



الدورة الرابعة عشرة

كينغستون، جامايكا

٢٦ أيار/مايو - ٦ حزيران/يونيه ٢٠٠٨

## تقرير عن حلقة عمل السلطة الدولية لقاع البحار بشأن تكنولوجيا تعدين العقيدات المتعددة الفلزات: الحالة الراهنة وتحديات المستقبل

### وثيقة أعتها الأمانة

١ - يتمثل الهدف من حلقات العمل التقنية التي تعقدها السلطة في الحصول على آراء الخبراء المشهود لهم بالكفاءة في مواضيع معينة، تنظر فيها السلطة، ومن بين هذه المواضيع، أحدث النتائج للبحوث العلمية البحرية المتعلقة بالرواسب المعدنية البحرية، وحماية البيئة البحرية من آثار مخلفات التعدين في المنطقة، والمعلومات المتصلة بالتكاليف والاعتبارات البيئية المتعلقة بتنمية الموارد المعدنية (على سبيل المثال نماذج التكلفة). ومنذ عام ١٩٩٨، عقدت السلطة ما مجموعه عشر حلقات عمل دولية عن مسائل معينة تتصل بالتعدين في قاع البحار العميقة، بمشاركة علماء وخبراء تكنولوجيايين وبمباحث وأعضاء في اللجنة القانونية والتقنية مشهود لهم بالخبرة دولياً، بالإضافة إلى ممثلي المتعاقدين وصناعة التعدين داخل البحر والدول الأعضاء. وعقد أحدث حلقات العمل في شباط/فبراير ٢٠٠٨، في تشيناي، الهند، بالتعاون مع المعهد القومي لتكنولوجيا المحيطات في الهند.

٢ - وأعد نموذج التكلفة الأولي لمشروع تعدين العقيدات المتعددة الفلزات في قاع البحار العميقة، وتصنيعها، (لمدة ٢٠ عاماً و طاقة إنتاجية قدرها ١,٥ مليون طن سنوياً) في حلقة العمل الحادية عشرة للسلطة التي تناولت موضوع "تكنولوجيا تعدين العقيدات المتعددة الفلزات - الحالة الراهنة وتحديات المستقبل"، بالتعاون مع وزارة علوم الأرض بحكومة الهند،



في المعهد القومي لتكنولوجيا المحيطات التابع لها، ومقره في تشيناي، الهند، خلال الفترة من ١٨ إلى ٢٢ شباط/فبراير ٢٠٠٨.

٣ - ووردت مساهمات في النموذج من خلال ست عشرة ورقة تقنية وقانونية أعدها المشاركون. وقُرئت ورقات عن مواضيع، من بينها، التكنولوجيات التي اختبرت في مياه تبلغ أعماقها ٢٠٠ ٥ متر في منطقة صدع كلاريون - كليرتون، في المحيط الهادئ، وقد أمكن بنجاح من خلالها تعدين ٨٠٠ طن من العقيدات المتعددة الفلزات؛ وتوافر تكنولوجيا أنابيب الرفع (Riser Technology) وأنظمة توليد الطاقة والمضخات التي تعمل تحت سطح البحر ذات الحجم الضروري لتعدين العقيدات المتعددة الفلزات، التي تتوفر حاليا في الأسواق؛ ووحدة تصنيع تجريبية بطاقة ٥٠٠ كيلوغرام في اليوم استخدمت على امتداد خمس سنوات لاختبار طرائق تصنيع هيدرومعدنية مختلفة؛ والعرض والطلب المتعلقان بالنيكل والكوبالت والنحاس والمنغنيز، ومخلوط السليكون والمنغنيز، ومخلوط الحديد والمنغنيز. بيد أن غالبية المساهمات قدمت في إطار الأفرقة العاملة الثلاثة التي أنشئت في حلقة العمل لتناول ما يلي:

(أ) تكنولوجيا التعدين المتصلة ببحث مواضيع، من بينها، الإنجازات والمسائل العالقة فيما يخص بأجهزة التجميع، وتوليد الطاقة، وتكنولوجيا أنابيب الرفع؛

(ب) تكنولوجيا التعدين المتعلقة ببحث مسائل، من بينها، حالة تطوير تكنولوجيا تصنيع العقيدات والاحتياجات من الموارد لثلاثة وأربعة مصانع معادن بغية التحقق من الأساليب الممكنة لتقليل التكاليف من أجل تخفيض التكلفة العامة للتصنيع، وإمكانية تصميم وحدة تصنيع يمكن تحويلها بزيادة متواضعة في الاستثمار لتصبح قادرة على تصنيع خامات اللاتريت ذات المصدر البري لاستخراج النيكل، وإمكانية تصميم وحدة تصنيع للعمليات المتعلقة بالعقيدات وخامات اللاتريت الممزوجة، وإمكانية تحويل مرفق حالي للاتريت النيكل لقبول العقيدات؛

