

# الفصل السادس

المعادن



## الألومنيوم Aluminum

### التعريف والاستخدام

يوجد الألومنيوم طبيعياً وهو يكون حوالي ٨% من سطح الأرض، وعادة ما يوجد مخلوط مع عناصر أخرى بالأرض مثل المعادن والصخور، ومعدن الألومنيوم مرّن له لون فضي مبيض، وغالباً فإنه يستخدم في أوعية الطهي، الحاويات، الأدوات، ومواد البناء، ويستخدم في بعض الأشكال منها نترات الألومنيوم، أكسيد الألومنيوم، هيدروكسيد الألومنيوم (يستخدم في مضادات الحموضة Antacids)، كلوروهيدرات الألومنيوم (يستخدم في مزيلات الروائح الكريهة Deodorants)، سلفات الألومنيوم (يستخدم في معالجة مياه الشرب)، ويستخدم أيضاً في صناعة الطلاء، الألعاب النارية، وإنتاج الزجاج، المطاط، والسيراميك.

### السلوك البيئي

يرتبط بالجزيئات في الهواء، يمكن أن يذوب في البحيرات، المصارف، والأنهار، ويتوقف ذلك على نوعية المياه، وقد يؤدي المطر الحمضي لذوبانه من التربة والصخور، كما أنه يمكن أن يمتص بواسطة النباتات من التربة.

### طرق التعرض

تناول كميات قليلة منه بالغذاء، استنشاق مستويات عالية من مسحوق الألومنيوم بالهواء في بيئة العمل، شرب مياه تحتوي على مستويات عالية بالقرب

من مواقع المخلفات، المنشآت الصناعية أو بالمناطق الغنية طبيعياً بالمادة، تتناول مواد تحتوي علي مستويات عالية من الألومنيوم مثل (مضادات الحموضة)، وقليل جداً منها يدخل الجسم من أوعية الطهي.

### التأثيرات الصحية

يعتقد أن التعرض لمستويات قليلة من الألومنيوم بالغذاء، الهواء، الماء، أو الملابس للجلد لا تؤدي إلي أضرار بالصحة، والمادة ليست ضرورية للجسم وقد تكون الكميات العالية منها ضارة، والناس أو الأشخاص المعرضين للمستويات العالية للهواء قد يعانون من مشاكل بالتنفس، والكحة، ومرض الربو من استنشاق الأتربة، وتشير بعض الدراسات علي الفئران والأرانب عند التعرض لمستويات عالية أنه قد يضر أكثر بالحيوانات الصغيرة حيث أنه قد يسبب تأخير النمو أو التطور الهيكلي والعصبي، ويرتبط الألومنيوم بمرض الزهايمر (Alzheimer) حيث أن المرضى الذين يعانون منه يتواجد بأدمغتهم (بالمخ) مستويات عالية منه، ومن غير المعروف إذا ما كان الألومنيوم هو المتسبب في المرض، أو أن بناء وتراكم الألومنيوم يحدث لدى الناس الذين يعانون بالفعل من المرض، والأطفال والبالغين الذين يتعاطون جرعات عالية من الألومنيوم كعلاج لمشاكل أخرى يتطور لديهم أمراض العظام مما يقترح معه أن الألومنيوم قد يتسبب في مشاكل بالعمود الفقري وبعض الأفراد الحساسين يتطور لديهم طفح جلدي من استخدام كلوروهيدرات الألومنيوم المزيلة للروائح الكريهة، ولا توجد علامات أو شواهد علي أن الألومنيوم يؤثر علي تكاثر الإنسان أو الحيوان.

### التأثير المسرطن

لا تصنف المادة من قبل الهيئات المهتمة (IARC، EPA، DHHS) ضمن المواد المسببة للسرطان، كما أن المعلومات المتاحة لا تدل علي أن المادة منشطة للسرطان.

## الكشف الطبى

يوجد عدد من الاختبارات لقياس الألومنيوم في الدم، البول، البراز، وتدل الكميات الموجودة في البول على التعرض لكميات أعلى من المستويات العادية للألومنيوم، كما انه بهذه الاختبارات يمكن الكشف عن الألومنيوم بالشعر أو الأظافر، وهذه الاختبارات ليست متاحة بالعيادات العادية، ولكنه يمكن للطبيب أخذ عينات من الدم، البول أو الأنسجة وإرسالها لمعامل التحاليل المتخصصة.

## توصيات الوقاية الصحية

تتطلب التنظيمات المعمول بها من قبل هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) تسجيل الكميات المتناثرة أو المتسربة للبيئة إذا ما كانت ٥٠٠٠ رطل أو أكثر، وهناك تنظيمات خاصة بفوسفيد الألومنيوم لأنه يستخدم كمبيد، وتوصي الهيئة بأنه يجب ألا يتعدى تركيز الألومنيوم بماء الشرب عن ٢,٠ جزء في المليون بسبب المشاكل المتعلقة بالتذوق والرائحة، وقدرت هيئة الأغذية والأدوية (FDA) الأمريكية أن أوعية الطهي الألومنيوم، ورقائق الألومنيوم (Aluminum foil)، ومضادات العرق (Antiperspirants)، ومضادات الحموضة (Antacids) وغيرها من منتجات الألومنيوم آمنة بصفة عامة، وحددت هيئة الأمان المهني والصحة (OSHA) الأمريكية التركيزات القصوى لتراب (مسحوق) الألومنيوم العالق بالهواء المسموح بها في بيئة العمل بمقدار ١٥ ملجم / م<sup>٣</sup> لمدة ٨ ساعات عمل يوميا طوال ٤٠ ساعة عمل أسبوعية، بينما يوصي المعهد الدولي للأمان المهني والصحة (NIOSH) بالا تتعدى حدود التركيزات بالهواء في بيئة العمل عن ١٠ ملجم / م<sup>٣</sup> لمدة ١٠ ساعات عمل يوميا طوال ٤٠ ساعة عمل أسبوعية.

## الأنتيمون

## Antimony

### التعريف والاستخدام

الأنتيمون معدن له لون أبيض فضي يوجد في قشرة الأرض، ويعالج الأنتيمون الخام ويخلط بمعادن أخرى لتكوين مج الأنتيمون (الأنتيمون المخلوط) أو يخلط مع الأكسجين لتكوين أكسيد الأنتيمون، ويحصل عليه من مناجم التعدين ببعض البلاد وينقل منها إلى بلدان أخرى للتصنيع، كما أنه يمكن الحصول عليه كنواتج ثانوي خلال عمليات صهر الرصاص وغيره من المعادن، وهو لا يستخدم بمفرده حيث أنه ينكسر بسهولة ويستخدم مخلوطاً مع غيره من المعادن في بطاريات الرصاص، سبائك اللحام، الألواح والأنابيب أو المواسير المعدنية، المصبوبات (مواد الصب في قوالب)، والأواني البيوتريّة، ويضاف أكسيد الأنتيمون للمنسوجات والمواد البلاستيكية لمنع احتراقها، ويستخدم أيضاً في الدهانات، والسيراميك، والألعاب النارية، كما يستخدم كمينا أو طلاء للبلاستيك والزجاج والمعادن.

