

INFCIRC/209/Rev.4

١٢ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٧

# نشرة إعلامية

توزيع عام

عربي

الأصل: انكليزي

## رسالة مؤرخة ٢٤ كانون الثاني/يناير ٢٠١٧

وردت من البعثة الدائمة للدانمرك بشأن تصدير المواد النووية وفئات معينة من المعدات والمواد الأخرى

١- تلقى المدير العام رسالة مؤرخة ٢٤ كانون الثاني/يناير ٢٠١٧ موقّعة من رئيسة لجنة تزانغر، السيدة لويز فلوغر كاليزن، نيابة عن حكومات الاتحاد الروسي، والأرجنتين، وإسبانيا، وأستراليا، وألمانيا، وأوكرانيا، وأيرلندا، وإيطاليا، والبرتغال، وبلجيكا، وبلغاريا، وبولندا، وبيلاروس، وتركيا، والجمهورية التشيكية، وجمهورية كوريا، وجنوب أفريقيا، والدانمرك، ورومانيا، وسلوفاكيا، وسلوفينيا، والسويد، وسويسرا، والصين، وفرنسا، وفنلندا، وكازاخستان، وكرواتيا، وكندا، ولكسمبورغ، والمملكة المتحدة، والنرويج، والنمسا، ونيوزيلندا، وهنغاريا، وهولندا، والولايات المتحدة الأمريكية، واليابان، واليونان<sup>١</sup>، بشأن قرار يقضي بتعديل قائمة المواد الحساسة التي وضعتها لجنة تزانغر وتطلب من المدير العام أن يعمّم نصّ الرسالة وملحقها على جميع الدول الأعضاء.

٢- وبناءً على الطلب الوارد في الرسالة المذكورة أعلاه، يُعمّم نصّ الرسالة وملحقها على جميع الدول الأعضاء للعلم.

<sup>١</sup> الاتحاد الأوروبي هو مراقب دائم.



## سفارة الدانمرك وبعثتها الدائمة فيينا

٢٤ كانون الثاني/يناير ٢٠١٧

صاحب السعادة،

بالنيابة عن حكومات الاتحاد الروسي، والأرجنتين، وإسبانيا، وأستراليا، وألمانيا، وأوكرانيا، وأيرلندا، وإيطاليا، والبرتغال، وبلجيكا، وبلغاريا، وبولندا، وبيلاروس، وتركيا، والجمهورية التشيكية، وجمهورية كوريا، وجنوب أفريقيا، والدانمرك، ورومانيا، وسلوفاكيا، وسلوفينيا، والسويد، وسويسرا، والصين، وفرنسا، وفنلندا، وكازاخستان، وكرواتيا، وكندا، ولكسمبورغ، والمملكة المتحدة، والنرويج، والنمسا، ونيوزيلندا، وهنغاريا، وهولندا، والولايات المتحدة الأمريكية، واليابان، واليونان<sup>١</sup>، أتشرف بأن أنقل إلى سعادتكم قراراً يقضي بتعديل قائمة المواد الحساسة التي وضعتها لجنة تزانغر.

وقد قررت الحكومات المذكورة أعلاه تعديل قائمة لجنة تزانغر لكي تحدّد بشكل أوضح معيار التنفيذ الذي تعتبره جميع الدول الأعضاء في لجنة تزانغر أساسياً للوفاء بالمفاهيم على النحو التالي:

### المذكرة ألف:

٦- صادرات متنوعة: يوضح هذا التغيير إجراء العدّ المتّبع في تصدير المواد الانشطارية الخاصة إلى أي بلدٍ متلقٍ معيّن في غضون فترة الاثني عشر شهراً المشمولة بالتقرير. وتستعويض الصيغة الجديدة عن عبارة "١٢ شهراً" بعبارة "سنة تقويمية واحدة (١ كانون الثاني/يناير - ٣١ كانون الأول/ديسمبر)".

### مرفق المذكرة باء:

- إضافة قائمة المختصرات الشائع استخدامها (مع بواضعها الدالة على الحجم) في المرفق.
- ١-١٠- الكواشف النيوترونية: يوضح هذا التغيير مدى التدفّق النيوتروني للكواشف المنضبطة لتحديد حدّ الحساسية الأدنى للكاشف.
- ٢-١- الديوتيريوم والماء الثقيل: يوضح هذا التغيير إجراء العدّ المتّبع لتصدير الديوتيريوم والماء الثقيل إلى أي بلدٍ متلقٍ معيّن في غضون فترة الاثني عشر شهراً المشمولة بالتقرير. وتستعويض

<sup>١</sup> الاتحاد الأوروبي هو مراقب دائم.

الصيغة الجديدة عن عبارة "أي فترة مدتها ١٢ شهراً" بعبارة "في غضون فترة سنة تقييمية واحدة (١ كانون الثاني/يناير - ٣١ كانون الأول/ديسمبر)".

الوثيقة بكاملها: تصويبات تحريرية، على سبيل المثال التوحيد [في الأصل الإنكليزي] للتهجئة باللغة الإنكليزية البريطانية، وتغييرات في الوحدات لتحقيق الاتساق مع الممارسة المعيارية؛ وتغييرات للإشارة إلى أن المفرد يعبر أيضاً عن الجمع؛ واستخدام أكثر صرامة للعلامات في المصطلحات المحددة عالمياً.

وتوخياً للوضوح، يُستنسخ في الملحق كامل نصّ القائمة المعدلة للمواد الحساسة.

وقد قررت الحكومات الواردة أعلاه أن تتصرّف وفقاً للمفاهيم المنقّحة على هذا النحو، وأن تنفّذ هذه المفاهيم وفقاً للتشريعات الوطنية الخاصة بكلّ منها. ولا تزال كل من هذه الحكومات تحتفظ لنفسها بالحق في ممارسة حرية التصرّف في تنفيذ الإجراءات الواردة في الوثائق المذكورة أعلاه وتفسيرها، والحق في أن تراقب، إذا شاءت، تصدير المفردات ذات الصلة بخلاف المفردات المحددة في الملحق المذكور آنفاً.

وفيما يتعلّق بالتجارة داخل نطاق الاتحاد الأوروبي، ستقوم الحكومات التي هي دول أعضاء في الاتحاد الأوروبي بتنفيذ هذا القرار على ضوء التزاماتها كدول أعضاء في الاتحاد.

وأرجو ممتنةً تعميم نصّ هذه المذكرة وملحقها على جميع الدول الأعضاء في الوكالة باعتبارها الوثيقة .INFCIRC/209/Rev.4

وبالنيابة عن الحكومات المذكورة أعلاه، أودّ أن أغتنم هذه الفرصة لأعرب لكم مجدداً عن أسى آيات التقدير من تلك الحكومات.

وتفضلوا بقبول وافر الاحترام،

[التوقيع]

لويز فلوغر كاليزن  
رئيسة لجنة تزانغر

## قائمة موحدة بالمواد الحساسة

### المذكرة ألف

#### ١- مقدمة

كان معروضا على الحكومة إجراءات تتعلق بصادرات المواد النووية على ضوء التزامها بألا تُزود أي دولة غير حائزة لأسلحة نووية بمواد مصدرية أو مواد انشطارية خاصة لاستخدامها في الأغراض السلمية إلا إذا كانت تلك المواد المصدرية أو المواد الانشطارية الخاصة خاضعة للضمانات بموجب اتفاق مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

#### ٢- تعريف المادة المصدرية والمادة الانشطارية الخاصة

تعريف المادة المصدرية والمادة الانشطارية الخاصة الذي اعتمده الحكومة هو التعريف الوارد في المادة العشرين من النظام الأساسي للوكالة:

##### (أ) "المادة المصدرية"

يُقصد بعبارة "المادة المصدرية" اليورانيوم المحتوي على مزيج النظائر الموجود في الطبيعة، واليورانيوم الفقير بالنظير ٢٣٥، والثوريوم، وأي مادة من المواد السابقة الذكر تكون بشكل معدن أو مزيج معادن أو مركب كيميائي أو مادة مركزة؛ وأي مادة أخرى تحتوي على واحدة أو أكثر من المواد السابقة بدرجة التركيز التي يقررها مجلس المحافظين من حين إلى آخر، وأي مادة أخرى يقررها مجلس المحافظين من حين إلى آخر.

##### (ب) "المادة الانشطارية الخاصة"

'١) يُقصد بعبارة "المادة الانشطارية الخاصة" البلوتونيوم-٢٣٩؛ واليورانيوم-٢٣٣؛ واليورانيوم المثري بأحد النظيرين ٢٣٥ و ٢٣٣، وأي مادة تحتوي واحدة أو أكثر مما سبق، وأي مادة انشطارية أخرى يعيّن مجلس المحافظين من حين إلى آخر. غير أن عبارة "المادة الانشطارية الخاصة" لا تنطبق على المادة المصدرية.

'٢) يُقصد بعبارة "اليورانيوم المثري بأحد النظيرين ٢٣٥ و ٢٣٣" اليورانيوم المحتوي على أي النظيرين ٢٣٥ و ٢٣٣ أو كليهما بكمية تكون معها نسبة وفرة مجموع هذين النظيرين إلى النظير ٢٣٨ أكبر من نسبة النظير ٢٣٥ إلى النظير ٢٣٨ في اليورانيوم الطبيعي.

#### ٣- تطبيق الضمانات

تحرص الحكومة أساسًا على أن تكفل تطبيق الضمانات، حسب الاقتضاء، في الدول غير الحائزة لأسلحة نووية التي ليست أطرافًا في معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية\*، بغية الحيلولة دون تحريف المواد النووية الخاضعة للضمانات عن الأغراض السلمية صوب الأسلحة النووية أو الأجهزة المتفجرة النووية الأخرى. وإذا كانت الحكومة ترغب في تزويد مثل هذه الدولة بمواد مصدرية أو مواد انشطارية خاصة لاستخدامها في الأغراض السلمية، فعليها:

(أ) أن تحدد للدولة المتلقية، كشرط للتوريد، أنّ المواد المصدرية أو المواد الانشطارية الخاصة، أو ما ينتج من هذه المواد الانشطارية المنتجة من هذه المواد أو المستخدمة لها، لن تُحرّف صوب الأسلحة النووية أو الأجهزة المتفجرة النووية الأخرى؛

(ب) أن تتأكد من أنّ الضمانات اللازمة لهذا الغرض سوف تُطبق على تلك المواد المصدرية أو المواد الانشطارية الخاصة بموجب اتفاق مع الوكالة، ووفقاً لنظام الضمانات الخاص بها.

#### ٤- الصادرات المباشرة

في حالة الصادرات المباشرة من المواد المصدرية والمواد الانشطارية الخاصة الى دول غير حائزة لأسلحة نووية ليست أطرافاً في معاهدة عدم الانتشار، سوف تتأكد الحكومة، قبل الإذن بتصدير تلك المواد، من أن تلك المواد سوف تخضع لاتفاق ضمانات مع الوكالة، بمجرد أن تتولى الدولة المتلقية المسؤولية عن تلك المواد، على أن يتم ذلك في موعد لا يتجاوز الوقت الذي تصل فيه تلك المواد الى وجهتها.

#### ٥- عمليات إعادة النقل

عند تصدير مواد مصدرية أو مواد انشطارية خاصة الى دولة حائزة لأسلحة نووية ليست طرفاً في معاهدة عدم الانتشار، سوف تطلب الحكومة تأكيدات مقنعة بأنّ تلك المواد لن يُعاد تصديرها الى دولة غير حائزة لأسلحة نووية ليست طرفاً في معاهدة عدم الانتشار، الا إذا أُخذت ترتيبات مماثلة للترتيبات المشار إليها أعلاه بشأن قبول الضمانات من جانب الدولة المتلقية لتلك المواد المعاد تصديرها.

#### ٦- صادرات متنوعة

تُستثنى من الاجراءات المذكورة أعلاه الصادرات من المفردات المحددة في الفقرة الفرعية (أ) أدناه، وصادرات المواد المصدرية أو المواد الانشطارية الخاصة الى بلد معين في غضون سنة تقويمية واحدة (١ كانون الثاني/يناير - ٣١ كانون الأول/ديسمبر) عندما تقل عن الحدود المذكورة في الفقرة الفرعية (ب) أدناه:

(أ) البلوتونيوم الذي يحتوي على النظير بلوتونيوم-٢٣٨ بنسبة تركيز تتجاوز ٨٠٪، والمواد الانشطارية الخاصة عند استخدامها بكميات يبلغ وزنها غراماً أو أقل كمكونات استشعارية في الأجهزة؛ والمواد المصدرية التي تتأكد الحكومة من أنها لا تُستخدم إلا في الأنشطة غير النووية، مثل انتاج السبائك والخزفيات:

(ب) المواد الانشطارية الخاصة ٥٠ غراماً فعلاً؛  
اليورانيوم الطبيعي ٥٠٠ كيلوغرام؛  
اليورانيوم المستنفذ ١٠٠٠ كيلوغرام؛  
الثوريوم ١٠٠٠ كيلوغرام.

## المذكرة بـ

### ١ - مقدمة

كان معروضا على الحكومة إجراءات تتعلق بصادرات فئات معينة من المعدات والمواد، على ضوء التزامها بالألا تزود أي دولة غير حائزة لأسلحة نووية بمعدات أو مواد مصممة أو معدة خصيصاً لمعالجة أو استخدام أو إنتاج مواد انشطارية خاصة لاستخدامها في الأغراض السلمية إلا إذا كانت المواد المصدرية أو المواد الانشطارية الخاصة المنتجة أو المعالجة أو المستخدمة في تلك المعدات أو المواد خاضعة للضمانات بموجب اتفاق مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

### ٢ - بيان المعدات أو المواد المصممة أو المعدة خصيصاً لمعالجة أو استخدام أو إنتاج المواد الانشطارية الخاصة

بيان مفردات المعدات أو المواد المصممة أو المعدة خصيصاً لمعالجة أو استخدام أو إنتاج المواد الانشطارية الخاصة (الذي سيدعى فيما يلي "قائمة المواد الحساسة") الذي اعتمده الحكومة هو على النحو التالي (الكميات التي تقل عن المستويات الموضحة في المرفق تعتبر غير ذات شأن لأسباب عملية):

٢-١- المفاعلات النووية والمعدات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصاً لها (انظر المرفق، القسم ١)؛

٢-٢- المواد غير النووية اللازمة للمفاعلات (انظر المرفق، القسم ٢)؛

٢-٣- محطات إعادة معالجة عناصر الوقود المشع، والمعدات المصممة أو المعدة خصيصاً لها (انظر المرفق، القسم ٣)؛

٢-٤- محطات تصنيع عناصر الوقود، والمعدات المصممة أو المعدة خصيصاً لها (انظر المرفق، القسم ٤)؛

٢-٥- محطات فصل نظائر اليورانيوم الطبيعي أو اليورانيوم المستنفد أو المواد الانشطارية الخاصة والمعدات المصممة أو المعدة خصيصاً لها، بخلاف الأجهزة التحليلية (انظر المرفق، القسم ٥)؛

### ملحوظة إيضاحية

تقر الحكومة، فيما يخص بعض عمليات فصل النظائر، بالعلاقة الوثيقة بين المحطات والمعدات المستخدمة لإثراء اليورانيوم، وتلك الخاصة بالفصل النظيري للنظائر المستقرة المستخدمة لأغراض البحوث والأغراض الطبية وغيرها من الأغراض الصناعية غير النووية. وفي هذا الصدد، ينبغي للحكومة أن تستعرض تدابيرها القانونية بعناية، بما في ذلك لوائح الترخيص بالتصدير والممارسات الأمنية، فيما يخص أنشطة فصل النظائر المستقرة بغية التحقق من تنفيذ تدابير الحماية الملائمة وفقاً لما هو مطلوب. وتقر الحكومة بأن تدابير الوقاية الملائمة لأنشطة فصل النظائر المستقرة ستكون، في بعض الحالات الخاصة، شبه مطابقة لتلك المستخدمة في مجال إثراء اليورانيوم. (يُرجى الاطلاع على الملحوظة التمهيدية الواردة في القسم ٥ من مرفق قائمة المواد الحساسة.)

٢-٦- محطات إنتاج أو تركيز الماء الثقيل ومركبات الديوتيريوم والمعدات المصممة أو المعدة خصيصاً لها (انظر المرفق، القسم ٦).

٧-٢- محطات تحويل اليورانيوم والبلوتونيوم لاستخدامهما في صنع عناصر الوقود وفصل نظائر اليورانيوم على النحو المذكور في المرفق في القسمين ٤ و ٥ على التوالي، والمعدات المصممة أو المعدة خصيصاً لها (انظر المرفق، القسم ٧).

### ٣- تطبيق الضمانات

تحرص الحكومة أساساً على أن تكفل تطبيق الضمانات، حسب الاقتضاء، في الدول غير الحائزة لأسلحة نووية التي ليست أطرافاً في معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية، بغية الحيلولة دون تحريف المواد النووية الخاضعة للضمانات عن الأغراض السلمية صوب الأسلحة النووية أو الأجهزة المتفجرة النووية الأخرى. وإذا كانت الحكومة ترغب في تزويد مثل هذه الدولة بمفردات من قائمة المواد الحساسة لاستخدامها في الأغراض السلمية، فعليها:

(أ) أن تحدد للدولة المتلقية، كشرط للتوريد، أنّ المواد المصدّرية أو المواد الانشطارية الخاصة بالمنتج أو المعالجة أو المستخدمة في المرفق الذي تورّد له هذه المفردات، لن تحرف صوب الأسلحة النووية أو الأجهزة المتفجرة النووية الأخرى؛

(ب) أن تتأكد من أنّ الضمانات اللازمة لهذا الغرض سوف تُطبّق على تلك المواد المصدّرية أو المواد الانشطارية الخاصة بموجب اتفاق مع الوكالة، ووفقاً لنظام الضمانات الخاص بها.

### ٤- الصادرات المباشرة

في حالة الصادرات المباشرة إلى دول غير حائزة لأسلحة نووية ليست أطرافاً في معاهدة عدم الانتشار، سوف تتأكد الحكومة، قبل الإذن بتصدير تلك المعدات أو المواد، من أن تلك المعدات أو المواد سوف تخضع لاتفاق ضمانات مع الوكالة.

### ٥- عمليات إعادة النقل

عند تصدير مفردات من قائمة المواد الحساسة سوف تطلب الحكومة تأكيدات مقنعة بأن تلك المفردات لن يُعاد تصديرها إلى دولة غير حائزة لأسلحة نووية ليست طرفاً في معاهدة عدم الانتشار، إلا إذا أُتخذت ترتيبات مماثلة للترتيبات المشار إليها أعلاه بشأن قبول الضمانات من جانب الدولة المتلقية لتلك المواد المعاد تصديرها.

