مركز حمورابي

مكانة عنصر الغاليوم في السباق الصيني-الامريكي على الابتكار التكنولوجي

مكانة عنصر الغاليوم في السباق الصيني-الامريكي على الابتكار التكنولوجي

م.م زينة مالك عربيي

مركز حمورابي للبحوث و الدراسات الاستراتيجية

7 كانون الثاني **2024**

حقوق النشر محفوظةلمركز حمورابي للبحوث و الدراسات الاستراتيجية

لا يجوز نشر أي من هذه الأبحاث و الدراسات و المقالات إلا بموافقة المركز, و يجوز الإقتباس بشرط ذكر المصدر كاملاً , و ليس من الضروري أن تمثل المقالات و الأبحاث و الدراسات و الترجمات المنشورة وجهة نظر المركز , وإنما تمثل وجهة نظر الباحث.

المقدمة

يدور التنافس الدولي في مجالات وميادين مختلفة واحياناً تكون بعض مجالات التنافس الفرعية ذات أهمية كبيرة قد لا يلتفت اليها الرأي العام لكنها تشكل محور اهتمام صناع القرار المعنيين بهذه المجالات الحيوية، إذ يشكل قطاع أشباه الموصلات قطاعاً حيوياً للدول الصناعية المتقدمة التي تعتمد على هذه المواد في صناعتها التكنولوجية المختلفة سواء السلمية منها أم العسكرية، وبقدر تعلق الأمر بالمواد شبه الموصلة التي تصنع منها الرقاقات الالكترونية والتي تدخل كجزء اساسي في جميع الصناعات الالكترونية، فأن بعض الانواع من العناصر شبه الموصلة تملك كفاءة أكثر من البعض الآخر، لذلك تركز هذه الورقة على عنصر الغاليوم ، كونه من العناصر شبه الموصلة ذات الكفاءة العالية، إذ يُستخدم في صناعة أحدث أنواع الرقاقات الالكترونية وبالتالي صناعة أجهزة الكترونية أكثر كفاءة، لذلك تعالج هذه الورقة أهمية هذا العنصر في صناعة اشباه الموصلات وتأثير هذا العنصر على تفوق كل بلد في ميدان التنافس التكنولوجي لاسيما بين الصين والولايات المتحدة الامريكية.

1-خصائص الغاليوم

يعد عنصر الغاليوم أحد أهم العناصر المستخدمة في الالكترونيات الحديثة و أشباه الموصلات المصنوعة من نتريد الغاليوم (أشعة الليزر الزرقاء في مشغلات "Blu-ray")، يصنف على أنّه معدن فضي ناعم، يتواجد في القشرة الأرضية بنسبة 0.0019%، حيث تمّ التعرف عليه للمرة الأولى عن طريق التحليل الطيفي من خلال زوجه المميز من الأشعة الطيفية البنفسجية، وعادة ما يتمّ الحصول على الغاليوم التجاري كمنتج ثانوي لعملية إنتاج العنصرين الألمنيوم والزنك، الغاليوم هو العنصر الذي يمتلك أعلى مدى ممكن من درجات الحرارة الكافية لانتقاله إلى الحالة السائلة، أي أنّ الفرق بين درجة انصهار العنصر وغليانه كبيرة جداً، إذ ان درجة انصهار معدن الغاليوم منخفضة ما يكفي لإذابتها في راحة اليد اما في درجة حرارة الغرفة فتكون حاله العنصر هي الحالة الصلبة ، ويعد الغاليوم واحد من خمسة عناصر أخرى لها درجات انصهار قريبة من درجة حرارة الغرفة وهي: الزئبق، والسيزيوم، والروبيديوم، والفرانسيوم، إذ يتم استخدام زئبق ممزوج بالغاليوم أو الإنديوم أو القصدير في موازين الحرارة الحديثة بدلاً من موازين الحرارة التقليدية المعتمدة على الزئبق