### السلوك البيئي

يتسرب الأنتيمون إلى البيئة من المصادر الطبيعية ومن الصناعة، وهو يتعلق بالهواء في صورة جزيئات صغيرة تبقى به لأيام عديدة، وغالباً فإن دورته تنتهي في التربة حيث يرتبط بقوة بالجزيئات المحتوية على الحديد، المنجنيز، أو الألومنيوم، وهو يوجد بمستويات قليلة في بعض الأنهار، البحيرات، والمصارف.

## طرق التعرض

نظرا لتواجد الأنتيمون طبيعيا في البيئة فإن عامة الناس يتعرضون لمستويات قليلة منه يوميا وبصفة أساسية من الغذاء وماء الشرب والهواء، وهو يتواجد بالهواء بالقرب من المنشآت التي تقوم بتصنيعه أو تسريبه مثل المصاهر، المرممات (مواقد أو أفران حرق النفايات أو المخلفات)، وفي المناطق الملوثة المحتوية علي مستويات عالية من الأنتيمون فإنه يتواجد بالهواء، والماء والتربة، وقد يتعرض العمال القائمين بتصنيع الأنتيمون أو استخدام الخامات المحتوية عليه إلي مستويات عالية منه.

## التأثيرات الصحية

قد يؤدي التعرض لمستويات عالية من الأنتيمون إلي تأثيرات صحية ضارة متنوعة، حيث أنه يمكن أن ينتج عن استنشاق مستويات عالية لفترة طويلة تهيج أو إثارة بالاعين والرئتين، أو أنه يمكن أن يتسبب في مشاكل صحية بالقلب والرئتين، ألآم بالمعدة، إسهال، قيئ، وقرح المعدة، وبالنسبة لحيوانات التجارب فإن التعرض لفترة قصيرة بالاستنشاق لمستويات عالية جدا منه يؤدي إلي موتها، أما التي استنشقت مستويات عالية فقد تعرضت لأضرار بالرئتين، القلب، الكبد، والكليتين، ودلت دراسات التعرض لمستويات منخفضة علي المدى الطويل علي حدوث حساسية بالاعين، فقد الشعر، أضرار بالرئتين، ومشاكل بالقلب، كما لوحظت مشاكل أخرى متعلقة بالخصوبة عند استنشاق مستويات عالية جدا من الأنتيمون لأشهر قليلة، وتناول جرعات كبيرة منه قد يتسبب في القيء، ومن غير المعروف إذا ما كان هناك تأثيرات أخرى يمكن حدوثها بسبب الابتلاع، وقررت دراسات التعرض من خلال الهضم حدوث أضرار بالكبد وتغيرات بالدم، ويمكن أن يؤدي الأنتيمون لتهيج أو حساسية بالجلد إذا ما ترك عليه، ومن ناحية أخرى فإن للأنتيمون تأثيرات نافعة عند استخدامه في الأغراض الطبية، حيث يستخدم طبيا لمعالجة بعض الأشخاص المصابين بالطفيليات.

## التأثير المسرطن

لا تصنف المادة من قبل الهيئات المهمة ضمن المواد المسرطنة للإنسان، وقد لوحظ في بعض الدراسات علي الفئران حدوث سرطان الرئة عند استنشاقها لمستويات عالية من الأنثيمون، ولا توجد دراسات متاحة تجاه البشر، كما أنه من غير المعروف إذا ما كان الأنثيمون يتسبب في سرطان الإنسان.

## الكشف الطبى

هناك اختبارات متاحة لقياس مستويات الأنثيمون بالجسم، وذلك بالبول، والبراز، والدم خلال عدة أيام من التعرض، إلا أنه لا يعرف من خلالها الكميات التي تم التعرض لها أو التأثيرات الصحية التي تنتج عن ذلك، وهذه الاختبارات ليست متاحة في العيادات العادية لأنها تحتاج لأجهزة معينة تتوفر لدى المعامل المتخصصة.

## توصيات الوقاية الصحية

الحدود المسموح بها من قبل هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) في مياه الشرب ٠,٠٠٦ جزء في المليون، وتتطلب التنظيمات المعمول بها تسجيل أو تقرير الكميات المتناثرة أو التي يتم صرفها بالبيئة إذا ما كانت ٥٠٠٠ رطل أو أكثر، والحدود المسموح للتعرض بها من قبل هيئة الأمان المهني والصحة (OSHA) الأمريكية ٥ ملجم / م<sup>٣</sup> بالهواء في بيئة العمل لمدة ٨ ساعات عمل يوميا أو ٤٠ ساعة عمل أسبوعية.

## الزرنـيـخ Arsenic

### التعريف والاستخدام

الزرنـيـخ معدن طبيعي ينتشر توزيعه بالقشرة الأرضية، ويختلط الزرنـيـخ في البيئة مع الأكسجين، الكلورين، والكبريت لتكوين مركبات الزرنـيـخ غير العضوية، ويختلط الزرنـيـخ في الحيوانات والنباتات مع الكربون والهيدروجين مكونا مركبات الزرنـيـخ العضوية، وتستخدم مركبات الزرنـيـخ غير العضوية بصفة أساسية لحماية الأخشاب، أما المركبات العضوية فتستخدم كمبيدات آفات وخاصة علي نباتات القطن.

### السلوك البيئي

لا يهدم الزرنـيـخ في البيئة، ولكنه يمكن أن يتحول فقط في الشكل، والزرنـيـخ الموجود في الهواء يستقر في النهاية علي الأرض أو يتم غسله خارج الهواء بواسطة الأمطار، والعديد من مركبات الزرنـيـخ يمكن أن تذوب في الماء، ويتراكم الزرنـيـخ بكل من الأسماك والأسماك الصدفية، ولكن الزرنـيـخ الموجود في الأسماك يكون غالبا في صورة غير ضارة.

### طرق التعرض

تناول أغذية، شرب مياه، استنشاق هواء يحتوي علي الزرنـيـخ، استنشاق الهواء الملوث بـأماكن العمل، استنشاق نشارة الخشب أو أدخنة حرق الأخشاب المعاملة

بالزرنيخ، السكن بالقرب من مواقع المخلفات الخطرة المحتوية علي الزرنيخ التي لا يتم السيطرة عليها بطريقة منظمة، أو العيش في المناطق التي تحتوي علي مستويات طبيعية عالية غير معتادة من الزرنيخ في الصخور، ويمكن أن تقوم الأسرة بالتقليل من أضرار التعرض للزرنيخ إذا ما كان يستخدم الخشب المعامل بالزرنيخ في إنشاء المنازل، وذلك بارتداء قناع الأتربة، القفازات، والملابس الواقية وذلك للإقلال من التعرض للنشارة، وبالنسبة للأشخاص الذين يعيشون في مناطق ذات مستويات عالية من الزرنيخ في الماء أو التربة، فإنه يجب استخدام المصادر النظيفة للمياه، والحد من الملامسة مع التربة.

