٥/٤٦)، توقف اللجنة، بناءًا على توصية الدائرة، السماح للمستخدم بمواصلة أنشطته في تصنيع أو استيراد أو تصدير أو نقل أو تخزين أو مناولة أو استخدام أي مادة كيميائية، لتفادي أي خطر يهدد الصحة العامة والبيئة. وتقوم الدائرة بإخطار المستخدم والجهة المعنية بقرار التعليق، والأسباب التي استند إليها اتخاذ ذلك القرار.
المادة (٦) تصف الاستثناءات المتاحة لأي طرف بناءً على طلب.
الجدول ٣-٤ المادة (٥): عمليات التصنيع التي يُستخدم فيها الزئبق أو مركبات الزئبق والتكامل الاقتصادي الإقليمي

رقم المادة	التدابير السياسية والتنظيمية في سلطنة عمان	الفجوات والتوصيات	الجهة المعنية
المواد ٥.٢، ٥.٣، ٥.٤ و٥.٧: عدم السماح باستخدام الزئبق، تقييد استخدامه، عدم السماح بإقامة منشآت جديدة تستخدم الزئبق لإنتاج البولي يوريثين، تثبيط استخدامات الزئبق الجديدة في العمليات الصناعية	استنادًا إلى المادة (٤) من المرسوم السلطاني رقم (٩٥/٤٦)، يتم تعليق السماح بمواصلة التصنيع أو الاستيراد أو التصدير أو النقل أو التخزين أو المناولة أو استخدام أي مادة كيميائية، لتفادي أي خطر يهدد الصحة العامة والبيئة.	فجوة: الحاجة إلى تشريع جديد. توصية: تطوير التشريع. اتخاذ تدابير لتقليل استخدام الزئبق في تقليل الانبعاثات، وتقليل استخدام الزئبق الخام، والبحث عن عمليات خالية من الزئبق.	هيئة البيئة
المادة ٥.٥: الحصول على معلومات عن مركبات الزئبق، للتحكم في انبعاثات الزئبق إلى الهواء والأرض والماء	المرسوم السلطاني، القرار الوزاري رقم ٢٠١٧/٤١ بإصدار لائحة جودة الهواء المحيط، القرار الوزاري رقم ٢٠٠٤/١١٨ بإصدار لائحة التحكم في ملوثات الهواء المنبعثة من المصادر الثابتة، والقرار الوزاري رقم ٩٣/١٤٥ والقرار رقم ٢٠٠٥/١٥٩ بإصدار لوائح إعادة استخدام مياه الصرف الصحي وتصريف النفايات السائلة إلى البيئة البحرية.	فجوة: تحديث التشريعات القائمة، وتحديد المعايير لتركيزات الانبعاثات والإطلاقات، وعدم وجود قاعدة بيانات عن الزئبق. توصيات: تطوير التشريعات، اتخاذ التدابير، تحديد المنشآت، وتحديد المعايير الخاصة بالإطلاقات إلى البيئة.	هيئة البيئة
المادة ٦.١: التكامل الاقتصادي الإقليمي من أجل إعفاء واحد أو أكثر	غير قابل للتطبيق	فجوة: غير قابل للتطبيق. توصية: تحديد الإعفاءات المطلوبة، وتوضيح الأسباب، وإرسالها إلى الاتفاقية	هيئة البيئة

٣.٣.٤ المادة ٨، ٩، و١٠: الانبعاثات والإطلاقات إلى اليابسة والمياه والتخزين المؤقت للزئبق، باستثناء نفايات الزئبق

يعرض الجدول ٣-٥ المادة ٨ التي تصف بشكل رئيسي الانبعاثات وحدود الانبعاثات وفق أفضل التقنيات المتاحة / أفضل الممارسات البيئية، والقرارات الوزارية. وتوضح المادة ٩ إطلاقات الزئبق إلى اليابسة والمياه. بينما تتناول المادة ١٠ التخزين المؤقت السليم بيئيًا للزئبق، باستثناء الزئبق المصنف كنفايات.

رقم المادة	التدابير السياسية والتنظيمية في سلطنة عُمان	الفجوات والتوصيات	الجهة المعنية
المادة ٨.٤ و٨.٥: الممارسات البيئية (أفضل التقنيات المتاحة / أفضل الممارسات البيئية) المرتبطة بقيم حدود الانبعاثات، وعمليات صهر وتحميص المعادن غير الحديدية، وحرق النفايات، وإنتاج الأسمنت، وتقليل انبعاثات الزئبق.	القرار الوزاري رقم ٢٠١٧/٤١ بشأن لائحة جودة الهواء المحيط، القرار الوزاري رقم ٢٠٠٤/١١٨ بشأن لائحة تنظيم ملوثات الهواء المنبعثة من المصادر الثابتة. القرار الوزاري رقم ٢٠٠٤/١١٨ بإصدار لائحة تنظيم ملوثات الهواء المنبعثة من المصادر الثابتة.	الفجوة: تطوير تشريع لحظر تعدين الزئبق الأولي. التوصية: تطوير تشريع لقطاع التعدين الحرفي والضيق النطاق في سلطنة عمان	**هيئة البيئة**
المادة ٨.٧: الرصد/الإبلاغ أو إنشاء آلية لانبعاثات الزئبق	المشروع الحالي للتقييم الأولي للزئبق	الفجوة: تطوير تشريع لحظر تعدين الزئبق الأولي. التوصية: تطوير التشريع ذي الصلة	**هيئة البيئة والجهات ذات العلاقة**
المواد ٩.٣، ٩.٥، و٩.٦: إلزامية الإبلاغ لتحديد المصادر الرئيسية لانبعاثات الزئبق، والحفاظ على قاعدة بيانات للإطلاقات من هذه المصادر	المشروع الحالي للتقييم الأولي للزئبق، والمرسوم السلطاني رقم ٢٠٠١/١١٤ بإصدار قانون حماية البيئة ومكافحة التلوث	الفجوة: التشريع لا يحدد البيانات المطلوبة، ولا توجد قاعدة بيانات لتسجيل المواد الكيميائية. التوصية: تطوير تشريع أو إضافة لتسجيل المواد الكيميائية ونفاياتها	هيئة البيئة، وزارة الثروة الزراعية والسمكية وموارد المياه، فيما يتعلق بموارد المياه
المادة ١٠.٣: اتخاذ التدابير لضمان وجود إرشادات آمنة بيئيًا	استنادًا إلى المادة (١٢) من المرسوم السلطاني رقم (٩٥/٤٦)، «يجب على مستخدم المواد الكيميائية الخطرة إعداد سجلات تتضمن أسماء الأشخاص، والمواد الكيميائية، والكميات، والأرقام، ومدى الخطورة، وطرق المناولة. ويجب تقديم هذه السجلات إلى موظفي دائرة المواد الكيميائية عند الطلب.» وبالتالي، يمكن الحصول على المعلومات المتعلقة بالكميات من سجلات دائرة المواد الكيميائية. • وتنص المادة (٨) من نفس المرسوم السلطاني على أنه «يجب الحصول على ترخيص من المديرية العامة للدفاع المدني – شرطة عُمان السلطانية لنقل أو تخزين أي مادة كيميائية خطرة، وفقًا للوائح الصادرة في هذا الشأن.»	الفجوة: التشريع لا يحدد الصناعات التي لا يجوز لها استخدام الزئبق ولا طريقة التخلص منه، علماً بأن صناعات الكلور والقلوي لا تستخدم الزئبق في عملياتها التصنيعية. التوصية: تطوير تشريع يحدد التدابير والتخلص من الكميات الفائضة المخزنة	**هيئة البيئة**

٣.٣.٥ المادة ١١، ١٢، ١٣، ١٤:

نفايات الزئبق، المواقع الملوثة، الموارد المالية، وبناء القدرات

صياغــة المادة ١١ القرار رقم (٢٠٢١/١٧) الخاص بإصدار الضوابط المنظمة للتصاريح البيئية فــي المناطق الاقتصادية الخاصة والمناطق الحرة، كما هو موضح في الجدول ٣-٦، والذي تنص مادته (٢٨) على أن المشروع يجب أن يقوم بتسجيل المادة الخطرة المستخدمة أو المُصنعة أو الناتجة كنفايات لدى الدائرة المختصة، والحصول على التصاريح اللازمة للتعامل معها، وفقًا للمبادئ والضوابط المحددة قانونًا، وإجراءات اتفاقية بازل.

الجدول(٣-٦):المادة ١١ – نفايات الزئبق

رقم المادة	التدابير السياسية والتنظيمية في سلطنة عمان	الفجوات والتوصيات	الجهة المعنية
المادة ١١.٣ (أ)، ١١.٣ (ب): على الأطراف اتخاذ تدابير لإدارة نفايات الزئبق والتخلص منها. المادة ١١.٣ (ج): يُشترط النقل عبر الحدود الدولية وفقًا لاتفاقية بازل، أو إذا لم تكن اتفاقية بازل سارية، فيجب أن يكون ذلك متسقًا مع القواعد والمعايير والإرشادات الدولية	استنادًا إلى المادة (١٢) من المرسوم السلطاني رقم (٩٥/٤٦)، يجب على مستخدم المواد الكيميائية الخطرة التخلص من الحاويات الفارغة وأي مادة تنتهك القانون تحت إشراف الوزارة. صدرت لائحة إدارة النفايات الخطرة بموجب القرار الوزاري رقم (٩٣/١٨). المرسوم السلطاني رقم (٩٤/١١٩) بشأن اتفاقية بازل في سلطنة عُمان. المرسوم السلطاني رقم (٩١/٧٦) بإصدار قانون الدفاع المدني وتعديلاته في تنظيم المتطلبات الفنية للمواد الخطرة، ونقلها وتخزينها. المرسوم السلطاني رقم (٢٠٠٩/٤٦) بشأن إدارة وتشغيل قطاع النفايات من قبل الشركة العمانية القابضة لخدمات البيئة ش.م.ع.م (بيئة). القرار رقم (٢٠٢١/١٧) بشأن الرقابة وتنظيم التصاريح البيئية في المناطق الاقتصادية الخاصة والمناطق الحرة. تنص المادة (٣٠) من القرار ذاته على أنه يُحظر استيراد أو تصدير أي مواد خطرة مدرجة ضمن اتفاقية بازل دون الحصول على ترخيص. وتنص المادة (٣١) على أن المشروع لا يجوز له استخدام أو تداول المواد الكيميائية المحظورة إلا بعد الحصول على تصريح من الجهة المختصة ووفقًا للشروط والإجراءات المحددة في القانون، وفي حال عدم الامتثال، يجوز للهيئة تعليق استخدام أو تداول تلك المواد	فجوة: الحاجة إلى تشريع جديد. توصية: وضع تشريع جديد، وإعداد متطلبات تخزين الزئبق، ووضع إرشادات للتعامل معه بموجب اتفاقية بازل بشأن مراقبة ونقل النفايات الخطرة، والتخلص الآمن، والنقل والحركة	هيئــة البيئة، الشــركة العمانية القابضة لخدمات البيئة "بيئة"، شــركة بيئة (فيمــا يتعلــق بالتخزيــن السليم والتخلص النهائي من الزئبق ومركباته)
المادتان ١٢.١ و١٢.٢: تطوير استراتيجيات لتحديد المواقع الملوثة، وأنشطة تقليل المخاطر، واستراتيجيات التقييم البيئي للمخاطر	مشروع التقييم الأولي للزئبق الحالي	فجوة: التقييم الأولي للزئبق. يجب تحديد استراتيجيات وآليات لتحديد وتقييم المواقع الملوثة، ودراسات تقييم الأثر البيئي (EIA). توصيات: إعداد خطة وطنية مناسبة لتنفيذ تحديد وتقييم المواقع الملوثة، وتقليل المخاطر الناتجة عنها، وتطوير القدرات الوطنية لكشف المواقع الملوثة، وطرق التقييم وعمليات إزالة التلوث. يتضمن البرنامج الوطني لمراقبة الملوثات في البيئة البحرية مراقبة مستويات المغذيات والملوثات، وفقًا للمعايير التي توصي بها المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ومنظمة الصحة العالمية	هيئة البيئة

رقم المادة	التدابير السياسية والتنظيمية في سلطنة عمان	الفجوات والتوصيات	الجهة المعنية
المادة ١٣.١: الوصول إلى الموارد المحلية لتنفيذ التزامات الاتفاقية. المادة ١٣.٢: الوصول إلى الموارد المالية ضمن مصادر تمويل الاتفاقية	غير قابل للتطبيق	فجوة: غير قابلة للتطبيق. توصية: اقتراح برامج ومشروعات لصندوق مرفق البيئة العالمية، بناء القدرات والمساعدة الفنية، وبرامج تدريبية وورش عمل، ومشاركة القطاع الخاص	هيئة البيئة
المادة ١٤.٢: بناء القدرات والمساعدة الفنية بموجب الترتيبات الوطنية، بما في ذلك الشراكات التي تشمل القطاع الخاص	غير قابل للتطبيق	فجوة: غير قابلة للتطبيق. توصيات: وضع توصيات بشأن بناء القدرات، والمساعدة الفنية، وأنشطة نقل التكنولوجيا والترويج لها من أجل التنفيذ الفعال للاتفاقية	هيئة البيئة

كما أن المادة (١٦) تتعلق بتأثير الزئبق على الصحة. فعلى سبيل المثال، تنص المادة (١/١٦أ) على "تعزيز تطوير وتنفيذ استراتيجيات لتحديد الفئات السكانية المعرضة للخطر نتيجة استهلاك الأسماك"، وتنص المادة (١/١٦ب) على "برامج التوعية والوقاية من التعرض المهني"، وتنص المادة (١/١٦ج) على "الخدمات العلاجية والرعاية للفئات المتأثرة". ويُوصى باعتماد إرشادات صحية وتحديد أهداف لخفض التعرض للزئبق.

بالإضافة إلى ذلك، يُوصى بتطوير برامج تهدف إلى تعزيز القدرات المؤسسية والمهنية في القطاع الصحي لمنع وتشخيص وعلاج ومتابعة المخاطر الصحية. كما ينبغي تعزيز آليات التشاور والتعاون وتبادل المعلومات مع منظمة الصحة العالمية، ومنظمة العمل الدولية، وسائر المنظمات الدولية ذات الصلة. كما تُعنى المادة (١٧) بتبادل المعلومات المتعلقة بصحة وسلامة الإنسان والبيئة. فعلى سبيل المثال، تشير المواد (١/١٧)، (٣/١٧)، و(٥/١٧) إلى أهمية تحديد نقطة ارتكاز وطنية لتبادل المعلومات في إطار الاتفاقية.

أما التوعية والتعليم فقد تم الإشارة إليهما في المادة (١٨). فالمادتان (١/١٨) و(٣/١٨) تنصان على "تعزيز وتيسير توفير التعليم والتدريب والتوعية العامة للجمهور بشأن تأثيرات التعرض للزئبق ومركباته على صحة الإنسان والبيئة". ويستلزم الأمر تطوير وتنفيذ برامج تعليمية وتوعوية تستند إلى حقائق علمية متعلقة بالتأثيرات الصحية والبيئية، إلى جانب تعزيز البحث والتطوير ومتابعة وإدارة الزئبق. ويُوصى كذلك بتحديد واعتماد مراكز للبحث والتطوير تُعنى برصد الملوثات البيئية، وإنشاء قاعدة بيانات تشمل جميع المخزونات والاستخدامات وعمليات التصنيع وتقديرات المخزون والانبعاثات والإطلاقات السنوية وطرق التخلص.

وقد تم تخصيص المادة (١٩) للبحث والتطوير والمتابعة. فعلى سبيل المثال، تنص المادة (١/١٩) على بذل الجهود للتعاون في المجالات التالية:

(أ) إعداد قوائم الجرد، والاستهلاك، والانبعاثات الناتجة عن الأنشطة البشرية، (ب) النمذجة، والرصد التمثيلي جغرافيًا لمستويات الزئبق، (ج) التقييمات المتعلقة بتأثير الزئبق على صحة الإنسان والبيئة، (د) توحيد المنهجيات المستخدمة في هذه الأنشطة، كما تنص المادة (٢/١٩) على ضرورة البناء على شبكات الرصد القائمة، أما الفجوات؛ فهي تتعلق ببرنامج الرصد الوطني للملوثات في البيئة البحرية، والذي يشمل رصد مستويات المغذيات والملوثات، إلى جانب الخصائص الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية، والرواسب، والمؤشرات الحيوية للكشف عن أي وجود للملوثات في كافة مياه السلطنة. ويتم أيضًا أخذ عينات من مياه البحر لدراسة تركيزات الهيدروكربونات والمعادن الثقيلة والمغذيات والطحالب الضارة، ومن ثم تحليلها وفقًا للمعايير التي توصي بها المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ومنظمة الصحة العالمية.