(ج) بحث الجوانب الاقتصادية الحالية المتعلقة بمشروع تعدين العقيدات المتعددة الفلزات لوضع نموذج تكلفة جديد حسب الاقتضاء، أو تحديث نموذج تكلفة سابق لهذا المشروع، بما في ذلك سيناريوهات للقيام بمشروع غير متكامل يتكون من مشروع تعدين للعقيدات قائم بمفرده، ومشروع تصنيع للعقيدات/اللاتريت يستقبل العقيدات المستخرجة بواسطة آلة تعدين لعقيدات قاع البحار العميقة.

٤ - وقدم معظم المشاركين أيضا ورقات ستنتشر في وقائع حلقة العمل، بالإضافة إلى ملخص لعروضهم الشفوية/البصرية والمناقشات ذات الصلة.

٥ - وكان عدد المشاركين في حلقة العمل ثمانية وأربعين مشاركا، مع ممثلين لستة من متعاقدي الاستكشاف الثمانية لتنمية العقيدات المتعددة الفلزات في المنطقة (الصين وألمانيا والهند وكوريا وبولندا وروسيا)، وقد قدموا ورقات تصف مسائل، من بينها، حالة جهودهم الرامية إلى إيجاد نظم تكنولوجية فعالة من حيث التكلفة لتسهيل استكشاف العقيدات المتعددة الفلزات وتعدينها وتصنيعها إلى نحاس ونيكل وكوبالت ومنغنيز. وطلب إلى المتعاقدين أيضا تقديم تقديرات لرأس المال والتكاليف التشغيلية استنادا إلى نطاقاتهم التنظيمية والإنتاجية المنتقاة، وتحديد تلك الجوانب من جوانب النشاط التي يمكن للتعاون فيها أن يعزز من قدرة مشاريعهم على الاستمرار. وكان هناك تسعة مشاركين آخرين ركزت ورقاتهم على ما يلي: تحليل تكنولوجيات التعدين المطورة في السبعينيات والثمانينيات من القرن الماضي؛ ووحدات نموذجية للتعيين وضعت تصوراتها في السبعينيات والثمانينيات من القرن الماضي؛ والجوانب الاقتصادية ونماذج التكلفة للمشاريع التي وضعت في الماضي للتعيين في قاع البحار العميقة فلبس (١٩٨٠)، ونيهارت (١٩٨٠)، وهيلمان (١٩٨١)، وإنغهام (١٩٨٥)، ومعهد ماساشوستس للتكنولوجيا (١٩٨٥)؛ والاعتبارات الاقتصادية والتقنية التي قام عليها النظام الرائد، ونظم السلطة الدولية لقاع البحار المتعلقة بالتنقيب عن رواسب العقيدات المتعددة الفلزات واستكشافها في المنطقة؛ وإمكانيات استخدام التطبيقات الفضائية في مجال التعدين في قاع البحار العميقة؛ وحالة أنظمة الرفع لتعيين العقيدات المتعددة الفلزات؛ وأوجه التقدم المحرزة في تصنيع لاتريبات النيكل، والتطبيقات الممكنة في مجال تصنيع العقيدات المتعددة الفلزات؛ وتطوير تكنولوجيا الكبريتيدات المتعددة الفلزات والتطبيقات الممكنة لها في مجال تصنيع العقيدات المتعددة الفلزات؛ وتنمية تكنولوجيا الكبريتيدات المتعددة الفلزات وإمكانيات تطبيقها في مجال تعدين العقيدات، وأوجه التقدم المحرزة في تكنولوجيا أنابيب الرفع للنفط والغاز وإمكانيات تطبيقها في مجال تعدين العقيدات.

٦ - وقدم الفريق العامل الأول معلومات عن النفقات الرأسمالية والنفقات التشغيلية لمشاريع لتعيين العقيدات المتعددة الفلزات يستخرج في إطارها ما قيمته ١,٥ مليون دولار و ١,٢ مليون دولار من الأطنان المبتلة من العقيدات سنويا من موقع يبلغ طوله ٦٠٠٠ ميلا بحريا تقريبا، من مرفق تصنيع بري<sup>(١)</sup>. وفي تقدير الفريق تبلغ تكلفة النفقات الرأسمالية لنظام تجميع غير مباشر (سفينة تعدين ونظام تعدين) تقريبا ٥٦٢ مليون دولار من دولارات

(١) النفقات التشغيلية هي النفقات الجارية المتعلقة بالجوانب التسييرية لمنتج أو نشاط تجاري أو نظام. ويقابل هذه النفقات ما يُعرف بالنفقات الرأسمالية التي تمثل تكلفة تطوير الأجزاء غير المستهلكة من المنتج أو النظام أو توفيرها.