### التأثيرات الصحية

استنشاق مستويات عالية من الزرنيخ غير العضوي يمكن أن يسبب آلام بالحجرة أو حساسية الرئتين، وتناول مستويات عالية من الزرنيخ غير العضوي قد ينتج عنه الموت، والمستويات العالية من الزرنيخ يمكن أن تسبب غثيان وقيء، خفض إنتاج كرات الدم الحمراء والبيضاء، تناغم غير طبيعي للقلب، أضرار بالأوعية الدموية، وحساسية الأظافر بأصابع اليد والقدم، وتناول أو استنشاق مستويات منخفضة من الزرنيخ غير العضوي لمدة طويلة يمكن أن يسبب عتامة الجلد، وظهور تصلبات صغيرة بالبشرة أو نتوءات (ثآليل) صغيرة براحة اليد وأخمص القدم، واللامسة الجلدية بالزرنيخات غير العضوية قد تسبب احمرار وتورم أو انتفاخ الجلد، ومركبات الزرنيخ العضوية أقل سمية من المركبات غير العضوية، والتعرض لمستويات عالية لبعض مركبات الزرنيخ العضوية قد تسبب تأثيرات مشابهة للزرنيخ غير العضوي، ومن غير المعروف إذا ما كان التعرض للزرنيخ يمكن أن يسبب عيوب أو تشوهات خلقية بالمواليد أو غيرها من تأثيرات التطور في الإنسان، وقد لوحظت تشوهات خلقية بالمواليد في الحيوانات المعرضة للزرنيخ غير العضوي، والتأثيرات الملاحظة علي الأطفال المعرضين لكميات عالية من الزرنيخ تتشابه مع التأثيرات المشاهدة في البالغين.

## التأثير المسرطن

تشير بعض الدراسات إلى أن الزرنيخ غير العضوي يمكن أن يزيد من الضرر بسرطان الرئة، سرطان الجلد، سرطان المثانة، سرطان الكبد، سرطان الكلىتين، وسرطان البروستاتة، ويشير تقدير المنظمات المهمة (EPA، DHHS، WHO) إلى أن الزرنيخ غير العضوي مسرطن للإنسان.

## الكشف الطبى

هناك اختبارات لقياس مستوى الزرنيخ بالدم، البول، الشعر، وأظافر الأصابع، واختبار البول أكثر الاختبارات التي يمكن الاعتماد عليها أو الوثوق بنتائجها إذا ما أجريت خلال أيام قليلة من التعرض، واختبارات الشعر والأظافر يمكنها قياس المستويات العالية أو التعرض للزرنيخ طوال ٦ - ١٢ شهرا السابقة، وهذه الاختبارات يمكنها تقدير إذا ما كان قد حدث تعرض للزرنيخ أعلي من المستويات المتوسطة، ولكنه لا يمكن التنبؤ بها إذا ما كانت هذه المستويات ستؤثر علي الحالة الصحية.

## توصيات الوقاية الصحية

وضعت هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) الحدود التي يمكن للمصادر الصناعية تسريبها للبيئة، كما قيدت أو ألغت استخدامات عديدة للزرنيخ في المبيدات، وحددت الهيئة المستوى المسموح منه في ماء الشرب بمقدار ٠,٠١ جزء في المليون، وحددت هيئة الأمان المهني والصحة (OSHA) الأمريكية المستوى المسموح به بالهواء في بيئة العمل بمقدار ١٠ ميكروجرام / م<sup>٣</sup> من الهواء وذلك لمدة ٨ ساعات عمل يوميا أو ٤٠ ساعة عمل أسبوعية.

## الأسبستوس

## Asbestos

### التعريف والاستخدام

هناك مجموعة من ٦ لليافيات معدنية مختلفة يطلق عليها الأسبستوس وهي الأموسيت (Amosite)، الكريسوتيل (Chrysotile)، الكروسيدوليت (Crocidolite)، التريموليت (Tremolite)، الأسستينوليت (Actinolite)، والأنثوفيلليت (Anthophyllite)، وهي تظهر طبيعياً بالتربة والصخور فسي بعض المناطق، وألياف الأسبستوس تختلف فيما بينها من ناحية الطول وهي قد تكون مستقيمة أو ملفوفة، وهي مقاومة للحرارة ومعظم الكيماويات، ولذلك فإنه ينتشر استخدامها في العديد من المواد المصنعة مثل ألواح التسقيف، وبلاط الأسقف والأرضيات، المنتجات الورقية، المنتجات اللاصقة، الأجزاء المقاومة للاحتكاك مثل دبرياج السيارات، وأجزاء الفرامل ونقل الحركة، ومنتجات التغليف والتغطية.

### السلوك البيئي

يمكن أن يدخل الأسبستوس الهواء والماء من المستودعات الطبيعية ومنتجات الأسبستوس الصناعية، وقد تبقى لليافيات صغيرة منه معلقة في الهواء لفترة طويلة قبل استقرارها، أما الليفيات الأكبر فإنها تتجه للاستقرار بسرعة أكبر، وليفيات الأسبستوس غير قادرة على التحرك خلال التربة، كما أنه لا يتم هدمها إلى مركبات أخرى في البيئة، لذا فإنها يمكن أن تبقى بالبيئة لعدة عقود أو أكثر، وقد تبني لليافيات الأسبستوس بالحيوانات.

## طرق التعرض

استنشاق مستويات منخفضة بالهواء، استنشاق مستويات أعلى بالهواء عند العمل بالصناعات التي تقوم عليه أو تستخدم منتجاته أو بالقرب من المباني التي بها منتجات اسبستوس أو يتم تجديدها باستخدامه، استنشاق مستويات عالية بالهواء بالقرب من الصناعات المرتبطة بالاسبستوس، أو بالقرب من مواقع المخلفات المحتوية عليه، شرب مياه تحتوي علي الأسبستوس من مصدر طبيعي أو من الأسبستوس الموجود بالمواد اللاصقة لأنابيب مياه الشرب.

## التأثيرات الصحية

يؤثر الأسبستوس بصفة أساسية علي الرئتين، والتغيرات بالأغشية المحيطة بالرئتين شائعة جدا في العمال المعرضين له، وتظهر هذه التأثيرات أيضا علي الأشخاص الذين يعيشون بالقرب من المناطق التي بها مستويات عالية من الأسبستوس في الهواء، ولكن التأثيرات الناجمة عن الاستنشاق ليست خطيرة عادة، واستنشاق المستويات العالية جدا من الأسبستوس قد ينتج عنها بناء بطئ لندب أو آثار مشابهة لبقايا الجروح بالأنسجة في الرئتين وبالعشاء المحيط بها، ويطلق علي هذا المرض الأسبستوسيس (Asbestosis)، وهو يوجد عادة في عمال الأسبستوس وليس بصفة عامة، والأشخاص المصابون بهذا المرض يعانون من قصر بالنفس، وغالبا ما يكون مصحوبا بكحة، وفي بعض الأحيان تضخم بالقلب، وهذا المرض خطير ويمكن أن يؤدي في النهاية لفقد المقدرة أو الوفاة.