الغاليوم بدل السليكون كعنصر فعال في صناعة اشباه الموصلات

يُعد عنصر السيليكون أكثر مادة تُستعمل في أشباه الموصلات، وهو متوفرٌ بكثرة في الطبيعة، لكن عنصر الغاليوم له خصائص فريدة يصعب استنساخها، لذا يقتصر استعماله على تطبيقاتٍ نادرةٍ وفريدة، إذ يستخدم في ألاجهزة الذكية منها الهواتف الذكية والحواسيب والألواح الشمسية والمعدّات الطبية بالإضافة إلى التطبيقات العسكرية، لذلك يعد من العناصر البالغة الأهمية في التقدّم التكنولوجي على مدى السنوات القادمة، إذ يُستعمل 95% من عنصر الغاليوم في مادة تُسمى (زرنيخيد الغاليوم) وهي تستخدم في أشباه موصّلاتٍ لتعطي كفاءة أعلى من السيليكون واستهلاك أقلّ للطاقة.

شهدت صناعة أشباه الموصلات مراحل مختلفة على مدى عقود، يمثل كل منها جيلاً من أجيال هذه الصناعة، إذ يستخدم كل جيل تقنيات ومواد أفضل من الجيل السابق، حيث نشأت صناعة أشباه الموصلات اعتماداً على استخدام (السيليكون) و(الجرمانيوم) في الجيل الأول، أما الجيل الثاني فقد كان يعتمد على استخدام (فوسفيد الإنديوم) و(زرنيخيد الغاليوم)، ثم تم استخدام (نيتريد الغاليوم) و(كربيد السيليكون)، في الجيل الثالث.

أما بالنسبة للجيل الرابع من صناعة أشباه الموصلات فأن مادة (أكسيد الغاليوم) قد تكون المادة الاساسية فيها، في حال تمكن الصين من استكمال إنجازها في هذا المجال بصورة تمنحها تفوقاً على الولايات المتحدة الأمريكية.

وتحاول الولايات المتحدة حرمان الصين من الوصول إلى التقنيات المتطورة في مجال أشباه الموصلات لأهميتها الكبيرة في الصناعات العسكرية، وإمكانية استخدامها لتطوير أسلحة وطائرات من الجيل الخامس والسادس تستطيع التفوق على الأسلحة الأمريكية، إضافة إلى أهميتها في قطاع البنية التحتية في عدة مجالات وخاصة مجالات الاتصالات وهذا ما سنتطرق اليه لاحقاً بالتفصيل.

2- سياسة احتكار الغاليوم وأثرها في التنافس الأمريكي الصيني

في 3 تموز 2023 تم تسليط الضوء على معدن غامض سابقًا يسمى الغاليوم عندما أعلنت وزارة التجارة الصينية عن خطط لفرض قيود جديدة على صادرات المعدن، دخلت هذه الإجراءات حيز التنفيذ في الأول من شهر آب 2023، وهي تهز بالفعل سلاسل التوريد العالمية، إذ أن الصين باتت مصممة لإظهار قدرتها واستعدادها لاستخدام المعادن المهمة كسلاح لتحقيق مكاسب جيوسياسية، إذ تتحكم الصين بما يقارب 80% من الإمداد العالمي لعنصر الغاليوم ، وتشتقه غالبًا من إنتاج الألمنيوم، ويمكن الحصول على الغاليوم أيضًا من خلال إعادة تدوير رقائق أشباه الموصلات، وهي شرائح من أشباه الموصلات تُستعمل في الدوائر الإلكترونية، لكن عندما تدمج الدوائر في المنتجات تكون كميات الغاليوم في كلٍّ منها ضئيلة جداً لدرجة أن إعادة تدويرها يصبح تحدّيًا.