تشمل التوصيات: إعداد خطة وطنية مناسبة للتنفيذ بهدف تحديد المخزونات، والاستخدامات، وعمليات التصنيع، وتقديرات المخزونات، والانبعاثات والإطلاقات، وطرق التخلص، وتقييم الآثار الاجتماعية والاقتصادية والثقافية، وإجراء البحوث وتوفير المعلومات بشأن استخدام أفضل التقنيات المتاحة وأفضل الممارسات البيئية لتقليل الانبعاثات، وتطوير القدرات الوطنية في ما يخص إعداد قوائم الجرد، والتقارير، وتقييمها، إلى جانب تنفيذ دراسات لمراقبة مستويات الزئبق وآثاره على صحة الإنسان، من خلال أخذ عينات من الشعر.

أمـا المادة (٢١) فتتناول موضوع التقارير، فعلى سـبيل المثال، تنص المادة (٢١/١) على تقديم تقارير إلى المؤتمر، من خلال الأمانة، بشـأن تنفيـذ أحكام هذه الاتفاقية، ومدى فعالية هـذه التدابير، والتحديات المحتملة في تحقيق أهداف الاتفاقية. وتنص المادة (٢١/٢) على أن تتضمـن التقارير المعلومات المطلوبة بموجب المواد (٣)، (٥)، (٧)، و(٨).

وتشـمل التوصيات: الالتزام بتقديم تقارير سنوية إلى أمانة اتفاقية بازل، إعداد برنامج لمتابعة تنفيذ خطط العمـل ومتطلبات تنفيذ الاتفاقية، وذلك ضمن النماذج المعتمدة من قبل الاتفاقية.

٣,٤ ملخص

يقتصر استيراد الزئبق ومركباته في سلطنة عُمان على الجهات الحاصلة على تراخيص سارية من الجهات المختصة، ووفقًا للضوابط والمعايير البيئية المعتمدة. كما تُلزم الصناعات التي قد ينجم عنها إطلاق الزئبق في البيئة بإجراء مراقبة دورية لانبعاثات الزئبق وتقديم تقارير مفصلة بنتائج هذه المراقبة إلى هيئة البيئة، لضمان الامتثال لمستويات الانبعاثات المسموح بها، ووفقًا للمعايير الوطنية والدولية ذات الصلة.

وفي إطار جهود السلطنة للحد من استخدام المنتجات التي تحتوي على الزئبق، فقد تم اتخاذ تدابير تدريجية شملت حظر أو تقنين استيراد واستخدام عدد من الأجهزة والمنتجات، ومنها: أجهزة قياس الضغط، أجهزة الضغط الجوي، أجهزة قياس ضغط الدم التقليدية المحتوية على الزئبق، المفاتيح الكهربائية والمرحلات المعتمدة على الزئبق، والمصابيح الفلورية وغيرها من المنتجات المماثلة.

وقد أصدرت وزارة الصحة تعميمًا ملزمًا بشأن شراء واستبدال والتخلص الآمن من هذه الأجهزة، يُطبّق على جميع المستشفيات والمؤسسات الصحية الحكومية، بما في ذلك المستشفيات السلطانية والعسكرية، وذلك دعمًا للسلامة العامة والامتثال للمعايير البيئية.

ورغم هذه المبادرات، لا يزال الإطار التشريعي الوطني يفتقر إلى تنظيم شامل ومتكامل للتعامل مع المنتجات التي تحتوي على نسب من الزئبق، سواء من حيث الاستيراد أو التداول أو التخلص الآمن منها. الأمر الذي يستدعي تدخلًا تشريعيًا عاجلًا من الجهات المختصة، لسد هذا الفراغ القانوني وضمان التوافق التام مع التزامات السلطنة بموجب اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق، ولتعزيز الجهود الوطنية الرامية إلى حماية صحة الإنسان والبيئة من الآثار الضارة لهذه المادة."

الفصل الرابع:

تحديد الفئات السكانية المعرضة للخطر

٤.١ المقدمة

يُعتبر الزئبق من العناصر الكيميائية ذات السُمية العالية، والمصنّف ضمن المواد الخطرة لما له من آثار صحية وبيئية بالغة الخطورة، وهو ما أكدته العديد من الدراسات العلمية المحكمة (Yang et al., ٢٠٢٠; Holmes et al., ٢٠٠٩). حيث تبرز خطورة الزئبق بصفة خاصة في تأثيره التراكمي على صحة الإنسان، لاسيما لدى الفئات الحساسة بيولوجيًا، مثل الأجنة، وحديثي الولادة، والأطفال دون سن الثانية عشرة، الذين يُظهرون قابلية أعلى للتأثر بالتعرض للزئبق بسبب عدم اكتمال نمو أجهزتهم العصبية والمناعية.

وتُعد الفئات التي تعاني من حالات مرضية سابقة أو مزمنة في الكبد، أو الكلى، أو الجهاز العصبي أو التنفسي، من الفئات الأشد عُرضة للتأثيرات السامة للزئبق، الأمر الذي يستدعي اتخاذ تدابير وقائية صارمة لحمايتهم من التعرض المباشر أو غير المباشر (Zuleikha et al., ٢٠٢٠).

وتشمل الآثار الصحية الناجمة عن التعرض للزئبق ما يلي:

- تلف الجهاز العصبي المركزي والطرفي نتيجة التعرض طويل الأمد أو المكثف،
- اضطرابات في الجهازين المناعي والهضمي بفعل استنشاق أبخرة الزئبق،
- تسمم كلوي حاد واضطرابات هضمية ناجمة عن ابتلاع أملاح الزئبق غير العضوية.

كما يرتبط التعرض المزمن للزئبق بظهور أعراض سريرية متنوعة تشمل: الرعاش، اضطرابات النوم، الصداع المزمن، تراجع الذاكرة، ضعف القدرة الإدراكية والحركية، إضافة إلى اضطرابات عصبية عضلية شديدة (Goyal et al., ٢٠٢٣).

وتجدر الإشارة إلى أن النساء يُسجلن في بعض الحالات مستويات أعلى من التعرض للزئبق مقارنة بالرجال، ويرجع ذلك في المقام الأول إلى استخدام بعض مستحضرات التجميل المحتوية على مركبات زئبقية، ما يعزز الحاجة إلى تطوير سياسات صحية وتوعوية تراعي النوع الاجتماعي (gender-sensitive approaches)، تشمل:

- تصميم برامج تدريب وتثقيف صحي موجهة للفئات ذات الخطورة العالية.
- تطوير حملات إعلامية متخصصة ترتكز على مخاطبة السلوكيات المرتبطة بالتعرض.
- إدراج الإرشادات التحذيرية الإلزامية على المنتجات التي تحتوي على مركبات زئبقية.

وتُوصى الجهات المعنية بوضع إطار وطني متكامل للتقليل من مخاطر التعرض للزئبق، بما يشمل الضبط التشريعي، والرقابة الصحية، والتوعية المجتمعية، وذلك التزامًا بالتوجهات الوطنية وأحكام اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق، التي تهدف إلى حماية صحة الإنسان والبيئة من الآثار السلبية الناتجة عن انبعاثات الزئبق ومركباته."

٤.٢ الفئات المتأثرة بالتلوث الزئبقي

تتأثر فئات سكانية بالتسمم بالزئبق، مما يجعلها أكثر عرضة لمخاطر فشل الجهاز المناعي، والجهاز القلبي الوعائي، والجهاز العصبي. وتشمل هذه الفئات العاملين في قطاع التعدين، والمختبرات التجريبية، والمجالات التي تتعامل مع مادة الملغم، ومحارق النفايات، بالإضافة إلى الأفراد الذين يستهلكون الأسماك الملوثة بالزئبق، والنساء اللاتي يستخدمن مستحضرات التجميل المحتوية على الزئبق.

٤.٢.١ العاملون في قطاع التعدين

تحتوي سلطنة عُمان على رواسب من الدولوميت، والحجر الجيري، والجبس، والسيليكا، والكوبالت، والرخام، والحديد، إلى جانب معادن أخرى مثل النحاس، والفضة، والكروميت، والرصاص، والنيكل، والمنغنيز، والزنك. وفي عام ٢٠١٦، قام ميناء صلالة بتصدير كمية بلغت ٨٬٥٧٦٬٤١٥ طنًا من الجبس والحجر الجيري.

ويقدَّر عدد عمليات التعدين النشطة حتى ٣١ ديسمبر ٢٠١٦ بحوالي ٣٠٠ عملية، منها: ٥٣ عملية لتعدين الكروميت، و٧ للنحاس، و١٠٨ للحصى والرمل، و٣١ للرخام، و٢٥ لمنتجات البناء، و٧ للحجر الجيري، و٣ للحجر الرملي والمنغنيز، و٥ للجبس واللاتريت والطين، وواحدة للملح والرمال المتحركة.

ويعتبر العاملون في قطاع التعدين من الفئات المُعرضة للتسمم بالزئبق، وفي سلطنة عُمان، تُصنف عمليات التعدين إلى خمس فئات: تعدين الخامات المعدنية، المعادن الفلزية، المعادن اللافلزية، واستغلال المحاجر، بما في ذلك الأنشطة الداعمة للتعدين. وقد سُجل إنتاج الموارد المعدنية الطبيعية في سلطنة عُمان في الربع الأول من عام ٢٠١٦ بمقدار ١٧٬٦٦٥٬٥٥٦.٢٠٠ طن متري، مقارنة بـ ٩١٬٩٦٦٬٨٧٢.٨٠٠ طن متري في عام ٢٠١٥ (معرض عُمان للتعدين، ٢٠١٨ وأودرا، ٢٠٢٣).

غير أن أنشطة التنقيب عن المعادن كان لها تأثير كبير على الصحة والسلامة المهنية، نتيجة لما تُسببه العمليات التعدينية من أضرار للفئات السكانية المحلية والقوى العاملة. فخلال عملية التعدين، يُضاف الزئبق إلى الخام لتكوين "الملغم"، ويُعتبر هذا الملغم مصدر التسمم الزئبقي للعاملين. وغالبًا ما تُجرى عملية الملغمة يدويًا دون استخدام معدات الحماية الشخصية، ما يؤدي إلى امتصاص الزئبق عبر الجلد، فضلًا عن استنشاق أبخرته (وزارة الطاقة والمعادن، ٢٠٢٣).

وعندما تعمل النساء في قطاع التعدين، ثم يعدن إلى منازلهن بعد التعرض للزئبق ويقمن بإعداد الطعام باستخدام أواني المطبخ، يدخل الزئبق إلى النظام الغذائي، مما يُعرض الأطفال وأفراد الأسرة الآخرين للتسمم الزئبقي (أوكوه ودانيالز، ٢٠١٦). وعلاوة على ذلك، فإن الزئبق الذي يُلقى مباشرة في الجداول القريبة من مواقع التعدين يتحول إلى ميثيل الزئبق، مما يؤثر بشكل مباشر على الأسماك والأنواع البحرية الأخرى. وقد وقعت العديد من الحالات التي تسرب فيها الزئبق إلى أنظمة المياه بسبب الأنشطة التعدينية.

فعلى سبيل المثال، فقد وضحت دراسة تم نشرها يحتوي البئر رقم (١) على تركيزات زئبق تتراوح بين (٦.٤٥ - ٣٤.٩٥ ملغم/لتر)، ويحتوي البئر رقم (٢) على تركيزات تتراوح بين (٣.٠٢ - ١٢.٢٩ ملغم/لتر)، وذلك نتيجة لتعدين النحاس (بالانيفيل، ٢٠١٩)، وهي تركيزات تتجاوز المعايير التي وضعتها منظمة الصحة العالمية.

٤.٢.٢ أطباء الأسنان العاملون بمادة الملغم

تحتوي العديد من الأدوات الطبية على الزئبق، ومنها أنابيب حشوات الزئبق. كما أن الأجهزة التي تحتوي على الزئبق لا يتم التخلص منها بطريقة صحيحة ضمن مسارات النفايات الصلبة، مما يؤدي إلى تلوث بيئي (سوبشان وآخرون، ٢٠٢٣، أوكوه، ٢٠١٥). ويقوم أطباء الأسنان بتحضير مادة الملغم، التي تُستخدم بكثرة في حشوات الأسنان، وهي من المصادر الشائعة للتلوث بالزئبق. وغالبًا ما يُعاونهم مساعدين ومساعدات من الجنسين، يكونون على تماس مباشر مع هذه المادة، مما قد يؤثر على الصحة العامة. وقد أظهرت دراسات أن الأطفال وحديثي الولادة أكثر عرضة للتأثر بالزئبق، كما أنهم يتعرضون بشكل متكرر لمصادر مختلفة من المجالات الكهرومغناطيسية، ما يفاقم التأثيرات الصحية الناتجة عن حشوات الملغم (مرتضوي، ٢٠١٥، تيباو، ٢٠١٩).

كما أجرت وكالة حماية البيئة تحليلًا شاملًا لانبعاثات الزئبق الناتجة عن الملغم المستخدم في طب الأسنان، وبين التقرير الحالي أن كمية الزئبق المنبعثة إلى البيئة تتراوح بين ٦ إلى ٣٥ طنًا، وهي كمية تفوق بكثير التقدير السابق للوكالة البالغ ٠.٦ طن سنويًا (سكاروتروس، ٢٠١٩).

٤.٢.٣ العاملون في محارق النفايات

يُطلق معظم الزئبق الناتج عن محارق النفايات نتيجة الاحتراق الحراري، حيث يتصاعد إلى الغلاف الجوي ثم يُعاد ترسيبه مع مياه الأمطار (تشالكيديس وآخرون، ٢٠٢٠).

وتمثل المنتجات التي تحتوي على الزئبق ضمن النفايات المنزلية خطرًا مباشرًا على صحة الإنسان، لذا تعمل إدارة النفايات على فرز هذه المنتجات قبل الحرق. وتُعد عملية الحرق التقليدية ضارة بالإنسان والبيئة على حد سواء، ويُصنف العاملون في هذا المجال من الفئات المتأثرة مباشرة بآثار الحرق ومخلفاته. ومن هنا، توصى باستخدام تقنيات الحرق المتقدمة بديلًا عن الطرق التقليدية، لما تعانيه الأخيرة من قيود عديدة (تشارفات وآخرون، ٢٠٢٠).

٤.٢.٤ الأفراد الذين يستهلكون الأسماك الملوثة بالزئبق

يؤثر الزئبق الموجود في الأسماك على كلا الجنسين، إلا أن الأطفال، والنساء الحوامل، والنساء في سن الإنجاب، يُعدون أكثر عرضة للتأثر به، وذلك بسبب حساسية أجهزتهم النامية، وخاصة تطور الدماغ لدى الأجنة، لتأثيرات الزئبق الضارة. وتُشير الدراسات إلى أن البالغين الحساسين لمادة ميثيل الزئبق أكثر عرضة للإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية عند تناول كميات كبيرة منه. وقد تم تحديد الحد الموصى به لتركيزات الزئبق في الأسماك من قبل المفوضية الأوروبية ومنظمة الصحة العالمية عند ٠.٥ جزء في المليون، مع حد أقصى يبلغ ١.٠ جزء في المليون كاستثناء لأنواع الأسماك الكبيرة مثل سمك السيف، وأسماك القرش، وبعض أنواع التونة.

وهذا الحد يتماشى مع معيار "عدم الاستهلاك" المعتمد من وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، والذي يستند إلى جرعة مرجعية قدرها ١×١٠-٤ ملغم من الزئبق لكل كيلوجرام من وزن الجسم يوميًا. وبناءً على وزن أنثى بالغة يبلغ ٦٠ كيلوجرامًا، وحجم وجبة يبلغ ١٧٠ جرامًا، تم تحديد تركيزات الزئبق في المأكولات البحرية وعدد مرات استهلاكها. وتنطبق هذه التوصيات على أنسجة عضلات الأسماك، إذ إن أكثر من ٩٥٪ من الزئبق الموجود فيها يكون على هيئة ميثيل الزئبق، ومع ذلك، فقد أفادت دراسة استقصائية بأن ٩٠٪ من المشاركين ظهرت عليهم أعراض تتوافق مع التسمم بميثيل الزئبق، مثل الصداع، والأرق، والتعب، وضعف السمع والبصر، واضطرابات الحس، وأرجعت الدراسة سبب هذه الأعراض إلى تناول المأكولات البحرية (بالاثوتي، ٢٠٢٢)، وفي سلطنة عُمان، أشارت إحدى الدراسات إلى أن المخاطر الصحية الناتجة عن تناول الأسماك البحرية العُمانية منخفضة، إذ بلغت كمية الزئبق المُقدرة أسبوعيًا في الأسماك ٠.٤٩ ميكروغرام/كجم، وهو معدل يقل عن الحد المعتمد من منظمة الصحة العالمية، مما يعني أن مستهلكي هذه الأنواع من الأسماك ليسوا معرضين بدرجة مرتفعة (أوكاتي، ٢٠٢١).