## التأثير السرطن

يشير تقدير وزارة الصحة والخدمات الإنسانية (DHHS) الأمريكية إلي أن الأسبستوس معروف كمسبب للسرطان في الإنسان، وهناك نوعية من السرطان الناشئ عن التعرض لمستويات عالية من الأسبستوس، الأول سرطان بأنسجة الرئتين نفسها، والثاني بالعشاء المحيط بالرئتين وغيرها من الأعضاء الداخلية، وكلاهما عادة ما يكون مميت، وهذه الأمراض لا تتطور سريعا، ولكنها تظهر فقط بعد سنوات عديدة، والتدخل ما بين أدخنة السجائر والأسبستوس يزيد من فرصة

حدوث سرطان الرئة، وتشير الدراسات علي العاملين إلي أن استنشاق الأسبستوس يمكن أن يزيد فرصة حدوث السرطان بأجزاء أخرى من الجسم مثل المعدة، الأمعاء، المريء، البنكرياس، والكليتين، ولكن هذا ليس مؤكداً، والأشخاص المعرضين لمستويات منخفضة من الأسبستوس قد يتزايد لديهم أيضاً ضرر تطور السرطان، ولكن الضرر عادة ما يكون صغيراً ويصعب قياسه أو الكشف عنه، ومن غير المعروف ما إذا كان ابتلاع الأسبستوس يتسبب في سرطان، وبعض الأشخاص الذين تعرضوا للييفات الأسبستوس في ماء الشرب كان متوسط معدلات الوفاة لديهم أعلى من سرطان المريء، المعدة، والأمعاء، ولكنه من غير المعروف إذا ما كان ذلك بسبب الأسبستوس أو بشيء آخر.

### الكشف الطبي

لا تكشف أشعة X للصدر عن لييفات الأسبستوس، ولكنها يمكن أن تكشف عن العلامات المبكرة لأمراض الرئة الناشئة عن الأسبستوس، والاختبارات الأخرى مثل الأشعة المقطعية تكون مفيدة أيضاً في الكشف عن التغيرات بالرئتين، وهناك اختبارات لقياس لييفات الأسبستوس بالبول، البراز، المخاط، أو المواد التي يتم غسلها خارج الرئة، ولكن المستويات المنخفضة من لييفات الأسبستوس التي تتواجد بسوائل الجسم هذه متقاربة بكل الناس، وعليه فإن المستويات الأعلى من المتوسط يمكن أن تدل فقط علي التعرض للأسبستوس، ولا يمكن من خلالها معرفة إذا ما كانت ستسبب معاناة من أي تأثيرات صحية.

### توصيات الوقاية الصحية

حرمت هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) أي استخدام جديد للأسبستوس منذ عام ١٩٨٩، أما الاستخدامات التي سمح بها قبل هذا التاريخ فإنها ما زالت سارية، وقد أسست الهيئة التنظيمات المطلوبة للتفتيش عن أضرار الأسبستوس، واستئصال أو تقليل التعرض عن طريق الإزالة أو التغطية، وحددت الهيئة التركيز الممكن تواجده بماء الشرب من لييفات الأسبستوس الطويلة بمقدار ٧ مليون ليفة / لتر.

# الباريوم Barium

## التعريف والاستخدام

الباريوم معدن ابيض فضي يوجد في الطبيعة مخلوطا مع كيمائيات أخرى مثل الكبريت، أو الكربون والأكسجين، ويمكن إنتاج مركبات الباريوم أيضا صناعيا، وتستخدم مركبات الباريوم في تصنيع شحوم الحفارات (المثاقب) المستخدمة في التنقيب عن البترول والغاز، حيث تسهل هذه الشحوم اختراق الحفارات خلال الصخور لأنها تحافظ علي ذلاقة لقم (بنط) الحفارات، وتستخدم مركبات الباريوم أيضا في تصنيع الدهانات، الفخاريات، الزجاج، والمطاط، وتستخدم كبريتات الباريوم أحيانا بواسطة الأطباء لإجراء الاختبارات الطبية وأخذ صور الأشعة السينية (X - rays) للمعدة.

## السلوك البيئي

يدخل الباريوم في الهواء أثناء عمليات التعدين وتنقية وإنتاج مركبات الباريوم، ومن احتراق الفحم والبترول، وبعض مركبات الباريوم تذوب بسهولة في الماء وتوجد بالبحيرات، الأنهار، والمصارف، ويتواجد الباريوم بالتربة في غالبية الأراضي، وبالغذية بمستويات منخفضة، وهو يتراكم بالكائنات البحرية والأسماك.

## طرق التعرض

استنشاق مستويات منخفضة جدا من الهواء، شرب الماء أو تناول الأغذية، أو استنشاق العمال لمستويات عالية من الهواء عند تصنيع أو استخدام مركباته،

شرب مياه تحتوي علي مستويات عالية من مصادر طبيعية، استنشاق الهواء بالقرب من مناجم الباريوم أو منشآت تصنيعه.

### التأثيرات الصحية

تتوقف التأثيرات الصحية الناشئة عن مركبات الباريوم المختلفة علي درجة ذوبان المركب في الماء، والمركبات التي لا تذوب جيدا في الماء ليست ضارة بصفة عامة، وغالبا ما تستخدم بواسطة الأطباء في الأغراض الطبية، أما مركبات الباريوم التي تذوب جيدا في الماء فإنها قد تتسبب في تأثيرات صحية ضارة تجاه البشر، وتناول مستويات عالية من مركباته الذائبة جيدا في الماء علي مدى فترة قصيرة ينتج عنه صعوبات بالتنفس، ارتفاع ضغط الدم، تغير في ضربات القلب، تهيج بالمعدة، تضخم (ورم) بالمخ، ضعف العضلات، أضرار الكبد، الكليتين، القلب، والطحال، ومن غير المعروف التأثيرات الصحية تجاه البشر الذين يتناولون مستويات منخفضة من الباريوم علي مدى فترة طويلة من الوقت، وبالنسبة للحيوانات فإن الدراسات تشير إلي زيادة في ضغط الدم وتغيرات بالقلب نتيجة لتناول الباريوم علي مدى فترة طويلة من الوقت، كما انه من غير المعروف التأثيرات الناجمة عن التنفس أو ملامسة الباريوم.

### التأثير السرطن

لا تصنف المادة من قبل الهيئات الصحية أو البيئية ضمن المواد المسرطنة للإنسان، حيث أنه لا توجد دراسات تجاه الإنسان، أما الدراسات القليلة المتاحة علي الحيوانات فإنها غير ملائمة لتقدير ما إذا كان الباريوم مسبب للسرطان.