### ٦- صادرات متنوعة

تحتفظ الحكومة لنفسها بحق تفسير وتنفيذ الالتزام المشار إليه في الفقرة ١ أعلاه، وحق المطالبة بتطبيق الضمانات المشار إليها أعلاه، إذا رغبت في ذلك، فيما يتعلق بالمفردات التي تصدرها بالإضافة إلى تلك المفردات المحددة في الفقرة ٢ أعلاه.

## المرفق

### إيضاح المفردات الواردة في قائمة المواد الحساسة (كما هي مبينة في القسم ٢ من المذكرة بآء)

#### ١- المفاعلات النووية والمعدات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصاً لها

##### ملحوظة إيضاحية

يمكن توصيف مختلف أنواع المفاعلات النووية حسب المهديء المستخدم (مثل الغرافيت، أو الماء الثقيل، أو الماء الخفيف، أو عدم استخدام أي منها)، أو طيف النيوترونات فيها (مثل الحرارية أو السريعة) أو نوع المبرد المستخدم (مثل الماء، أو الفلز السائل، أو الملح المصهور، أو الغاز)، أو حسب وظيفتها أو نوعها (مثل مفاعلات القوى ومفاعلات البحوث ومفاعلات الاختبار). ويُقصد من ذلك أن تدخل كل هذه الأنواع من المفاعلات النووية ضمن نطاق هذا المدخل وكل مداخله الفرعية حيثما انطبق ذلك. ولا يتحكم هذا المدخل في مفاعلات الاندماج.

#### ١-١- المفاعلات النووية الكاملة

مفاعلات نووية قادرة على العمل بحيث تحافظ على تفاعل تسلسلي انشطاري محكوم ومستدام.

##### ملحوظة إيضاحية

يتضمن "المفاعل النووي" أساساً المفردات الموجودة داخل وعاء المفاعل أو المتصلة به اتصالاً مباشراً، والمعدات التي تتحكم في مستوى القدرة داخل قلب المفاعل، والمكونات التي عادة ما تحتوي على المبرد الابتدائي لقلب المفاعل أو تتصل به اتصالاً مباشراً أو تتحكم فيه.

##### الصادرات

لا يتم تصدير المجموعة الكاملة من المفردات الرئيسية المدرجة ضمن هذه الحدود إلا وفقاً للإجراءات المنصوص عليها في المذكرة. ويرد في الفقرات من ٢-١ إلى ١١-١ سرد للمفردات التي تدخل ضمن هذه الحدود المعرفة تعريفاً وظيفياً والتي لا تُصدّر إلا وفقاً للإجراءات المنصوص عليها في المذكرة. وعملاً بالفقرة ٦ من المذكرة، تحتفظ الحكومة بحق تطبيق الإجراءات المنصوص عليها في المذكرة على مفردات أخرى تدخل ضمن هذه الحدود المعرفة تعريفاً وظيفياً.

#### ٢-١- أوعية المفاعلات النووية

أوعية معدنية أو أجزاء رئيسية منها مصنوعة في الورش، وهي مصممة أو معدة خصيصاً لاحتواء قلب مفاعل نووي، حسب التعريف الوارد في الفقرة ١-١ أعلاه، وكذلك المكونات الداخلية للمفاعل ذات الصلة حسب تعريفها الوارد في الفقرة ٨-١ أدناه.

##### ملحوظة إيضاحية

تغطي المفردة ٢-١ أوعية المفاعلات النووية بصرف النظر عن درجة ضغطها وتشمل أوعية الضغط وأنابيب الموانع الساخنة الخاصة بالمفاعلات. وتغطي المفردة ٢-١ رأس وعاء المفاعل، باعتباره أحد أجزاء وعاء المفاعل الرئيسية المصنوعة في الورش.

### ٣-١ - آلات تحميل وتفريغ وقود المفاعلات النووية

معدات المناولة المصممة أو المعدّة خصيصاً لإدخال الوقود في المفاعل النووي، حسب تعريفه الوارد في الفقرة ١-١ أعلاه، أو لإخراجه منه.

#### ملحوظة إيضاحية

المفردات المذكورة أعلاه قادرة على تحميل الوقود وتفريغه أثناء تشغيل المفاعل، أو قادرة على استعمال أجهزة معدّدة تقنياً تكفل ترتيب أو رص الوقود بما يتيح إجراء عمليات التحميل المعدّدة أثناء إيقاف التشغيل مثل العمليات التي لا تتيسر أثناءها عادة رؤية الوقود رؤية مباشرة أو الوصول إليه بطريقة مباشرة.

### ٤-١ - قضبان ومعدات التحكم في المفاعلات النووية

القضبان أو الهياكل الارتكازية أو التعليقية اللازمة لها، أو آليات تحريك القضبان، أو أنابيب توجيه القضبان المصممة أو المعدّدة خصيصاً للتحكم في عملية الانشطار في المفاعلات النووية حسب تعريفها الوارد في الفقرة ١-١ أعلاه.

### ٥-١ - أنابيب الضغط الخاصة بالمفاعلات النووية

أنابيب مصممة أو معدّدة خصيصاً لاحتواء كلّ من عناصر الوقود والمبرد الابتدائي للمفاعل، حسب تعريفه الوارد في الفقرة ١-١ أعلاه.

#### ملحوظة إيضاحية

أنابيب الضغط هي أجزاء من قنوات الوقود مصممة بحيث يمكن تشغيلها عند ضغط مرتفع، يتجاوز في بعض الأحيان ٥ ميغاباسكال.

### ٦-١ - كسوة الوقود النووي

أنابيب فلز الزركونيوم أو أنابيب سبائك الزركونيوم (أو مجمعات أنابيب)، مصمّمة أو معدّدة خصيصاً للاستخدام ككسوة للوقود داخل المفاعل، حسب تعريفه الوارد في الفقرة ١-١ أعلاه، وبكميات تزيد عن ١٠ كغ.

حاشية: انظر أنابيب الضغط المصنوعة من الزركونيوم في الفقرة ٥-١. وانظر أنابيب المانع الساخن في ٨-١.

#### ملحوظة إيضاحية

أنابيب فلز الزركونيوم أو أنابيب سبائك الزركونيوم المخصصة لاستخدامها في المفاعلات النووية هي أنابيب تتكون من زركونيوم تقل فيها عموماً نسبة وزن الهفنيوم إلى الزركونيوم عن ١ إلى ٥٠٠ جزء.

### ٧-١ - مضخات المبرد الابتدائي أو المدوّرات

مضخات أو مدوّرات مصممة أو معدّدة خصيصاً لتميرير المبرد الابتدائي داخل المفاعل النووي حسب تعريفه الوارد في الفقرة ١-١ أعلاه.

### ملحوظة إيضاحية

تشمل المضخات أو المدورات المصممة أو المعدة خصيصاً لمضخات للمفاعلات المبردة بالماء، ومدورات للمفاعلات المبردة بالغاز، ومضخات كهرومغناطيسية وميكانيكية للمفاعلات المبردة بالفلز السائل. ويمكن أن تشمل تلك المعدات على المضخات ذات النظم المعقدة المغلفة بمانع تسرب واحد أو أكثر لمنع تسرب المبرد الابتدائي، ومضخات محركية بموتور معلب، ومضخات ذات نظم كتلية بقصور ذاتي. ويشمل هذا التعريف المضخات المرخصة وفقاً للقسم الثالث، الجزء الأول، القسم الفرعي المعنون "ملحوظات" (الذي يتناول المكونات الخاصة بالفئة ١) من مدونة الجمعية الأمريكية للمهندسين الميكانيكيين، أو وفقاً لمعايير مكافئة.

### ٨-١- المكونات الداخلية للمفاعل النووي

"مكونات داخلية للمفاعل النووي" مصممة أو معدة خصيصاً للاستخدام في مفاعل نووي حسب تعريفه الوارد في الفقرة ١-١ أعلاه. وتشمل، على سبيل المثال، الأعمدة الداعمة لقلب المفاعل، وقنوات وقوده، وأنباب مواعه السائلة، ودروعه الحرارية، وعارضاته، وألواح قلبه الشبكية، وألواح الانتشارية.

### ملحوظة إيضاحية

"المكونات الداخلية للمفاعل النووي" هي هياكل رئيسية تقع داخل وعاء المفاعل وتقوم بوظيفة واحدة أو أكثر كدعم قلب المفاعل، والمحافظة على ترانصف الوقود، وتوجيه انسياب المبرد الابتدائي، وتوفير دروع لحماية وعاء المفاعل من الإشعاعات، وتوجيه الأجهزة المركبة داخل القلب.

### ٩-١- مبدلات الحرارة

(أ) مولدات بخار مصممة أو معدة خصيصاً لاستخدامها في دائرة المبرد الابتدائية أو الوسيطة للمفاعل النووي حسب تعريفه الوارد في الفقرة ١-١ أعلاه.

(ب) مبدلات حرارة أخرى مصممة أو معدة خصيصاً لاستخدامها في دائرة المبرد الابتدائية أو الوسيطة للمفاعل النووي حسب تعريفه الوارد في الفقرة ١-١ أعلاه.

### ملحوظة إيضاحية

مولدات البخار هي مولدات مصممة أو معدة خصيصاً لنقل الحرارة المتولدة في المفاعل إلى ماء التلقين لأغراض توليد البخار. وفي حالة المفاعلات السريعة التي توجد فيها كذلك أنشطة تبريد وسيطة، يكون مولد البخار في الدائرة الوسيطة.

ويمكن في المفاعلات المبردة بالغاز استخدام مبدل حرارة لنقل الحرارة إلى أنشطة غازية ثانوية تحرك توربيناً غازياً.

ولا يشمل نطاق التحكم بالنسبة لهذا المدخل مبدلات الحرارة المستخدمة في النظم الداعمة للمفاعل، مثل نظام التبريد الخاص بحالات الطوارئ أو نظام تبريد حرارة الاضمحلال.

### ١٠-١- الكواشف النيوترونية

كواشف نيوترونية مصممة أو معدة خصيصاً لتحديد مستويات فيض النيوترونات داخل قلب المفاعل حسب تعريفه الوارد في الفقرة ١-١ أعلاه.

## ملحوظة إيضاحية

يشمل نطاق هذا المدخل الكواشف الموجودة داخل قلوب المفاعلات وخارجها والتي تقوم بقياس مستويات الفيض في نطاق كبير، وذلك كالمعهود من ١٠ نيوترون للسنتيمتر المربع الواحد في الثانية الواحدة فأكثر. وتشير عبارة الكواشف الموجودة خارج القلب إلى الأجهزة التي توجد خارج قلب المفاعل حسب تعريفه الوارد في الفقرة ١-١ أعلاه، ولكنها تقع داخل التدريع البيولوجي.

### ١١-١- الدروع الحرارية الخارجية

"دروع حرارية خارجية" مصممة أو معدة خصيصاً للاستخدام في المفاعلات النووية حسب تعريفها الوارد في الفقرة ١-١ للتقليل من فقدان الحرارة وكذلك لحماية أوعية الاحتواء.

## ملحوظة إيضاحية

"الدروع الحرارية الخارجية" هي هياكل كبيرة توضع فوق وعاء المفاعل للتقليل من فقدان الحرارة من المفاعل وتخفيض درجة الحرارة داخل وعاء الاحتواء.

### ٢- المواد غير النووية اللازمة للمفاعلات

#### ١-٢- الديوتيريوم والماء الثقيل

هو الديوتيريوم والماء الثقيل (أكسيد الديوتيريوم) وأي مركبات أخرى للديوتيريوم، تزيد في أي منها نسبة ذرات الديوتيريوم إلى ذرات الهيدروجين على ١ إلى ٥٠٠٠، وذلك من أجل الاستخدام داخل المفاعل النووي، حسب تعريفه الوارد في الفقرة ١-١ أعلاه، بكميات تزيد على ٢٠٠ كيلوغرام من ذرات الديوتيريوم، يتلقاها أي بلد في غضون سنة تقويمية واحدة (١ كانون الثاني/يناير - ٣١ كانون الأول/ديسمبر).

#### ٢-٢- الغرافيت الصالح للاستعمال في المفاعلات النووية

هو الغرافيت الذي يكون مستوى نقائه أعلى من ٥ أجزاء في المليون من مكافئ البورون، وتكون كثافته أكبر من ١,٥٠ غرام/سم<sup>٣</sup> للاستخدام في المفاعل النووي حسب تعريفه الوارد في الفقرة ١-١ أعلاه، بكميات تتجاوز ١ كغ.

## ملحوظة إيضاحية

لأغراض مراقبة الصادرات، تُحدّد الحكومة ما إذا كانت صادرات الغرافيت المستوفية للمواصفات المبينة أعلاه هي للاستخدام في مفاعلات نووية أم لا.

يمكن تحديد مكافئ البورون تجريبياً أو حسابه على أنه مجموع  $BE_Z$  للشوائب (باستثناء مكافئ البورون من الكربون ( $BE_{carbon}$ ) نظراً لأن الكربون لا يعتبر من الشوائب) بما في ذلك البورون، حيث أن:

$BE_Z$  (جزء في المليون) =  $CF \times X$  تركيز العنصر  $Z$  (جزء في المليون)؛ و  $CF$  هو عامل التحويل:  $(\sigma_Z \times A_B)$  مقسوماً على  $(\sigma_B \times A_Z)$ ؛ و  $\sigma_B$  و  $\sigma_Z$  هما المقطعان الفعالان لأسر النيوترون الحراري (بوحدة البارن) للبورون

الموجود في الطبيعة والعنصر Z على التوالي؛ و  $A_Z$  و  $A_B$  هما الكتلتان الذريتان للبرون الموجود في الطبيعة والعنصر Z على التوالي.

### ٣- محطات إعادة معالجة عناصر الوقود المشع والمعدات المصممة أو المعدة خصيصاً لها

#### ملحوظة تمهيدية

تؤدي إعادة معالجة الوقود النووي المشع إلى فصل البلوتونيوم واليورانيوم عن النواتج الانشطارية الشديدة الإشعاع وغيرها من عناصر ما وراء اليورانيوم. ويمكن إجراء هذا الفصل بطرق تقنية مختلفة. إلا أن الطريقة Purex قد أصبحت على مر السنين أكثر هذه الطرق شيوعاً في الاستخدام وأوفرها حظاً من حيث القبول. وتنطوي هذه الطريقة على إذابة الوقود النووي المشع في حمض النتريك، ثم فصل اليورانيوم والبلوتونيوم والنواتج الانشطارية عن طريق الاستخلاص بالمذيبات وذلك باستعمال مزيج من فوسفات ثلاثي البوتيل المخلوط بمخفف عضوي.

وتتشابه المرافق التي تستخدم الطريقة Purex فيما توديه من مهام تتضمن ما يلي: تقطيع عناصر الوقود المشع، وإذابة الوقود، والاستخلاص بالمذيبات، وخن المحلول الناتج عن المعالجة. ويمكن أن تكون هناك أيضاً معدات لنزع النيترات من نيترات اليورانيوم، حرارياً، وتحويل نيترات البلوتونيوم إلى أكاسيد أو فلزات، ومعالجة محاليل نفايات النواتج الانشطارية لتحويلها إلى شكل يصلح للخن الطويل الأجل أو التخلص النهائي. إلا أن الأنواع المحددة للمعدات التي تؤدي تلك المهام، وأشكالها الهندسية، قد تتفاوت فيما بين المرافق التي تستخدم الطريقة Purex، وذلك لعدة أسباب منها نوع وكمية الوقود النووي المشع اللازم إعادة معالجته، وأوجه الاستعمال المزمعة للمواد المستخلصة، ومبادئ الأمان والصيانة المتوخاة عند تصميم تلك المرافق.

وتشمل عبارة "محطة لإعادة معالجة عناصر الوقود المشع" المعدات والمكونات التي تتصل عادة اتصالاً مباشراً بالوقود المشع وتستخدم في التحكم المباشر فيه، وكذلك أهم ما يحدث أثناء المعالجة من تدفقات للمواد النووية والنواتج الانشطارية.

ويمكن تحديد هذه العمليات، بما فيها النظم الكاملة المتعلقة بتحويل البلوتونيوم وانتاج فلز البلوتونيوم، بواسطة التدابير التي تُتخذ لتجنب الحرجية (بفضل الشكل الهندسي مثلاً) والتعرض للاشعاعات (بفضل التدريع مثلاً) ومخاطر التسمم (بفضل الاحتواء مثلاً).

#### الصادرات

لا يتم تصدير المجموعة الكاملة من المفردات الرئيسية المندرجة ضمن هذه الحدود إلا وفقاً للإجراءات المنصوص عليها في المذكرة. وعملاً بالفقرة ٦ من المذكرة، تحتفظ الحكومة بحق تطبيق الإجراءات المنصوص عليها في المذكرة على مفردات أخرى تدخل ضمن هذه الحدود المعرفة تعريفاً وظيفياً.

ويرد فيما يلي سرد لمفردات المعدات التي تُعتبر مندرجة ضمن المعنى المقصود بعبارة "المعدات المصممة أو المعدة خصيصاً لإعادة معالجة عناصر الوقود المشع":

### ١-٣ - آلات تقطيع عناصر الوقود المشع

معدات يتم تشغيلها عن بُعد، وتكون مصممة أو معدة خصيصاً لاستخدامها في محطات إعادة المعالجة بمعناها المحدد أعلاه، ويكون الغرض منها تقطيع أو فرم أو جزّ مجموعات الوقود النووي المشعّ أو حزم هذا الوقود أو قضبانها.

#### ملحوظة إيضاحية

تقوم هذه الآلات بشق كسوة الوقود من أجل تعريض المادة النووية المشعّة للإذابة. والأشيع جداً استعمال مقارص مصممة خصيصاً لتقطيع الفلزات، وإن كان من الجائز أيضاً استعمال معدات متقدمة مثل الليزر.

### ٢-٣ - أوعية الإذابة

صهاريج مأمونة ضد مخاطر الحرجية (كأن تكون صهاريج ذات أقطار صغيرة أو صهاريج حلقيّة أو مسطحة)، ومصممة أو معدة خصيصاً لاستخدامها في محطات إعادة المعالجة بمعناها المحدد أعلاه، وغرضها إذابة الوقود النووي المشعّ، وهي قادرة على مقاومة السوائل الساخنة الأكالّة جداً، ويمكن تحميلها وصيانتها عن بعد.

#### ملحوظة إيضاحية

تتلقى أوعية الإذابة، عادة، أجزاء الوقود المستهلك المقطعة. وفي هذه الأوعية المأمونة ضد مخاطر الحرجية، تُذاب المواد النووية المشعّة في حمض النتريك فلا تبقى منها إلا الأغلفة التي تُسحب من خطوط العمليات.