٤.٢.٥ النساء اللاتي يستخدمن مستحضرات تجميل تحتوي على الزئبق

تُعد النساء فئة شديدة التأثر عند استخدام منتجات العناية الشخصية مثل الصابون، والمستحضرات، والشامبو التي تحتوي على الزئبق، وقد تم فحص استخدام الزئبق كمادة حافظة في مستحضرات التجميل، وتبين أن مستحضرات تفتيح البشرة تُعد مصدرًا رئيسيًا للتعرض للزئبق.

وفي السياق المحلي، تلجأ النساء إلى استخدام كريمات تفتيح البشرة لإخفاء العيوب الناتجة عن التعرض لأشعة الشمس، ومن المحتمل أن الجمهور يجهل احتواء هذه المنتجات على مواد كيميائية ضارة.

ويُستخدم الزئبق كمادة حافظة في مستحضرات التجميل، مما يجعل مستحضرات العناية بالبشرة إحدى الوسائل المباشرة للتعرض لهذه المادة، حيث تبين أن هذه المنتجات ترتبط بشكل كبير بحدوث حالات إجهاض بين النساء في الدول النامية، نتيجة لاحتوائها على تركيزات مرتفعة من المعادن الثقيلة، حيث أظهرت التحاليل أن كريمات تفتيح البشرة قد تحتوي على نسب من الزئبق تتراوح بين ٥٬٧٠٠ و١٢٦٬٠٠٠ جزء في المليون (براي، ٢٠١٦).

٤.٢.٦ حالات مختارة من فئات ومجتمعات مهددة بالتعرض للزئبق في سلطنة عُمان

قام مختبر السموم التابع لوزارة الصحة في سلطنة عُمان بتحليل عدد من العينات التي تحتوي على الزئبق. وقد لوحظ أن معظم الحالات تعود لأفراد من السكان المحليين المقيمين في المناطق الداخلية، والذين يُفضلون العلاج بالطب الشعبي والعلاجات العشبية. غير أنه ثبت أن هذه العلاجات تحتوي على ملوثات من المعادن الثقيلة، وقد أظهرت التحقيقات أن العديد من المستحضرات العشبية قد تُشكل خطرًا عند تناولها بجرعات معينة، مما يجعل بعض هذه العلاجات التقليدية سامة عند استخدامها لأغراض علاجية. وتتمثل الآثار الضارة لهذه المستحضرات في إمكانية تسببها بأمراض سرطانية، ومشكلات في الكلى، واضطرابات عصبية وقلبية، وأمراض في الدم، ومشاكل جلدية متعددة. ولذلك، يُعد وجود الزئبق في مثل هذه العلاجات التقليدية خطرًا جسيمًا على صحة الإنسان. وقد أظهرت نتائج الدراسة وجود نسب مرتفعة من الزئبق في بعض العينات، تراوحت بين ٠.٧٤ و٤٤.٢٩٢ جزء في المليون، مما يشير إلى وجود تهديد حقيقي للصحة العامة. وتشكل كريمات تفتيح الوجه ومنتجات التجميل خطرًا ملحًا يستدعي التدخل العاجل لحماية الصحة العامة. كما أُشير إلى أن نحو ٨٠٪ من مستحضرات التجميل التي طرحت في الأسواق في عام ٢٠٢٤ ربما تشكل مصدرًا محتملاً للتعرض للزئبق، نتيجة لاحتوائها عليه ضمن تركيبتها (مستحضرات التجميل - عُمان، ٢٠٢٤).

وقد عُرضت حالات واقعية لتوضيح التأثيرات الخطيرة للزئبق على صحة الإنسان.

الحالة رقم ١

رجل يبلغ من العمر ٢٤ عامًا يعاني من نوبات صرع متكررة، وتُظهر الصورة التالية حالته.

الحالة رقم ٢

أُحضر طفل ذكر يبلغ من العمر ٢٩ يومًا إلى قسم الطوارئ إثر نوبة مفاجئة من البكاء الشديد، وضعف في الرضاعة، وخمول عام، وقد تدهورت حالته بسرعة، مما استدعى إدخال أنبوب للتنفس الصناعي، والبدء بالتهوية الآلية، مع نقله إلى وحدة العناية المركزة، واستمر الطفل في حالة انخفاض ضغط الدم، مصحوبة بانخفاض في درجة الحرارة، وتم إعطاؤه موسعات للأوعية، ومضادات حيوية، بالإضافة إلى مضادات فيروسية.

أظهرت الفحوصات عند الدخول أن تركيز الزئبق في مصل الطفل بلغ ١٢٢ ميكروغرام/لتر (في حين أن النطاق المقبول أقل من ١٥ ميكروغرام/لتر)، بينما بلغ في البول ١٢٣ ميكروغرام/لتر (والنطاق المقبول أقل من ١٠ ميكروغرام/لتر).

جرى علاج الطفل بدواء بنيسيلامين بجرعة ٣٠ ملغم يوميًا، ومع تحسن حالته السريرية، تم فصل جهاز التنفس الصناعي عنه في اليوم العاشر، وبعد مرور ١٤ يومًا من التنويم، أُعيد فحص تركيز الزئبق في الدم والبول، فبلغ ١٥ ميكروغرام/لتر و٣٩ ميكروغرام/لتر على التوالي، ورغم ذلك، لم تُسجل لدى الطفل أي علامات على وجود عجز عصبي متبق عند بلوغه شهرين وثلاثة أشهر من العمر.

الحالة رقم ٣

قامت إدارة الطب الشرعي بتشخيص حالة فتاة تبلغ من العمر ١٢ عامًا، تم إحضارها إلى قسم الطوارئ وهي متوفاة. وبالاستفسار عن التاريخ العائلي، تبين أن أعراضًا بدأت قبل أسبوع تمثلت في اضطراب بالحالة الذهنية وضعف في الشهية. وأظهرت تحاليل الدم وجود تركيز من الزئبق في مصل الفتاة بلغ ٢٣٦.٩ ميكروغرام/لتر، وتبين أن المريضة كانت تستخدم علاجًا عشبيًا تم الحصول عليه من أحد أقاربها، ويُعتقد أن هذه المستحضرات كانت السبب وراء تطور الحالة.

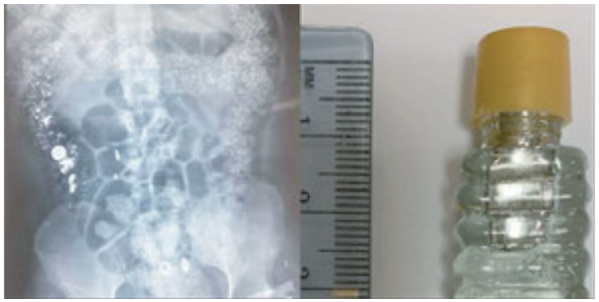
الخلاصة

يتضح أن الرجال ينبغي أن يكونوا الفئة الأساسية التي تُركز عليها التدابير المتعلقة بالتعرض المهني، ولا سيما في مجالي الاستجابة الأولى وإدارة النفايات. أما في القطاع الطبي، فإن خطر التسمم بالزئبق لا يختلف بين الرجال والنساء.

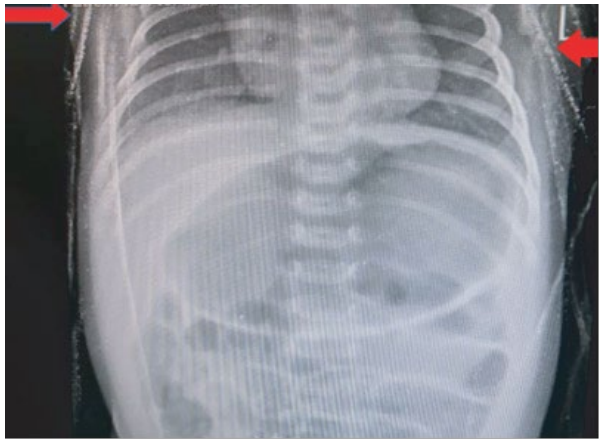
وعند النظر في مصادر التعرض الغذائي للميثيل الزئبق، وكذلك الزئبق الموجود في مستحضرات التجميل، فإن النساء يشكلن الفئة المستهدفة الأبرز، وتُعد هذه الاتجاهات مفيدة في تطوير أساليب تواصل تراعي الفروق بين الجنسين، بما يتيح استهداف كل فئة بطريقة مخصصة، لتعظيم الأثر عند وضع استراتيجيات التدريب، والتعليم، وزيادة الوعي حول مخاطر التعرض للزئبق.

كما تُعد مخاطر استخدام الزئبق في العلاجات التقليدية المختلفة وما يصاحبها من سمية من أبرز الشواغل العامة، ويُشكل غياب الوعي بمصادر الزئبق، وآثاره الصحية، وسبل الوقاية منه خطرًا دائمًا.

وتُعد التأثيرات الصحية للزئبق أشد تدميرًا لدى فئة الأطفال، بالنظر إلى ما يسببه من أضرار على الجهاز العصبي المركزي في مراحل النمو.



الحالة رقم ١



الحالة رقم ٢

الفصل الخامس:

التدريب وحملات التوعية لاحتواء التأثير السام للزئبق

٥.١ المقدمة

تُسهم التوعية بسُمية الزئبق في وقاية العاملين والجمهور من آثاره الضارة، ويحدث التعرض للزئبق بشكل يومي من مصادر متعددة، فقد يستنشق العامل في صناعة احتراق الفحم أو طبيب الأسنان خلال إجراء حشوات الأملغم بخار الزئبق دون أن يدرك ذلك، كما يواجه العاملون في مجالات جمع النفايات وكذلك الحرق والمعالجة مخاطر كبيرة عند التعرض لهذه المادة، كما يُشكل تناول الأسماك المحتوية على ميثيل الزئبق أحد أكثر وسائل التعرض انتشارًا بين البشر، إلى جانب ذلك، فإن استخدام مستحضرات التجميل يوفر إحساسًا نفسيًا بالرضا لدى المستهلك، لكنه في الوقت ذاته قد يُلحق ضررًا بصحته، تُعد التوعية الوسيلة الأهم في الحد من تسمم الزئبق، فحين يمتلك العاملون وسكان المناطق السكنية والتجارية معلومات دقيقة حول مخاطره وطرق الوقاية منه، يصبح بمقدورهم اتخاذ التدابير الاحترازية اللازمة، وقد باشرت سلطنة عُمان بتنفيذ برامج توعية تسلط الضوء على الأثر البيئي والصحي للزئبق، واستهدفت هذه المبادرات قطاعات رئيسية كالصحة، والعمل والإنتاجية، والصناعة، والتعدين والصلب، والزراعة، إضافة إلى منظمات المجتمع المدني.

ويتناول هذا الفصل الحملات التوعوية التي نظمتها هيئة البيئة، والتي حرصت على إيصال الرسائل المرتبطة بتلوث الزئبق ومخاطره إلى الجمهور العام، ومؤسسات المجتمع، ووسائل الإعلام. ويُتوقع أن تعتمد هذه الجهود على الآليات المعتمدة لدى الوزارات، لتنفيذ حملات إعلامية منسقة تصل إلى الفئات الأكثر عرضة للخطر، وإلى أصحاب المصلحة الرئيسيين.

٥.٢ مبادرة هيئة البيئة

في سلطنة عُمان لاحتواء تأثير الزئبق

يرتكز نجاح سلطنة عُمان في تنفيذ اتفاقية ميناماتا الخاصة بالزئبق على مدى فعالية نشر الوعي بمخاطر التعرض له واستخدامه، وتواصل هيئة البيئة حاليًا جهودها لإيصال هذه المخاطر إلى مختلف شرائح المجتمع، بمن فيهم صناع القرار، ومنذ اعتماد اتفاقية ميناماتا وتصاعد الاهتمام العالمي بشأن تلوث الزئبق، شرعت السلطنة في تطبيق برامج توعوية منتظمة بشأن آثاره السلبية، وركزت هذه البرامج، سواء كانت توعوية أو تدريبية، على قطاعات محورية تشمل الصحة، والتعدين والصلب، والصناعة، والزراعة، والعمل والإنتاجية، والمنظمات غير الحكومية، والجهات الأكاديمية، وتهدف اتفاقية ميناماتا إلى حماية البيئة والصحة العامة من الانبعاثات والتسريبات الناتجة عن الأنشطة البشرية التي تشمل الزئبق، وذلك ضمن مبادرة التقييم الأولي لميناماتا، وفي هذا السياق عُقد اجتماع في السابع والثامن من مارس ٢٠٢٢، بهدف استعراض أهداف ومقاصد مشروع التقييم الأولي في سلطنة عمان، بدعوة من هيئة البيئة، وبمشاركة عدد من الجهات المعنية من القطاعين الحكومي والخاص، وتم إعتبار الاجتماع أول منصة وطنية جُمعت فيها الأطراف لمناقشة أساليب إدارة الزئبق.

شارك في الاجتماع ممثلون عن معهد الأمم المتحدة للتدريب والبحث والتعليم، وبالتنسيق مع الجهات العليا، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، إلى جانب ممثلين من القطاع الأكاديمي ووسائل الإعلام، ضمن سلسلة حملات توعية أطلقت عبر الصحف المحلية والقنوات التلفزيونية، وبمشاركة ممثلين آخرين معنيين.

٥.٣ حملة توعوية
حول المخاطر الصحية للزئبق

نظمــت هيئــة البيئة فــي ســلطنة عُمان عــددًا من الفعاليات الوزارية والعامة، جمعت فيها أصحاب المصلحة من قطاعــات الصحــة، والتعديــن والصلــب، والصناعة، والعمل والإنتاجيــة، والمنظمات غير الحكومية، والقطاع الأكاديمي، وصناع القرار، بهدف مناقشة مسألة التخفيض التدريجي لاستخدام المنتجات التي تحتوي على الزئبق.

كمــا تم تنظيم ورش عمل خُصصــت للتحقق من قوائم الجرد ومبادرات توصيــف الزئبق، لفائدة أصحاب المصلحة على المستوى الوطني.

٥.٤ البرنامج التدريبـــي

أدارت هيئة البيئة البرنامج التدريبي وأشـرفت عليه، من خلال: محمد الكاسـبي، أزهار بنت جمعة الهنائية، حسن القعنوني، د.سـجاد أحمد صديقي، عبـد الله المفرجي، وعبد الله صالح، وشـارك فيه من برنامـج الأمم المتحدة للبيئة: بروفيسـور ينغاراراسـان ميلفاكانام ويارا الخوري. كما حضر الخبير الدولي من البرنامج: البروفيسـور معتصم سعيدان.

٥.٤.١ التدريـب الأول: تدريبـات عمليـة وتقنيـة وخدمـات استشـارية - برنامـج الأمم المتحـدة للبيئة (الاثنين ١٣ فبراير ٢٠٢٣)

نظم المكتب الإقليمي لبرنامـج الأمم المتحدة للبيئة لغرب آسـيا في سـلطنة عُمان عددًا من الاجتماعات بين المستشـار والفِـرق الوطنيـة العُمانية المعنيـة بإعداد التقييم الأولي لاتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق، وهدف هذا التدريب إلى تمكين الفريق العُماني من إعداد مسـودة الهيـكل العام لتقريـر تحليل جـرد الزئبق، اسـتنادًا إلى النموذج المعتمد من البرنامج، ومناقشة الخطوات التالية فـي تنفيذ المشـروع. وقـد أرفقـت قائمـة تفصيلية بالمشاركين في الملحق رقم (١).

بدأ التدريب بشـرح شامل لفصول تقرير تحليل جرد الزئبق للفريق العُماني المكلف بالصياغة، والتي سـيُدرج ضمن التقييم الأولي النهائي، كما تناول بالشـرح كيفية إدراج المصادر المختلفة ضمن الأقسام المتنوعة التي سبق أن اسـتخلصها الفريق من مجموعـة أدوات البرنامج، والتي أعدها الفريق العُماني. وخلال المناقشـة، عُرض النموذج المستخدم، والذي استُخدم كذلك في دول أخرى، بهدف توضيح أقسـام التقرير المختلفة، مع التركيز على العناصر التـي تحتاج إلـى تفصيـل (والمعلمة باللـون الأصفر)، والأجزاء التي لا تتطلب أي تعديل.