### الكشف الطبى

لا يوجد اختبار طبي روتيني لكشف التعرض للباريوم، بالرغم من أن الأطباء يمكنهم الكشف عن أو قياس الباريوم بالدم، العظام، البول، البراز وذلك باستخدام أجهزة معقدة جدا، وبسبب هذا التعتد فإن هذه الاختبارات عادة ما تجري فقط للحالات التي تعاني من التسمم بالباريوم أو في أغراض البحث الطبى.

## توصيات الوقاية الصحية

الحدود المسموح بها من قبل هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) في ماء الشرب ٢ جزء في المليون، وتتطلب التنظيمات المعمول بها من قبل الهيئة إبلاغها بالكميات المتناثرة أو المتسربة للبيئة إذا ما كانت ١٠ رطل أو أكثر من سيانيد الباريوم، وحدود التعرض المهني المسموح بها من مركبات الباريوم ٥ ، ٠ ملجم / م<sup>٣</sup> بالهواء في بيئة العمل لمدة ٨ ساعات عمل يوميا طوال ٤٠ ساعة عمل أسبوعية، بينما توصي هيئة الأمان المهني والصحة (OSHA) بحدود تعرض مقدارها ٥ - ١٥ ملجم / م<sup>٣</sup> من مسحوق ( تراب ) الباريوم بالهواء، وتشير توصيات المعهد القومي للأمان المهني والصحة (NIOSH) إلي أن تركيز ٥٠ ملجم / م<sup>٣</sup> يعتبر مستوى خطير له تأثير قوي فوري تجاه الحياة والصحة، وهذا المستوى من التعرض قادر علي إحداث مشاكل صحية دائمة أو يؤدي للموت.

# البورون

## Boron

### التعريف والاستخدام

البورون مركب طبيعي وغالبا ما يوجد مختلطا مع مواد أخرى لتكوين مركبات البورات، ومنها حامض البوريك ، أملاح البورات، وأكاسيد البورون، وتقوم بعض الشركات بإنتاج البورات بتصنيع مركبات البورون، وتستخدم البورات غالبا في إنتاج الزجاج، وتستخدم أيضا في المواد المضادة أو المثبطة للاحتراق، دباغة الجلود، مستحضرات التجميل، مواد التصوير، المنظفات والصابون، وأنواع الوقود عالية الطاقة، وتحتوي بعض المبيدات المستخدمة في مكافحة الصراصير ووقاية الأخشاب علي البورات.

### السلوك البيئي

يتسرب البورون إلي البيئة من المصادر الطبيعية مثل المحيطات، البراكين، والأبخرة الحرارية المنبعثة من الأرض، وأيضا من الصناعة التي تستخدمه، ولا توجد معلومات كافية متاحة عن طول الفترة التي يتبقى بها في الهواء والماء أو التربة، ولا يبدي المركب تراكما في السمك أو غيره من الكائنات الحية المائية، بينما يتراكم في النبات، ويوجد في بعض الأغذية وبصفة خاصة الخضراوات والفاكهة.

## طرق التعرض

يتم التعرض له من الهواء، الماء والغذاء بتركيزات قليلة، وماء الشرب التي تحتوي عليه بالمناطق التي يتواجد فيها البورون طبيعياً بتركيزات عالية في الأرض، وتناول أطعمة تحتوي علي مستويات عالية، العمل بتعدين البوراكس، وتكرير أو تصفية النبات، وبالمواقع القريبة من تصنيع حامض البوريك، استخدام المنتجات الاستهلاكية المحتوية عليه مثل منتجات التجميل ومواد الغسيل.

## التأثيرات الصحية

لا توجد سوى معلومات قليلة عن التأثيرات الصحية للتعرض علي المدى الطويل للبورون، ومعظم الدراسات عن التعرض علي المدى القصير، واستنشاق مستويات متوسطة من البورون يمكن أن ينتج عنها تهيجات بالأنف، الحنجرة، والأعين، ولوحظت بعض التأثيرات علي التناسل مثل انخفاض تعداد الحيوانات المنوية لدى الرجال المعرضين طوال فترة طويلة، وأشارت الدراسات علي الحيوانات حدوث تأثيرات علي الرئتين نتيجة لاستنشاق مستويات عالية من البورون، وتناول كميات كبيرة من البورون طوال فترة قصيرة من الوقت يمكن أن يضر بالمعدة، الأمعاء، الكبد، الكليتين، والمخ، ودلت الدراسات علي الحيوان أن تناول البورون يؤثر علي خصيات الذكور، كما تلاحظ عيوب المواليد بخلفة الإناث التي عرضت للبورون أثناء فترة الحمل، ومن غير المعروف ما هي التأثيرات التي تحدث للأشخاص نتيجة للملامسة الجلدية مع البورون، بينما وجد في الدراسات علي الحيوانات تهيجات بالجلد عند تطبيق البورون مباشرة عليها.

## التأثير المسرطن

لا تصنف المادة من قبل الهيئات الصحية أو البيئية المهمة ضمن المواد المسرطنة للإنسان، ووجد من خلال دراسة علي الحيوان أنه لا يظهر أي علامة للمسرطان بعد التعرض طوال الحياة لحامض البوريك في الغذاء، ولا توجد دراسات متاحة علي الإنسان.

## الكشف الطبى

هناك اختبارات متاحة لقياس مستويات البورون بالدم، واليوريا، وهذه الاختبارات يجب إجرائها بعد فترة قصيرة من التعرض حيث أن غالبية البورون الزائد تخرج من الجسم مع البول خلال أيام قليلة من التعرض، وعادة فإن هذه الاختبارات لا تجرى بالعيادات الطبية العادية حيث أنها تتطلب أجهزة معينة، كما أنه من غير المعروف ما إذا كان مستوى البورون الذي يتم قياسه بالجسم يمكن أن يستخدم في التنبؤ بما إذا كانت هناك مشكلات صحية سوف تحدث.

## توصيات الوقاية الصحية

لا تسمح هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) بوجود أكثر من ٣٠ جزء في المليون من البورون في زيت القطن، ٨ جزء في المليون بثمار الموالح، كما أن التنظيمات المعمول بها من قبل الهيئة تقتضي تسجيل الكميات التي تتسرب أو يتم صرفها إلى البيئة إذا ما كانت ١٠٠ رطل أو أكثر من ثالث كلوريد البورون ورابع كلوريد البورون، وحدود التعرض المسموح بها من مسحوق أو أتربة البورون بالهواء في بيئة العمل ١٥ ملجم / م<sup>٣</sup> لمدة ٨ ساعات عمل يوميا طوال ٤٠ ساعة عمل أسبوعية، وتعتبر التوصيات الصادرة عن المعهد القومي للأمان المهني والصحة (NIOSH) أن تركيز ٢٥ جزء في المليون من رابع فلوريد البورون له تأثير خطير فوري تجاه الصحة والحياة، وهذا هو مستوى التعرض من المادة الذي يبدو أنه يسبب مشكلات صحية أو الوفاة، وتشير توصيات هيئة الأغذية والأدوية الأمريكية بأنه لا يسمح بأكثر من ٣١٠ جزء في المليون من البورون كمضافات غذائية.