### ٣-٣ - أجهزة ومعدات الاستخلاص بالإذابة

أجهزة استخلاص بالإذابة -مثل الأعمدة المبطنّة أو النبضية، أو خلطات التصفية أو الطاردات المركزية التلامسية- مصممة أو معدة خصيصاً لاستخدامها في محطات إعادة معالجة الوقود المشعّ. ويجب أن تكون أجهزة الاستخلاص بالإذابة ذات قدرة عالية على مقاومة التأثير الأكال لحمض النتريك. وهي تُصنع عادة بناءً على مواصفات بالغة الصرامة (بما في ذلك تقنيات اللحام الخاصة، وتقنيات الفحص وتوكيد الجودة ومراقبة الجودة) من الفولاذ غير القابل للصدأ المحتوي على نسبة منخفضة من الكربون، أو من التيتانيوم أو الزركونيوم أو غير ذلك من المواد العالية الجودة.

#### ملحوظة إيضاحية

تتلقى أجهزة الاستخلاص بالإذابة كلاً من محلول الوقود المشعّ الوارد من أوعية الإذابة والمحلول العضوي الذي يفصل اليورانيوم والبلوتونيوم والنواتج الانشطارية. وعادة ما تُصمم معدات الاستخلاص بالإذابة بحيث تقي ببارامترات تشغيلية صارمة مثل امتداد عمرها التشغيلي دون حاجتها إلى متطلبات صيانة معيّنة، أو سهولة إحلالها، وبساطة تشغيلها والتحكم فيها، ومرورها بإزاء تغيرات ظروف المعالجة.

### ٤-٣ - أوعية تجميع أو خزن المحاليل الكيميائية

أوعية تجميع أو خزن مصممة أو معدة خصيصاً لاستخدامها في محطات إعادة معالجة الوقود المشعّ. ويجب أن تكون هذه الأوعية ذات قدرة عالية على مقاومة التأثير الأكال لحمض النتريك. وهي تُصنع عادة من مواد معينة مثل الفولاذ غير القابل للصدأ المحتوي على نسبة منخفضة من الكربون، أو من التيتانيوم أو

الزركونيوم أو غير ذلك من المواد العالية الجودة. ويمكن تصميمها بطريقة تسمح بتشغيلها وصيانتها عن بعد، كما يمكن أن تتسم بالخصائص التالية للتحكم في الحرجية النووية:

- (١) جدران أو هياكل داخلية ذات مكافئ بورون لا يقل عن ٢%؛
- (٢) أو قطر لا يتجاوز ١٧٥ مم (٧ بوصات) بالنسبة للأوعية الأسطوانية،
- (٣) أو عرض لا يتجاوز ٧٥ مم (٣ بوصات) بالنسبة للأوعية المسطحة أو الحلقية.

#### ملحوظة إيضاحية

تقضي مرحلة الاستخلاص بالإذابة إلى تدفق ثلاثة سائل رئيسية ناتجة عن المعالجة. وللمضي في معالجة هذه السوائل تُستخدم أوعية التجميع أو الخزن على النحو التالي:

- (أ) يُرَكِّز بالتبخير محلول نيترات اليورانيوم النقي ويخضع لعملية نزع ما به من نيترات فيتحول إلى أكسيد يورانيوم. ويُعاد استخدام هذا الأكسيد في دورة الوقود النووي.
- (ب) يُرَكِّز بالتبخير، عادة، محلول النواتج الانشطارية الشديدة الإشعاع، ويخزّن كمركّز سائل. ويمكن بعد ذلك تبخير هذا المركّز وتحويله إلى شكل مناسب للخزن أو التخلص النهائي.
- (ج) يُرَكِّز محلول نيترات البلوتونيوم النقي ويخزّن لحين انتقاله إلى مراحل المعالجة اللاحقة. وبصفة خاصة، تصمّم أوعية تجميع أو خزن محاليل البلوتونيوم بحيث يتم تجنب مشاكل الحرجية الناجمة عن حدوث تغيرات في درجة تركيز وشكل السائل المتدفق.

#### ٣-٥- نظم قياس النيوترونات لمراقبة المعالجة

نظم لقياس النيوترونات، مصممة أو معدّة خصيصاً لإدراجها واستخدامها مع نظم مراقبة المعالجة المؤتمتة في محطات إعادة معالجة عناصر الوقود المشعّة.

#### ملحوظة إيضاحية

تشمل هذه النظم قدرات لقياس النيوترونات الخاملة والنشطة والتميز بينها لتحديد كمية المادة الانشطارية وتركيبها. ويتكون النظام الكامل من مولد نيوترونات، وجهاز للكشف عن النيوترونات، ومضخات، ولوحة إلكترونية لمعالجة الإشارات الملتقطة.

ولا يشمل نطاق هذا المدخل أجهزة الكشف عن النيوترونات وقياسها المصممة لحصر المواد النووية وضمانها، أو أي تطبيق آخر غير مرتبط بالإدراج والاستخدام مع نظم مراقبة العمليات المؤتمتة في محطات إعادة معالجة عناصر الوقود المشع.

#### ٤- محطات إنتاج عناصر وقود المفاعلات النووية والمعدات المصممة أو المعدة خصيصاً لها

##### ملحوظة تمهيدية

تُصنَّع عناصر الوقود من واحدة أو أكثر من المواد المصدرية أو المواد الانشطارية الخاصة الوارد ذكرها في الجزء ألف من هذا المرفق. أما بالنسبة لأنواع وقود الأكسيد، وهي أكثر أنواع الوقود شيوعاً، فيحتاج الأمر إلى وجود معدات لضغط أقراص الوقود والشد والصحن والرص. وتتم مناولة أنواع وقود خليط الأكسيد داخل صناديق مغلقة (أو حاويات مشابهة) حتى يتم ختمها داخل الكسوة. ويتم، في جميع الحالات، ختم الوقود في أوعية أسطوانية محكمة داخل كسوة مناسبة مصممة بحيث تكون الغلاف الابتدائي الحامي للوقود وذلك لضمان درجة مناسبة من الأداء والأمان خلال تشغيل المفاعل. وكذلك فإن الضبط الدقيق للعمليات والإجراءات والمعدات وفقاً لمعايير عالية جداً جداً ضروري، في جميع الحالات، لضمان أداء الوقود على نحو يمكن التنبؤ به ومأمون.

##### ملحوظة إيضاحية

تشمل مفردات المعدات التي تُعتبر مندرجة ضمن المعنى المقصود بعبارة "المعدات المصممة أو المعدة خصيصاً" لصنع عناصر الوقود المعدات التي:

- (أ) تتصل عادة اتصالاً مباشراً بتدفق إنتاج المواد النووية أو تجهيز هذه المواد بصورة مباشرة أو مراقبتها؛
- (ب) أو تختم المواد النووية داخل الكسوة؛
- (ج) أو تتحقق من سلامة الكسوة أو الختم؛
- (د) أو تُستخدم لفحص المعالجة النهائية للوقود المختوم؛
- (هـ) أو تُستخدم لتجميع عناصر وقود المفاعل.

وقد يشمل هذا النوع من المعدات أو من نظم المعدات، على سبيل المثال، ما يلي:

- (١) محطات تفتيش آلية تماماً لفحص الأقراص، مصممة أو معدة خصيصاً لفحص الأبعاد النهائية والعيوب السطحية لأقراص الوقود؛
- (٢) آلات لحام آلية مصممة أو معدة خصيصاً للحام السدادات النهائية المثبتة على أوتاد الوقود (أو قضبانته)؛
- (٣) محطات فحص وتفتيش آلية مصممة أو معدة خصيصاً لفحص سلامة أوتاد الوقود (أو قضبانته) المستكملة.
- (٤) النظم المصممة أو المعدة خصيصاً لصنع كسوة الوقود النووي.

ويشمل البند ٣ عادة معدات: (أ) لفحص لحامات الأقلام (أو القضبان) مع السدادات الطرفية باستخدام الأشعة السينية؛ (ب) والكشف عن تسرب الهيليوم من الأقلام (أو القضبان) المضغوطة؛ (ج) وتصوير مقطعي بأشعة غاما للأقلام (أو القضبان) لمعاينة التحميل الصحيح لأقراص الوقود في الداخل.

## ٥- محطات فصل نظائر اليورانيوم الطبيعي أو اليورانيوم المستنفذ أو المواد الانشطارية الخاصة والمعدات المصممة أو المعدة خصيصاً لها، بخلاف الأجهزة التحليلية

### ملحوظة تمهيدية

ترتبط المحطات والمعدات المستخدمة لفصل نظائر اليورانيوم، في الكثير من الحالات، ارتباطاً وثيقاً بالمحطات والمعدات المستخدمة لفصل النظائر المستقرة. وفي حالات خاصة، تنطبق الضوابط الواردة ضمن القسم ٥ أيضاً على المحطات والمعدات المعدة لفصل النظائر المستقرة. وهذه الضوابط الخاصة بالمحطات والمعدات المستخدمة لفصل النظائر المستقرة تأتي مكملة للضوابط المفروضة على المحطات والمعدات المصممة أو المعدة خصيصاً لمعالجة أو استخدام أو إنتاج مواد انشطارية خاصة مشمولة في قائمة المواد الحساسة. وضوابط القسم ٥ التكميلية هذه المرتبطة باستخدامات النظائر المستقرة لا تنطبق على عملية فصل النظائر بوسائل كهرومغناطيسية.

أمّا العمليات التي تنطبق عليها أيضاً الضوابط الواردة في القسم ٥، سواءً كان من المزمع استخدامها لفصل نظائر اليورانيوم أو لفصل النظائر المستقرة، فهي التالية: الطرد المركزي الغازي، والانتشار الغازي، وعملية الفصل البلازمي، والعمليات الأيرودينامية.

وبالنسبة إلى عدد من العمليات، تتوقف العلاقة بفصل نظائر اليورانيوم على العنصر (النظير المستقر) الجاري فصله. وتنطوي هذه العمليات على ما يلي: العمليات القائمة على استخدام الليزر (مثل فصل النظائر بالليزر الجزيئي وفصل النظائر باستخدام الليزر العامل بالأبخرة الذرية)، والتبادل الكيميائي، والتبادل الأيوني. لذا يجب على الحكومات تقييم هذه العمليات على أساس كل حالة على حدة من أجل تطبيق ضوابط القسم ٥ المرتبطة باستخدامات النظائر المشعة تبعاً لذلك.

ويرد فيما يلي سرد لمفردات المعدات التي تُعتبر مندرجة ضمن المعنى المقصود بعبارة "المعدات، بخلاف الأجهزة التحليلية، المصممة أو المعدة خصيصاً" لفصل نظائر اليورانيوم:

## ٥-١- الطاردات المركزية الغازية، والمجمعات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصاً للاستخدام في الطاردات المركزية الغازية

### ملحوظة تمهيدية

تتألف الطاردة المركزية الغازية عادة من أسطوانة واحدة رقيقة الجدران يتراوح قطرها بين ٧٥ مم و ٦٥٠ مم موجودة داخل حيز مفرغ من الهواء وتدور بسرعة محيطية عالية تبلغ نحو ٣٠٠ متر في الثانية أو أكثر مع بقاء محورها المركزي في الوضع الرأسي. ولبلوغ سرعة عالية يجب أن تكون نسبة المقاومة إلى الكثافة عالية في المواد الإنشائية للمكونات الدوارة، ويجب أن تكون مجمعة الجزء الدوار -ومن ثم مكوناتها المفردة- مصنوعة بدقة شديدة جداً من أجل تقليل الاختلال بقدر الإمكان. وبخلاف بعض الطاردات المركزية الأخرى، تتميز الطاردة المركزية الغازية المستخدمة في إثراء اليورانيوم بوجود عارضة دوارة واحدة (أو أكثر) قرصية الشكل داخل غرفة الجزء الدوار؛ ووجود مجموعة أنابيب ثابتة تُستخدم في ادخال واستخراج غاز سادس فلوريد اليورانيوم وتتألف من ثلاث قنوات منفصلة على الأقل، منها قناتان متصلتان بتجاويف تمتد من محور الجزء الدوار حتى محيط غرفة المحور الدوار. كما يوجد داخل الحيز المفرغ من الهواء عدد من المفردات الحرجة غير الدوارة والتي



## ملحوظة إيضاحية

تشمل المواد المستخدمة في المكونات الدوارة للطاردة المركزية ما يلي:

(أ) فولاذ مارتنسيطي قادر على مقاومة شد قصوى لا تقل عن ١,٩٥ غيغاباسكال؛

(ب) وسبانك ألومينيوم قادرة على مقاومة شد قصوى لا تقل عن ٠,٤٦ غيغاباسكال؛

(ج) مواد خيطية مناسبة لاستخدامها في هياكل مركبة، بمعامل نوعي لا يقل عن ٣,١٨ x ١٠<sup>٦</sup> متر، ومقاومة شد قصوى نوعية لا تقل عن ٧,٦٢ x ١٠<sup>٤</sup> متر ('المعامل النوعي' هو حاصل قسمة معامل يونغ (نيوتن/متر مربع) على الوزن النوعي (نيوتن/متر مكعب)؛ في حين أن 'مقاومة الشد القصوى النوعية' هي حاصل قسمة مقاومة الشد القصوى (نيوتن/متر مربع) على الوزن النوعي (نيوتن/متر مكعب)).

## ٢-١-٥- المكونات الساكنة

(أ) محامل التعليق المغنطيسي:

١- مجمعات محملية مصممة أو معدة خصيصاً، ومكونة من قطعة مغنطيسية حلقيّة مُعلّقة داخل وعاء يحتوي على وسيط مخمد. ويُصنّع الوعاء من مادة قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانسيوم (انظر الملحوظة الإيضاحية للقسم ٢-٥). وتفتقر القطعة المغنطيسية بقطعة قطبية أو بمغنطيس ثانٍ مُركّب على السدادة العلوية المذكورة في القسم ١-٥-١(هـ). ويمكن أن تكون القطعة المغنطيسية على شكل حلقة لا تزيد نسبة قطرها الخارجي الى قطرها الداخلي على ١,٦ : ١. كما يمكن أن تكون القطعة المغنطيسية على شكل يتميز بنفاذية أولية لا تقل عن ٠,١٥ هنري/متر، أو بمغنطيسية متبقية بنسبة لا تقل عن ٩٨,٥%، أو ناتج طاقة يزيد على ٨٠ كيلوجول/متر مكعب. وبالإضافة إلى الخواص المادية العادية، يُشترط أن يكون انحراف المحاور المغنطيسية عن المحاور الهندسية محدوداً بحدود تسامحية صغيرة جداً (أقل من ٠,١ مم)، أو يُشترط بصورة خاصة أن تكون مادة المغنطيس متجانسة.

٢- محامل مغنطيسية نشطة مصممة أو معدة خصيصاً للاستخدام مع الطارادات المركزية الغازية.

## ملحوظة إيضاحية

تتميز هذه المحامل في العادة بالخصائص التالية:

- مصممة بحيث تسمح ببقاء الجزء الدوار يدور حول مركزه بسرعة لا تقل عن ٦٠٠ هرتز،
- متصلة بمصدر قوى كهربائية يعول عليه و/أو وحدة قدرة كهربائية لا تنقطع حتى تعمل لأكثر من ساعة واحدة.

(ب) المحامل/المخمدات:

محامل مصممة أو معدة خصيصاً، مكونة من مجمعة محاور/فنجان مُركّبة على مُخمد. ويكون المحور عادة عبارة عن عمود دوار فولاذي مقوى على شكل نصف كروي في أحد طرفيه ومزود بوسيلة لإلحاقه بالسدادة السفلية المذكورة في القسم ١-٥-١(هـ) في طرفه الآخر. ولكن يجوز أن يكون العمود الدوار مزوداً بمحمل

هيدرودينامي ملحوق به. ويكون الفنجان على شكل كُرِيَّة بثُلْمَة نصف كروية في سطحه. وكثيراً ما يتم الإمداد بهذه المكونات بصورة منفصلة عن المخمد.

#### (ج) المضخات الجزئية:

أسطوانات مصممة أو معدة خصيصاً بأخاديد لولبية داخلية مفروزة بالمخرطة أو ميثوقة، وبتقوب داخلية مصنوعة على المخرطة. وتكون أبعادها النموذجية كما يلي: القطر الداخلي يتراوح بين ٧٥ مم و ٦٥٠ مم، ولا يقل سمك الجدار عن ١٠ مم، ولا يقل الطول عن القطر. كما يكون الشكل المقطعي للأخاديد مستطيلاً، ولا يقل عمقها عن ٢ مم.

#### (د) أجزاء المحرك الساكنة:

أجزاء ساكنة حلقيه الشكل مصممة أو معدة خصيصاً لمحركات التخلف المغنطيسي (أو الممانعة المغنطيسية) الشديدة السرعة التي تعمل بالتيار المتناوب المتعدد الأطوار من أجل عملية تزامنية في تردد فراغي لا يقل عن ٦٠٠ هرتز وبقدرة لا تقل عن ٤٠ فولط أمبير. ويمكن أن تتكون الأجزاء الثابتة من لفيفات متعددة الأطوار حول قلب حديدي رقائق منخض الفقد مكون من طبقات رقيقة لا يزيد سمكها على ٢,٠ مم.

#### (هـ) أغلفة/أو عية الطاردات المركزية:

مكونات مصممة أو معدة خصيصاً لاحتواء مجمعة الأنابيب الدوارة في الطاردة المركزية الغازية. ويتكون الغلاف من أسطوانة صلبة يصل سمك جدارها إلى ٣٠ مم، كما يتم قص طرفيها بدقة بواسطة المخرطة لوضع المحامل، ويتم تزويد كل منهما بشفة واحدة أو أكثر لتتكون هذه المحامل. ويكون الطرفان المفروزان بالمخرطة متوازيين فيما بينهما ومتعامدين مع المحور الطولي للأسطوانة بما لا يزيد عن ٠,٠٥ درجة. كما يجوز أن يكون هيكل الغلاف على شكل خلايا النحل بحيث يتسع لعدة مجمعات دوارة.

#### (و) المغرفات:

أنابيب مصممة أو معدة خصيصاً لاستخلاص غاز سادس فلوريد اليورانيوم من داخل الأنبوبة الدوارة بواسطة الحركة المحورية للأنبوبة (أي أنها مزودة بفتحة مواجهة للتدفق المحيطي للغاز داخل الأنبوبة الدوارة، مثلاً بحني طرف الأنبوب الميال إلى نصف القطر) وقابلة لتثبيتها في النظام المركزي لاستخلاص الغازات.

### ٢-٥ - النظم والمعدات والمكونات الإضافية المصممة أو المعدة خصيصاً للاستخدام في محطات الإثراء بالطرد المركزي الغازي

#### ملحوظة تمهيدية

النظم والمعدات والمكونات الإضافية المعدة للاستخدام في محطات الإثراء بالطرد المركزي الغازي هي نظم المحطات المطلوبة لتلقيم سادس فلوريد اليورانيوم داخل الطاردات المركزية، وتوصيل الطاردات المركزية فيما بينها لتكوين سلاسل تعاقبية (أو مراحل) للتمكن من بلوغ معدلات إثراء أعلى بصورة مطردة واستخراج 'نواتج' سادس فلوريد اليورانيوم و'مخلفاته' من الطاردات المركزية، بالإضافة إلى المعدات المطلوبة لتشغيل الطاردات المركزية أو التحكم بالمحطة.