٥.٤.٢ التدريـب الثانـي: تدريبـات عمليـة وتقنيـة وخدمات استشـارية - برنامج الأمم المتحدة للبيئة (١٧ فبراير ٢٠٢٣)

نظم المكتب الإقليمي لبرنامـج الأمم المتحدة للبيئة لغرب آسـيا في سـلطنة عُمان عددًا من الاجتماعات بين المستشـار والفِـرق الوطنية العُمانية التـي تعمل على إعـداد التقييم الأولـي لميناماتا ضمن اتفاقيـة ميناماتا بشـأن الزئبـق، وفي إطار جهود سـلطنة عُمان لتيسـير التنفيـذ المبكـر لاتفاقية ميناماتا، تعمل السـلطنة على إعـداد التقييم الأولـي بدعم من مرفـق البيئة العالمي وبرنامـج الأمـم المتحدة للبيئـة، وبناءً علـى ذلك، عُقد اجتماع عبر الإنترنت بتاريخ ١٧ فبراير ٢٠٢٣ ضمن مشـروع التقييم الأولي لاتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق في سلطنة عُمـان، وكان الهدف منه إعداد مسـودة تقريـر التقييم الأولي اسـتنادًا إلى الإرشـادات المعتمـدة من برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، ومناقشة الخطوات التالية في تنفيذ المشـروع، وقـد هدف التدريب إلى تقديم شـرح تفصيلي حول إعـداد تقرير التقييم الأولي اسـتنادًا إلى هذه الإرشـادات، وقـد أجري التدريب عن بُعد وبشـكل افتراضـي، وجمعت ورشـة العمل ممثليـن من مختلف الـوزارات في سـلطنة عُمـان المعنيـة بـإدارة المواد الكيميائية، وخلال هذا التدريب، نوقش شـرح عام لفصول التقرير مع الفريـق العُماني المكلف بالصياغة، وتم عرض النموذج المعتمد خلال المناقشة، وهو هيكل وافق عليه برنامج الأمم المتحدة للبيئة وتستخدمه عدة دول، حيث تم توضيح فصول التقرير وأجزائه المختلفة بمزيد من التفصيل، وتحديد النقاط التي تتطلب التوسـع، مع شـرح الهيكل العـام للوثيقـة والحاجة إلـى تعاون مختلـف الجهات لتجميع أكبر قدر من البيانات الممكنة.

٥.٤.٣ التدريـب الثالـث: تدريبـات عمليـة وتقنيـة وخدمات استشارية - برنامج الأمم المتحدة للبيئة

نظم المكتب الإقليمي لبرنامـج الأمم المتحدة للبيئة لغرب آسيا في سـلطنة عُمان سلسلة اجتماعات جمعت المستشـار الدولي مع الفِرق الوطنيـة العُمانية المعنية بإعـداد التقييم الأولـي لاتفاقية ميناماتا بشـأن الزئبق، وجاءت هذه اللقاءات بهدف الإشـراف على إعداد تقرير تحليل جرد الزئبق،

وقد جرى عقد الاجتماع عن بُعد، وتخلله نقاش موسـع بين أعضاء الفريق وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، إلى جانب تقديم ملاحظات فنية وخدمات استشـارية حول مسودة التقرير، كما انعقدت اجتماعـات إضافية لمراجعة التقرير السـردي، حيث قدم الخبير الدولي عـددًا من التوصيات، منها: عـدم إدراج وزن العناصر، والاكتفـاء بتحديد عددها ونوعها في جداول البيانات،واقترح الاسـتناد إلى بيانات الجمارك والشركات المستوردة لتقدير الكميات.

كما طُلب مـن الفريق التواصل مع شـركة الشـركة العمانية القابضـة لخدمات البيئة "بيئة" للإستفسـار عن مصير كمية البطاريات البالغة ١٦ طنا: هل أُعيد تدويرها؟ أو استخدامها؟ أم جرى التخلص منها؟ وقد حافظ الفريق على تواصل منتظم مـع الجهات المعنية، وواصل تقديم الملاحظات الفنيـة والخدمات الاستشـارية أثناء مراحل إعـداد التقريـر، وقد ركـز هـذا التدريب علـى محورين أساسـيين: مراجعـة وتقييـم المعلومات التـي جمعها الفريـق الوطنـي لتطوير جرد الزئبق في سـلطنة عُمان، وتقييم الأطر القانونية والمؤسسية الخاصة بإدارة الزئبق.

وقد افتتح برنامج الأمم المتحدة الورشة بجلسة تعريفية عرض خلالها أبـرز إنجازات فريق المشـروع، بما في ذلك عمليات جمـع البيانـات وتضمينها فـي الأداة الفنية - المسـتوى الثانـي، وناقش ممثلو البرنامـج أهمية رصد الفجوات القانونية والمؤسسـية، واسـتعرضوا الخيارات المطروحة والتوصيات الكفيلة بتحسين آلية إعداد الجرد.

وتولى البروفيسور معتصم سعيدان مراجعة البيانات التي تم جمعها، وآلية إدراجها ضمن الأداة الفنية، إضافة إلى تقييم الفجوات في البنية القانونية والمؤسسية. وقدم مداخلاته التفصيلية إلى الفريق، وناقش معهم كل بند من بنود البيانات، واقترح التعديلات والإضافات، وأشار إلى ضرورة إعادة النظر في بعض مصادر الانبعاثات، وطرح بدائل يمكن التركيز عليها مستقبلًا.

٥.٤.٥ التدريب الخامس: اجتماع عبر منصة مايكروسوفت تيمز (٥ - ٧ أغسطس ٢٠٢٢، الساعة ٩:٠٠ صباحًا بتوقيت البحرين)

امتد هذا التدريب على مدى ثلاثة أيام، من الخامس إلى السابع من أغسطس ٢٠٢٢، ووجه إلى الجهات الوطنية المعنية بتنفيذ اتفاقية ميناماتا في سلطنة عُمان. وقد شارك فيه ممثلون من مؤسسات حكومية عدة، أدرجت أسماؤهم بالتفصيل في الملحق رقم (٢).

انقسم التدريب إلى محورين رئيسيين: الأول تناول تطوير جرد الزئبق من خلال تعزيز فهم المشاركين لمراحل التخطيط، والإعداد، والتنفيذ، والتحليل. أما الثاني، فركز على تدريب الفريق الوطني على استخدام الأداة الفنية - المستوى الثاني، إلى جانب مراجعة السياسات والأطر القانونية والمؤسسية القائمة الخاصة بإدارة المواد الكيميائية، ولا سيما الزئبق.

وتخللت الدورة مناقشة موسعة للتحديات والتوصيات المرتبطة بإدارة الزئبق في عُمان، وافتتح برنامج الأمم المتحدة للبيئة التدريب بعرض شامل لمسار المشروع، مبينًا محاوره المتعلقة بتنفيذ الاتفاقية، وتطوير الجرد، ومكون الزئبق تحديدًا.

تبع ذلك استعراض لاتفاقية ميناماتا، تخلله شرح تفصيلي للالتزامات الخاصة بالزئبق ضمن بنودها، وقد شارك في التدريب ممثلون عن وزارة الصحة، وزارة التجارة والصناعة والاستثمار، وزارة الطاقة والمعادن، الشركة العُمانية القابضة لخدمات البيئة (بيئة)، وزارة العمل، وزارة الداخلية، وغيرها من المؤسسات ذات الصلة، وقدم الدكتور معتصم، المستشار الدولي، شرحًا شاملًا حول خطوات إعداد الجرد، وتولى تدريب الفريق الوطني على استخدام الأداة الفنية، وأوضح خلال التدريب كيفية استخدام الأداة، والبيانات المطلوب توفيرها لتعبئة جداولها.

وفي اليوم الختامي، قدم ملخصًا تحليليًا لعملية جمع البيانات وتقييم الأطر السياسية والتشريعية والمؤسسية المعنية بإدارة الزئبق، كما استعرض التقرير الهيكلي، وشرح آلية تحديد الفجوات والتوصيات، مع التركيز على التشريعات الوطنية الخاصة بإدارة المواد الكيميائية، وبخاصة الزئبق ومركباته، وتطرق كذلك إلى الجهات الوطنية المعنية، وقدراتها في تنفيذ الاتفاقية، والعلاقة بين تلك القدرات والمتطلبات الواردة في نصوص الاتفاقية.

الخلاصة:

يتناول هذا الفصل حملات التوعية التي نُفذت بشأن المخاطر الصحية المرتبطة بالتعرض للزئبق. وقد حرصت هيئة البيئة في سلطنة عُمان على تنفيذ برامج توعوية ناجحة تستهدف تسليط الضوء على تلوث الزئبق والمخاطر المرتبطة به. ويُشكل التنسيق مع الوزارات عبر الآليات القائمة ركيزة أساسية لتنفيذ حملات إعلامية موجهة إلى الفئات السكانية الأكثر عرضة للخطر، وكذلك إلى أصحاب المصلحة الرئيسيين.

الفصل السادس:
خطة التنفيذ وأولويات العمل

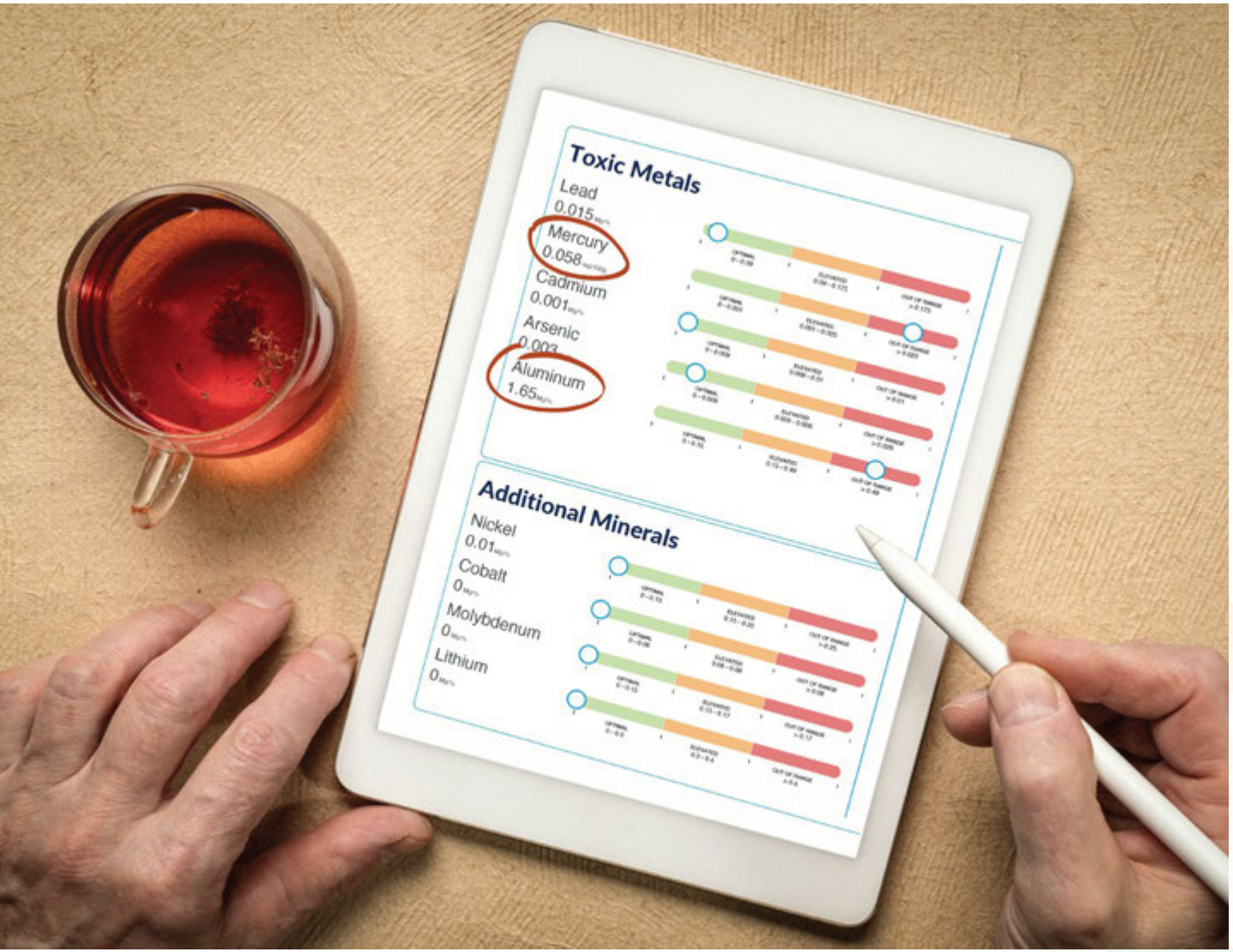
٦.١ المقدمة

مــن المهم وضــع آليات مكافحة تلــوث الزئبق وتنفيذها في ســلطنة عُمان، وقد فتحت الدراسة الحالية آفاقًا جديدة للتنفيذ وتحديد المجالات ذات الأولويــة، يناقــش هــذا الفصــل مجموعــة من الإجــراءات ذات الأولوية التي نتجــت عن اتفاقية التقييم الأولي لميناماتا بشأن تلوث الزئبق، والتي تم استعراضها في بيانات الجرد السابقة والفصول الأخرى، وإلى جانب تســليط الضــوء على أهمية دراســات الحالــة والبحــث العلمي، جــرى تحديد الإرشادات السياسية كأحد مجالات الأولوية. ويُعد حماية الفئات الســكانية المعرضة للخطر، لا سيما أولئــك المنخرطيــن فــي أنشــطة التعديــن، من الممارســات التي تُســتخدم للحد من الضرر البيئي والصحي الناتج عن تلوث الزئبق.

وتشــمل الاســتراتيجيات الأخرى إنشــاء الأطر الإدارية والتنظيمية اللازمة لتفعيل الاتفاقية على المســتوى الوطنــي، والتعاون مع المســتثمرين والقطــاع الخــاص للســيطرة علــى الانبعاثــات والتســربيات من المصادر الصناعيــة، بالإضافة إلى حظر أو تقييد اســتخدام المنتجــات المحتوية على الزئبق، وتشجيع المستهلكين على قبول البدائل.

كما تندرج ضمن الأهداف الأساسية زيادة القدرة علــى تخزين نفايات الزئبــق، وتحويل مواقع الطمر والمكبات القديمة إلى مكبات هندســية، وتعزيز القدرة على إدارة نفايات الزئبق والمناطق الملوثة (بما يشــمل الهواء والتربة والميــاه) بوصفها من الأهداف الرئيسية.

وسيُسهم تحسين الأطر المؤسســية والقانونية في تسهيل وضع القوانين واللوائح ذات الصلة.



ويســتلزم دعم المتأثرين بالزئبــق ومركباته تنفيذ مبادرات لرفع الوعــي، وتنظيم ورش عمل، واتخاذ تدابيــر وقائية. وأخيرًا، ســتتضمن خطــة التفتيش الإجــراءات الخاصة بمراقبــة الصناعات والعمليات والأنشطة، لضمان الامتثال للقوانين واللوائح المرتبطــة بالزئبق، على أن تُنفذ عمليات التفتيش بحســب مســتويات مختلفــة من مخاطــر التلوث بالزئبق.

٦.٢ التوصيات
بشأن السياسات واللوائح

فيما يتعلق بخطة التنفيذ، تنص المادة (٢٠) من اتفاقية ميناماتا على أن لكل طرف، بعد التقييم الأولي، أن يضع وينفذ خطة تنفيذ مع الأخذ في الاعتبار ظروفه المحلية، للوفاء بالالتزامات بموجب هذه الاتفاقية، ويتعين إرسال هذه الخطة إلى الأمانة بمجرد الانتهاء من إعدادها.

كما يجوز لأي طرف مراجعة وتحديث خطة التنفيذ الخاصة به مع مراعاة ظروفه المحلية، وبالرجوع إلى التوجيهات الصادرة عن مؤتمر الأطراف وأي توجيهات أخرى ذات صلة.

وينبغي للأطراف، عند تنفيذ المهام المنصوص عليها في الفقرتين (١) و(٢) من المادة (٢٠) من الاتفاقية، التشاور مع أصحاب المصلحة المحليين لتيسير إعداد وتنفيذ ومراجعة وتحديث خطط التنفيذ الخاصة بها.

واستنادًا إلى التوجيهات والأهداف المنصوص عليها في اتفاقية ميناماتا، يقدم هذا القسم مجالات الأولوية، والمخطط العام، وخطة التنفيذ الخاصة بسلطنة عُمان.