# الكروميوم

## Chromium

### التعريف والاستخدام

الكروميوم عنصر طبيعي يتواجد في الصخور، الحيوانات، النباتات، التربة، وأتربة وغازات البراكين، وهو يتواجد في البيئة في أشكال أو صور مختلفة (أكثرها انتشارا (Chromium (O), (III), (VI)، وليس لمركبات الكروميوم رائحة أو تذوق، ويظهر الكروميوم (III) طبيعيا في البيئة وهو أحد العناصر المغذية الأساسية، وينتج الكروميوم (VI) أو (O) بصفة عامة من خلال العمليات الصناعية، ويستخدم معدن الكروميوم أو الصورة (O) في تصنيع الفولاذ، بينما يستخدم كل من الكروميوم (III) و (VI) في الطلاء بالكروم، الصبغات، دباغة الجلود، وحماية الأخشاب.

### السلوك البيئي

يدخل الكروميوم الهواء، الماء، والتربة غالبا في صورة (III) أو (VI)، وفي الهواء فإن مركبات الكروميوم غالبا ما تتواجد كجزيئات مسحوق دقيق تستقر أخيرا علي الأرض والماء، ويمكن للكروميوم أن يرتبط بقوة بالتربة، و فقط فإن كميات صغيرة يمكن أن تذوب في الماء وتتحرك إلي مسافات أكثر عمقا بالتربة إلي المياه الجوفية، ولا يتراكم الكروميوم الموجود بالمياه بأجسام الأسماك.

## طرق التعرض

تناول الطعام المحتوي علي كروميوم (III)، استنشاق الهواء بأماكن العمل الملوثة أو الملامسة الجلدية أثناء استخدامه في أماكن العمل، شرب مياه الآبار الملوثة، العيش بالقرب من مواقع المخلفات الخطرة غير المحكومة المحتوية علي الكروميوم أو الصناعات التي تستخدم الكروميوم، ويمكن أن تقلل الأسرّة من أضرار التعرض للكروميوم وذلك بتجنب لعب الأطفال في التربة بالقرب من مواقع المخلفات الخطرة غير المحكومة التي يتم التخلص فيها من الكروميوم، وبالرغم من أن الكروميوم (III) أحد العناصر الغذائية الرئيسية إلا أنه يجب تجنب الاستخدام الزائد للمواد المحتوية عليه.

## التأثيرات الصحية

الكروميوم (III) أحد العناصر الغذائية الأساسية التي تساعد الجسم في استخدام السكر، البروتين، والدهن، واستنشاق مستويات عالية من الكروميوم (VI) يمكن أن يسبب حساسية أو تهيج بالأنف مثل سيولة الأنف، نزيف الأنف، وقرحة أو ثقوب بالحاجز الموجود بين فتحتي الأنف، وتناول كميات كبيرة من الكروميوم (VI) يمكن أن يسبب اضطرابات معدية أو قرح، ارتجاع أو ارتعاش، أضرار بالكليتين والكبد، وحتى الموت، واللامسة الجلدية مع مركبات الكروميوم (VI) يمكن أن تسبب قرح بالجلد، وبعض الأشخاص مفرطي الحساسية للكروميوم (III) أو (VI) وتتمثل تفاعلات الحساسية لديهم في احمرار الجلد وأيضاً ظهور أورام به، ومن غير المعروف ما إذا كان الكروميوم ينتج عنه تشوهات أو عيوب خلقية بالمواليد أو غيره من التأثيرات علي التطور في الإنسان، إلا أن تشوهات خلقية لوحظت في الحيوانات المعرضة للكروميوم (VI).

## التأثير المسرطن

أشارت بعض الدراسات إلي أن مركبات الكروميوم (VI) يمكن أن تزيد الضرر بسرطان الرئة، وأيضاً فإن الدراسات علي الحيوانات أشارت إلي زيادة في أضرار السرطان، وأشار تقدير منظمة الصحة العالمية (WHO) إلي أن الكروميوم

(VI) مسرطن للإنسان، كما أن تقدير وزارة الصحة والخدمات الإنسانية الأمريكية يشير إلى أن بعض مركبات الكروميوم (VI) معروف عنها أنها مسببة للسرطان في الإنسان، وبالإضافة لذلك فإن تقدير هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) يشير إلى أن الكروميوم (VI) بالهواء مسرطن للإنسان.

## الكشف الطبى

حيث أن الكروميوم (III) عنصر غذائي رئيسي وأنه يتواجد طبيعياً في الغذاء فإن هناك دائماً بعض المستويات من الكروميوم في الجسم، وهناك اختبارات لقياس مستوى الكروميوم في الشعر، البول، والدم، وهذه الاختبارات تكون أكثر فائدة للأشخاص الذين يتعرضون لمستويات عالية، إلا أنه لا يمكن من خلالها قياس مستوى الكروميوم الذي تم التعرض له بالضبط أو التنبؤ بالكيفية التي تؤثر بها هذه المستويات على الصحة.

## توصيات الوقاية الصحية

حددت هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) المستوى المسموح به من الكروميوم (VI) أو (III) في ماء الشرب بمقدار ١٠٠ ميكروجرام / لتر، وحددت هيئة الأمان المهني والصحة (OSHA) المستوى المسموح به من مركبات الكروميوم (III) القابلة للذوبان في الماء بمقدار ٥٠٠ ميكروجرام / م<sup>٣</sup> من الهواء في بيئة العمل، ١٠٠٠ ميكروجرام / م<sup>٣</sup> لمعدن الكروميوم (O) ومركبات الكروميوم غير القابلة للذوبان، و٥٢ ميكروجرام / م<sup>٣</sup> لمركبات الكروميوم (VI) وذلك لمدة ٨ ساعات عمل يومياً طوال ٤٠ ساعة عمل أسبوعية.

## الكوبالت

## Cobalt

### التعريف والاستخدام

الكوبالت مركب يتواجد طبيعياً في أشكال كيميائية مختلفة، والكوبالت النقي معدن قوي له لون الفولاذ الرمادي اللامع، وغالباً فإن الكوبالت المستخدم في الصناعة يتم استيراده أو الحصول عليه بإعادة تدوير الخردة أو المخلفات المعدنية المحتوية عليه، وهو يستخدم في الصناعة لعمل السبائك (مخلوط المعادن)، الأصباغ الملونة، كمادة مجففة للدهانات، وتلميع أو طلاء البورسلين بالمينا المستخدم في تثبيت الحمامات الفولاذية، وأوعية المطابخ، وكميات قليلة من الكوبالت الطبيعي تتواجد بالأغذية، وبالإضافة لذلك فإن فيتامين B<sub>12</sub> مركب يحتوي على الكوبالت وهو أساسي للصحة الجيدة، ومن بعض المصادر الطبيعية الهامة للكوبالت في البيئة كل من التربة، الأتربة، مياه البحر، كما أن الكوبالت يتسرب أيضاً إلى البيئة من احتراق الفحم والبترو، وأبخرة وعادم السيارات والشاحنات.