ويتم عادة تبخير سادس فلوريد اليورانيوم من حالته الصلبة باستخدام مُمَيَّات مسخنة، ويجري توزيعه بشكله الغازي على الطاردات المركزية عن طريق أنابيب توصيل تعاقبية. كما أن 'نواتج' سادس فلوريد

اليورانيوم و'مخلفاته' المتدفقة على هيئة تيارات غازية من الطاردات المركزية يتم تمريرها عن طريق أنابيب توصيل تعاقبية إلى مصائد باردة (تعمل بدرجة حرارة ٢٠٣ كلفن (٧٠ درجة مئوية تحت الصفر))، حيث يجري تكثيفها قبل الاستمرار في نقلها إلى حاويات مناسبة لنقلها أو تخزينها. ونظراً لأن محطة الإثراء تتكون من آلاف الطاردات المركزية المرتبة بطريقة تعاقبية، فإن طول الأنابيب يبلغ عدة كيلومترات تشمل آلاف اللحامات وعدداً كبيراً من الأنساق التصميمية المتكررة. وتُصنَع المعدات والمكونات ونظم الأنابيب بمستويات عالية جداً من حيث التفريغ والنظافة.

### ملحوظة إيضاحية

بعض المفردات المذكورة أدناه إما أنها تتصل اتصالاً مباشراً بغاز سادس فلوريد اليورانيوم المستخدم في المعالجة أو أنها تتحكم تحكماً مباشراً في الطاردات المركزية وفي مرور الغاز من طاردة مركزية إلى أخرى ومن سلسلة تعاقبية إلى أخرى. والمواد القادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم تشمل النحاس، أو سبائك النحاس، أو الفولاذ غير القابل للصدأ، أو الألومنيوم، أو أكسيد الألومنيوم، أو سبائك الألومنيوم، أو النيكل، أو السبائك التي تحتوي نسبة لا تقل عن ٦٠% من النيكل، والبوليمرات الهيدروكربونية المفلورة.

### ١-٢-٥ - نظم التفقيم/نظم سحب النواتج والمخلفات

نظم أو معدات معالجة مصممة أو معدة خصيصاً لمحطات الإثراء ومصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو محمية بهذه المواد، وتشمل ما يلي:

- (أ) مُحَمَّيات تلقيم، أو أفران، أو نظم تُستخدم لتمرير سادس فلوريد اليورانيوم إلى عملية الإثراء؛
- (ب) مُحَوَّلات من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة أو مصائد باردة أو مضخات تُستخدم في سحب سادس فلوريد اليورانيوم من عملية الإثراء لنقله بعد ذلك عند تسخينه؛
- (ج) محطات تصليد أو تسييل تُستخدم في سحب سادس فلوريد اليورانيوم من عملية الإثراء عن طريق ضغطه وتحويله إلى الشكل السائل أو الصلب؛
- (د) محطات 'نواتج' أو 'مخلفات' لنقل سادس فلوريد اليورانيوم إلى حاويات.

### ٢-٢-٥ - نظم أنابيب التوصيل الآلية

نظم أنابيب ونظم توصيل مصممة أو معدة خصيصاً لمناولة سادس فلوريد اليورانيوم داخل سلاسل الطاردات المركزية التعاقبية. وتكون شبكة الأنابيب عادة من نوع نظام التوصيل 'الثلاثي'، حيث تكون كل طاردة مركزية موصلة بكل من الموصلات. وبالتالي تكون هناك كمية كبيرة من الأشكال المتكررة في الشبكة. وتكون كلها مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم (انظر الملحوظة الإيضاحية الخاصة بهذا القسم) أو محمية بهذه المواد، كما تُصنَع بمستويات عالية جداً من حيث التفريغ والنظافة.

### ٥-٢-٣- صمامات الإغلاق والتحكم الخاصة

(أ) صمامات إغلاق مصممة أو معدة خصيصاً للتحكم في التيارات الغازية لسداس فلوريد اليورانيوم المستخدم في التلقيح أو نواتجه أو مخلفاته في كل طاردة مركزية غازية على حدة.

(ب) صمامات إغلاق أو تحكم منفاخية مزودة بسدادات منفاخية، يدوية أو مؤتمتة، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسداس فلوريد اليورانيوم أو محمية بهذه المواد، ويتراوح قطرها الداخلي الصمام بين ١٠ و ١٦٠ مم، وهي مصممة أو معدة خصيصاً لاستخدامها في النظم الرئيسية أو الثانوية لمحطات الإثراء بالطرد المركزي الغازي.

#### ملحوظة إيضاحية

الصمامات النموذجية المصممة أو المعدة خصيصاً تشمل الصمامات المزودة بسدادات منفاخية، وأنواع صمامات الإغلاق السريعة، والصمامات السريعة، وغيرها.

### ٥-٢-٤- المطيافات الكتلية لسداس فلوريد اليورانيوم/المصادر الأيونية

مطيافات كتلية مصممة أو معدة خصيصاً، قادرة على أخذ عينات "مباشرة" من المجاري الغازية لسداس فلوريد اليورانيوم، وتتميز بجميع الخصائص التالية:

١- قادرة على قياس أيونات ٣٢٠ وحدة من وحدات الكتلة الذرية أو أكثر، ولها قدرة على التحليل تزيد على جزء واحد في ٣٢٠؛

٢- مصادر أيونية مركبة من النيكل أو سبائك النيكل والنحاس التي لا تقل فيها نسبة النيكل عن ٦٠% حسب الوزن، أو سبائك النيكل والكروم أو محمية بهذه المواد؛

٣- مصادر تأيين بالرجم الإلكتروني؛

٤- نظام تجميع مناسب للتحليل النظيري.

### ٥-٢-٥- مغيرات التردد

مغيرات تردد (معروفة أيضاً على أنها محولات أو مقومات عكسية) مصممة أو معدة خصيصاً من أجل أجزاء المحرك الساكنة المعرفة في الفقرة ٥-١-٢(د)، أو أجزاء أو مكونات أو مجموعات فرعية لمثل هذه المغيرات، وتتميز بـكلتا الخاصيتين التاليتين:

١- نتاج ترددي متعدد الأطوار بذبذبة لا تقل عن ٦٠٠ هرتز؛

٢- واستقرار عالٍ (مع قدرة على التحكم في الذبذبة بنسبة أعلى من ٠,٢%)؛

### ٥-٣- المجمعات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصاً للاستخدام في الإثراء بالانتشار الغازي

#### ملحوظة تمهيدية

المجمعة التكنولوجية الرئيسية في أسلوب الانتشار الغازي للفصل النظيري لليورانيوم هي عبارة عن حاجز مسامي خاص للانتشار الغازي، ومبدل حراري لتبريد الغاز (يتم تسخينه عن طريق عملية

(الضغط)، وصمامات ختامية وصمامات تحكمية وأنابيب. وبقدر ما تستخدم تكنولوجيا الانتشار الغازي سادس فلوريد اليورانيوم، فإنّ جميع أسطح المعدات والأنابيب والأجهزة (الملامسة للغاز) يجب أن تُصنع من مواد لا تتأثر بملامسة سادس فلوريد اليورانيوم. ويتطلب مرفق الانتشار الغازي عدداً من هذه المجمعات بحيث يمكن للكميات أن توفر مؤشراً هاماً للاستعمال النهائي.

### ١-٣-٥- حواجز الانتشار الغازي والمواد الحاجزة

(أ) مُرَشَّحات مسامية رقيقة، مصممة أو معدّة خصيصاً بحيث يكون القطر المسامي ١٠-١٠٠ نانومتر، ولا يزيد السمك على ٥ مم، ولا يزيد قطر الأشكال الأنبوبية على ٢٥ مم، وتُصنع من مواد معدنية أو متبلّرة أو خزفية قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (انظر الملحوظة الإيضاحية الخاصة بالقسم ٤-٥)،

(ب) مُرَكَّبَات أو مساحيق معدّة خصيصاً لصنع مثل هذه المُرَشَّحات. وتشمل هذه المُرَكَّبَات والمساحيق النيكل أو السبائك التي تحتوي على النيكل بنسبة لا تقل عن ٦٠٪ من الوزن، أو أكسيد الألومينيوم، أو البوليمرات الهيدروكربونية المفلورة فلورة كاملة والقادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم، والتي لا تقل نسبة نقائها عن ٩٩,٩٪ حسب الوزن، ويقل حجم جزيئاتها عن ١٠ ميكرونات، وتتميز بدرجة تجانس عالية من حيث حجم الجزيئات، وتكون معدّة خصيصاً لصنع حواجز الانتشار الغازي.

### ٢-٣-٥- أوعية الانتشار

أوعية مختومة بإحكام مصممة أو معدّة خصيصاً لاحتواء حاجز الانتشار الغازي، ومصنوعة من مواد قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم أو محمية بهذه المواد (انظر الملحوظة الإيضاحية الخاصة بالقسم ٤-٥).

### ٣-٣-٥- الضاغطات ونفاخات الغاز

ضاغطات أو نفاخات غاز مُصممة أو معدّة خصيصاً بقدرة شفط لسادس فلوريد اليورانيوم لا تقل عن ١ متر مكعب/دقيقة، وبضغط تصريف يصل إلى ٥٠٠ كيلوباسكال، مصممة للتشغيل الطويل الأجل في بيئة سادس فلوريد اليورانيوم، بالإضافة إلى مجمعات منفصلة من مثل هذه الضاغطات ونفاخات الغاز. كما أن نسبة ضغط هذه الضاغطات ونفاخات الغاز لا تزيد عن ١٠ : ١ وهي مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم أو محمية بهذه المواد (انظر الملحوظة الإيضاحية الخاصة بالقسم ٤-٥).

### ٤-٣-٥- سدادات العمود الدوار

سدادات مفرغة مصممة أو معدّة خصيصاً بتوصيلات تلقيم وتوصيلات تصريف للسدادات، من أجل إغلاق العمود الذي يوصل الأعمدة الدوارة للضاغطات أو نفاخات الغاز بمحركات التشغيل لضمان موثوقية السدادات لمنع تسرب الهواء إلى داخل الغرفة الداخلية للضاغط أو نفاخة الغاز، المليئة بسادس فلوريد اليورانيوم. وتُصمَّم مثل هذه السدادات عادة بحيث لا يتجاوز معدل تسرب الغاز إلى الداخل ١٠٠٠ سنتيمتر مكعب في الدقيقة.

### ٥-٣-٥- مبدلات الحرارة لتبريد سادس فلوريد اليورانيوم

مبدلات حرارة مصممة أو معدة خصيصاً ومصنوعة من مواد قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم أو محمية بهذه المواد (انظر الملحوظة الإيضاحية الخاصة بالقسم ٥-٤-٥-)، والغرض منها تغير الضغط التسريبي بمعدل يقل عن ١٠ باسكال في الساعة حيث يكون فرق الضغط ١٠٠ كيلوباسكال.

### ٥-٤-٥- النظم والمعدات والمكونات الإضافية المصممة أو المعدة خصيصاً للاستخدام في الإثراء بالانتشار الغازي

#### ملحوظة تمهيدية

النظم والمعدات والمكونات الإضافية المعدة للاستخدام في محطات الإثراء بالانتشار الغازي هي نظم المحطات اللازمة لتلقيح سادس فلوريد اليورانيوم في مجمعة الانتشار الغازي، وتوصيل المجمعات فيما بينها لتكوين سلاسل تعاقبية (أو مراحل) للتمكن من بلوغ معدلات إثراء أعلى بصورة مطردة واستخراج "نواتج" و"مخلفات" سادس فلوريد اليورانيوم من مجمعات الانتشار التعاقبية. ونظراً لخواص القصور الذاتي العالية لمجمعات الانتشار التعاقبية، فإن أي انقطاع في تشغيلها، ولا سيما وقف تشغيلها، يؤدي إلى عواقب خطيرة. ولذا فمن المهم أن تتم في أي محطة للانتشار الغازي المحافظة بشكل صارم وبصورة دائمة على التفريغ التام في جميع النظم التكنولوجية، وضمان الحماية الآلية من الحوادث، وتنظيم تدفق الغاز بطريقة مؤتمتة دقيقة. ويؤدي هذا كله إلى الحاجة إلى تجهيز المحطة بعدد كبير من نظم خاصة للقياس والتنظيم والمراقبة.

ويتم عادة تبخير سادس فلوريد اليورانيوم من أسطوانات موضوعة داخل محميات، ويجري توزيعه بشكله الغازي إلى نقطة الدخول عن طريق أنابيب توصيل تعاقبية. أما "نواتج" سادس فلوريد اليورانيوم و"مخلفاته" المتدفقة على هيئة تيارات غازية من نقاط الخروج فيتم تمريرها عن طريق أنابيب توصيل تعاقبية إما إلى مصائد باردة أو إلى محطات ضغط، حيث يجري تحويل غاز سادس فلوريد اليورانيوم إلى سائل، وذلك قبل متابعة نقله إلى حاويات مناسبة لنقله أو خزنه. ونظراً لأن محطة الإثراء بالانتشار الغازي تتكون من عدد كبير من مجمعات الانتشار الغازي المرتبة ضمن سلاسل تعاقبية فإن طول أنابيب التوصيل التعاقبية يبلغ عدة كيلومترات تشمل آلاف اللحامات وعدداً كبيراً من الأنساق التصميمية المتكررة. وتُصنع المعدات والمكونات ونظم الأنابيب بمستويات عالية جداً من حيث التفريغ والنظافة.

#### ملحوظة إيضاحية

المفردات المذكورة أدناه إما أنها تتصل اتصالاً مباشراً بغاز سادس فلوريد اليورانيوم المستخدم في المعالجة أو أنها تتحكم تحكماً مباشراً في التدفق داخل السلسلة التعاقبية. والمواد القادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم تشمل النحاس، أو سبائك النحاس، أو الفولاذ غير القابل للصدأ، أو الألومينيوم، أو أكسيد الألومينيوم، أو سبائك الألومينيوم، أو النيكل، أو السبائك التي تحتوي نسبة لا تقل عن ٦٠% من النيكل، والبوليمرات الهيدروكربونية المفلورة.

### ٥-٤-٥-١- نظم التلقيح/نظم سحب النواتج والمخلفات

نظم أو معدات معالجة مصممة أو معدة خصيصاً لمحطات الإثراء ومصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو محمية بهذه المواد، وتشمل ما يلي:

- (أ) مُحمّيات تلقيم، أو أفران، أو نظم تُستخدم لتمرير سادس فلوريد اليورانيوم إلى عملية الإثراء؛
- (ب) مُحوَّلات من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة أو مصادد باردة أو مضخات تُستخدم في سحب سادس فلوريد اليورانيوم من عملية الإثراء لنقله بعد ذلك عند تسخينه؛
- (ج) محطات تصليد أو تسييل تُستخدم في سحب سادس فلوريد اليورانيوم من عملية الإثراء عن طريق ضغطه وتحويله إلى الشكل السائل أو الصلب؛
- (د) محطات 'نواتج' أو 'مخلفات' لنقل سادس فلوريد اليورانيوم إلى حاويات.

#### ٢-٤-٥ - نظم أنابيب التوصيل

نظم أنابيب ونظم توصيل مصممة أو معدّة خصيصاً لمناولة سادس فلوريد اليورانيوم داخل سلاسل الانتشار الغازي التعاقبية.

#### ملحوظة إيضاحية

عادة ما تكون شبكة الأنابيب من النظام التوصيلي "الثنائي"، حيث تكون كل خلية موصّلة بكلّ من أنابيب التوصيل.

#### ٣-٤-٥ - النظم الفراغية

(أ) مشاعب فراغية ونظم توصيل فراغية ومضخات فراغية مصممة أو معدّة خصيصاً بقدرة شفط لا تقل عن ٥ أمتار مكعبة في الدقيقة.

(ب) مضخات فراغية مصممة خصيصاً للعمل في أجواء تحتوي على سادس فلوريد اليورانيوم، وهي مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو محمية بمثل هذه المواد (انظر الملحوظة الإيضاحية الخاصة بهذا القسم). وقد تكون هذه المضخات دوارة أو إيجابية وذات سدادات إزاحية وفلوروكربونية وقد تكون لها موائع عمل خاصة.

#### ٤-٤-٥ - صمامات الإغلاق والتحكم الخاصة

صمامات إغلاق أو تحكم منفاخية، يدوية أو مؤتمتة، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو محمية بمثل هذه المواد (انظر الملحوظة الإيضاحية الخاصة بهذا القسم)، وهي مصممة أو معدّة خصيصاً لتركيبها في النظم الرئيسية أو الثانوية لمحطات الإثراء بالانتشار الغازي.

#### ٥-٤-٥ - المطيافات الكتلية لسادس فلوريد اليورانيوم/المصادر الأيونية

مطيافات كتلية مصممة أو معدّة خصيصاً، قادرة على أخذ عيّّنات مباشرة من المجاري الغازية لسادس فلوريد اليورانيوم، وتتميّز بجميع الخصائص التالية.

- ١- قدرة على قياس أيونات ٣٢٠ وحدة من وحدات الكتلة الذرية أو أكثر، ولها قدرة على التحليل تزيد على جزء واحد في ٣٢٠؛

٢- مصادر أيونية مركبة من النيكل أو سبائك النيكل والنحاس التي لا تقل فيها نسبة النيكل عن ٦٠% حسب الوزن، أو سبائك النيكل والكروم أو محمية بهذه المواد؛

٣- مصادر تأيين بالرجم الإلكتروني؛

٤- لها نظام تجميع مناسب للتحليل النظيري.

## ٥-٥-٥-٥ النظم والمعدات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصاً لاستخدامها في محطات الإثراء الأيرودينامي

### ملحوظة تمهيدية

يتم في عمليات الإثراء الأيرودينامي ضغط مزيج من سادس فلوريد اليورانيوم بشكله الغازي والغاز الخفيف (الهيدروجين أو الهليوم)، ثم يمرر عبر عناصر فصل حيث يتم الفصل النظيري عن طريق توليد قوى طاردة مركزية عالية بواسطة شكل هندسي منحني الجدار. وقد استُحدثت بنجاح عمليتان من هذا النوع وهما: عملية الفصل بالفوهة النفائثة، وعملية الفصل الدوامي بالأنابيب. وفي كلتا العمليتين تشمل المكونات الرئيسية لمرحلة الفصل أو عيةً أسطوانية تحتوي على عناصر الفصل الخاصة (الفوهات النفائثة أو أنابيب الفصل الدوامي)، والضواغط الغازية ومبدلات الحرارة المستخدمة في سحب الحرارة الناجمة عن الضغط. وتحتاج أي محطة أيرودينامية لعدد من هذه المراحل، بحيث توفر الكميات مؤشراً هاماً للاستخدام النهائي. ولما كانت العمليات الأيرودينامية تستخدم سادس فلوريد اليورانيوم، فإن جميع أسطح المواد والأنابيب والأجهزة (الملامسة للغاز) يجب أن تكون مصنوعة من مواد لا تتأثر بملامستها لسادس فلوريد اليورانيوم أو محمية بهذه المواد.