الولايات المتحدة، أما باستخدام نظام تجميع متطور، فالتكلفة هي تقريبا ٣٧٢,٦ مليون دولار من دولارات الولايات المتحدة، وتبلغ التكلفة لنظام يستخدم أنبوب رفع هندي مرن ٤١٦ مليون دولار من دولارات الولايات المتحدة تقريبا. وفيما يخص النفقات التشغيلية، قدر الفريق مبلغ ٩٤,٥ مليون دولار من دولارات الولايات المتحدة لنظام التجميع الهيدروليكي غير المباشر، و ٩٥,٧ مليون دولار من دولارات الولايات المتحدة لنظام التجميع المتطور، و ٦٩,٥ مليون دولار من دولارات الولايات المتحدة لنظام التجميع الصببي، و ٨٩,٩ مليون دولار من دولارات الولايات المتحدة لنظام أنبوب رفع هندي مرن.

٧ - وقُدرت تكاليف نظام النقل (ثلاث سفن تؤجر لمدة سنة) بمبلغ ٧٦,٧ مليون دولار سنويا، وبمبلغ ٤٩٥ مليون دولار من دولارات الولايات المتحدة في حالة شرائها. وكان التقدير الذي قدمته حكومة الهند ٦٠٠ مليون دولار من دولارات الولايات المتحدة، إذا اشترت السفن. وقدر الفريق التكلفة السنوية للنفقات التشغيلية لنظام النقل بمبلغ ٩٣,٢ مليون دولار من دولارات الولايات المتحدة، مقارنة بمبلغ ١٣٢,٧ مليون دولار من دولارات الولايات المتحدة بحسب تقدير حكومة الهند.

٨ - وقدم الفريق العامل الثاني معلومات عن النفقات الرأسمالية والنفقات التشغيلية لوحدة تصنيع محتملة للعقيدات المتعددة الفلزات بطاقة سنوية تبلغ ١,٥ مليون طن، تنتج النيكل والنحاس والكوبالت والمنغنيز. وتسهيلا للمقارنة مع وحدات تصنيع لاثيريت النيكل، قدمت بيانات النفقات الرأسمالية والنفقات التشغيلية على أساس الكمية المعادلة من النيكل<sup>(٢)</sup>. وقدر الفريق العامل مبلغ التكلفة الرأسمالية للكيلوغرام من الكمية المعادلة من النيكل بما يتراوح بين ١٠ دولارات إلى ١٤ دولارا من دولارات الولايات المتحدة لكل وحدة من الكمية المعادلة من النيكل، وقدر الفريق لوحدة تصنيع العقيدات المتعددة الفلزات بطاقة ١,٥ مليون طن تكلفة رأسمالية تبلغ ٧٥٠ مليون دولار من دولارات الولايات المتحدة، وتكلفة تصنيع بمبلغ ٣,٩ دولارات للكيلو غرام من الكمية المعادلة من النيكل، وينجم عن ذلك تكلفة تشغيلية تبلغ ٢٥٠ مليون دولار من دولارات الولايات المتحدة.

٩ - ولكي يشرع الفريق العامل الثالث في عمله، قام باستعراض أنظمة تعدين العقيدات المتعددة الفلزات من الجيل الأول، التي أعدها (جامعة تكساس A & M)، ومكتب الولايات المتحدة للمناجم، والمكتب الأسترالي للمناجم، ومعهد ماساشوسيتس للتكنولوجيا (١٩٨٤)،

(٢) للحصول على الكمية المعادلة من النيكل المستخرجة من خام العقيدات، يُضرب مقدار الأطنان المستخرجة من النيكل والكوبالت والنحاس (لعملية استخراج ثلاثة معادن) والمنغنيز (لعملية استخراج أربعة معادن) في معدل السعر لما يُستخرج من معدن نيكل للحصول على الكميات المعادلة من النيكل.