### السلوك البيئي

يتواجد الكوبالت بالبيئة من المصادر الطبيعية ومن احتراق الفحم، البترو، وهو يبقى في الهواء لعدة أيام، والكوبالت النقي لا يذوب في الماء، ولكن بعض مركباته لها خاصية الذوبان في الماء، والمادة يمكنها البقاء لعدة سنوات بالتربة والمياه، ويمكن أن تتحرك من التربة إلى المياه الجوفية، ويتم امتصاصها بواسطة النبات من التربة.

## طرق التعرض

يتعرض كل شخص لمستويات منخفضة من الكوبالت بالهواء، الماء، والأغذية، والأشخاص الذين يعيشون بالقرب من مواقع المخلفات الخطرة المحتوية علي الكوبالت قد يتعرضوا لمستويات أعلى من هذه المادة الكيماوية، ويعتبر الغذاء مصدرا آخر للتعرض للكوبالت، كما يتعرض العمال للكوبالت بالمصانع التي تقوم بتجهيزه أو تصنيع منتجات تحتوى عليه.

## التأثيرات الصحية

للكوبالت تأثيرات نافعة وأخرى ضارة علي صحة الإنسان، وترجع فائدة الكوبالت بسبب أنه جزء من فيتامين B<sub>12</sub> كما أنه يستخدم لمعالجة الأنيميا حيث انه يتسبب في إنتاج خلايا الدم الحمراء، ومن ناحية أخرى فإن التعرض لمستويات عالية منه قد تضر بصحة الإنسان وخاصة فيما يتعلق بالتأثيرات الرئوية والتنفسية، وقد لوحظت حالات التنفس مع صفير علي العمال الذين استنشقوا مستويات عالية من الكوبالت بالهواء، قام بعض صناع الخمور بإضافة الكوبالت للبيرة لتثبيت الرغاوى وعانى بعض الأشخاص الذين شربوا كميات كبيرة منها من الغثيان، القيء، وتأثيرات خطيرة علي القلب، ولكن لم تلاحظ التأثيرات علي القلب لدى الأشخاص الذين يعانون من الأنيميا أو النساء الحوامل الذين يعالجون بالكوبالت، ودلت الدراسات علي الحيوانات أنه توجد مشاكل مع تطور الجنين من الشهر الثالث وحتى الوضع بالحيوانات المعرضة لتركيزات عالية من الكوبالت أثناء الحمل، وذلك بالرغم من أن الكوبالت يعتبر أساسيا أيضا لنمو وتطور بعض الحيوانات.

## التأثير المسرطن

يشير تقدير الهيئة الدولية لأبحاث السرطان إلي أن الكوبالت يمكن أن يكون مسرطن للإنسان، وتدل الدراسات علي الحيوانات أن الكوبالت يسبب سرطان بالحيوانات التي تعرضت له بالهواء، الغذاء، أو في مياه الشرب، وبصفة عامة فإن الدراسات المتعلقة بالكوبالت وسرطان الإنسان ليست نهائية.

## الكشف الطبى

هناك اختبارات متاحة لقياس الكوبالت في الدم، البول، وهذه الاختبارات تكون دقيقة فقط بعد أيام قليلة من التعرض حيث أن الكوبالت يخرج من الجسم بسرعة كبيرة، وعادة فإن هذه الاختبارات لا يمكن إجرائها في العيادات العادية حيث أنها تتطلب أجهزة خاصة، ولا يمكن من خلال هذه الاختبارات تقدير ما إذا كانت ستحدث تأثيرات صحية ضارة نتيجة للتعرض للكوبالت.

## توصيات الوقاية الصحية

تتطلب التنظيمات المعمول بها من قبل هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) تسجيل الكميات المتناثرة أو المنصرفة بسبب حادث للبيئة إذا ما كانت ١٠٠٠ رطل أو أكثر، والحدود المسموح للتعرض بها المقررة من قبل هيئة الأمان المهني والصحة (OSHA) ١، ٠ ملجم / م<sup>٣</sup> بالهواء لمدة ٨ ساعات عمل يوميا طوال ٤٠ ساعة عمل أسبوعية، وقررت بعض الهيئات الأخرى حدود أقل من ذلك تصل إلي ٠,٠٥ ملجم / م<sup>٣</sup> وحتى ٠,٠٢ ملجم / م<sup>٣</sup>.

## النحاس

## Copper

### التعريف والاستخدام

النحاس معدن ذو لون محمر يتواجد طبيعياً في البيئة، كما أنه يوجد طبيعياً في النباتات والحيوانات، والنحاس عنصر أساسي لكل الكائنات الحية بما فيها الإنسان، وهناك الكثير من الدول التي يتم فيها تعدين النحاس على نطاق واسع، ويستخدم في صناعة الأسلاك، الرقائق المعدنية، المواسير أو الأنابيب، والعملات المعدنية، ويستخدم أيضاً في المزارع لمعالجة بعض الأمراض النباتية، ومعالجة المياه، ووقاية الأخشاب، الجلود، وأشغال النحاس المستعملة في الأبنية أو التشييد.

### السلوك البيئي

ينبعث النحاس إلى الهواء من خلال العمليات الطبيعية مثل التراب الذي تذروه الرياح، والانفجارات البركانية، والأنشطة الإنسانية ومنها صهر النحاس، وأيضاً فإن تصنيع الخام ينتج عنه نحاس يتسرب إلى الهواء، وقد يدخل النحاس الهواء عند تطبيقه كمبيد فطري على النبات، الأخشاب، المنسوجات، الجلود المدبوغة، بينما يتسرب إلى الماء كنتيجة للتجوية الطبيعية للتربة، ويمكن أن يتسرب أيضاً إلى الماء من الصرف الصناعي ومنشآت معالجة مياه ومخلفات الصرف، ويمكن أن يضاف النحاس أيضاً للبحيرات والبرك لمكافحة الطحالب.

## طرق التعرض

عن طريق استنشاق الهواء أو تناول الأغذية المحتوية علي نحاس، أو من خلال شرب مياه تحتوي علي النحاس، وبصفة خاصة إذا ما كانت أنابيب مياه الشرب مصنوعة من النحاس، السباحة في بحيرات أو برك سبق إضافة النحاس إلي المياه بها، تداول العملات وملامسة المعادن الأخرى المحتوية علي النحاس أو المناطق التي يتم فيها التخلص منه.