### ملحوظة إيضاحية

المفردات التي يرد بيانها في هذا الجزء إما أنها تلامس مباشرة غاز سادس فلوريد اليورانيوم المستخدم في المعالجة، أو تتحكم تحكماً مباشراً في تدفقه داخل السلسلة التعاقبية. وتكون جميع الأسطح الملامسة للغاز المستخدم في المعالجة بالكامل مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو محمية بهذه المواد. ولأغراض الجزء المتعلق بمفردات الإثراء الأيرودينامي، تشمل المواد القادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم النحاس أو سبائك النحاس، أو الفولاذ غير القابل للصدأ أو الألومينيوم، أو أكسيد الألومينيوم، أو سبائك الألومينيوم، أو النيكل أو السبائك التي تحتوي على النيكل بنسبة لا تقل عن ٦٠% حسب الوزن، والبوليمرات الهيدروكربونية المفلورة.

### ٥-٥-٥-١-٥ فوهات الفصل النفائثة

فوهات الفصل النفائثة ومجمعاتها المصممة أو المعدة خصيصاً لها. وتتألف فوهات الفصل النفائثة من قنوات منحنية على شكل شق طولي لا يزيد نصف قطر انحنائها على ١ مم، وقادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم ولها حافة قاطعة داخل الفوهة النفائثة تفصل الغاز المتدفق عبر الفوهة إلى جزأين.

### ٥-٥-٥-٢-٥ أنابيب الفصل الدوامي

أنابيب الفصل الدوامي ومجمعاتها المصممة أو المعدة خصيصاً. وتكون أنابيب الفصل الدوامي أسطوانية الشكل أو مستدقة الطرف، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو محمية

بهذه المواد، ولها مدخل مماس واحد أو أكثر. ويجوز أن تجهز الأنابيب بملحقات على شكل فوهات نفائثة في أحد طرفيها أو كليهما.

### ملحوظة إيضاحية

يدخل غاز التلقيح إلى أنبوبة الفصل الدوامي ماساً عبر أحد الطرفين أو عبر فتحات دوامية، أو في عدة مواضع مماسة على طول محيط الأنبوبة.

### ٣-٥-٥ الضاغطات ونفاخات الغاز

ضاغطات أو نفاخات غاز مصممة أو معدة خصيصاً ومصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم/الغازات الحاملة له (الهيدروجين والهليوم) أو محمية بهذه المواد.

### ٤-٥-٥ سدادات العمود الدوار

سدادات للعمود الدوار مصممة أو معدة خصيصاً، بتوصيلات تلقيح وتوصيلات تصريف للسدادات، من أجل إغلاق العمود الذي يوصل الأعمدة الدوارة للضاغطات أو نفاخات الغاز، حسب تعريفها الوارد في الفقرة ٣-٥-٥ أعلاه، بمحركات التشغيل من أجل ضمان موثوقية السدادات لمنع تسرب الغاز المستخدم في المعالجة إلى الخارج، أو تسرب الهواء أو غاز الإغلاق إلى داخل الغرفة الداخلية للضاغظ أو نفاخة الغاز، المليئة بمزيج من سادس فلوريد اليورانيوم/الغازات الحاملة له.

### ٥-٥-٥ مبدلات الحرارة لتبريد الغاز

مبدلات حرارة مصممة أو معدة خصيصاً، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو محمية بهذه المواد.

### ٦-٥-٥ أوعية فصل العناصر

أوعية مصممة أو معدة خصيصاً لفصل العناصر، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو محمية بهذه المواد، بغرض احتواء أنبوبات الفصل الدوامي أو فوهات الفصل النفائثة.

### ٧-٥-٥ نظم التلقيح/نظم سحب النواتج والمخلفات

نظم أو معدات معالجة مصممة أو معدة خصيصاً لمحطات الإثراء مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو محمية بهذه المواد، وتشمل ما يلي:

- (أ) مُحَمِّيات تلقيح، أو أفران، أو نظم تُستخدم لتمرير سادس فلوريد اليورانيوم إلى عملية الإثراء؛
- (ب) مُحَوِّلات من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة (أو مصائد باردة) تُستخدم في سحب سادس فلوريد اليورانيوم من عملية الإثراء لنقله بعد ذلك عند تسخينه؛
- (ج) محطات تصليد أو تسييل تُستخدم في سحب سادس فلوريد اليورانيوم من عملية الإثراء عن طريق ضغطه وتحويله إلى الشكل السائل أو الصلب؛
- (د) محطات 'نواتج' أو 'مخلفات' لنقل سادس فلوريد اليورانيوم إلى حاويات.

### ٥-٥-٨- نظم أنابيب التوصيل

نظم أنابيب توصيل مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو محمية بهذه المواد، مصممة أو معدة خصيصاً لمناولة سادس فلوريد اليورانيوم داخل السلاسل التعاقبية الأيرودينامية. وعادة ما تكون شبكة الأنابيب هذه ذات تصميم يتميز بالتوصيل 'الثنائي'، حيث تكون كل مرحلة أو مجموعة مراحل موصلة بكل من أنابيب التوصيل.

### ٥-٥-٩- النظم والمضخات الفراغية

(أ) نظم فراغية مصممة أو معدة خصيصاً تتكون من مشاعب فراغية وموصلات فراغية ومضخات فراغية، ومصممة للعمل في أجواء تحتوي على سادس فلوريد اليورانيوم،

(ب) مضخات فراغية مصممة أو معدة خصيصاً للعمل في أجواء تحتوي على سادس فلوريد اليورانيوم، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو محمية بهذه المواد. ويجوز لهذه المضخات أن تستخدم سدادات فلوروكربونية وموائع عمل خاصة.

### ٥-٥-١٠- صمامات الإغلاق والتحكم الخاصة

صمامات إغلاق أو تحكم منفاخية، يدوية أو مؤتمتة، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو محمية بهذه المواد، ولا يقل قطر الصمام عن ٤٠ مم، وهي مصممة أو معدة خصيصاً لتكبيها في النظم الرئيسية أو الثانوية لمحطات الإثراء الأيرودينامية.

### ٥-٥-١١- المطيافات الكتلية لسادس فلوريد اليورانيوم/المصادر الأيونية

مطيافات كتلية مصممة أو معدة خصيصاً، قادرة على أخذ عينات مباشرة من المجاري الغازية لسادس فلوريد اليورانيوم، وتتميز بجميع الخصائص التالية:

١- قادرة على قياس أيونات ٣٢٠ وحدة من وحدات الكتلة الذرية أو أكثر، ولها قدرة على التحليل تزيد على جزء واحد في ٣٢٠؛

٢- مصادر أيونية مركبة من النيكل أو سبائك النيكل والنحاس التي لا تقل فيها نسبة النيكل عن ٦٠% حسب الوزن، أو سبائك النيكل والكروم أو محمية بهذه المواد؛

٣- مصادر تأيين بالرجم الإلكتروني؛

٤- لها نظام تجميع مناسب للتحليل النظيري.

### ٥-٥-١٢- نظم فصل سادس فلوريد اليورانيوم عن الغازات الحاملة له

نظم معالجة مصممة أو معدة خصيصاً لفصل سادس فلوريد اليورانيوم عن الغازات الحاملة له (الهيدروجين أو الهليوم).

### ملحوظة إيضاحية

صُممت هذه النظم لتخفيف محتوى سادس فلوريد اليورانيوم في الغازات الحاملة له إلى جزء واحد في المليون، ويمكن أن تشمل بعض المعدات مثل:

- (أ) مبدلات الحرارة بالتبريد وأجهزة الفصل العاملة عند درجات حرارة منخفضة القادرة على العمل عند درجات حرارة تصل إلى ١٥٣ كلفن (١٢٠ درجة مئوية تحت الصفر) أو أقل،
- (ب) أو وحدات التبريد العاملة عند درجات حرارة منخفضة والقادرة على العمل عند درجات حرارة تصل إلى ١٥٣ كلفن (١٢٠ درجة مئوية تحت الصفر) أو أقل،
- (ج) أو فوهات فصل نفائثة أو أنبوبات فصل دوّامي مستخدمة في فصل سادس فلوريد اليورانيوم عن الغازات الحاملة له،
- (د) أو مصائد باردة لسادس فلوريد اليورانيوم قادرة على تجميد سادس فلوريد اليورانيوم.

### ٦-٥- النظم والمعدات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصاً لاستخدامها في محطات الإثراء بالتبادل الكيميائي أو التبادل الأيوني

#### ملحوظة تمهيدية

تؤدي الاختلافات البسيطة في الكتلة بين مختلف نظائر اليورانيوم إلى حدوث تغيرات طفيفة في توازنات التفاعلات الكيميائية وبالتالي يمكن استخدامها كأساس لفصل النظائر. وقد استُحدثت بنجاح عمليتان هما: التبادل الكيميائي بين سائلين، والتبادل الأيوني بين مادة صلبة وأخرى سائلة.

ففي عملية التبادل الكيميائي بين سائلين، يجري اتصال في الاتجاه المعاكس بين أطوار سائلين غير قابلين للامتزاج (مائي وعضوي) لإحداث الأثر التعاقبي لآلاف من مراحل الفصل. ويتألف الطور المائي من كلوريد اليورانيوم في محلول حامض الهيدروكلوريك؛ أما الطور العضوي فيتكون من مادة استخلاص تحتوي على كلوريد اليورانيوم في مذيب عضوي. ويجوز أن تكون الموصلات المستخدمة في سلسلة الفصل التعاقبية أعمدة تبادل بين سائلين (مثل الأعمدة النبضية المزودة ببلوحات منخلية) أو موصلات نبذ السوائل بالتردد المركزي. ويلزم حدوث تحولات كيميائية (أكسدة واختزال) عند طرفي سلسلة الفصل التعاقبية من أجل الوفاء بمتطلبات إعادة الدفق في كل طرف. وأحد الاهتمامات الرئيسية بالنسبة للتصميم يتمثل في تجنب تلوث مجاري المعالجة ببعض الأيونات الفلزية. ولذا تُستخدم أعمدة وأنابيب مصنوعة من البلاستيك و/أو مبطنّة بالبلاستيك (بما يشمل استخدام البوليمرات الفلوروكربونية) و/أو مبطنّة بالزجاج.

أما في عملية التبادل الأيوني بين المادتين الصلبة والسائلة، فيتم الإثراء عن طريق امتزاز/مخ اليورانيوم داخل مادة راتنجية أو ممتزة خاصة للتبادل الأيوني تتميز بسرعة عمل فائقة. ويتم تمرير محلول من اليورانيوم في حامض الهيدروكلوريك ومواد كيميائية أخرى عبر أعمدة الإثراء الأسطوانية التي تحتوي على قيعان مبطنّة للمواد الممتزة. ولضمان عدم انقطاع العملية، يلزم استخدام نظام لإعادة الدفق لتحرير اليورانيوم من المادة الممتزة إلى التدفق السائل بحيث يمكن جمع 'النواتج' و'المخلفات'. ويتم ذلك باستخدام عوامل كيميائية مناسبة للاختزال/الأكسدة يعاد تنشيطها بالكامل في دوائر خارجية

منفصلة، كما يمكن إعادة تنشيطها جزئياً داخل أعمدة الفصل النظيري ذاتها. ونظراً لاستخدام محاليل مركزة ساخنة من حامض الهيدروكلوريك في هذه العملية، يلزم أن تكون المعدات مصنوعة من مواد خاصة قادرة على مقاومة التآكل أو أن تكون محمية بهذه المواد.

### ٥-٦-١- أعمدة التبادل بين سائلين (التبادل الكيميائي)

أعمدة للتبادل بين سائلين يتدفقان في اتجاهين معاكسين، وهي مزودة بمستلزمات للقوى الميكانيكية ومصممة أو معدة خصيصاً لإثراء اليورانيوم باستخدام عملية التبادل الكيميائي. ولمقاومة التآكل بمحاليل مركزة لحامض الهيدروكلوريك، تكون هذه الأعمدة ومكوناتها الداخلية مصنوعة في العادة من مواد بلاستيكية مناسبة (مثل البوليمرات الفلوروكربونية الهيدروكربونية المفلورة) أو الزجاج أو تكون محمية بهذه المواد. ويُصمَّم في العادة زمن البقاء المرهلي للأعمدة بحيث يكون قصيراً ولا يزيد على ٣٠ ثانية.

### ٥-٦-٢- موصلات لنبذ السوائل بالطرد المركزي (التبادل الكيميائي)

موصلات لنبذ السوائل بالطرد المركزي مصممة أو معدة خصيصاً لإثراء اليورانيوم باستخدام عملية التبادل الكيميائي. وتستخدم مثل هذه الموصلات الدوران لتشتيت المجاري العضوية والمائية ثم تستخدم قوة الطرد المركزي لفصل الأطوار. ولمقاومة التآكل بمحاليل مركزة لحامض الهيدروكلوريك، تكون الموصلات مصنوعة عادة من مواد بلاستيكية مناسبة (مثل البوليمرات الفلوروكربونية الهيدروكربونية المفلورة) أو الزجاج أو تكون محمية بهذه المواد. وقد روعي في تصميم زمن البقاء المرهلي لموصلات النبذ بالطرد المركزي أن يكون قصيراً (لا يتجاوز ٣٠ ثانية).

### ٥-٦-٣- نظم ومعدات اختزال اليورانيوم (التبادل الكيميائي)

(أ) خلايا اختزال كهروكيميائية مصممة أو معدة خصيصاً لاختزال اليورانيوم من حالة تكافؤ إلى أخرى من أجل إثراء اليورانيوم باستخدام عملية التبادل الكيميائي. ويجب أن تكون مواد الخلايا الملامسة لمحاليل المعالجة قادرة على مقاومة التآكل بالمحاليل المركزة لحامض الهيدروكلوريك.

#### ملحوظة إيضاحية

يراعى في تصميم حجيرة الخلايا الكاثودية أن تمنع إعادة أكسدة اليورانيوم إلى حالة التكافؤ الأعلى. ولإبقاء اليورانيوم داخل الحجيرة الكاثودية، يجوز أن تزود الخلية بغشاء حاجز كتيمة مكون من مواد خاصة لتبادل الكاتيونات. ويتألف الكاثود من موصل صلب ملائم كالغرافيت.

(ب) نظم مصممة أو معدة خصيصاً لاستخدامها في الطرف الختامي للسلسلة التعاقبية من أجل إخراج اليورانيوم<sup>٤+</sup> من المجرى العضوي، وضبط التركيز الحمضي وتلقيح خلايا الاختزال الكهروكيميائي.

#### ملحوظة إيضاحية

تتألف هذه النظم من معدات استخلاص للمذيبات من أجل سحب اليورانيوم<sup>٤+</sup> من المجرى العضوي ونقله إلى محلول مائي، ومعدات تبيخير و/أو معدات أخرى لضبط ومراقبة نسبة تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول، ومضخات أو أجهزة أخرى لنقل مادة التلقيح إلى خلايا الاختزال الكهروكيميائي. ومن الاعتبارات الرئيسية التي يجب مراعاتها في التصميم تجنب تلوث المجرى المائي

بأيونات فلزية معيّنة. وعلى ذلك يتم بناء النظام، بالنسبة للأجزاء الملامسة لمجرى المعالجة، من معدات مصنوعة من مواد مناسبة (مثل الزجاج وبوليمرات الفلوروكربون، وكبريتات البولي فينيل، وسلفون البولي إثير، والغرافيت المشرب بالراتينج) أو محمية بهذه المواد.

#### ٥-٦-٤- نظم تحضير مادة التلقيح (التبادل الكيميائي)

نظم مصممة أو معدة خصيصاً لإنتاج محاليل التلقيح المكوّنة من كلوريد اليورانيوم العالي النقاء لاستخدامها في محطات فصل نظائر اليورانيوم بالتبادل الكيميائي.

#### ملحوظة إيضاحية

تتكون هذه النظم من معدات للإذابة و/أو الاستخلاص بالمذيبات و/أو التبادل الأيوني لأغراض التنقية، وخلايا التحليل الكهربائي لاختزال اليورانيوم<sup>٦+</sup> أو اليورانيوم<sup>٤+</sup> إلى اليورانيوم<sup>٣+</sup>. وتنتج هذه النظم محاليل كلوريد اليورانيوم التي لا تحتوي إلا على بضعة أجزاء في المليون من الشوائب الفلزية مثل الكروم، والحديد، والفاناديوم، والموليبدنوم، والكاثيونات الأخرى الثنائية التكافؤ أو المتعددة التكافؤ الأعلى منها. والمواد المستخدمة في بناء أجزاء من النظام الذي يعالج اليورانيوم<sup>٣+</sup> العالي النقاء تشمل الزجاج أو البوليمرات الفلوروكربون الهيدروكربونية المفطورة، أو كبريتات البولي فينيل، أو الغرافيت المبطن ببلاستيك سلفون البولي إثير والمشرب بالراتينج.

#### ٥-٦-٥- نظم أكسدة اليورانيوم (التبادل الكيميائي)

نظم مصممة أو معدة خصيصاً لأكسدة اليورانيوم<sup>٣+</sup> إلى يورانيوم<sup>٤+</sup> بغرض إعادته إلى السلسلة التعااقبية لفصل نظائر اليورانيوم في عملية الإثراء بالتبادل الكيميائي.

#### ملحوظة إيضاحية

يجوز أن تشمل هذه النظم معدات مثل:

- (أ) معدات لإحداث التماس بين الكلور والأكسجين من جهة والدفق المائي الخارج من معدات الفصل النظيري من جهة ثانية، واستخلاص اليورانيوم<sup>٤+</sup> الناتج في المجرى العضوي النصيل العائد من الطرف الخاص بالنواتج في السلسلة التعااقبية،
- (ب) معدات لفصل الماء عن حامض الهيدروكلوريك حتى يمكن إعادة إدخال الماء وحامض الهيدروكلوريك المركّز إلى العملية في المواقع الملائمة.

#### ٥-٦-٦- راتينجات/ممتازات التبادل الأيوني السريعة التفاعل (التبادل الأيوني)

راتينجات أو ممتازات سريعة التفاعل للتبادل الأيوني مصممة أو معدة خصيصاً لإثراء اليورانيوم باستخدام عملية التبادل الأيوني، بما في ذلك الراتينجات المسامية ذات الشبكات الكبيرة، و/أو الهياكل الغشائية التي تنحصر فيها مجموعات التبادل الكيميائي النشط في طبقة على سطح هيكل داعم مسامي خامل، والهياكل المركبة الأخرى بأي شكل مناسب، بما في ذلك الجسيمات أو الألياف. ولا يزيد قطر راتينجات/ممتازات التبادل الأيوني هذه على ٠,٢ مم، ويجب أن تكون قادرة كيميائياً على مقاومة محاليل حامض الهيدروكلوريك المركّز وأن تكون ذات قوة مادية تكفل عدم تحللها في أعمدة التبادل. والراتينجات/الممتازات

مصممة خصيصاً لبلوغ حركة سريعة جداً في تبادل نظائر اليورانيوم (معدل التبادل لا يزيد على ١٠ ثوانٍ في نصف الوقت)، وقادرة على العمل في درجة حرارة تتراوح بين ٣٧٣ كلفن (١٠٠ درجة مئوية) و ٤٧٣ كلفن (٢٠٠ درجة مئوية).