٦.٣ خطة التنفيذ
والميزانيات، والموارد المطلوبة

٦.٣.١ الأولوية الأولى: تعزيز الإطار المؤسسي والقانوني

بعد تحديد التحديات المرتبطة بتطوير الإطار المؤسسي والقانوني، تستند خطة العمل واستراتيجية التنفيذ إلى الالتزامات التي قطعتها سلطنة عُمان عند التصديق على الاتفاقية، وتتولى الجهات الرسمية، إلى جانب المنظمات غير الحكومية ذات الصلة ومجتمعات أصحاب المصلحة، تنفيذ التدابير المنصوص عليها في خطة العمل، وسيُسهم تعزيز الإطار المؤسسي والقانوني في هذا المجال في تسهيل وضع القوانين والتشريعات المناسبة ويوضح الجدول (٦-١) خطة التنفيذ، والميزانية، والموارد المطلوبة.

٦.٣.٢ الأولوية الثانية: الإدارة البيئية - المنتجات والنفايات المحتوية على الزئبق

تتمثل إحدى الأهداف الرئيسية في رفع القدرة التخزينية لنفايات الزئبق، وتحويل مواقع الطمر والمكبات القديمة إلى مكبات هندسية، وتعزيز الإمكانات المتعلقة بإدارة النفايات والمناطق الملوثة (بما في ذلك الهواء والتربة والمياه)، وتشمل الإجراءات الأساسية تقليص استخدام الأدوات والمعدات والأجهزة التي تحتوي على الزئبق، وخصوصًا تلك المرتبطة بالمصادر النقطية، مع العمل على الحد من تأثيراتها السلبية على البيئة والصحة العامة.

يوضح الجدول (٦-١) خطة التنفيذ، والميزانية، والموارد المطلوبة.

٦.٣.٣ الأولوية الثالثة: حملات التوعية وورش العمل

ثمة حاجة إلى إطلاق حملات توعية، وتنظيم ورش عمل، واتخاذ إجراءات وقائية لدعم الأفراد المتأثرين بالزئبق ومركباته. ويُسهم تبادل المعلومات العلمية والتقنية والاقتصادية والبيئية والقانونية المتعلقة بالمواد الكيميائية، بما في ذلك بيانات السلامة البيئية، والاهتمامات السمية والبيئية، ومعلومات عن الزئبق ومركباته، في رفع مستوى الوعي لدى مختلف الفئات.

يوضح الجدول (٦-١) خطة التنفيذ، والميزانية، والموارد المطلوبة.

٦.٣.٤ الأولوية الرابعة: البحث والتطوير في مجال تلوث الزئبق

يُعد تضمين البحث العلمي والتطوير أمرًا أساسيًا لتحديد المهام الجوهرية الواجب تنفيذها بعد التصديق على اتفاقية ميناماتا. وتتولى الجهة الوطنية المختصة إعداد التقارير المتعلقة بتنفيذ الالتزامات التي تعهدت بها سلطنة عُمان، وذلك وفقًا للطريقة والإطار الزمني المحددين في الاتفاقية، ضمن خطة العمل، وكذلك يوضح الجدول (٦-١) خطة التنفيذ، والميزانية، والموارد المطلوبة.

٦.٣.٥ الأولوية الخامسة: التدريب الفني وبناء القدرات

يجـري تعزيز التدريب الفني وبناء القدرات المرتبطـة بخطط الرصد والتقييم والتفتيش مـن خلال تنظيم تدريبات متخصصة حول بيانات الجرد، إضافـة إلى التدريب الفني على المعـدات المتوفرة في المختبرات القائمة والعاملـة، والتي تمتلك القدرة على تحليل مستويات الزئبق.

وتهدف خطة التقييم والتفتيش إلى تأسـيس مختبرات معترف بها من قبل منظمات دوليـة، وفق معاييـر الاعتماد الدولية (آيـزو) الخاصة بتحليل تلوث الزئبق. ويُسـهم بناء القدرات في تعزيز أنشـطة الرصد والتقييم والتفتيش على نطاق واسع، لا سيما في ما يتعلق بتلوث الزئبـق، والذي يتطلب جهودًا دقيقة لتحديـد المخاطر المرتبطة به والحد منها.

وتشمل خطة التطوير كذلك مراقبة الشحنات وتفتيش المنتجات المرتبطة بالزئبق في المنافذ الجمركية بسـلطنة عُمان، إلى جانب إنشاء أجهزة وأدوات للوزن، وتحديد الرموز الجمركية للمواد المحتوية على الزئبق وفق النظام المنسـق، وإنشاء نقاط رصد واسعة مـن خلال نظام مختبرات، وتوفير الأدوات اللازمة للوقاية من التلوث ومعالجة المواقع المتضررة، وتركز الأهداف الرئيسـة لخطة الرصد على تتبع مسـتويات التركيز المرتفعة، وتحديد المؤشرات التي تُظهر مستويات ميثيل الزئبق والزئبق الكلي من خلال استراتيجية لأخـذ العينات، وتحديد المواقع والتكرار والأسـاليب الخاصة بجمـع العينات ضمن إطار تقييم المخاطر، كما تشـمل الأهداف الأساسية تقييم سـبل تحديد وتقدير وإدارة تلوث الزئبق، باسـتخدام التحليـل الإحصائي، ومقارنـة المعايير التنظيميـة، وتقييم المخاطر الصحية، وأخيرًا، فإن إعطاء الأولويـة للتدريب الفني وبناء القدرات ضمن خطة التفتيش يتضمن إعداد بروتوكولات لفحص المنشـآت والأنشـطة والعمليـات، لضمان امتثالها للوائح والأنظمة المتعلقة بالزئبق، وتُنفذ عمليات التفتيش حسب مستويات متفاوتة من الخطورة.

رقم النشاط	النشاط	الجدول الزمني والميزانية (دولار أمريكي)			الإجمالي الكلي (دولار أمريكي)
		السنة: ١	السنة: ٢	السنة: ٣	الإجمالي	
الأولوية ١: تعزيز الإطار المؤسسي والتشريعي						
١.١	تعديل اللوائح	١٧٥٬٠٠٠	١٧٥٬٠٠٠	١٧٥٬٠٠٠	٥٢٥٬٠٠٠	٥٢٥٬٠٠٠
١.٢	إعداد أدلة السياسات لتعدين ومعالجة الفحم والخامات والمعادن الصناعية					
١.٣	تصميم لوائح لحظر أو تقييد إنتاج وتجارة واستخدام والتخلص من المنتجات المحتوية على الزئبق					
١.٤	مراجعة الإطار المؤسسي لإزالة التناقضات وتفادي تداخل الصلاحيات					
١.٥	توزيع المسؤوليات بين الجهات التنظيمية لوضع خطط تنفيذ فعالة					
١.٦	تطبيق اتفاقية بازل للسيطرة على النفايات الخطرة والتخلص منها					

رقم النشاط	النشاط	الجدول الزمني والميزانية (دولار أمريكي)			الإجمالي الكلي (دولار أمريكي)	
١.٧	تطوير اللوائح والقواعد الإدارية المتوافقة لتنفيذ اتفاقية ميناماتا في سلطنة عُمان					٥٢٥٬٠٠٠
	الإجمالي الفرعي	١٧٥٬٠٠٠	١٧٥٬٠٠٠	١٧٥٬٠٠٠	٥٢٥٬٠٠٠	
الأولوية ٢: الإدارة البيئية – المنتجات والنفايات المحتوية على الزئبق						
٢.١	برنامج التخلص التدريجي من المنتجات المحتوية على الزئبق	٢٥٠٬٠٠٠	٢٥٠٬٠٠٠	٢٥٠٬٠٠٠	٧٥٠٬٠٠٠	٧٥٠٬٠٠٠
٢.٢	دراسات جدوى لإدارة النفايات ونماذج مفاهيم للإدارة البيئية					
٢.٣	فصل المنتجات المحتوية على الزئبق من تيارات النفايات البلدية					
٢.٤	فصل الأجهزة الطبية المهملة المحتوية على الزئبق من النفايات الطبية					
٢.٥	تطوير قدرات تخزين نفايات الزئبق قبل التخلص منها بموجب اتفاقية بازل					
	الإجمالي الفرعي	٢٥٠٬٠٠٠	٢٥٠٬٠٠٠	٢٥٠٬٠٠٠	٧٥٠٬٠٠٠	
الأولوية ٣: حملات التوعية والتعليم وورش العمل والتدريب الفني وبناء القدرات						
٣.١	إنشاء خطة توعية متكاملة مع جميع الأطراف المعنية	٢٤٥٬٠٠٠	٢٤٥٬٠٠٠	٢٤٥٬٠٠٠	٧٣٥٬٠٠٠	
٣.٢	التواصل مع السلطات التمثيلية والجمعيات المهنية والأطراف المعنية والجهات الخاصة الأخرى					
٣.٣	التواصل مع الفئات الضعيفة والمجتمعات المحلية للسيطرة والوقاية					
٣.٤	التدريب والتثقيف المجتمعي					

رقم النشاط	النشاط	الجدول الزمني والميزانية (دولار أمريكي)			الإجمالي الكلي (دولار أمريكي)
٣.٥	بناء القدرات لتنفيذ اتفاقية ميناماتا				٧٣٥٬٠٠٠
٣.٦	تحسين قدرات موظفي مركز السموم في سلطنة عُمان للاستجابة للطوارئ وفحص البيانات وتوزيعها				
٣.٧	التدريب البحثي وورش العمل الخاصة ببروتوكولات السيطرة على الزئبق واستخدام تكنولوجيا المعلومات ونظام تحديد المواقع				
	الإجمالي الفرعي	٢٤٥٬٠٠٠	٢٤٥٬٠٠٠	٢٤٥٬٠٠٠	٧٣٥٬٠٠٠
الأولوية ٤: البحث والتطوير بشأن تلوث الزئبق					
٤.١	التواصل الفني مع الجهات التمثيلية والجمعيات الأكاديمية ومستشاري الحد من التلوث	٢٢٥٬٠٠٠	٢٢٥٬٠٠٠	٢٢٥٬٠٠٠	٦٧٥٬٠٠٠
٤.٢	برنامج تعليمي لإجراء أبحاث حول تلوث الزئبق				
٤.٣	تطوير الإجراءات وتوفير الأدوات اللازمة لمركز مكافحة التسمم				
٤.٤	دراسة المنتجات المحتوية على الزئبق مثل الترمومترات، ومصادر الإضاءة، والمفاتيح الكهربائية				
	الإجمالي الفرعي	٢٢٥٬٠٠٠	٢٢٥٬٠٠٠	٢٢٥٬٠٠٠	٦٧٥٬٠٠٠
الأولوية ٥: التدريب الفني وبناء القدرات					
٥.١	تطوير أنظمة المراقبة والتفتيش على المنتجات المرتبطة بالزئبق في الجمارك العُمانية	٦٥٠٬٠٠٠	٦٥٠٬٠٠٠	٦٥٠٬٠٠٠	١٬٩٥٠٬٠٠٠
٥.٢	إنشاء أدوات وأجهزة للوزن				
٥.٣	تحديد رموز النظام المنسق (HS codes) الخاصة بالزئبق والمواد المحتوية عليه				

رقم النشاط	النشاط	الجدول الزمني والميزانية (دولار أمريكي)				الإجمالي الكلي (دولار أمريكي)
٥.٤	إنشاء مختبرات للرصد والتقييم					١٬٩٥٠٬٠٠٠
٥.٥	إنشاء نظام وتوفير أدوات للوقاية والعلاج في المواقع الملوثة					
	الإجمالي الفرعي	٦٥٠٬٠٠٠	٦٥٠٬٠٠٠	٦٥٠٬٠٠٠	١٬٩٥٠٬٠٠٠	

الملخص:

يعــرض هذا الفصل تأثيــر تلوث الزئبق على صحة الإنســان والبيئــة، إلى جانــب الحلــول المقترحة للحد منــه. ويتضمن الفصل خمس أولويات رئيســية، كما يعــرض تكاليف التنفيذ والجــداول الزمنية المحددة، على ســبيل المثــال: الأولوية الأولى: تعزيز الإطار المؤسسي والتشريعي، الأولوية الثانية: الإدارة البيئيــة - المنتجات المحتوية علــى الزئبق والنفايات، الأولوية الثالثــة: حملات التوعية والتثقيــف، وورش العمل، والتدريبات الفنيــة، وبناء القدرات، الأولويــة الرابعة: البحث والتطوير في مجال تلوث الزئبق، الأولوية الخامسة: التدريب الفني وبناء القدرات.