تذكر دراسة نشرتها مجلة (communications Nature)في عام 2022 أن الغاليوم عندما يكون منتجًا نهائيًّا ا «يكاد يكون غير قابل لإعادة التدوير بطريقة تبقي على وظيفته»،[1] حيث صدرت الصين 94 طنًا متريًا من الغاليوم في عام 2022، بزيادة قدرها 25% عن العام السابق وفقًا للجمارك الصينية، وبلغت قيمة واردات الولايات المتحدة من رقائق معدن)الغاليوم(و)زرنيخيد الغاليوم (GaAs) (في عام 2021 حوالي 3 مليارات دولار و200 مليون دولار على التوالي، وفقًا لهيئة المسح الجيولوجي الأميركية[2].

اعتبارًا من عام 2022 أرتفع أنتاج الصين بنسبة مذهلة حيث بلغت 98% من المعروض العالمي من الغاليوم الخام، وذلك بسبب مكانة الصين باعتبارها الدولة الرائدة عالميًا في إنتاج الألومنيوم، وهي العملية التي يتم من خلالها استخراج معظم الغاليوم. فعلى مدى العقود القليلة الماضية، غذت الإعانات الحكومية العميقة والحوافز الضريبية الارتفاع السريع لصناعة المعادن المحلية في الصين، الأمر الذي أجبر معظم المنتجين العالميين على التوقف عن العمل، مما جعل الصين واحدة من المنتجين الوحيدين المتبقيين للغاليوم في العالم، كل ذلك سمح لها بالحصول على حصة مهيمنة من إنتاج الغاليوم العالمي، وعلاوة على ذلك، نفذت الحكومة الصينية سياسات استراتيجية لتعزيز الإنتاج.

[1] . Robert Stockill & others, Ultra-low-noise microwave to optics conversion in gallium phosphide, Nature Communications, NO13, 3/11/2022, p9.

[2] . USGS Updates Mineral Database with Gallium Deposits in the United States, in USGC website, 11/3/2021, at URL:

بما في ذلك إلزام منتجي الألمنيوم في البلاد بتطوير القدرة على استخراج الغاليوم، وكانت النتائج واضحة: في الفترة من 2005 إلى 2015، أرتفع إنتاج الصين من الغاليوم الخام المنخفض النقاء من 22 طنًا متريًا إلى 444 طنًا متريًا.

على الرغم من أن الغاليوم غير معروف نسبيًا لمعظم الناس، إلا أنه يلعب دورًا حاسمًا وفريدًا في سلاسل توريد الإلكترونيات الحديثة، وخاصة في الصناعة العسكرية وتسمح خصائصه الفريدة بإنتاج أشباه الموصلات المتخصصة التي تعتبر حيوية للقدرات المتقدمة مثل الجيل الثاني من أنظمة الدفاع الصاروخي والرادار، فضلاً عن الحرب الإلكترونية ومعدات الاتصالات.

حيث أن الطلب المتزايد على عنصر الغاليوم في الصناعات الحيوية أدى إلى الزيادة في حدة المخاطر من أجل تأمين إمدادات ثابتة من المعدن، وقد يكون لهذا الأمر عواقب على الشركات المصنعة للدفاع والأمن الاقتصادي الأوسع، فقد وجد تحليل أجراه خبراء من هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية (USGS) عام 2022 أن انقطاع إمدادات الغاليوم بنسبة 30% يمكن أن يتسبب في انخفاض بقيمة 602 مليار دولار في الناتج الاقتصادي الأمريكي، أو 2.1% من الناتج المحلي الإجمالي (GDP).

كل ذلك من الممكن أن يحدث خلل وانتكاسات في تصنيع أنظمة الدفاع الرئيسية بالرغم من استخدامها جزء صغير من الغاليوم العالمي، إلا أن النقص الحاد في أمدادات أشباه الموصلات وغيرها من الالكترونيات الرئيسية من الممكن أن تشكل تحديات طويلة الأمد لشركات الدفاع، وذلك لأن العديد من الموردين الرئيسين لرقائق الجيش الأمريكي يعتمدون على الإيرادات من المبيعات الكبيرة للعملاء المدنيين وأن أي انقطاع في عملياتهم التجارية قد يؤدي الى انخفاض قدراتهم في تلبية الاحتياجات الأساسية لصناعة الدفاع القائمة على عنصر الغاليوم.