#### ٥-٦-٧- أعمدة التبادل الأيوني (التبادل الأيوني)

أعمدة أسطوانية الشكل يزيد قطرها على ١٠٠٠ مم لاحتواء ودعم القيعان المبطنة لراتينجات/متمزات التبادل الأيوني، مصممة أو معدة خصيصاً لإثراء اليورانيوم باستخدام عملية التبادل الأيوني. وتكون هذه الأعمدة مصنوعة من مواد (مثل التيتانيوم أو اللدائن الفلوروكربونية) قادرة على مقاومة التآكل بمحاليل حامض الهيدروكلوريك المركز أو تكون محمية بهذه المواد، وتكون قادرة على العمل في درجة حرارة بين ٣٧٣ كلفن (١٠٠ درجة مئوية) و ٤٧٣ كلفن (٢٠٠ درجة مئوية)، وبمستويات ضغط تتجاوز ٠,٧ ميغاباسكال.

#### ٥-٦-٨- نظم إعادة دفق التبادل الأيوني (التبادل الأيوني)

(أ) نظم اختزال كيميائي أو إلكتروكيميائي مصممة أو معدة خصيصاً لإعادة توليد عامل الاختزال الكيميائي المستخدم في السلاسل التعاقبية لإثراء اليورانيوم بالتبادل الأيوني.

(ب) نظم أكسدة كيميائية أو إلكتروكيميائية مصممة أو معدة خصيصاً لإعادة توليد عامل (عوامل) الأكسدة الكيميائية المستخدمة في السلاسل التعاقبية لإثراء اليورانيوم بالتبادل الأيوني.

#### ملحوظة إيضاحية

يجوز في عملية الإثراء بالتبادل الأيوني أن يُستخدم التيتانيوم الثلاثي التكافؤ (التيتانيوم<sup>٣+</sup>)، على سبيل المثال، باعتباره كاتيون اختزال، وفي هذه الحالة يعيد نظام الاختزال توليد التيتانيوم<sup>٣+</sup> عن طريق اختزال التيتانيوم<sup>٤+</sup>.

كما يجوز في هذه العملية استخدام الحديد الثلاثي التكافؤ (الحديد<sup>٣+</sup>) كمؤكسد، وفي هذه الحالة يعيد نظام الأكسدة توليد الحديد<sup>٣+</sup> عن طريق أكسدة الحديد<sup>٢+</sup>.

#### ٥-٧- النظم والمعدات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصاً لاستخدامها في محطات الإثراء بالليزر.

#### ملحوظة تمهيدية

تندرج النظم الحالية لعمليات الإثراء باستخدام الليزر في فئتين وهما: النظم التي يكون فيها وسيط العملية هو بخار اليورانيوم الذري، والنظم التي يكون فيها وسيط العملية هو بخار مركب يورانيوم الممزوج أحياناً بغاز آخر أو بغازات أخرى. وتشمل الرموز الشائعة لمثل هذه العمليات ما يلي:

- الفئة الأولى - الفصل النظيري بالليزر البخاري الذري؛
- الفئة الثانية - الفصل النظيري بالليزر الجزيئي بما في ذلك التفاعل الكيميائي عن طريق تنشيط الليزر الانتقائي النظيري.

وتشمل النظم والمعدات والمكونات المستخدمة في محطات الإثراء باستخدام الليزر ما يلي:

(أ) أجهزة لتلقيم بخار فلز اليورانيوم (للتأيين الضوئي الانتقائي) أو أجهزة لتلقيم بخار أحد مركبات

اليورانيوم (للتفكيك الضوئي الانتقائي أو الحث/التنشيط الانتقائي)؛

(ب) وأجهزة لجمع فلز اليورانيوم المثري والمستنفد في شكل 'نواتج' و 'مخلفات' بالنسبة للفئة الأولى، وأجهزة لجمع مركبات اليورانيوم المثري والمستنفد في شكل 'نواتج' و 'مخلفات' بالنسبة للفئة الثانية؛

(ج) ونظم معالجة بالليزر من أجل الحث الانتقائي لأنواع اليورانيوم-٢٣٥؛

(د) ومعدات لتحضير مواد التلقيم وتحويل النواتج. وقد يقتضي تعقد عملية قياس طيف ذرات اليورانيوم ومركباته إدراج أي تكنولوجيا من تكنولوجيات الليزر والبصريات الليزرية المتعددة المتاحة.

### ملحوظة إيضاحية

يتصل العديد من المفردات التي يرد سردها في هذا القسم، اتصالاً مباشراً ببخار أو سائل فلز اليورانيوم، أو غازات المعالجة التي تتكون من سادس فلوريد اليورانيوم، أو مزيج من غاز سادس فلوريد اليورانيوم وغازات أخرى. وجميع الأسطح التي تكون في اتصال مباشر مع اليورانيوم أو سادس فلوريد اليورانيوم تكون مصنوعة بالكامل من مواد قادرة على مقاومة التآكل أو محمية بهذه المواد. ولأغراض الجزء المتعلق بمفردات الإثراء باستخدام الليزر، تشمل المواد القادرة على مقاومة التآكل ببخار أو سائل فلز اليورانيوم أو سبائك اليورانيوم الغرافيت المطلي باللايتريوم والتنتالوم؛ أما المواد القادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم فتشمل النحاس، أو سبائك النحاس أو الفولاذ غير القابل للصدأ، أو الألومينيوم، أو أكسيد الألومينيوم، أو سبائك الألومينيوم، أو النيكل أو السبائك التي تحتوي على نسبة لا تقل عن ٦٠٪ من النيكل حسب الوزن، والبوليمرات الهيدروكربونية المفطورة.

### ١-٧-٥ - نظم تبخير اليورانيوم (الأساليب القائمة على البخار الذري)

نظم مصممة أو معدة خصيصاً لتبخير فلز اليورانيوم لاستخدامها في الإثراء بالليزر.

### ملحوظة إيضاحية

يمكن أن تحتوي هذه النظم على قاذفات حزم إلكترونية وهي مصممة لتحقيق قدرة (لا تقل عن ١ كيلواط) مسطحة على الهدف تكفي لتوليد بخار فلز اليورانيوم بالمعدل المطلوب لعملية الإثراء بالليزر.

### ٢-٧-٥ - نظم ومكونات مناولة فلز اليورانيوم السائل أو البخار (الأساليب القائمة على البخار الذري)

نظم مصممة أو معدة خصيصاً لمناولة اليورانيوم المصهور أو سبائك اليورانيوم المصهور، أو بخار فلز اليورانيوم للاستخدام في الإثراء بالليزر أو مكونات مصممة أو معدة خصيصاً لتلك النظم.

### ملحوظة إيضاحية

يمكن أن تتكون نظم مناولة فلز اليورانيوم السائل من بوتقات ومعدات التبريد اللازمة لها. وتكون البوتقات وأجزاء هذا النظام الأخرى التي تلامس اليورانيوم المصهور أو سبائك اليورانيوم المصهور أو بخار فلز اليورانيوم، مصنوعة من مواد ذات قدرة مناسبة على مقاومة التآكل والحرارة، أو تكون محمية بهذه المواد. ويمكن أن تشمل المواد المناسبة التنتالوم، والغرافيت المطلي باللايتريوم، والغرافيت المطلي بأكاسيد أخرى أرضية نادرة أو خلائط منها.

### ٥-٧-٣- مجمعات تجميع 'نواتج' و'مخلفات' فلز اليورانيوم (الأساليب القائمة على البخار الذري)

مجمعات تجميع 'نواتج' و'مخلفات' مصممة أو معدة خصيصاً لفلز اليورانيوم في الشكل السائل أو الصلب.

#### ملحوظة إيضاحية

تكون مكونات هذه المجمعات مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة الحرارة والتآكل ببخار أو سائل فلز اليورانيوم (مثل الغرافيت المطلي بالإيتريوم أو التنتالوم) أو تكون محمية بهذه المواد، ويجوز أن تشمل أنابيب، وصمامات، ولوازم، و'ميازيب'، ووصلات تلقيم، ومبدلات حرارة، وألواح تجميع خاصة بأساليب الفصل المغنطيسي أو الإلكتروستاتي أو غير ذلك من أساليب الفصل.

### ٥-٧-٤- حاويات وحدات الفصل (الأساليب القائمة على البخار الذري)

أوعية أسطوانية أو مستطيلة الشكل مصممة أو معدة خصيصاً لاحتواء مصدر بخار فلز اليورانيوم، ومخزن حزم الأشعة الإلكترونية، ومجمعات 'النواتج' و'المخلفات'.

#### ملحوظة إيضاحية

هذه الحاويات بها عدد وافر من المنافذ الخاصة بوصلات التلقيم بالكهرباء والمياه، وصمامات لأشعة الليزر، وتوصيلات لمضخات التفريغ، وأجهزة لتشخيص أعطال الأجهزة ومراقبتها. كما تم فيها توخي القدرة على الفتح والإغلاق من أجل إتاحة تجديد المكونات الداخلية.

### ٥-٧-٥- فوهات التمدد فوق الصوتية (الأساليب الجزئية)

فوهات نفائثة للتمدد فوق الصوتي مصممة أو معدة خصيصاً لتبريد مزيج سادس فلوريد اليورانيوم والغازات الحاملة له إلى ١٥٠ كلفن (١٢٣ درجة مئوية تحت الصفر) أو أقل، وهي قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم.

### ٥-٧-٦- مجمعات 'النواتج' أو 'المخلفات' (الأساليب الجزئية)

مكونات أو أجهزة مصممة أو معدة خصيصاً لجمع مواد نواتج اليورانيوم أو مواد مخلفات اليورانيوم بعد إضاءتها بضوء الليزر.

#### ملحوظة إيضاحية

تساعد مجمعات النواتج في أحد أمثلة الفصل النظيري بالليزر الجزئي على تجميع المادة الصلبة لخامس فلوريد اليورانيوم المثري. ويمكن أن تتكون مجمعات مصممة أو معدة خصيصاً لنواتج خامس فلوريد اليورانيوم الصلبة، وتتألف من مجمعات مرشحية أو صدمية أو حلزونية، أو توليفة منها، ويجب أن تكون قادرة على مقاومة التآكل في بيئة تحتوي على خامس فلوريد اليورانيوم/سادس فلوريد اليورانيوم.

### ٥-٧-٧- ضاغطات سادس فلوريد اليورانيوم/الغازات الحاملة له (الأساليب الجزئية)

ضاغطات مصممة أو معدة خصيصاً لمزيج سادس فلوريد اليورانيوم/الغازات الحاملة له، ومصممة للتشغيل الطويل الأجل في بيئة تحتوي على سادس فلوريد اليورانيوم. وتكون مكوناتها الملامسة لغاز المعالجة مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو تكون محمية بهذه المواد.

### ٥-٧-٨- سدادات العمود الدوار (الأساليب الجزئية)

سدادات للعمود الدوار مصممة أو معدة خصيصاً بتوصيلات تلقيم وتوصيلات تصريف للسدادات، من أجل إغلاق العمود الذي يوصل الأعمدة الدوارة للضاغطات، بمحركات التشغيل من أجل ضمان موثوقية السدادات لمنع تسرب الغاز المستخدم في المعالجة إلى الخارج، أو تسرب الهواء أو غاز الإغلاق إلى داخل الغرفة الداخلية للضاغط المليئة بمزيج من سادس فلوريد اليورانيوم/الغازات الحاملة له.

### ٥-٧-٩- نظم الفلورة (الأساليب الجزئية)

نظم مصممة أو معدة خصيصاً لفلورة خامس فلوريد اليورانيوم (الصلب) وسادس فلوريد اليورانيوم (الغاز).

#### ملحوظة إيضاحية

هذه النظم مصممة لفلورة مسحوق خامس فلوريد اليورانيوم الذي يتم جمعه بغية تحويله إلى سادس فلوريد اليورانيوم ومن ثم جمعه في حاويات للنواتج، أو لنقله كمادة تلقيم للمزيد من الإثراء. ويجوز، في أحد النهج، إجراء تفاعل الفلورة داخل نظام الفصل النظيري بحيث يتم التفاعل والاستعادة مباشرة خارج مجمعات 'النواتج'. كما يمكن، في نهج آخر، سحب/نقل مسحوق خامس فلوريد اليورانيوم من مجمعات 'النواتج' إلى وعاء مناسب للتفاعل (مثل مفاعل ذي قاع مائع، أو مفاعل حلزوني، أو برج متوهج) بغرض الفلورة. وتستخدم في كلا النهجين معدات لخرن ونقل الفلور (أو غيره من عوامل الفلورة المناسبة) ولجمع سادس فلوريد اليورانيوم ونقله.

### ٥-٧-١٠- المطيافات الكتلية لسادس فلوريد اليورانيوم ومصادر أيوناته (الأساليب الجزئية)

مطيافات كتلية مصممة أو معدة خصيصاً، قادرة على أخذ عينات مباشرة من المجاري الغازية لسادس فلوريد اليورانيوم، وتتميز بكل ما يلي:

- ١- قدرة على قياس أيونات ٣٢٠ وحدة من وحدات الكتلة الذرية أو أكثر، ولها قدرة على التحليل تزيد على جزء واحد في ٣٢٠؛
- ٢- مصادر أيونية مرغوبة من النيكل أو سبائك النيكل والنحاس التي لا تقل فيها نسبة النيكل عن ٦٠% حسب الوزن، أو سبائك النيكل والكروم أو محمية بهذه المواد؛
- ٣- مصادر تآيين بالرجم الإلكتروني؛
- ٤- لها نظام تجميع مناسب للتحليل النظيري.

### ٥-٧-١١ - نظم التلقيح/نظم سحب النواتج والمخلفات (الأساليب الجزيئية)

نظم أو معدات معالجة مصممة أو معدة خصيصاً لمحطات الإثراء مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو محمية بهذه المواد، وتشمل ما يلي:

- (أ) مَحْمِيَّات تلقيح، أو أفران، أو نظم تُستخدم لتمرير سادس فلوريد اليورانيوم إلى عملية الإثراء؛
- (ب) مَحْوَلَات من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة (أو مصائد باردة) تُستخدم في سحب سادس فلوريد اليورانيوم من عملية الإثراء لنقله بعد ذلك عند تسخينه؛
- (ج) محطات تصليد أو تسييل تُستخدم في سحب سادس فلوريد اليورانيوم من عملية الإثراء عن طريق ضغطه وتحويله إلى الشكل السائل أو الصلب؛
- (د) محطات 'نواتج' أو 'مخلفات' لنقل سادس فلوريد اليورانيوم إلى حاويات.

### ٥-٧-١٢ - نظم فصل سادس فلوريد اليورانيوم/الغازات الحاملة له (الأساليب الجزيئية)

نظم معالجة مصممة أو معدة خصيصاً لفصل سادس فلوريد اليورانيوم عن الغازات الحاملة له.

#### ملحوظة إيضاحية

يجوز أن تشمل هذه النظم معدات مثل:

- (أ) مبدلات الحرارة بالتبريد وأجهزة الفصل العاملة عند درجات حرارة منخفضة القادرة على العمل عند درجات حرارة تصل إلى ١٥٣ كلفن (١٢٠ درجة مئوية تحت الصفر) أو أقل،
- (ب) أو وحدات التبريد العاملة عند درجات حرارة منخفضة والقادرة على العمل عند درجات حرارة تصل إلى ١٥٣ كلفن (١٢٠ درجة مئوية تحت الصفر) أو أقل،
- (ج) أو مصائد باردة لسادس فلوريد اليورانيوم قادرة على تجميد سادس فلوريد اليورانيوم.

ويمكن أن تكون الغازات الحاملة هي النتروجين أو الأرجون أو غازات أخرى.

### ٥-٧-١٣ - نظم الليزر

ليزرات أو نظم ليزرية مصممة أو معدة خصيصاً لفصل نظائر اليورانيوم.

#### ملحوظة إيضاحية

عادة ما يتكوّن نظام الليزر من مكوّنات ضوئية وإلكترونية على السواء للتحكم في شعاع (أو أشعة) الليزر ونقله (نقلها) إلى غرفة الفصل النظيري. أما نظام الليزر المستخدم في الأساليب القائمة على البخار الذري فيتكون عادة من ليزر صبغي قابل للضبط يضخه نوع آخر من الليزر (مثل ليزرات بخار النحاس أو أنواع معينة من الليزرات الصلبة). ويمكن أن يتكوّن نظام الليزر المستخدم في الأساليب الجزيئية من ليزرات ثاني أكسيد الكربون أو ليزرات أكزيمر وخليّة ضوئية متعددة الطرق. وتقتضي الليزرات أو نظم الليزر المستخدمة في كلا الأسلوبين تثبيت ذبذبات الطيف لأغراض التشغيل لفترات زمنية طويلة.

وتشمل الليزرات ومكونات الليزر المستخدمة في عمليات الإثراء بالليزر ما يلي:

الليزرات ومضخّات الليزر والمذبذبات على النحو التالي:

(أ) الليزرات العاملة ببخار النحاس التي تتسم بكلتا الخاصيتين التاليتين:

١- تعمل بموجات يتراوح طولها ما بين ٥٠٠ و ٦٠٠ نانومتر؛

٢- وبقدرة خرج متوسطة تساوي ٣٠ واط أو أكثر؛

(ب) الليزرات العاملة بأيونات الأرجون التي تتسم بكلتا الخاصيتين التاليتين:

١- تعمل بموجات يتراوح طولها ما بين ٤٠٠ و ٥١٥ نانومتر؛

٢- وبقدرة خرج متوسطة تتجاوز ٤٠ واط؛

(ج) الليزرات المقواة بالنيوديميوم (بخلاف الزجاج) العاملة بموجات خارجة يتراوح

طولها ما بين ١٠٠٠ و ١١٠٠ نانومتر، والتي تتسم بإحدى الخاصيتين التاليتين:

١- أنها مستحثة بنبضات بالغة القوة، وتبلغ فيها مدة النبضة ١ نانوثانية (جزء من

ألف مليون جزء من الثانية) أو أكثر، وتتسم بإحدى الخاصيتين التاليتين:

(أ) خرج نسقي مستعرض أحادي بقدرة خرج متوسطة تتجاوز ٤٠

واط؛

(ب) أو خرج نسقي مستعرض متعدد بقدرة خرج متوسطة تتجاوز ٥٠

واط؛

أو

٢- تنطوي على قدرة مضاعفة التردد لتولّد موجات خارجة يتراوح طولها ما بين

٥٠٠ و ٥٥٠ نانومتر بقدرة خرج متوسطة تتجاوز ٤٠ واط؛

(د) مذبذبات أشعة الليزر الصبغية الأحادية النسق النبضية القابلة للضبط التي تتسم بجميع

الخصائص التالية:

١- تعمل بموجات يتراوح طولها ما بين ٣٠٠ و ٨٠٠ نانومتر؛

٢- وبقدرة خرج متوسطة تتجاوز ١ واط؛

٣- وبمعدل تكرار أعلى من ١ كيلوهرتز؛

٤- وبعرض نبضات أقل من ١٠٠ نانوثانية؛

(هـ) مضخّات ومذبذبات أشعة الليزر الصبغية النبضية القابلة للضبط التي تتسم بجميع

الخصائص التالية:

١- تعمل بموجات يتراوح طولها ما بين ٣٠٠ و ٨٠٠ نانومتر؛

٢- وبقدرة خرج متوسطة تتجاوز ٣٠ واط؛

٣- وبمعدل تكرار أعلى من ١ كيلوهرتز؛

٤- وبعرض نبضات أقل من ١٠٠ نانوثانية؛

ملحوظة: لا تسري المفردة ٣-ألف-٢-(هـ)- على المذبذبات الأحادية النسق.