المراجع

- حسان أ. الرئيسي، فؤاد أ. عبابنة، ديفيد ر. لين (٢٠٠٧). تقييم تضخيم الزئبق حيويًا في الأسماك من بيئة بحرية استوائية باستخدام النظائر المستقرة (-١٣C و -١٥N). السموم البيئية والكيمياء، ٢٦(٨)، ١٥٧٢-١٥٨١.
- صبرة المغيري، بولوز يسودهاسون، موزة البوسعيدي، عالية الويلي، وليد أ. ك. الرحبي، نشوى المزروعي، سعود ج. الحبسي (٢٠١٣). تقييم التركيز والتعرض للزئبق في الأسماك التجارية وغيرها من المأكولات البحرية التي يتم تسويقها في سلطنة عمان. مجلة علوم الأغذية، ٧٨(٧)، ٢١٠٨٢-٢١٠٩٠.
- هلال ك. الشيدي، حسان أ. الرئيسي، حميد سليمان (٢٠٢٢). مستويات المعادن الثقيلة في غبار الطرق من مسقط، عمان: العلاقة مع حجم حركة المرور، وتقييمات المخاطر البيئية والصحية. المجلة الدولية لأبحاث الصحة البيئية، ٣٢(٣)، ٢٦٤-٢٧٦.
- إدوارد ل. براي (٢٠١٦). البوكسيت والألومينا. ملخصات السلع المعدنية، هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية، ٢٠١٥.
- باتريك أودرا، محمد الكندي (٢٠٢٣). التعدين بالحرق في منجم رصاص قديم: خف اللاسف، العامرات، عمان. المجلة العربية لعلوم الأرض، ١٦(٨)، ٤٥٤.
- أندرياس تشالكيديس، دينيش جمبياه، أريانا أريانا، كريستوفر د. وود، بيتر ج. هارتلي، ياسر م. صبري، سوريش ك. بهارجافا (٢٠٢٠). النفايات الحاملة للزئبق: المصادر، السياسات، وتقنيات المعالجة لاسترداد الزئبق والتخلص الآمن. مجلة إدارة البيئة، ٢٧٠، ١١٠٩٤٥.
- بيتر تشارفات، لاديسلاف كليميز، يان بوسبيشل، ياروسلاف ج. كليماش، بيتر س. فاربانوف (٢٠٢٠). نظرة عامة على انبعاثات الزئبق في صناعة الطاقة - خطوة نحو تقييم بصمة الزئبق. مجلة الإنتاج الأنظف، ٢٦٧، ١٢٢٠٨٧.
- مستحضرات التجميل - عمان (٢٠٢٤). الصناعات والأسواق، مستحضرات التجميل: بيانات وتحليل السوق، تقارير السوق، أوراق معلومات التجارة والاستثمار في عمان.
- تاني دوتا، كيونغ هـ. كيم، أميت ديب، ج. إ. زوليجكو، ك. فيلينجيري، س. كومار، ... س. ت. يون (٢٠١٨). استرداد المواد النانوية من نفايات البطاريات والإلكترونيات: نموذج جديد لإدارة النفايات البيئية. مراجعات الطاقة المتجددة والمستدامة، ٨٢، ٣٦٩٤-٣٧٠٤.
- سارة إ. ديرينجر، أندرو ج. بيركي، ماركو ماراني، إدوارد ج. أورتيز، أوزغور كاراتوم، دانيال ل. بلاتا، ... هذر وهسو-كيم (٢٠١٩). إزالة الغابات بسبب تعدين الذهب الحرفي والصغير النطاق تفاقم من تعبئة التربة والزئبق في مادري دي ديوس، بيرو. العلوم البيئية والتكنولوجيا، ٥٤(١)، ٢٨٦-٢٩٦.
- لورين ج. إيسدايل، جاستن م. تشوكر (٢٠١٨). مشكلة الزئبق في تعدين الذهب الحرفي والصغير النطاق. كيمياء - المجلة الأوروبية، ٢٤(٢٧)، ٦٩٠٥-٦٩١٦.
- هيمانشو غويل، كاران غويا، أميت ك. باندي، م. بنيامين، ف. خان، ب. باندي، ... ت. ك. أوباداياي (٢٠٢٣)، توضيحات حول الآليات الجزيئية والآثار الميكانيكية للسموم البيئية في الاضطرابات العصبية. أهداف الأدوية-اضطرابات الجهاز العصبي المركزي والعصبية، ٢٢(١)، ٨٤-٩٧.
- هولي م. هورويتز، دانيال ج. جاكوب، هيث م. آموس، دانيال ج. ستريتس، إلسا م. سندرلاند (٢٠١٤). الانبعاثات التاريخية للزئبق من المنتجات التجارية: الآثار البيئية العالمية. العلوم البيئية والتكنولوجيا، ٤٨(١٧)، ١٠٢٤٢-١٠٢٥٠.
- جاكلين هولمز، سوزان إ. جاثركول (٢٠١٤). نقل تدريب الذاكرة العاملة من المختبر إلى المدارس. علم النفس التربوي، ٣٤(٤)، ٤٤٠-٤٥٠.
- ميغان جنسن، ديانا أ. كومباريزا بايونا، ك. سربيادا (٢٠٢١). التعرض للزئبق بين عمال إعادة تدوير النفايات الإلكترونية في كولومبيا: تصورات تتعلق بالسلامة، المخاطر، والوصول إلى المعلومات الصحية. المجلة الدولية لأبحاث البيئة والصحة العامة، ١٨(١٧)، ٩٢٩٥.
- أمان جوي، أفتاب قريشي (٢٠٢٣). تقليل انبعاثات الزئبق من محطات الطاقة التي تعمل بالفحم في الهند: الإمكانيات والتحديات. أمبيو، ٥٢(١)، ٢٤٢-٢٥٢.
- فيكرام كومار، م. أوميشي، م. ك. شانموغام، ب. تشاكرابورتي، ل. دوهان، س. ن. جومادي، ... ل. ك. دسارهالي هويلغودا (٢٠٢٣). نظرة استعادية على تلوث الزئبق، والتراكم الحيوي، والسمية في بيئات متنوعة: رؤى حالية وآفاق مستقبلية. الاستدامة، ١٥(١٨)، ١٣٢٩٢.
- أميت ر. كدام، ج. ب. نايـر، س. ج. دابلي (٢٠١٩). رؤى حول استخراج الزئبق من المصابيح الفلورية: مراجعة. مجلة الهندسة الكيميائية البيئية، ٧(٤)، ١٠٣٢٧٩.
- سونغ ليانغ، يي وانغ، س. سينيريللا، ن. بيروني (٢٠١٥). بصمات الزئبق الجوية للدول. العلوم البيئية والتكنولوجيا، ٤٩(٦)، ٣٥٦٦-٣٥٧٤.
- ز. لي، ز. ما، ت. ج. فان دير كويب، ز. يوان، ل. هوانغ (٢٠١٤). مراجعة لتلوث التربة بالمعادن الثقيلة من المناجم في الصين: التلوث وتقييم المخاطر الصحية. علم البيئة الكلي للبيئة، ٤٦٨-٤٦٩، ٨٤٣-٨٥٣.
- وزارة الطاقة والمعادن ٢٠٢٣ : دليل الصحة والسلامة والبيئة لاستكشاف المعادن في سلطنة عمان.
- غ. مرتضوي، س. م. ج. مرتضوي (٢٠١٥). زيادة إطلاق الزئبق من حشوات الأملغم السنية بعد التعرض للمجالات الكهرومغناطيسية كمصدر خطر محتمل للأشخاص مفرطي الحساسية والنساء الحوامل. مراجعات في الصحة البيئية، ٣٠(٤)، ٢٨٧-٢٩٢.
- م. ب. أوكوه، س. يو. دانييلز (٢٠١٦). الاستكشاف، التعدين، وتوليد الطاقة في نيجيريا: التعرض للمركبات الكلورية العضوية ومواد كيميائية أخرى – الآثار البيئية والصحية العامة. العلوم والهندسة البيئية الحديثة، ٣(٢)، ١٠٠-١١٠.
- أ. س. أوكوه (٢٠١٥). أثر السياسة المالية على نمو القطاع الزراعي في نيجيريا، ١٩٨١-٢٠١٣. المجلة الأوروبية لعلم النفس التربوي والتنمية، ٣(٤)، ١-١٧.
- ن. أوقاتي، م. شهرياري مقدم، ف. إين اللهي بير (٢٠٢١). تراكيز الزئبق، الزرنيخ، والسيلينيوم في أنواع الأسماك البحرية من بحر عمان، إيران، وتقييم المخاطر الصحية. السموم والعلوم البيئية الصحية، ١٣، ٢٥-٣٦.
- معرض عمان للتعدين (٢٠١٨). مشهد التعدين في عمان، التطورات الحالية والآفاق المستقبلية.
- ر. بانت، ن. ماثيال، ر. تشوهان، أ. سينغ، أ. غوبتا (٢٠٢٤). مراجعة لتلوث الزئبق في المياه وأثره على الصحة العامة. التخفيف من سمية الزئبق: نهج الترابط المستدام، ٩٣-١١٥.
- ت. م. بالانيفيل، ر. فيكتور (٢٠١٩). تقييم تلوث المياه في منجم نحاس مهجور في نسيل، سلطنة عمان. الهندسة المعدنية، س. بلاثوتي، م. الرواحي، ر. محفوظ، ف. أويتولاي (٢٠٢٢). آثار تراكيز الزئبق على صحة وسلامة عمال قطاع النفط والغاز. المجلة الدولية للسلامة والصحة المهنية، ١٢(٣)، ١٥٢-١٦٢.
- س. راي، س. ت. شاجو (٢٠٢٣). التراكم الحيوي للمبيدات في الأسماك مما يؤدي إلى سميات في البشر من خلال السلسلة الغذائية والجوانب الجنائية. تحليل البيئة، الصحة والسمية، ٣٨.
- ب. م. شارما، ج. ك. بهارات، ك. شيبكوفا، م. شيرينغر (٢٠١٩). تنفيذ اتفاقية ميناماتا لإدارة تلوث الزئبق في الهند: التحديات والفرص. العلوم البيئية الأوروبية، ٣١(١)، ٩٦.
- ج. إ. سونك، هـ أنفوت، ي. زانغ، أ. بولين، إ. بيورن، أ. شارتب (٢٠٢٣). التغير العالمي يؤثر على دورة الزئبق الجيوكيميائية الحيوية. أمبيو، ٥٢(٥)، ٨٥٣-٨٧٦.
- د. ج. ستريتس، ز. لو، ل. ليفين، أ. ف. تير شور، إ. م. سندرلاند (٢٠١٨). الإطلاقات التاريخية للزئبق إلى الهواء، والأرض، والماء من احتراق الفحم. علم البيئة الكلي للبيئة، ٦١٥، ١٣١-١٤٠.
- ل. م. سكارموتروس، أ. إ. بويد (٢٠٠٣). الاهتمامات البيئية والسمية بشأن حشوات الأملغم السنية والزئبق. نورثبورو، ماساتشوستس: إم في إس سولوشنز وشركة سولميتكس، الصفحات ٣٦-٣٧.
- أ. ف. تيباو، ب. د. غروبه (٢٠١٩). تلوث الزئبق من حشوات الأملغم السنية. مجلة الصحة والتلوث، ٩(٢٢)، ١٩٠٦١٢.
- ب. سوبشان، أ. فام، م. س. مراد، إ. أسماتولو (٢٠٢٣). تقنيات إعادة تدوير الزئبق في إدارة نهاية عمره: مراجعة. دورية دورات المواد وإدارة النفايات، ٢٥(٥)، ٢٥٥٩-٢٥٨٣.
- (برنامج الأمم المتحدة للبيئة ٢٠١٣) التقييم العالمي للزئبق ٢٠١٣: المصادر، والانبعاثات، والإطلاقات، والنقل البيئي. فرع المواد الكيميائية، جنيف، سويسرا. https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/unep-studies-show-rising-Mercury-emissions-developing-countries.
- تم الاطلاع عليه في ٢٤ مايو ٢٠٢٤م.
- (برنامج الأمم المتحدة للبيئة ٢٠١٣) اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق: النص والملحقات. برنامج الأمم المتحدة للبيئة ٢٠١٣
- (برنامج الأمم المتحدة للبيئة ٢٠١٨) التقييم العالمي للزئبق ٢٠١٨. جنيف: فرع المواد الكيميائية
- ل. يانغ، ي. زانغ، ف. وانغ، ز. لوه، س. قوه، أ. شترليه (٢٠٢٠). سمية الزئبق: أدلة جزيئية. كيموسفير، ٢٤٥، ١٢٥٥٨٦.
- زليخة، س. ت.، وايبوويبونو، ج.، براتاما، أ. أ. (٢٠٢٠). الزئبق وتأثيره على صحة الإنسان: مراجعة للأدبيات. المجلة الدولية لعلوم الصحة العامة، ٩(٢)، ١٠٣-١١٤.

الملحق (ا): مجموعة أدوات برنامج الأمم المتحدة للبيئة
جدول الجرد – المستوى الثاني – من مجموعة أدوات برنامج الأمم المتحدة للبيئة لتحديد وتقدير انبعاثات الزئبق
يُرجى قراءة فقرات "تقرير المرجع الخاص بمجموعة الأدوات" بعناية قبل استخدام هذا الجدول، إذ إن هذا الجدول لا يتضمن شرحا ذاتيا، وهناك احتمال كبير وجود أخطاء جسيمة ما لم يتم الاطلاع بدقة على المبادئ والبيانات المقترحة وفهمها فهماً تاماً.
وينبغي الإلمام التام بالمنهجية المعتمدة في إعداد جردات الزئبق والمبينة في تقرير المرجع. وقبل الشروع في التعامل مع أي فئة فرعية لمصدر من المصادر ضمن هذا الجدول، يجب الرجوع أولاً إلى القسم الخاص بذلك المصدر في التقرير. وفيما يلي بعض التوجيهات الإضافية الموجزة المتعلقة باستخدام هذا الجدول.
أسماء علامات تبويب الجدول: تشير الأرقام الواردة في أسماء الأوراق الفردية إلى رقم الفصل المتعلق بفئة المصدر المعالجة في كل ورقة.
الوحدات المترية: تُستخدم في هذا الجدول وحدات مترية فقط – ويجب الالتزام بها – وذلك تماشياً مع ما ورد في تقرير مجموعة الأدوات. وتشير العلامة "t" إلى الأطنان المترية (وتُعرف أيضًا بـ "tonnes" وفقًا للمصطلح البريطاني).
تنويه قانوني:
التسميات الواردة في هذا المنشور، وكذلك أسلوب عرض المعلومات، لا يُفهم منها بأي حال من الأحوال أن برنامج الأمم المتحدة للبيئة يُبدي رأياً بشأن الوضع القانوني لأي دولة أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو سلطاتها، أو بشأن تحديد أو ترسيم حدودها. كما أن الآراء المعروضة لا تمثل بالضرورة قرارات برنامج الأمم المتحدة للبيئة أو سياساته الرسمية. ولا يُعد ذكر الأسماء التجارية أو العمليات الصناعية في هذا السياق توصية بها أو مصادقة عليها من قبل البرنامج.
الهدف من هذا المنشور أن يكون مرجعًا إرشاديًا. ورغم أن المعلومات المقدمة يُعتقد أنها دقيقة، فإن برنامج الأمم المتحدة للبيئة لا يتحمل أي مسؤولية عن الأخطاء أو السهو أو النتائج التي قد تترتب عليهما. كما لا يتحمل البرنامج أو أي شخص ساهم في إعداد هذا المنشور أية مسؤولية عن أي إصابة أو خسارة أو ضرر مادي أو معنوي قد يتعرض له أي شخص تصرف بناءً على ما فهمه من المعلومات الواردة فيه.
دليل لعناوين الأعمدة وطريقة إدخال البيانات:
الأعمدة البيضاء: تُقدم معلومات للمستخدم.
الأعمدة الزيتونية: هي الأعمدة التي يجب عليك إدخال البيانات فيها (وجود الفئة الفرعية للمصدر في الدولة، بيانات معدل النشاط، توزيع سيناريو الناتج).
الأعمدة الزرقاء: هي الأعمدة التي يمكنك تعديل البيانات فيها إذا كانت لديك أسباب وجيهة تدعو إلى ذلك. ملاحظة: البيانات مدخلة مسبقًا، ويجب أن تُجري التعديلات فقط إذا كنت واثقًا من صحة التغيير، ويمكنك تقديم توثيق مناسب يوضح سبب اعتبار الرقم الذي أدخلته أفضل من الرقم الموجود مسبقًا. (قم بتوثيق التعديلات في تقرير الجرد، وفي أعمدة الملاحظات ضمن الجدول).
الأعمدة الصفراء: تحتوي على النتائج. ملاحظة أن صيغ الحساب في معظم هذه الأعمدة مدخلة مسبقًا. يجب الحرص على عدم حذف هذه الصيغ عن طريق الخطأ (وإذا حدث ذلك، يُنصح بإعادة تحميل الجدول مرة أخرى لمراجعة الصيغة الصحيحة). يجب أن تعدل هذه الصيغ فقط في حال التأكد من التعديل، ويمكن تقديم توثيق مناسب للتغييرات ضمن تقرير الجرد وأعمدة الملاحظات.
حماية الصيغ في الأعمدة الصفراء: بشكل افتراضي، تكون جميع الأعمدة الصفراء محمية لتفادي التغييرات غير المقصودة ، وإذا رغبت في إجراء تغييرات على الأعمدة المعنية (مع تقديم شرح واضح في تقريرك يبين سبب قيامك بذلك والطريقة التي اتبعتها)، فببساطة أزل الحماية عن الورقة المعنية (من قائمة "مراجعة"، اختر "إزالة حماية الورقة"). لا توجد كلمة مرور لهذه الحماية. بعد الانتهاء من عملك، نوصي بإعادة تفعيل الحماية مرة أخرى (من نفس القائمة، اختر "حماية الورقة").