واختارت تقرير معهد ماساشوسيتس للتكنولوجيا لعام ١٩٨٤ المعنون "مشروع رائد للتعدين في قاع المحيطات العميقة" لتتخذها قاعدة تستند إليها في تقييم الأنظمة التي اقترحتها المشاركون في الفريقين العاملين الأول والثاني. وقيم الفريق العامل الثالث التوجهات التوجهات في أسعار المعادن، آخذا في الاعتبار تزايد الطلب على النيكل، وغيره من المعادن في شكل عقيدات، من الاتحاد الروسي والصين والهند، وقرر استخدام نطاق من الأسعار عوضا عن محاولة وضع إسقاط وحيد<sup>(٣)</sup>. وأدمج نطاق تقديرات التكاليف التي جاءت في اقتراحي الفريقين العاملين الأول والثاني، وفي نموذج معهد ماساشوسيتس للتكنولوجيا، في نموذج السلطة الدولية لقاع البحار، بالإضافة إلى أسعار المعادن التي تمثل القيم الدنيا والقيم العليا في السنوات القريبة الماضية. وأدمج أيضا نطاق عمليات تعدين يتراوح بين ١,٢ إلى ٣ مليون طن أمريكي سنويا لمنجم يستمر عطاؤه ٢٠ سنة، في النموذج. وأعطت المعدلات الداخلية للعائدات، لاثني عشر من السيناريوهات البديلة، نتائج تتراوح بين نسبة منخفضة قدرها ١٤,٩ في المائة إلى نسبة مرتفعة قدرها ٣٧,٨ في المائة.

١٠ - ولاحظ الفريق العامل الثالث أن المعدل الداخلي للعائدات يتيح مقياسا للمقارنة مع عمليات التعدين البرية لخامات المعادن المعنية. ولاحظ الفريق كذلك أن المعدل الداخلي للعائدات يستخدم لوضع عتبة يتعين على المشاريع المحتملة لتنمية المعادن أن تتجاوزها قبل أن تُبحث ويُنظر في الاستثمار فيها بشكل جدي. وفي هذا الصدد أعلم الفريق أن "أنتام"، وهي شركة إندونيسية للتعدين والمعادن تملكها الحكومة تنتج خام النيكل وتصنع الخام إلى نيكل حديدي، وضعت معدلا داخليا للعائدات بنسبة ١٥ في المائة باعتبار ذلك الحد الأدنى. واستنتج الفريق أنه باستثناء السيناريو الذي استخدمت فيه أكثر أسعار المعادن انخفاضا وأعلى التكاليف، تجاوزت الحالات المقيمة العتبة المحددة كقيمة دنيا، وحقق بعضها نتائج بمعدل داخلي للعائدات يبلغ حوالي ٣٠ في المائة. وأشار الفريق إلى أن عمليات التعدين التي تتطلب ثلاث سفن نقل لخدمة وحدة تصنيع واحدة، مستخرجة فقط النيكل والنحاس والكوبالت من العقيدات، مقترنة بظروف انخفاض أسعار المعادن، هي وحدها التي أخفقت في الواقع في تجاوز النسبة المحددة كعتبة وهي ١٥ في المائة.

١١ - وفي الختام، أكد الفريق العامل الثالث على أن أسعار المعادن، لا سيما أسعار النيكل، هي عامل رئيسي في ربحية وجاذبية الاستثمارات في مشاريع عقيدات قاع البحار العميقة المتعددة الفلزات. ولاحظ الفريق أيضا أن التصنيع الذي تشهده دول نامية كبيرة، والطلب

(٣) وضع الحد الأدنى للنطاق باستخدام تسعيرات قياسية للمعادن الواردة في تقرير معهد ماساشوسيتس للتكنولوجيا، مطبقا عليها الرقم القياسي لأسعار الاستهلاك، ووضع الحد الأعلى باستخدام أسعار المعادن لعام ٢٠٠٧ الذي اعتبر سنة الذروة لما سجل من أسعار.

من الصين والهند، وإعادة تصنيع الاتحاد الروسي، عوامل ستدفع إلى تصاعد الطلب لعقود قادمة. وأكد الفريق، ملاحظًا كذلك عدم وجود رواسب كبيرة من كبريتيدات النيكل يمكن تنميتها، أن الخامات الأوكسيدية (اللاتيريتات والعقيدات المتعددة الفلزات) ستكون المصدر في المستقبل لإنتاج النيكل لمواجهة الطلب العالمي.

١٢ - ويرد تلخيص أكثر استفاضة لوقائع حلقة العمل في الوثيقة ISBA/14/LTC/3. وستُنشر في الوقت المناسب مداوالات حلقة العمل، متضمنة ورقات الخبراء وملخصات العروض التي قُدمت، والمناقشات التي تلت العروض، والتقارير الكاملة المقدمة من الأفرقة العاملة.