(و) الليزرات العاملة بمعدن الألكسندريت التي تتسم بجميع الخصائص التالية:

١- تعمل بموجات يتراوح طولها ما بين ٧٢٠ و ٨٠٠ نانومتر؛

٢- وبنطاق ترددي يبلغ ٠,٠٠٥ نانومتر أو أقل؛

٣- وبمعدل تكرار أعلى من ١٢٥ هرتز؛

٤- وبقدرة خرج متوسطة تتجاوز ٣٠ واط؛

(ز) الليزرات النبضية العاملة بثاني أكسيد الكربون التي تتسم بجميع الخصائص التالية:

١- تعمل بموجات يتراوح طولها ما بين ٩٠٠٠ و ١١٠٠٠ نانومتر؛

٢- وبمعدل تكرار أعلى من ٢٥٠ هرتز؛

٣- وبقدرة خرج متوسطة أكبر من ٥٠٠ واط؛

٤- وبعرض نبضات أقل من ٢٠٠ نانوثانية.

ملحوظة: لا تسري الضوابط الواردة في المفردة (ز) على الليزرات الصناعية العاملة بثاني أكسيد الكربون ذات القدرة العالية (التي تتراوح عادة ما بين ١ و ٥ كيلوواط)، المستخدمة في عمليات مثل القطع واللحام، إذ أن هذه الليزرات إما تكون متواصلة الموجات أو تكون نبضية يزيد عرض نبضاتها عن ٢٠٠ نانوثانية.

(ح) الليزرات الإكسميرية النبضية (فلوريد الزنون، وكلوريد الزنون، وفلوريد الكريبتون) التي تتسم بجميع الخصائص التالية:

١- تعمل بموجات يتراوح طولها ما بين ٢٤٠ و ٣٦٠ نانومتر؛

٢- وبمعدل تكرار أعلى من ٢٥٠ هرتز؛

٣- وبقدرة خرج متوسطة تتجاوز ٥٠٠ واط؛

(ط) مبدلات رامان الباراهيدروجينية المصممة لتعمل في خرج بموجة طولها ١٦ ميكرومتر،

وبمعدل تكرار أعلى من ٢٥٠ هرتز؛

(ي) الليزرات النبضية العاملة بأول أكسيد الكربون التي تتسم بجميع الخصائص التالية:

- ١- تعمل بموجات يتراوح طولها ما بين ٥٠٠٠ و ٦٠٠٠ نانومتر؛
- ٢- وبمعدل تكرار أعلى من ٢٥٠ هرتز؛
- ٣- وبقدرة خرج متوسطة أكبر من ٢٠٠ واط؛
- ٤- وبعرض نبضات أقل من ٢٠٠ نانوثانية.

ملحوظة: لا تسري المفردة (ي) على الليزرات الصناعية العاملة بأكسيد الكربون ذات القدرة الأعلى (التي تتراوح عادةً ما بين ١ و ٥ كيلواط)، المستخدمة في تطبيقات مثل القطع واللحام، إذ أن هذا النوع من الليزرات إما تكون متواصلة الموجات أو تكون نبضية يزيد عرض نبضاتها عن ٢٠٠ نانوثانية.

**٥-٨- النظم والمعدات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصاً لاستخدامها في محطات الإثراء بالفصل البلازمي**

#### ملحوظة تمهيدية

في عملية الفصل البلازمي، تمر بلازما أيونات اليورانيوم عبر مجال كهربائي يتم ضبطه على ذبذبة الرنين الأيوني لليورانيوم-٢٣٥ بحيث تستوعب الطاقة على نحو تفضيلي ويزداد قطر مداراتها اللولبية. ويتم احتباس الأيونات ذات المسارات الكبيرة القطر لإنتاج ناتج مثرى باليورانيوم-٢٣٥. أما البلازما، التي تتكون عن طريق تأيين بخار اليورانيوم، فيجري احتواؤها في حجرة تفرغ ذات مجال مغنطيسي عالي القدرة ينتج باستخدام مغنطيس فائق التوصيل. وتشمل النظم التكنولوجية الرئيسية للعملية نظام توليد بلازما اليورانيوم، ونموذج جهاز الفصل المزود بمغنطيس فائق التوصيل، ونظم سحب الفلزات بغرض جمع 'النواتج' و'المخلفات'.

**٥-٨-١- مصادر القوى العاملة بالموجات الدقيقة وهوائياتها**

مصادر وهوائيات القدرة الدقيقة الموجات، المصممة أو المعدة خصيصاً لإنتاج أو تعجيل الأيونات، وتتميز بالخصائص التالية: ذبذبة تزيد على ٣٠ غيغاهرتز، ومتوسط ناتج قدرة يزيد على ٥٠ كيلو واط لإنتاج الأيونات.

**٥-٨-٢- ملفات الحث الأيوني**

ملفات حث أيوني ذات ذبذبة لاسلكية مصممة أو معدة خصيصاً لترددات تزيد على ١٠٠ كيلوهرتز وهي قادرة على معالجة متوسط قوى يزيد على ٤٠ كيلواط.

**٥-٨-٣- نظم توليد بلازما اليورانيوم**

نظم لتوليد بلازما اليورانيوم مصممة أو معدة خصيصاً لاستخدامها في محطات توليد البلازما.

#### ٥-٨-٤- مجتمعات تجميع 'نواتج' و'مخلفات' فلز اليورانيوم

مجتمعات لتجميع 'النواتج' و'المخلفات' مصممة أو معدة خصيصاً لفلز اليورانيوم في شكله الصلب. وتكون مجتمعات التجميع هذه مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة الحرارة والتآكل ببخار فلز اليورانيوم/ مثل الغرافيت المطلي باللايتريوم أو التنتالوم أو تكون محمية بهذه المواد.

#### ٥-٨-٥- حاويات وحدات الفصل

أوعية أسطوانية مصممة أو معدة خصيصاً لاستخدامها في محطات الإثراء بالفصل البلازمي بغرض احتواء مصدر بلازما اليورانيوم، وملف توصيل الترددات اللاسلكية، ومجمعات 'النواتج' و'المخلفات'.

#### ملحوظة إيضاحية

هذه الأوعية مزودة بعدد وافر من المنافذ لوصلات التلقيح بالكهرباء والمياه، وتوصيلات لمضخات الانتشار، ونظم لتشخيص ومراقبة أعطال الأجهزة. كما تم فيها توحي القدرة على الفتح والإغلاق من أجل إتاحة تجديد المكونات الداخلية، وهي مبنية من مواد غير مغناطيسية مناسبة مثل الفولاذ غير القابل للصدأ.

#### ٥-٩-٩- النظم والمعدات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصاً لاستخدامها في محطات الإثراء الكهرمغناطيسي

#### ملحوظة تمهيدية

في المعالجة الكهرمغناطيسية، يتم تعجيل أيونات فلز اليورانيوم المنتجة عن طريق تأيين مادة تلقى ملحياً (رابع كلوريد اليورانيوم عادة) وتميرها عبر مجال مغناطيسي يدفع أيونات النظائر المختلفة إلى اتخاذ مسارات مختلفة. وتشمل المكونات الرئيسية لجهاز الفصل الكهرمغناطيسي للنظائر ما يلي: مجال مغناطيسي لتحويل/فصل النظائر بالأشعة الأيونية، ومصدراً أيونياً بنظام التعجيل الخاص به، ونظاماً لتجميع الأيونات المفصولة. وتشمل النظم الإضافية للمعالجة نظام الإمداد بالقدرة المغناطيسية، ونظام إمداد مصدر الأيونات بكهرباء ذات فطية عالية، ونظام التفريغ، ونظم مكثفة للمناولة الكيميائية لاستعادة النواتج وتنظيف/إعادة تدوير المكونات.

#### ٥-٩-١- أجهزة كهرمغناطيسية لفصل النظائر

أجهزة كهرمغناطيسية لفصل النظائر مصممة أو معدة خصيصاً لفصل نظائر اليورانيوم، ومعدات ومكوناتها، وتشمل ما يلي:

#### (أ) مصادر الأيونات

مصادر مفردة أو متعددة لأيونات اليورانيوم مصممة أو معدة خصيصاً، تتكون من مصدرٍ للبخار ومؤيّن ومعدّل أشعة، وهي مبنية من مواد مناسبة مثل الغرافيت، أو الفولاذ غير القابل للصدأ، أو النحاس، وقادرة على توليد تيار أشعة أيونية إجمالي لا يقل عن ٥٠ ملي أمبير.

#### (ب) مجتمعات الأيونات

لوحات تجميع مكونة من شقين أو أكثر وجيوب مصممة أو معدة خصيصاً لتجميع حزم أيونات اليورانيوم المثري والمستنفد، وهي مبنية من مواد مناسبة مثل الغرافيت أو الفولاذ غير القابل للصدأ.

## (ج) حاويات فراغية

حاويات فراغية مصممة أو معدة خصيصاً لأجهزة فصل اليورانيوم الكهرمغناطيسية، مبنية من مواد غير مغناطيسية مناسبة، مثل الفولاذ غير القابل للصدأ، ومصممة للتشغيل بضغط لا يزيد على ١,٠ باسكال.

## ملحوظة إيضاحية

هذه الأوعية مصممة خصيصاً لاحتواء مصادر الأيونات ولوحات التجميع والمبطنات المبردة بالماء، وتتوفر بها توصيلات مضخات الانتشار وإمكانية للفتح والإغلاق لإزالة هذه المكونات وإعادة تركيبها.

## (د) أجزاء الأقطاب المغناطيسية

أجزاء مصممة أو معدة خصيصاً لأجزاء الأقطاب المغناطيسية التي يزيد قطرها على مترين وتستخدم في المحافظة على مجال مغناطيسي ثابت داخل أجهزة فصل النظائر الكهرمغناطيسية وفي نقل المجال المغناطيسي بين أجهزة الفصل المتجاورة.

## ٥-٩-٢- نظم إمداد بالطاقة عالية الفلطية

إمدادات عالية الفلطية مصممة أو معدة خصيصاً للمصادر الأيونية، وتتميز بجميع الخصائص التالية: قابلية للتشغيل المستمر، وقلبية خرج لا تقل عن ٢٠.٠٠٠ فلت، والتيار خرج لا يقل عن ١ أمبير، وتنظيم فلتية بنسبة أفضل من ٠,١٪ على مدى فترة زمنية طولها ٨ ساعات.

## ٥-٩-٣- إمدادات القدرة المغناطيسية

إمدادات قدرة مغناطيسية بتيار مباشر وقدرة عالية مصممة أو معدة خصيصاً، وتتميز بجميع الخصائص التالية:

١- قابلية لإنتاج خرج تيار لا يقل عن ٥٠٠ أمبير على نحو مستمر بفلطية لا تقل عن ١٠٠ فلت؛

٢- وتنظيم التيار أو الفلتية بنسبة أعلى من ٠,١٪ طيلة فترة مدتها ٨ ساعات.

## ٦- محطات لإنتاج أو تركيز الماء الثقيل والديوتيريوم ومركبات الديوتيريوم والمعدات المصممة أو المعدة خصيصاً لها

## ملحوظة تمهيدية

يمكن إنتاج الماء الثقيل باستخدام طائفة متنوعة من العمليات. بيد أن هناك عمليتين أثبتتا جدواهما من الناحية التجارية: عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين (عملية ذوبان الغاز)، وعملية تبادل الأمونيا والهيدروجين.

وتقوم العملية الأولى على تبادل الهيدروجين والديوتيريوم بين الماء وكبريتيد الهيدروجين داخل سلسلة أبراج يجري تشغيلها بينما يكون الجزء الأعلى بارداً والجزء الأسفل ساخناً. ويتدفق الماء نحو أسفل الأبراج بينما تجري دورة غاز كبريتيد الهيدروجين من أسفل الأبراج إلى أعلاها. وتستخدم سلسلة من الصواني المثقبة لتيسير اختلاط الغاز والماء. وينتقل الديوتيريوم إلى الماء حيث تكون درجات الحرارة منخفضة، والى كبريتيد الهيدروجين حيث تكون درجات الحرارة عالية. ويُزال الغاز المثري

بالديوتيريوم أو الماء المثري بالديوتيريوم من أبراج المرحلة الأولى عند نقطة التقاء الجزء الساخن والجزء البارد، وتكرر العملية في أبراج المراحل التالية. ويُرسَل الماء المثري بالديوتيريوم بنسبة تصل إلى ٣٠٪، الذي يمثل نتاج المرحلة الأخيرة، إلى وحدة تقطير لإنتاج ماء ثقيل صالح للمفاعلات - أي أكسيد الديوتيريوم بنسبة ٩٩,٧٥٪.

أما عملية تبادل الأمونيا والهيدروجين فيمكن أن تستخرج الديوتيريوم من غاز التركيب عن طريق التماس مع الأمونيا السائلة في وجود مادة حفازة. ويتم تلقيم غاز التركيب داخل أبراج التبادل وإلى محولٍ للأمونيا. ويتدفق الغاز داخل الأبراج من الأسفل إلى الأعلى بينما تتدفق الأمونيا السائلة من الأعلى إلى الأسفل. ويجري انتزاع الديوتيريوم من الهيدروجين في غاز التركيب وتركيزه في الأمونيا. ثم تتدفق الأمونيا في مُكسّر الأمونيا في أسفل البرج بينما يتدفق الغاز في مُحوّل الأمونيا في الجزء الأعلى. وتشهد المراحل التالية عملية إثراء إضافي، ويتم إنتاج ماء ثقيل صالح للمفاعلات عن طريق التقطير النهائي. ويمكن توفير غاز التركيب اللازم بفضل محطة الأمونيا التي يمكن بناؤها إلى جانب محطة إنتاج الماء الثقيل عن طريق تبادل الأمونيا والهيدروجين. كما يمكن لعملية تبادل الأمونيا والهيدروجين أن تنطوي على استخدام الماء العادي كمصدر لتوفير الديوتيريوم.

والعديد من مفردات المعدات الرئيسية لمحطات إنتاج الماء الثقيل عن طريق عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين، أو عن طريق عملية تبادل الأمونيا والهيدروجين، هي مفردات دارجة في عدة قطاعات من الصناعات الكيميائية والنفطية. وينطبق هذا بشكل خاص على المحطات الصغيرة التي تستخدم عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين. ولكن القليل من هذه المفردات متاح "بصورة متيسرة". وتتطلب عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين وعملية تبادل الأمونيا والهيدروجين معالجة كميات كبيرة من السوائل القابلة للاشتعال والأكالة والسامة عند ظروف ضغط مرتفعة. ولذا يتعين لدى وضع التصميم ومعايير التشغيل للمحطات والمعدات التي تستخدم هاتين العمليتين إيلاء اهتمام دقيق لاختيار المواد ومواصفاتها بغية ضمان عمر تشغيلي طويل مع عوامل تكفل مستويات ريفية من الأمان والموثوقية. ويتوقف اختيار حجم المحطة بدرجة رئيسية على عوامل اقتصادية وعلى الحاجة. وبالتالي يجري إعداد غالبية مفردات المعدات وفقاً لمتطلبات المستخدم.

وأخيراً، ينبغي أن يلاحظ في العمليتين -أي في عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين وعملية تبادل الأمونيا والهيدروجين- أن مفردات المعدات التي لا تكون، بمفردها، مصممة أو معدة خصيصاً لإنتاج الماء الثقيل يمكن تركيبها في نظم مصممة أو معدة خصيصاً لإنتاج الماء الثقيل. ومن الأمثلة على هذه النظم نظام إنتاج المادة الحفازة المستخدمة في عملية تبادل الأمونيا والهيدروجين، ونظام تقطير الماء المستخدم في التركيز النهائي للماء الثقيل ليكون صالحاً للمفاعلات في كل من العمليتين.

وترد فيما يلي مفردات المعدات المصممة أو المعدة خصيصاً لإنتاج الماء الثقيل باستخدام إما عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين أو عملية تبادل الأمونيا والهيدروجين:

## ١-٦- أبراج تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين

أبراج تبادل لا يقل قطرها عن ١,٥ متر وقادرة على أن تعمل في ظروف ضغط لا يقل عن ٢ ميغاباسكال، ومصممة أو معدة خصيصاً لإنتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين.

## ٦-٢- النفاخات والضغوطات

نفاخات أو ضغوطات بالطرد المركزي أحادية المرحلة ومنخفضة المنسوب (أي ٢,٠ ميغاباسكال) لدورة غاز كبريتيد الهيدروجين (أي الغاز الذي يحتوي على كبريتيد الهيدروجين بنسبة تزيد على ٧٠٪ من الوزن)؛ وهي مصممة أو معدة خصيصاً لإنتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين. ولا تقل قدرة هذه النفاخات أو الضغوطات عن ٥٦ متراً مكعباً/ثانية، بينما تعمل في ظروف ضغط لا يقل عن ١,٨ ميغاباسكال شفق، وتكون مغلقة بأختام مصممة لخدمة كبريتيد الهيدروجين الرطب.

## ٦-٣- أبراج تبادل الأمونيا والهيدروجين

أبراج تبادل الأمونيا والهيدروجين لا يقل ارتفاعها عن ٣٥ متراً، ويتراوح قطرها بين ١,٥ متر و٢,٥ متر، وتكون قادرة على العمل في ظروف ضغط يتجاوز ١٥ ميغاباسكال، كما تكون مصممة أو معدة خصيصاً لإنتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل الأمونيا والهيدروجين. وتكون هذه الأبراج مزودة أيضاً بفتحة محورية مشفّهة واحدة على الأقل يكون قطرها ممثلاً لقطر الجزء الأسطواني بحيث يمكن إدخال أو سحب أجزاء الأبراج الداخلية.