حيث كانت الولايات المتحدة وحلفاؤها على علم بكل المخاطر منذ سنوات، وقد أدرجت هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية الغاليوم في كل تكرار لقائمة المعادن الهامة الخاصة بها منذ عام 2018، وقد صنفت أحدث مراجعة لها للمعادن المهمة الغاليوم في المرتبة الأولى من خمسين من حيث مخاطر العرض، وبالمثل، حدد الاتحاد الأوروبي الغاليوم باعتباره "مادة خام استراتيجية" وفي السنوات الأخيرة قام بتحديث تقييم مخاطر العرض، مشيرًا إلى "ارتفاع تركيز الإنتاج العالمي في الصين" وقد أدرجت الحكومة اليابانية الغاليوم كواحد من خمسة وثلاثين معدنًا مهمة لأمنها القومي.

الخاتمة

أدى صعود الصين السريع في الصناعة إلى زيادة العرض في السوق العالمية، مما أدى إلى تقلبات حادة في أسعار الغاليوم خلال معظم العقد الأول من القرن الحادي والعشرين. ونتيجة لذلك، عانى كبار الموردين في المملكة المتحدة، وألمانيا، والمجر، وكازاخستان، واضطروا إلى وقف إنتاجه، حيث شهدت الولايات المتحدة التي بدأت في نقل جزء كبير من طاقتها التعدينية المحلية إلى الخارج في السبعينيات والثمانينيات، إغلاق إحدى منشآت إنتاج الغاليوم المكرر المتبقية في عام 2020، لقد تُركت الصين باعتبارها المورد الوحيد في العالم تقريبًا مما يهدد المعدات اللازمة لاستخراج الغاليوم.

لكن ان خسارة عناصر الأرض في السباق لصالح الشركات الصينية للحصول على أشباه الموصلات المركبة الأكثر قدرة وقوة من شأنها أن تضع الولايات المتحدة في موقف متأخر في تطوير تقنيات الجيل التالي التي اخذت تشكل أهمية بالغة في مجالات القوة العسكرية والقدرة التنافسية الاقتصادية، وخاصة إن الدور النشط الذي لعبته بكين في إنشاء نظام بيئي محلي مزدهر للرقائق المعتمدة على الغاليوم قد أفاد بالفعل التطور العسكري الصيني.

علاوة على ذلك، إذا استمرت الصين في الهيمنة على المعروض الخام من الغاليوم مع تحقيق التفوق في إنتاج الرقائق القائمة على الغاليوم، فيمكن للبلاد أن تعزل نفسها إلى حد كبير عن صدمات سلسلة التوريد العالمية في هذا المجال، ويمكن أن تعزز تفوق الصين على الدول الأخرى في المجالات التكنولوجية كافة، إذ تشير القيود التي فرضتها الصين مؤخرًا على صادرات الغاليوم إلى زيادة مستوى ثقتها بقدرتها على إلحاق الألم بالآخرين مع الحد من ردود الفعل السلبية على الشركات الصينية.

مركز حمورابي للبحوث و الدراسات الاستراتيجية

أسس مركز حمورابي للبحوث والدراسات الاستراتيجية في،18-11-2006 بمدينة بابل(الحلة)، كمركز علمي بحثي يمتد الى دراسة الموضوعات السياسية و المجتمعية بصورة علمية و استراتيجية، فضلاً عن التركيز على القضايا والظواهر الحادثة والمحتملة قي الشأن المحلي والأقليمي والدولي ، ويتعامل مع باحثين من مختلف التخصصات داخل العراق وخارجه، وتحتضن بغداد المقر الرئيسي للمركز.

www.hcrsiraq.net

07810234002

hcrsiraq@yahoo.com

t.me/hammurabicrss

hcrsiraq

hcrsiraq

العراق - بغداد- الكرادة - العرصات الهندية-قربالسفارةالصينية