الصفوف الوردية: إذا قمت بنسخ صفوف لفئة فرعية معينة من المصدر – على سبيل المثال من أجل حساب الانبعاثات من منشآت زئبق فردية – فتأكد من أن الصفوف تم لصقها فوق الصف الوردي الخاص بتلك الفئة الفرعية. وإذا قمت بذلك، فسيتم تضمين الصفوف الجديدة ضمن مجاميع الفئة الفرعية وعلامات التبويب الخاصة بالملخص. يرجى التأكد من أن المجاميع تشمل جميع صفوفك الخاصة بالفئة الفرعية المعنية من المصدر.
نهج المصدر النقطي: إذا اخترت استخدام حسابات خاصة بالمصادر النقطية، يرجى التأكد من أنك تغطي جميع المصادر النقطية في الدولة ضمن هذه الفئة الفرعية. أو، إذا أجريت حسابات خاصة ببعض المصادر النقطية فقط، فتأكد من أنك تحسب النشاط المتبقي في الفئة الفرعية من خلال إدخاله (في صفوف منفصلة) كنشاط وطني إجمالي مطروحًا منه معدلات النشاط الخاصة بالمصادر النقطية التي أجريت لها حسابات فردية.
"C": يعرض هذا العمود رقم القسم في تقرير مجموعة الأدوات الذي يصف فئة المصدر هذه.
"Su-C": يعرض هذا العمود رقم القسم في تقرير مجموعة الأدوات الذي يصف الفئة الفرعية للمصدر.
"فئة / مرحلة المصدر": يعرض هذا العمود اسم فئة المصدر، أو الفئة الفرعية للمصدر، أو مرحلة من دورة الحياة التي تُعالج في هذا الصف وأي صفوف تليه حتى الصف الذي يظهر فيه اسم جديد في العمود.
"موجود؟ (نعم / لا / ؟)": أدخل "نعم" إذا تم التأكد من أن هذا المصدر موجود في المنطقة التي يشملها الجرد. أدخل "لا" إذا تم التأكد من أن هذا المصدر غير موجود في المنطقة. أدخل "؟" إذا لم يكن معروفًا ما إذا كان المصدر موجودًا أو غير موجود في المنطقة التي يشملها الجرد.
فئات المصادر غير الموجودة: إذا تم التحقق بشكل إيجابي من أن المصدر المعني غير موجود في الدولة، فأدخل الرقم "٠" كمعدل للنشاط وكمدخل للزئبق من أجل عرض أرقام الإخراج الصحيحة، وهي "٠".
"معامل الإدخال الافتراضي": تُطلعك هذه الأعمدة على معاملات الإدخال الافتراضية المحددة في تقرير مجموعة الأدوات، بالإضافة إلى وحداتها.
تُذكر الوحدة المناسبة في العمود التالي على اليمين.
"أدخل معامل الإدخال": هنا تقوم بإدخال معامل الإدخال الذي تختاره للمصدر المعني. بالنسبة للفئات الفرعية التي حُددت لها معاملات افتراضية في تقرير مجموعة الأدوات، يتم إدخال معامل إدخال افتراضي متوسط مسبقًا في الخانة المناسبة (وغالبًا ما يكون هو نفسه المستخدم في المستوى الأول من الجرد). تذكر أن معاملات الإدخال الوطنية أو المحلية الموثقة جيدًا يجب أن تُعطى الأولوية إن توفرت. قدم التوثيق الخاص بالمعاملات المستخدمة في تقرير الجرد. تُذكر الوحدة المناسبة في العمود التالي على اليمين، ولا يجوز استخدام غيرها.
"أدخل معدل النشاط": هنا تقوم بإدخال معدل النشاط لفئة المصدر المعنية. راجع القسم المقابل في تقرير مجموعة الأدوات لتحديد نوع معدل النشاط الذي يجب استخدامه. ابحث عن بيانات معدل النشاط المناسبة وفقًا للمبادئ والإرشادات الواردة في القسم ٤.٤ (جمع البيانات وتقدير انبعاثات الزئبق) من تقرير مجموعة الأدوات. ولا يجوز استخدام إلا هذا المعدل مع الوحدة المشار إليها.
"حساب مدخل الزئبق": يعرض هذا العمود مدخل الزئبق المحسوب للمصدر المعني. في الفئات الفرعية من المصادر التي تم تحديد معاملات افتراضية لها في تقرير مجموعة الأدوات، تكون صيغة الحساب المناسبة مدخلة مسبقًا في الخلية، أما بالنسبة للمصادر التي لا تنطبق عليها هذه الحالة، فيجب عليك إدخال صيغ حساب مناسبة وفقًا لمبادئ مجموعة الأدوات، وغالبًا ما يمكنك نسخ – أو الاسترشاد بـ – صيغ الحساب المعطاة لمصادر أخرى في نفس العمود. كن حذرًا جدًا من أن تكون الوحدة وترتيب المقدار صحيحين – فهذا من أكثر أنواع الأخطاء شيوعًا في مثل هذه الحسابات. وبالنسبة لبعض الفئات الفرعية من المصادر التي تسهم بعدة مكونات في إجمالي الانبعاثات من الفئة، يُعرض مجموع المدخلات بخط أحمر عريض.
"سيناريوهات الإخراج، حيثما ينطبق": في بعض الفئات الفرعية من المصادر، يتم تحديد عدة سيناريوهات للإخراج في تقرير مجموعة الأدوات، وذلك حسب خصائص المصدر. وفي هذه الحالات، يتم عرض وصف السيناريو في هذا العمود، وتُدرج – أو يمكن إدراج – معاملات توزيع الإخراج المقابلة في الأعمدة الواقعة إلى يمين هذا العمود. أما في حالة وجود سيناريو إخراج واحد فقط، فيبقى هذا العمود فارغًا.
الأعمدة الصفراء: تحتوي على النتائج. ملاحظة أن صيغ الحساب في معظم هذه الأعمدة مدخلة مسبقًا. يجب الحرص على عدم حذف هذه الصيغ عن طريق الخطأ (وإذا حدث ذلك، يُنصح بإعادة تحميل الجدول مرة أخرى لمراجعة الصيغة الصحيحة). يجب أن تعدل هذه الصيغ فقط في حال التأكد من التعديل، ويمكن تقديم توثيق مناسب للتغييرات ضمن تقرير الجرد وأعمدة الملاحظات.
حماية الصيغ في الأعمدة الصفراء: بشكل افتراضي، تكون جميع الأعمدة الصفراء محمية لتفادي التغييرات غير المقصودة ، وإذا رغبت في إجراء تغييرات على الأعمدة المعنية (مع تقديم شرح واضح في تقريرك يبين سبب قيامك بذلك والطريقة التي اتبعتها)، فبساطة أزل الحماية عن الورقة المعنية (من قائمة "مراجعة"، اختر "إزالة حماية الورقة"). لا توجد كلمة مرور لهذه الحماية. بعد الانتهاء من عملك، نوصي بإعادة تفعيل الحماية مرة أخرى (من نفس القائمة، اختر "حماية الورقة").

"قم بإدخال مدخل الزئبق": في هذا العمود، يجب إدخال مدخل الزئبق لهذه الفئة من المصدر، أو المرحلة، أو السيناريو. في الحالات البسيطة، الرقم الذي يجب إدخاله هنا هو الرقم المحسوب في عمود "حساب مدخل الزئبق"، ويمكن إدخاله مباشرة كمرجع (مثلًا: "=K٣٤")، أو كتابته يدويًا. وفي حالة وجود عدة سيناريوهات للإخراج، يجب أن تتحقق من السيناريو أو السيناريوهات ذات الصلة، وتُدخل مدخل الزئبق الموجه لكل منها.
وبالنسبة لبعض قطاعات المصادر، مثل احتراق الفحم، يجب توزيع إجمالي مدخل الزئبق المحسوب بين السيناريوهات ذات الصلة، استنادًا إلى المعلومات التي تم جمعها أثناء جمع البيانات. فعلى سبيل المثال، قد يُستخدم نصف الإمدادات السنوية من الفحم في منشآت لا تحتوي على أجهزة خفض الانبعاثات، بينما يُستخدم النصف الآخر في منشآت مزودة بفلاتر قماشية. في هذا المثال، يجب إدخال ٥٠٪ من مدخل الزئبق في صف "بدون أجهزة" داخل هذا العمود، و٥٠٪ الأخرى في صف "فلاتر قماشية". أما بالنسبة لمصادر أخرى، مثل البطاريات، يمكنك اختيار السيناريو الأنسب للبلد المشمول في الجرد، وإدخال إجمالي مدخل الزئبق المحسوب في ذلك الصف، أو يمكنك توزيعه بين السيناريوهات، إذا كانت السيناريوهات المختلفة تنطبق على مناطق مختلفة من البلد قيد الدراسة.
"أدخل معاملات توزيع الإخراج": في هذا العمود، تقوم بإدخال معاملات توزيع الإخراج التي اخترتها. هام: في معظم الحالات، يجب أن يكون مجموع جميع معاملات التوزيع الخاصة بالمصدر مساويًا لـ ١ (استثناءات: راجع الملاحظات الواردة في هذا الجدول وفي الأقسام ذات الصلة في تقرير مجموعة الأدوات). بالنسبة للفئات الفرعية من المصادر التي حُددت لها معاملات افتراضية في تقرير مجموعة الأدوات، فإن المعاملات الافتراضية تكون مدخلة مسبقًا في الخلايا المناسبة. يرجى ملاحظة أنه يتم استبدال علامات الاستفهام الواردة في التقرير بالرقم "٠" هنا لتسهيل استخدام الجدول في الفحص الأولي السريع. تذكر أن معاملات التوزيع الوطنية أو المحلية الموثقة توثيقًا جيدًا يجب أن تُعطى الأولوية إن توفرت. أدرج التوثيق الخاص بالمعاملات المستخدمة في تقرير الجرد.
"إخراج الزئبق المحسوب، كجم/سنة": تعرض هذه الأعمدة الانبعاثات المحسوبة من الزئبق موزعة وفق مسارات الإخراج المحددة. وكل خلية في هذه الأعمدة تحتوي على صيغة لحساب تقدير الإخراج استنادًا إلى مدخلات الزئبق إلى المصدر، أو المرحلة، أو السيناريو المعني، ومعامل توزيع الإخراج الخاص بهذا المسار.
"ملاحظات": في هذا العمود، تكتب كلمات موجزة توضح المصير الخاص للزئبق المنبعث إلى "معالجة/تخلص خاص بالقطاع"، كما تدرج معلومات رئيسية وهامة على مستوى ملخص. أدرج مرجعًا يوضح موضع عرض هذه المعلومات بمزيد من التفصيل في تقرير الجرد.
معلومات أخرى هامة:
"#Value!": تظهر هذه العبارة في نتائج العمليات الحسابية إذا تم إدخال علامات مثل "؟" أو "-" أو رموز نصية مشابهة في خلايا الإدخال. إذا كانت البيانات متوفرة، يُرجى إدخالها بدلاً من علامة "؟" في خلايا الإدخال. أما إذا لم تكن البيانات متاحة، فقد يكون استخدام هذه العلامة ("؟" أو غيرها) هو الأنسب لعرضه في خلية النتائج. ولإظهار نفس العلامة ("؟" أو غيرها)، يجب إدخالها يدويًا في خلية الحساب.
تعديلات المستخدم على مبادئ الجدول: تم تصميم هذا الجدول لحساب انبعاثات الزئبق وفقًا للمنهجية العامة والمبادئ الخاصة بكل فئة فرعية من المصادر كما أوصى بها تقرير مجموعة الأدوات. وبالنسبة للعديد من الفئات الفرعية من المصادر، قد تكون هناك طرق بديلة قابلة للتطبيق (مثل أنواع مختلفة من معدلات النشاط). ويمكن للمستخدم تعديل هذا الجدول بما يتوافق مع رغبته، شرط أن تكون المبادئ المطبقة متوافقة مع النهج العام لمجموعة الأدوات، وأن تكون موثقة بشكل جيد في تقرير الجرد، مع الإشارة الكاملة إلى هذا الجدول من مجموعة الأدوات.
إدخال صيغ الحساب: في هذا الجدول، تم إدخال صيغ الحساب الافتراضية فقط للفئات الفرعية من المصادر التي حُددت لها معاملات افتراضية في تقرير مجموعة الأدوات ، ومع ذلك، وبحسب البيانات المتوفرة، قد يكون بالإمكان تقدير المدخلات والانبعاثات لمصادر أخرى أيضًا. وفي مثل هذه الحالات، ينبغي على المستخدم إدخال الصيغ والبيانات المناسبة للحسابات. وفي كثير من الحالات، يمكن تنفيذ ذلك عن طريق نسخ الصيغ المناسبة من خلايا أخرى ضمن هذا الجدول – مع ضرورة الحرص الشديد على الدقة.
"أدخل معامل الإدخال": هنا تقوم بإدخال معامل الإدخال الذي تختاره للمصدر المعني. بالنسبة للفئات الفرعية التي حُددت لها معاملات افتراضية في تقرير مجموعة الأدوات، يتم إدخال معامل إدخال افتراضي متوسط مسبقًا في الخانة المناسبة (وغالبًا ما يكون هو نفسه المستخدم في المستوى الأول من الجرد). تذكر أن معاملات الإدخال الوطنية أو المحلية الموثقة جيدًا يجب أن تُعطى الأولوية إن توفرت. قدم التوثيق الخاص بالمعاملات المستخدمة في تقرير الجرد. تُذكر الوحدة المناسبة في العمود التالي على اليمين، ولا يجوز استخدام غيرها.
"أدخل معدل النشاط": هنا تقوم بإدخال معدل النشاط لفئة المصدر المعنية. راجع القسم المقابل في تقرير مجموعة الأدوات لتحديد نوع معدل النشاط الذي يجب استخدامه. ابحث عن بيانات معدل النشاط المناسبة وفقًا للمبادئ والإرشادات الواردة في القسم ٤.٤ (جمع البيانات وتقدير انبعاثات الزئبق) من تقرير مجموعة الأدوات. ولا يجوز استخدام إلا هذا المعدل مع الوحدة المشار إليها.
"حساب مدخل الزئبق": يعرض هذا العمود مدخل الزئبق المحسوب للمصدر المعني. في الفئات الفرعية من المصادر التي تم تحديد معاملات افتراضية لها في تقرير مجموعة الأدوات، تكون صيغة الحساب المناسبة مدخلة مسبقًا في الخلية، أما بالنسبة للمصادر التي لا تنطبق عليها هذه الحالة، فيجب عليك إدخال صيغ حساب مناسبة وفقًا لمبادئ مجموعة الأدوات، وغالبًا ما يمكنك نسخ – أو الاسترشاد بـ – صيغ الحساب المعطاة لمصادر أخرى في نفس العمود. كن حذرًا جدًا من أن تكون الوحدة وترتيب المقدار صحيحين – فهذا من أكثر أنواع الأخطاء شيوعًا في مثل هذه الحسابات. وبالنسبة لبعض الفئات الفرعية من المصادر التي تسهم بعدة مكونات في إجمالي الانبعاثات من الفئة، يُعرض مجموع المدخلات بخط أحمر عريض.
"سيناريوهات الإخراج، حيثما ينطبق": في بعض الفئات الفرعية من المصادر، يتم تحديد عدة سيناريوهات للإخراج في تقرير مجموعة الأدوات، وذلك حسب خصائص المصدر. وفي هذه الحالات، يتم عرض وصف السيناريو في هذا العمود، وتُدرج – أو يمكن إدراج – معاملات توزيع الإخراج المقابلة في الأعمدة الواقعة إلى يمين هذا العمود. أما في حالة وجود سيناريو إخراج واحد فقط، فيبقى هذا العمود فارغًا.
الأعمدة الصفراء: تحتوي على النتائج. ملاحظة أن صيغ الحساب في معظم هذه الأعمدة مدخلة مسبقًا. يجب الحرص على عدم حذف هذه الصيغ عن طريق الخطأ (وإذا حدث ذلك، يُنصح بإعادة تحميل الجدول مرة أخرى لمراجعة الصيغة الصحيحة). يجب أن تعدل هذه الصيغ فقط في حال التأكد من التعديل، ويمكن تقديم توثيق مناسب للتغييرات ضمن تقرير الجرد وأعمدة الملاحظات.
حماية الصيغ في الأعمدة الصفراء: بشكل افتراضي، تكون جميع الأعمدة الصفراء محمية لتفادي التغييرات غير المقصودة ، وإذا رغبت في إجراء تغييرات على الأعمدة المعنية (مع تقديم شرح واضح في تقريرك يبين سبب قيامك بذلك والطريقة التي اتبعتها)، فببساطة أزل الحماية عن الورقة المعنية (من قائمة "مراجعة"، اختر "إزالة حماية الورقة"). لا توجد كلمة مرور لهذه الحماية. بعد الانتهاء من عملك، نوصي بإعادة تفعيل الحماية مرة أخرى (من نفس القائمة، اختر "حماية الورقة").