## ٦-٤- أجزاء الأبراج الداخلية والمضخات المرئية

أجزاء أبراج داخلية ومضخات مرئية مصممة أو معدة خصيصاً لأبراج إنتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل الأمونيا والهيدروجين. وتشمل أجزاء الأبراج الداخلية ملامسات مرئية مصممة خصيصاً لتحقيق تماس وثيق بين الغاز والسائل.

وتشمل المضخات المرئية مضخات قابلة للتشغيل المغمور مصممة خصيصاً لتدوير الأمونيا السائلة ضمن مرحلة تماس داخلية بالنسبة للأبراج المرئية.

## ٦-٥- مكسّرات (مقطّرات) الأمونيا

مكسّرات (مقطّرات) أمونيا تعمل في ظروف ضغط لا يقل عن ٣ ميغاباسكال، وتكون مصممة أو معدة خصيصاً لإنتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل الأمونيا والهيدروجين.

## ٦-٦- مُحلّلات الامتصاص بالأشعة دون الحمراء

مُحلّلات امتصاص بالأشعة دون الحمراء قادرة على التحليل "المباشر" لنسبة الهيدروجين والديوتيريوم حيث لا تقل نسبة تركيزات الديوتيريوم عن ٩٠٪ حسب الوزن.

## ٦-٧- الحراقات الوسيطة

حراقات وسيطة لتحويل غاز الديوتيريوم المثري إلى ماء ثقيل، تكون مصممة أو معدة خصيصاً لإنتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل الأمونيا والهيدروجين.

## ٦-٨- النظم الكاملة لزيادة تركيز الماء الثقيل أو الأعمدة اللازمة لها

نظم كاملة لزيادة تركيز الماء الثقيل أو الأعمدة اللازمة لها مصممة أو معدة خصيصاً لزيادة تركيز الماء

الثقيل لأغراض الوصول به إلى نسبة تركيز الديوتيريوم المستخدم في المفاعلات.

### ملحوظة إيضاحية

هذه النظم، التي تستخدم عادة تقطير الماء لفصل الماء الثقيل عن الماء الخفيف، مصممة أو معدة خصيصاً لإنتاج الماء الثقيل الصالح للاستخدام في المفاعلات (أي ما نسبته المعهودة ٩٩,٧٥٪ حسب الوزن من أكسيد الديوتيريوم) من ماء ثقيل مُلَمَّم ذات نسبة تركيز أدنى.

### ٦-٩- محوّلات أو وحدات توليف الأمونيا

محوّلات توليف أو وحدات توليف الأمونيا مصمّمة أو معدة خصيصاً لإنتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل الأمونيا - الهيدروجين.

### ملحوظة إيضاحية

تسحب هذه المحوّلات أو الوحدات غاز التوليف (النيتروجين والهيدروجين) من عمود تبادل الأمونيا/الهيدروجين ذي الضغط العالي (أو أعمدة تبادل الأمونيا/الهيدروجين ذات الضغط العالي)، وتُعاد الأمونيا المولفة إلى عمود (أو أعمدة) التبادل.

٧- محطات تحويل اليورانيوم والبلوتونيوم المستخدمَين في صنع عناصر الوقود وفصل نظائر اليورانيوم على النحو المذكور في القسمين ٤ و ٥ على التوالي، والمعدات المصممة أو المعدّة خصيصاً لها.

### الصادرات

لا يتم تصدير المجموعة الكاملة من المفردات الرئيسية المدرجة ضمن هذه الحدود إلا وفقاً للإجراءات المنصوص عليها في المبادئ التوجيهية. ويمكن استخدام جميع المحطات والنظم، والمعدات المصممة أو المعدّة خصيصاً ضمن هذه الحدود، من أجل معالجة المواد الانشطارية الخاصة أو إنتاجها أو استعمالها.

### ٧-١- محطات تحويل اليورانيوم والمعدات المصممة أو المعدّة خصيصاً لها

### ملحوظة تمهيدية

يمكن أن تقوم محطات ونظم تحويل اليورانيوم بعملية تحول واحدة أو أكثر من نوع كيميائي لليورانيوم إلى نوع آخر، بما في ذلك ما يلي: تحويل ثالث أكسيد اليورانيوم إلى ثاني أكسيد اليورانيوم، وتحويل أكاسيد اليورانيوم إلى رابع فلوريد اليورانيوم، أو سادس فلوريد اليورانيوم أو رابع كلوريد اليورانيوم، وتحويل رابع فلوريد اليورانيوم إلى سادس فلوريد اليورانيوم، وتحويل سادس فلوريد اليورانيوم إلى رابع فلوريد اليورانيوم، وتحويل رابع فلوريد اليورانيوم إلى فلز اليورانيوم، وتحويل أملاح فلوريد اليورانيوم إلى ثاني أكسيد اليورانيوم. والعديد من مفردات المعدات الرئيسية لمحطات تحويل اليورانيوم هي مفردات مشتركة في عدة قطاعات من صناعات المعالجة الكيميائية. وترد فيما يلي، على سبيل المثال، أنواع المعدات المستخدمة في هذه العمليات: الأفران، والأتونات الدوارة، والمفاعلات ذات القيعان المائعة، والمفاعلات ذات الأبراج المتوهّجة، والطارادات المركزية للسوائل، وأعمدة التقطير،

وأعمدة استخراج السوائل. ولكنَّ القليل من هذه المفردات متاح "بصورة متيسرة"؛ وبالتالي سيجري إعداد معظم هذه المفردات وفقاً لمتطلبات المستخدم ومواصفاته. ويقتضي الأمر، في بعض الحالات، وضع اعتبارات خاصة في التصميم والتشييد لمراعاة الخواص الأكلية لبعض الكيماويات التي تتم معالجتها (فلوريد الهيدروجين، والفلور، وثالث فلوريد الكلور، وأملاح فلوريد اليورانيوم)؛ وذلك بالإضافة إلى الشواغل المتعلقة بالحرارية النووية. وأخيراً، ينبغي أن يلاحظ في جميع عمليات تحويل اليورانيوم أنَّ مفردات المعدات التي لا تكون، كل منها على حدة، مصممة أو معدة خصيصاً لتحويل اليورانيوم يمكن تركيبها في نظم مصممة أو معدة خصيصاً لاستخدامها في تحويل اليورانيوم.

#### ٧-١-١- النظم المصممة أو المعدة خصيصاً لتحويل ثالث أكسيد اليورانيوم إلى سادس فلوريد اليورانيوم

##### ملحوظة إيضاحية

يمكن تحويل ثالث أكسيد اليورانيوم إلى سادس فلوريد اليورانيوم مباشرةً عن طريق الفلورة. وتتطلب العملية وجود مصدر لغاز الفلور أو ثالث فلوريد الكلور.

#### ٧-١-٢- النظم المصممة أو المعدة خصيصاً لتحويل ثالث أكسيد اليورانيوم إلى ثاني أكسيد اليورانيوم

##### ملحوظة إيضاحية

يمكن تحويل ثالث أكسيد اليورانيوم إلى ثاني أكسيد اليورانيوم عن طريق اختزال ثالث أكسيد اليورانيوم باستخدام غاز الأمونيا المكسّر (المقطر) أو الهيدروجين.

#### ٧-١-٣- النظم المصممة أو المعدة خصيصاً لتحويل ثاني أكسيد اليورانيوم إلى رابع فلوريد اليورانيوم

##### ملحوظة إيضاحية

يمكن تحويل ثاني أكسيد اليورانيوم إلى رابع فلوريد اليورانيوم عن طريق تفاعل ثاني أكسيد اليورانيوم مع غاز فلوريد الهيدروجين عند درجة حرارة تتراوح بين ٥٧٣ و٧٧٣ كلفن (٣٠٠-٥٠٠ درجة مئوية).

#### ٧-١-٤- النظم المصممة أو المعدة خصيصاً لتحويل رابع فلوريد اليورانيوم إلى سادس فلوريد اليورانيوم

##### ملحوظة إيضاحية

يتم تحويل رابع فلوريد اليورانيوم إلى سادس فلوريد اليورانيوم عن طريق التفاعل مع الفلور المصحوب بإطلاق الحرارة في مفاعل برجي. ويجري تكثيف سادس فلوريد اليورانيوم من غازات الدوافق الساخنة عن طريق تمرير مجرى الدوافق عبر مصيدة باردة يتم تبريدها إلى ٢٦٧ كلفن (١٠ درجات مئوية تحت الصفر). وتتطلب العملية وجود مصدر لغاز الفلور.

#### ٧-١-٥- النظم المصممة أو المعدة خصيصاً لتحويل رابع فلوريد اليورانيوم إلى فلز اليورانيوم

##### ملحوظة إيضاحية

يتم تحويل رابع فلوريد اليورانيوم إلى فلز اليورانيوم عن طريق اختزاله بالمغنسيوم (دفعات كبيرة) أو

الكالسيوم (دفعات صغيرة). ويتم إجراء التفاعل عند درجات حرارة تتجاوز نقطة انصهار اليورانيوم ١٤٠٣ كلفن (١١٣٠ درجة مئوية).

#### ٧-١-٦- النظم المصممة أو المعدة خصيصاً لتحويل سادس فلوريد اليورانيوم إلى ثاني أكسيد اليورانيوم

##### ملحوظة إيضاحية

يمكن تحويل سادس فلوريد اليورانيوم إلى ثاني أكسيد اليورانيوم عن طريق واحدة من ثلاث عمليات. في العملية الأولى، يتم اختزال سادس فلوريد اليورانيوم ويحلل بالماء إلى ثاني أكسيد اليورانيوم باستخدام الهيدروجين والبخار. وفي العملية الثانية، يجري ترطيب سادس فلوريد اليورانيوم عن طريق إذابته في الماء، وتُضاف الأمونيا لترسيب ثاني يورانات الأمونيوم، ويُختزل ملح ثاني يورانات الأمونيوم إلى ثاني أكسيد اليورانيوم باستخدام الهيدروجين عند ١٠٩٣ كلفن (٨٢٠ درجة مئوية). أما في العملية الثالثة، فيتم دمج سادس فلوريد اليورانيوم الغازي وثاني أكسيد الكربون والأمونيا ٣ في الماء، حيث ترسب كربونات يورانييل الأمونيوم. وتُدمج كربونات يورانييل الأمونيوم مع البخار والهيدروجين عند درجة حرارة تتراوح بين ٧٧٣ و٨٧٣ كلفن (بين ٥٠٠ و٦٠٠ درجة مئوية) لإنتاج ثاني أكسيد اليورانيوم.

وعمليّة تحويل سادس فلوريد اليورانيوم إلى ثاني أكسيد اليورانيوم، كثيراً ما تتم باعتبارها المرحلة الأولى في أي محطة لصنع الوقود.

#### ٧-١-٧- النظم المصممة أو المعدة خصيصاً لتحويل سادس فلوريد اليورانيوم إلى رابع فلوريد اليورانيوم

##### ملحوظة إيضاحية

يتم تحويل سادس فلوريد اليورانيوم إلى رابع فلوريد اليورانيوم عن طريق اختزاله بالهيدروجين.

#### ٧-١-٨- النظم المصممة أو المعدة خصيصاً لتحويل ثاني أكسيد اليورانيوم إلى رابع كلوريد اليورانيوم

##### ملحوظة إيضاحية

يمكن تحويل ثاني أكسيد اليورانيوم إلى رابع كلوريد اليورانيوم بإحدى عمليتين. في العملية الأولى، يتفاعل ثاني أكسيد اليورانيوم مع رابع كلوريد الكربون عند درجة حرارة تبلغ ٦٧٣ كلفن (٤٠٠ درجة مئوية) تقريباً. وفي العملية الثانية، يتفاعل ثاني أكسيد الكربون عند درجة حرارة تبلغ ٩٧٣ كلفن (٧٠٠ درجة مئوية) تقريباً في وجود أسود الكربون (CAS 1333-86-4) وأول أكسيد الكربون والكلور، حيث يتولد عن هذا التفاعل رابع كلوريد اليورانيوم.

#### ٧-٢- محطات تحويل البلوتونيوم والمعدات المصممة أو المعدة خصيصاً لها

##### ملحوظة تمهيدية

يجوز أن تؤدي محطات ونظم تحويل البلوتونيوم عملية تحول واحدة أو أكثر من نوع كيميائي للبلوتونيوم إلى نوع آخر، بما في ذلك ما يلي: تحويل نترات البلوتونيوم إلى ثاني أكسيد البلوتونيوم، وتحويل ثاني أكسيد البلوتونيوم إلى رابع فلوريد البلوتونيوم، وتحويل رابع فلوريد البلوتونيوم إلى فلز

البلوتونيوم. وعادة ما ترتبط محطات تحويل البلوتونيوم بمرافق لإعادة المعالجة، ولكن يجوز أيضاً أن ترتبط بمرافق لصنع وقود البلوتونيوم. والعديد من مفردات المعدات الرئيسية لمحطات تحويل البلوتونيوم هي مفردات مشتركة في عدة قطاعات من صناعات المعالجة الكيميائية. وترد فيما يلي، على سبيل المثال، أنواع المعدات المستخدمة في هذه العمليات: الأفران، والأتونات الدوارة، والمفاعلات ذات القيعان المائعة، والمفاعلات ذات الأبراج المتوهجة، والطاردات المركزية للسوائل، وأعمدة التقطير، وأعمدة استخراج السوائل. وقد يلزم أيضاً استعمال الخلايا الساخنة، وعلب القفازات، وأجهزة المناولة عن بعد. ولكن القليل من هذه المفردات متاح "بصورة متيسرة"؛ وبالتالي سيجري إعداد معظم هذه المفردات وفقاً لمتطلبات المستخدم ومواصفاته. ولا بد من إيلاء عناية خاصة عند التصميم تحسباً لما يرتبط بالبلوتونيوم على وجه التحديد من مخاطر إشعاعية ومخاطر تتعلق بالسمية والحرارية. ويقتضي الأمر، في بعض الحالات، وضع اعتبارات خاصة في التصميم والتشييد لمراعاة الخواص الأكلية لبعض الكيماويات التي تتم معالجتها (كفلوريد الهيدروجين مثلاً). وأخيراً، ينبغي أن يلاحظ في جميع عمليات تحويل البلوتونيوم أن مفردات المعدات التي لا تكون، كل منها على حدة، مصممة أو معدة خصيصاً لتحويل البلوتونيوم يمكن تركيبها في نظم مصممة أو معدة خصيصاً لاستخدامها في تحويل البلوتونيوم.

#### ٧-٢-١- النظم المصممة أو المعدة خصيصاً من أجل تحويل نترات البلوتونيوم إلى أكسيد البلوتونيوم

##### ملحوظة إيضاحية

أهم المهام الداخلة في هذه العملية هي: خزن وضبط لقيم العملية، والترسيب وفصل السوائل عن الأجسام الصلبة، والتكليس، ومناولة النواتج، والتهوية، والتصرف في النفايات، ومراقبة العمليات. ويتم تطويع نظم العمليات تطويعاً خاصاً من أجل تجنب آثار الحرجية والإشعاعات وتقليل مخاطر السمية. وفي معظم مرافق إعادة المعالجة، تنطوي هذه العملية على تحويل نترات البلوتونيوم إلى ثاني أكسيد البلوتونيوم. ويمكن أن تنطوي العمليات الأخرى على ترسيب أو كسالات البلوتونيوم أو بروكسيد البلوتونيوم.

#### ٧-٢-٢- النظم المصممة أو المعدة خصيصاً من أجل إنتاج فلز البلوتونيوم

##### ملحوظة إيضاحية

تنطوي هذه العملية على فلورة ثاني أكسيد البلوتونيوم -عادة بواسطة فلوريد هيدروجين أكال جداً- من أجل إنتاج فلوريد البلوتونيوم الذي يُختزل بعد ذلك باستخدام فلز كالسيوم شديد النقاء من أجل إنتاج بلوتونيوم فلزي وخبث فلوريد الكالسيوم. وأهم المهام الداخلة في هذه العملية هي: الفلورة (باستخدام معدات مصنوعة من فلز نفيس أو مبطنة بفلز نفيس، على سبيل المثال)، واختزال الفلز (باستخدام بواتق خزفية مثلاً)، واستخلاص الخبث، ومناولة النواتج، والتهوية، والتصرف في النفايات، ومراقبة العمليات. ويتم تطويع نظم العمليات تطويعاً خاصاً من أجل تجنب آثار الحرجية والإشعاعات وتقليل مخاطر السمية. وتشمل العمليات الأخرى فلورة أو كسالات البلوتونيوم أو بروكسيد البلوتونيوم ثم الاختزال إلى فلز.

## المختصرات الشائع استخدامها (مع بوادنها الدالة على الحجم) في المرفق على النحو التالي:

A	-	أمبير	-	(شدة) التيار الكهربائي
CAS	-	دائرة المستخلصات الكيميائية	-	
°C	-	درجة (درجات) مئوية	-	درجة حرارة
cm	سم	سنتيمتر (سنتيمترات)	-	طول
cm <sup>2</sup>	سم <sup>2</sup>	سنتيمتر مربع (سنتيمترات مربعة)	-	مساحة
cm <sup>3</sup>	سم <sup>3</sup>	سنتيمتر مكعب (سنتيمترات مكعبة)	-	حجم
°	-	درجة (درجات)	-	زاوية
g	غم	غرام (غرامات)	-	كتلة
GHz	-	غيغا هيرتز	-	تردد
GPa	-	غيغا باسكال	-	ضغط
H	-	هنري	-	حث كهربائي
h	-	ساعة (ساعات)	-	زمن
Hz	-	هيرتز	-	تردد
kg	كغ	كيلو غرام (كيلو غرامات)	-	كتلة
kHz	-	كيلو هيرتز	-	تردد
kJ	-	كيلو جول	-	طاقة، شغل، حرارة
kPa	-	كيلو باسكال	-	ضغط
kW	-	كيلو واط	-	قوى
K	-	كلفن	-	درجة حرارة الديناميكية الحرارية
m	م	متر (أمتار)	-	طول
m <sup>2</sup>	م <sup>2</sup>	متر مربع (أمتار مربعة)	-	مساحة
m <sup>3</sup>	م <sup>3</sup>	متر مكعب (أمتار مكعبة)	-	حجم
mA	-	ملي أمبير	-	شدة التيار الكهربائي
min	-	دقيقة (دقائق)	-	زمن
MPa	-	ميغا باسكال	-	ضغط
mm	مم	ملليمتر (ملليمترات)	-	طول
μm	-	ميكرومتر (ميكرون)	-	طول

قوة	-	نيوتن	-	N
طول	-	نانومتر (نانومترات)	-	nm
ضغط	-	باسكال	-	Pa
زمن	-	ثانية (ثوانٍ)	-	s
كمون (جهد) كهربائي	-	فولت	-	V
قوى كهربائية	-	فولت - أمبير	-	VA