الحسابات الفرعية: في العديد من الحالات، ستكون هناك حاجة إلى حسابات فرعية، مثل حسابات/تحويلات لمعدلات النشاط، أو معاملات بديلة للمدخلات، أو معاملات بديلة لتوزيع الإخراج. يجب إجراء مثل هذه الحسابات في جداول بيانات أخرى، مثل أوراق جديدة يتم إدراجها ضمن نفس ملف جدول مجموعة الأدوات. تذكّر أن تقوم بتوثيق جميع البيانات والحسابات المستخدمة بشكل واضح وشفاف – ولمزيد من التفاصيل، يُرجى الرجوع إلى تقرير مجموعة الأدوات.
الفاصلة العشرية / النقطة العشرية:
لعرض الفاصلة العشرية أو النقطة العشرية حسب تفضيلاتك، تأكد من ضبط إعدادات لغة نظام تشغيل Windows بما يتوافق مع ذلك.
ومع ذلك، لاحظ أن الأرقام المعروضة كنص (مثل فترات المعاملات الافتراضية) ستُعرض باستخدام النقطة العشرية، تماشيًا مع تنسيق تقرير مجموعة الأدوات، بغض النظر عن إعدادات اللغة المُختارة.
مجموع الانبعاثات المُقدرة: تراعي أوراق الملخص المُعدّة مسبقًا احتمالية تكرار احتساب مساهمات الزئبق ضمن فئات المصادر المحددة سلفًا، حيث قد يقع هذا التداخل. وفي حال رغبت في حساب مجاميع جديدة للمدخلات أو الانبعاثات المقدّرة بخلاف القيم المعروضة مسبقًا، يجب الانتباه إلى عدم تكرار احتساب كميات الزئبق نفسها ضمن أكثر من فئة مصدر واحدة (على سبيل المثال: عند إدراج نفس الكمية تحت الإنتاج والاستخدام والتخلص). ويتطلب ذلك تحليلًا أعمق استنادًا إلى الأقسام ذات الصلة في تقرير مجموعة الأدوات.
بعض أجزاء هذا الجدول محمية لتفادي التغييرات غير المقصودة ، ويُسمح بإجراء التعديلات متى كانت واضحة وموثقة، مع الإشارة إليها صراحة في ملاحظات الجدول وفي تقرير الجرد المرتبط. وقد تتطلب بعض التعديلات إلغاء الحماية، وهو إجراء يمكن تنفيذه دون الحاجة إلى كلمة مرور. ومع ذلك، يُنصح بعدم إزالة الحماية إلا في الحالات الضرورية فقط.
"#Value!": تظهر هذه العبارة في نتائج العمليات الحسابية إذا تم إدخال علامات مثل "؟" أو "-" أو رموز نصية مشابهة في خلايا الإدخال. إذا كانت البيانات متوفرة، يُرجى إدخالها بدلاً من علامة "؟" في خلايا الإدخال. أما إذا لم تكن البيانات متاحة، فقد يكون استخدام هذه العلامة ("؟" أو غيرها) هو الأنسب لعرضه في خلية النتائج. ولإظهار نفس العلامة ("؟" أو غيرها)، يجب إدخالها يدويًا في خلية الحساب.
تعديلات المستخدم على مبادئ الجدول: تم تصميم هذا الجدول لحساب انبعاثات الزئبق وفقًا للمنهجية العامة والمبادئ الخاصة بكل فئة فرعية من المصادر كما أوصى بها تقرير مجموعة الأدوات. وبالنسبة للعديد من الفئات الفرعية من المصادر، قد تكون هناك طرق بديلة قابلة للتطبيق (مثل أنواع مختلفة من معدلات النشاط). ويمكن للمستخدم تعديل هذا الجدول بما يتوافق مع رغبته، شرط أن تكون المبادئ المطبقة متوافقة مع النهج العام لمجموعة الأدوات، وأن تكون موثقة بشكل جيد في تقرير الجرد، مع الإشارة الكاملة إلى هذا الجدول من مجموعة الأدوات.
إدخال صيغ الحساب: في هذا الجدول، تم إدخال صيغ الحساب الافتراضية فقط للفئات الفرعية من المصادر التي حُددت لها معاملات افتراضية في تقرير مجموعة الأدوات ، ومع ذلك، وبحسب البيانات المتوفرة، قد يكون بالإمكان تقدير المدخلات والانبعاثات لمصادر أخرى أيضًا. وفي مثل هذه الحالات، ينبغي على المستخدم إدخال الصيغ والبيانات المناسبة للحسابات. وفي كثير من الحالات، يمكن تنفيذ ذلك عن طريق نسخ الصيغ المناسبة من خلايا أخرى ضمن هذا الجدول – مع ضرورة الحرص الشديد على الدقة.
"أدخل معامل الإدخال": هنا تقوم بإدخال معامل الإدخال الذي تختاره للمصدر المعني. بالنسبة للفئات الفرعية التي حُددت لها معاملات افتراضية في تقرير مجموعة الأدوات، يتم إدخال معامل إدخال افتراضي متوسط مسبقًا في الخانة المناسبة (وغالبًا ما يكون هو نفسه المستخدم في المستوى الأول من الجرد). تذكر أن معاملات الإدخال الوطنية أو المحلية الموثقة جيدًا يجب أن تُعطى الأولوية إن توفرت. قدم التوثيق الخاص بالمعاملات المستخدمة في تقرير الجرد. تُذكر الوحدة المناسبة في العمود التالي على اليمين، ولا يجوز استخدام غيرها.
"أدخل معدل النشاط": هنا تقوم بإدخال معدل النشاط لفئة المصدر المعنية. راجع القسم المقابل في تقرير مجموعة الأدوات لتحديد نوع معدل النشاط الذي يجب استخدامه. ابحث عن بيانات معدل النشاط المناسبة وفقًا للمبادئ والإرشادات الواردة في القسم ٤.٤ (جمع البيانات وتقدير انبعاثات الزئبق) من تقرير مجموعة الأدوات. ولا يجوز استخدام إلا هذا المعدل مع الوحدة المشار إليها.
"حساب مدخل الزئبق": يعرض هذا العمود مدخل الزئبق المحسوب للمصدر المعني. في الفئات الفرعية من المصادر التي تم تحديد معاملات افتراضية لها في تقرير مجموعة الأدوات، تكون صيغة الحساب المناسبة مدخلة مسبقًا في الخلية، أما بالنسبة للمصادر التي لا تنطبق عليها هذه الحالة، فيجب عليك إدخال صيغ حساب مناسبة وفقًا لمبادئ مجموعة الأدوات، وغالبًا ما يمكنك نسخ – أو الاسترشاد بـ – صيغ الحساب المعطاة لمصادر أخرى في نفس العمود. كن حذرًا جدًا من أن تكون الوحدة وترتيب المقدار صحيحين – فهذا من أكثر أنواع الأخطاء شيوعًا في مثل هذه الحسابات. وبالنسبة لبعض الفئات الفرعية من المصادر التي تسهم بعدة مكونات في إجمالي الانبعاثات من الفئة، يُعرض مجموع المدخلات بخط أحمر عريض.
"سيناريوهات الإخراج، حيثما ينطبق": في بعض الفئات الفرعية من المصادر، يتم تحديد عدة سيناريوهات للإخراج في تقرير مجموعة الأدوات، وذلك حسب خصائص المصدر. وفي هذه الحالات، يتم عرض وصف السيناريو في هذا العمود، وتُدرج – أو يمكن إدراج – معاملات توزيع الإخراج المقابلة في الأعمدة الواقعة إلى يمين هذا العمود. أما في حالة وجود سيناريو إخراج واحد فقط، فيبقى هذا العمود فارغًا.
الأعمدة الصفراء: تحتوي على النتائج. ملاحظة أن صيغ الحساب في معظم هذه الأعمدة مدخلة مسبقًا. يجب الحرص على عدم حذف هذه الصيغ عن طريق الخطأ (وإذا حدث ذلك، يُنصح بإعادة تحميل الجدول مرة أخرى لمراجعة الصيغة الصحيحة). يجب أن تعدل هذه الصيغ فقط في حال التأكد من التعديل، ويمكن تقديم توثيق مناسب للتغييرات ضمن تقرير الجرد وأعمدة الملاحظات.
حماية الصيغ في الأعمدة الصفراء: بشكل افتراضي، تكون جميع الأعمدة الصفراء محمية لتفادي التغييرات غير المقصودة ، وإذا رغبت في إجراء تغييرات على الأعمدة المعنية (مع تقديم شرح واضح في تقريرك يبين سبب قيامك بذلك والطريقة التي اتبعتها)، فببساطة أزل الحماية عن الورقة المعنية (من قائمة "مراجعة"، اختر "إزالة حماية الورقة"). لا توجد كلمة مرور لهذه الحماية. بعد الانتهاء من عملك، نوصي بإعادة تفعيل الحماية مرة أخرى (من نفس القائمة، اختر "حماية الورقة").

الملحق(٢): جدول احتساب الجرد - المستوى الثاني

الجدول (١). الورش والفعاليات والاجتماعات التي نُظِّمت أو تم حضورها خلال فترة الدراسة

اسم الفعالية	التاريخ	الفئة المستهدفة	الهدف	مكان التنفيذ
ورشة العمل التمهيدية لتقييم ميناماتا الأولي لسلطنة عُمان	٢٦-٢٧/١/٢٠٢٢	موجّهة للكوادر الفنية من الوزارات والهيئات الوطنية المعنية بالإدارة السليمة للمواد الكيميائية وإدارة الزئبق في سلطنة عُمان	تقديم مشروع ميناماتا، ومراجعة خطة تنفيذ المشروع، وتحديد الأدوار والمسؤوليات في تطوير المشروع	مسقط - سلطنة عُمان
الاجتماع الأول للفريق الوطني لتنفيذ مشروع التقييم الأولي للزئبق ومركباته ونفاياته في سلطنة عُمان	٢٠٢١/١٢/٢٣	أخصائيو هيئة البيئة وممثلو الجهات الحكومية والخاصة والجهات المعنية المشاركون في الفريق الوطني	تهيئة بيئة فعّالة على المستوى الوطني وتعزيز وبناء القدرات المحلية لتنفيذ أحكام الاتفاقية / إجراء جرد للزئبق ومركباته في مختلف القطاعات للعمل على إعداد الملف الوطني للزئبق والتقرير الأولي / دعم التوعية / إعداد خطة وطنية تمكّن السلطنة من تحديد الأهداف وتحديد الأولويات لتقييم أثر الزئبق ومركباته على البيئة وصحة الإنسان، بالإضافة إلى الآثار الاقتصادية والاجتماعية والثقافية، وإيجاد بدائل مناسبة وصديقة للبيئة	مسقط - سلطنة عُمان
الاجتماع الثاني للفريق الوطني لتنفيذ مشروع التقييم الأولي للزئبق ومركباته ونفاياته في سلطنة عُمان	٢٠٢٢/٧/٦	موجّهة للكوادر الفنية من الوزارات والهيئات الوطنية المعنية بالإدارة السليمة للمواد الكيميائية وإدارة الزئبق في سلطنة عُمان	تقديم مشروع ميناماتا، ومراجعة خطة تنفيذ المشروع، وتحديد الأدوار والمسؤوليات في تطوير المشروع	مسقط - سلطنة عُمان
ورشة عمل تدريبية حول إعداد تقرير تقييم ميناماتا	١٧ فبراير ٢٠٢٣	ركّز الاجتماع على إعداد تقرير التقييم الأولي بناءً على الدليل الإرشادي لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي باستخدام البيانات التي جمعها الفريق العُماني	شرح تفصيلي لإعداد تقرير التقييم الأولي وفقًا لدليل برنامج الأمم المتحدة الإنمائي / صُمّمت الورشة كمراجعة لأصحاب المصلحة الوطنيين المعنيين بتنفيذ اتفاقية ميناماتا في سلطنة عُمان / عُقد اجتماع عبر الإنترنت ضمن مشروع التقييم الأولي لاتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق في سلطنة عُمان بهدف إعداد التقرير ومناقشة الخطوات القادمة لتنفيذ المشروع	اجتماع عبر الإنترنت

اسم الفعالية	التاريخ	الفئة المستهدفة	الهدف	مكان التنفيذ
ورشة عمل تدريبية حول إعداد تقرير جرد الزئبق	١٤ فبراير ٢٠٢٣	ركّز الاجتماع على إعداد تقرير جرد الزئبق بناءً على مجموعة أدوات الأمم المتحدة للبيئة، والذي أعدّه الفريق العُماني، وتركّزت المناقشات على ملاحظات الخبير الدولي	شرح تفصيلي لإعداد تقرير جرد الزئبق / صُمّمت الورشة كمراجعة لأصحاب المصلحة الوطنيين المعنيين بتنفيذ اتفاقية ميناماتا في سلطنة عُمان / عُقد اجتماع عبر الإنترنت ضمن مشروع التقييم الأولي لاتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق في سلطنة عُمان بهدف إعداد التقرير بناءً على النموذج المعتمد من الأمم المتحدة للبيئة ومناقشة الخطوات القادمة لتنفيذ المشروع	اجتماع عبر الإنترنت
ورشة العمل الثانية للتقييم الأولي لمشروع ميناماتا لسلطنة عُمان	٥-٦-٢٠٢٢/٩/٧	موجّهة للكوادر الفنية من الوزارات والهيئات الوطنية المعنية بالإدارة السليمة للمواد الكيميائية وإدارة الزئبق في سلطنة عُمان والفريق المتخصص في عملية جرد البيانات	مناقشة الثغرات والنواقص في مجال التشريعات الوطنية ضمن مشروع التقييم الأولي للزئبق ومركباته ونفاياته في سلطنة عُمان / مناقشة الجوانب الإدارية والعلاقة بين القطاعين الحكومي والخاص في التعاون حول هذه الاتفاقية	اجتماع عبر الإنترنت

الملحق(٣): الجهات المعنية

الجدول (٢). مصادر جمع البيانات المتعلقة بتلوث الزئبق

فئة المصدر	مصادر البيانات - الجهات المعنية
استخراج واستخدام مصادر الوقود والطاقة	
احتراق الفحم في محطات توليد الكهرباء	وزارة الطاقة والمعادن
احتراق الفحم في الغلايات الصناعية التي تعمل بالفحم	
استخدامات أخرى للفحم	
استخراج وتكرير واستخدام الزيوت المعدنية	
استخراج وتكرير واستخدام الغاز الطبيعي	
استخراج واستخدام أنواع أخرى من الوقود الأحفوري	
إنتاج الكهرباء والحرارة من الكتلة الحيوية	
إنتاج الطاقة من الحرارة الجوفية	
إنتاج المعادن الأولية (البكر)	
استخراج الزئبق (الأولي) والمعالجة الأولية	وزارة الطاقة والمعادن (شركة فالي/شركة جندال)
استخراج الذهب (والفضة) باستخدام عمليات الدمج بالزئبق	
استخراج الزنك والمعالجة الأولية	
استخراج النحاس والمعالجة الأولية	
استخراج الرصاص والمعالجة الأولية	
استخراج الذهب والمعالجة الأولية بطرق غير الدمج بالزئبق	
استخراج الألمنيوم والمعالجة الأولية	
استخراج ومعالجة المعادن غير الحديدية الأخرى	
إنتاج المعادن الحديدية الأولية	

فئة المصدر	مصادر البيانات - الجهات المعنية
إنتاج معادن ومواد أخرى تحتوي على شوائب من الزئبق	
إنتاج الكلنكر الأسمنتي	هيئة البيئة
إنتاج اللب والورق	
إنتاج الجير والركام خفيف الوزن	
الاستخدام المتعمد للزئبق في العمليات الصناعية	
إنتاج الكلور والقلويات باستخدام تقنية الزئبق	هيئة البيئة
إنتاج كلوريد الفينيل باستخدام محفز الزئبق	
إنتاج الأسيتالديهيد باستخدام محفز الزئبق	
إنتاج المواد الكيميائية والبوليمرات الأخرى التي تحتوي على الزئبق	
الاستخدام المتعمد للزئبق في العمليات الصناعية	
الترمومترات التي تحتوي على الزئبق	وزارة الصحة، الشركة العمانية القابضة لخدمات البيئة "بيئة" ، وزارة الثروة الزراعية والسمكية وموارد المياه، وزارة الدفاع، وزارة التعليم
المفاتيح والمرحلات الكهربائية التي تحتوي على الزئبق	وزارة الصحة، الشركة العمانية القابضة لخدمات البيئة "بيئة"، هيئة تنظيم الخدمات العامة
مصادر الإضاءة التي تحتوي على الزئبق	
البطاريات التي تحتوي على الزئبق	
البولي يوريثان بمحفزات زئبقية	
المبيدات الحيوية والمبيدات الزراعية المحتوية على الزئبق	وزارة الثروة الزراعية والسمكية وموارد المياه
الدهانات التي تحتوي على الزئبق	وزارة التجارة والصناعة وترويج الاستثمار
المستحضرات الدوائية للاستخدام البشري والبيطري	وزارة الصحة، الشركة العمانية القابضة لخدمات البيئة "بيئة"، هيئة تنظيم الخدمات العامة
مستحضرات التجميل والمنتجات ذات الصلة المحتوية على الزئبق	وزارة الصحة، وزارة التجارة والصناعة وترويج الاستثمار

فئة المصدر	مصادر البيانات - الجهات المعنية
استخدامات أخرى للمنتجات أو العمليات المحتوية على الزئبق	
حشوات الأسنان المحتوية على الزئبق (الملغم)	وزارة الصحة، وزارة الدفاع
مقاييس الضغط وأجهزة القياس التي تحتوي على الزئبق	وزارة الصحة، وزارة الدفاع، وزارة التعليم
المواد الكيميائية والأجهزة المخبرية المحتوية على الزئبق	وزارة الصحة، الشركة العمانية القابضة لخدمات البيئة "بيئة"، وزارة التعليم، وزارة الثروة الزراعية والسمكية وموارد المياه، وزارة الدفاع
استخدام الزئبق المعدني في الطقوس الدينية والطب الشعبي	وزارة الصحة، وزارة التجارة والصناعة وترويج الإستثمار
استخدامات متنوعة للمنتجات، واستخدامات الزئبق المعدني، ومصادر أخرى	وزارة الصحة
إنتاج المعادن المعاد تدويرها (الإنتاج الثانوي)	
إنتاج الزئبق المعاد تدويره (الإنتاج الثانوي)	هيئة البيئة / وزارة التجارة والصناعة وترويج الاستثمار
إنتاج المعادن الحديدية المعاد تدويرها (الحديد والصلب)	
إنتاج معادن معاد تدويرها أخرى	
حرق النفايات	
حرق النفايات البلدية أو العامة	الشركة العمانية القابضة لخدمات البيئة "بيئة" / هيئة البيئة
حرق النفايات الخطرة	
حرق النفايات الطبية	
حرق الحمأة الناتجة عن مياه الصرف الصحي	
الحرق العشوائي للنفايات	

فئة المصدر	مصادر البيانات - الجهات المعنية
التخلص من النفايات / الطمر ومعالجة مياه الصرف	
مواقع الطمر المنظمة	الشركة العمانية القابضة لخدمات البيئة "بيئة" / هيئة البيئة
التخلص المنتشر تحت بعض الرقابة	هيئة البيئة
التخلص المحلي العشوائي من نفايات الإنتاج الصناعي	
الإلقاء العشوائي للنفايات العامة	
نظام معالجة مياه الصرف الصحي	الشركة العمانية القابضة لخدمات البيئة "بيئة" / شركة حيا للمياه / هيئة البيئة
المحارق والمقابر	
المحارق / الحرق	وزارة الداخلية (البلديات)
المقابر	

pH