## التأثيرات الصحية

النحاس ضروري للصحة ولكن الجرعات العالية جدا يمكن أن تكون ضارة، والتعرض للنحاس بالهواء علي المدى الطويل يمكن أن يسبب حساسية أو تهيج الأنف، الفم، العيون، ويسبب الدوار، الصداع، والإسهال، وتناول أو شرب كميات كبيرة جدا من النحاس يمكن أن يسبب أضرار بالكبد والكلى وتأثيرات علي الدم، وماء الشرب المحتوي علي مستويات من النحاس أعلي من المستويات الطبيعية يمكن أن يسبب قيئ، إسهال، تقلصات معدية، وغثيان، وملامسة الجلد للنحاس يمكن أن ينتج عنه حساسية شديدة لدي بعض الأشخاص، وتشمل عادة حساسية أو تقرح الجلد، ودلت الدراسات علي الحيوانات لحدوث تأثيرات علي المعدة، وتطور غير طبيعي عند تغذيتها علي مستويات عالية من النحاس.

## التأثير المسرطن

لم يظهر النحاس تأثير مسرطن علي الإنسان أو الحيوانات، ويشير تقدير الوكالة الدولية لأبحاث السرطان (IARC) إلي عدم تصنيف النحاس كمسرطن للإنسان.

## الكشف الطبى

يمكن قياس النحاس في البول والدم، والمستويات العالية للنحاس في هذه السوائل يمكن أن تدل علي حدوث تعرض لمستويات عالية من النحاس، ويمكن أخذ العينات بالعيادات الطبية العادية وإرسالها إلي المعامل التي يتوفر لديها الأجهزة

الخاصة بقياس مستويات النحاس، وهذه الاختبارات ليست متاحة بالعيادات العادية لمعظم الأطباء ولكن يمكن إجرائها في معامل خاصة يتوفر لديها الأجهزة المطلوبة، ولكن هذه الاختبارات لا يمكن من خلالها معرفة الكميات التي تم التعرض إليها أو متي تم التعرض أو إذا ما كانت ستسبب أي تأثيرات صحية.

### توصيات الوقاية الصحية

وضعت هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) طريقة لمعالجة النحاس في مياه الشرب التي تحتوي علي مستوي مقداره ٣ ، ١ ملجم من النحاس لكل لتر ماء (١,٣ ملجم/لتر)، كما حددت الهيئة المستوي الأقصى للتلوث الثانوي (SMCL) بمقدار ١ ملجم/لتر في ماء الشرب، وهذا المستوي غير قانوني كمستوي قياس لماء الشرب وذلك بالاعتماد علي التدوق، الرائحة، أو الاعتبارات الفنية الأخرى، والتنظيمات المعمول بها من قبل الهيئة تتطلب إخطارها بالكمية المتناثرة أو المتسربة عرضيا إلي البيئة إذا ما كانت ٥٠٠٠ رطل أو أكثر، وقررت هيئة الأمان المهني والصحة (OSHA) الأمريكية حدود التعرض المهني بمقدار ٠,١ ملجم/م<sup>٣</sup> هواء من أبخرة النحاس ١ ملجم / م<sup>٣</sup> من أتربة أو مسحوق النحاس لمدة ٨ ساعات عمل يوميا طوال ٤٠ ساعة عمل أسبوعية.

## المنجنيز

## Manganese

### التعريف والاستخدام

المنجنيز معدن طبيعي يتواجد في العديد من أنواع الصخور، والمنجنيز النقي له لون فضي، ولكنه لا يتواجد طبيعياً، ويوجد مخلوط مع مواد أخرى مثل الأكسجين، الكبريت، الكلورين، ويمكن أن يختلط المنجنيز أيضاً مع الكربون لتكوين مركبات المنجنيز العضوية، وتشمل مركبات المنجنيز العضوية مبيدات الآفات مثل المانيب (Maneb) أو المانكوزيب (Mancozeb)، ومواد الوقود المضافة لبعض أنواع الجازولين، والمنجنيز عنصر نادر أساسي وهو ضروري للحالة الصحية الجيدة، ويمكن أن يتواجد في بعض أنواع الأغذية مثل الحبوب، ويتواجد بكميات كبيرة في أنواع أخرى مثل الشاي.

### السلوك البيئي

يمكن أن يدخل المنجنيز الهواء من الحديد، الفولاذ، ومنشآت القوي، وأفران الفحم وخاصة الكوك، ومن خلال الأتربة الناتجة عن عمليات التعدين، ويمكن له دخول الماء والتربة من الرواسب الطبيعية، والتخلص من المخلفات أو الترسيب من المصادر الهوائية، ويتواجد المنجنيز طبيعياً في الأنهار، البحيرات، والمياه الجوفية، والنباتات الموجودة بالمياه يمكنها امتصاص بعض المنجنيز من الماء وتركيزه بها.

## طرق التعرض

يمكن أن يتعرض أي فرد لكميات قليلة من المنجنيز في الهواء، الماء، والغذاء، والأشخاص الذين يعملون في أشغال المنجنيز أو استخدامه بصفة أساسية يكونون أكثر عرضة لمستويات زائدة في بيئة العمل، والأشخاص الذين يستخدمون المبيدات مثل المانيب والمانكوزيب قد يتعرضون لمستويات زائدة منه، وفي أغلب الأحوال فإنه ليست هناك حاجة لتقليل التعرض للمنجنيز حيث أنه عنصر غذائي أساسي للصحة، إلا أنه يمكن للأسر أن تقلل من أضرار التعرض للمنجنيز في حالة المستويات الزائدة التي قد تتواجد في التربة وخاصة في أو بالقرب من مواقع المخلفات الخطرة، لذلك فإنه من الضروري العمل علي منع نشاط وضع اليد بالفم لدى الأطفال الصغار وخاصة بالقرب من مواقع المخلفات الخطرة أو بالمناطق التي قد تحتوي علي مستويات عالية من المنجنيز في التربة، وحيث أن المنجنيز يتواجد أيضا في بعض المبيدات التي تستخدم حول المنازل، فإنه يجب استخدام هذه المبيدات بالطريقة السليمة الموصى بها أو حسب التعليمات المدونة علي ملصق البيانات.

## التأثيرات الصحية

بعض الأشخاص الذين يتعرضون لمستويات عالية جدا من المنجنيز لمدة طويلة من الزمن خلال عملهم يتطور لديهم اضطرابات ذهنية وعاطفية، وبطئ وانعدام الرشاقة في حركة الجسم، ومجموع الأعراض هذه نوع من المرض يطلق عليه مانجنيزم (Manganism)، وعادة فإن العمال لا يتطور لديهم أعراض المرض إذا لم يتعرضوا للمنجنيز لشهور عديدة أو سنوات، حيث أن المرض يظهر بسبب أضرار كميات كبيرة من المنجنيز لجزء من المخ المسئول عن المساعدة في التحكم بحركة الجسم، والتعرض لمستويات عالية من المنجنيز بالهواء مثل الموجود في مسابك المنجنيز أو منشآت البطاريات يمكن أن تتأثر مهاراتهم الحركية مثل الإمساك بيد واحدة بثبات، وتؤدي إلي سرعة حركة اليد، كما يتأثر التوازن الذهني،

والتعرض لمستويات عالية من المعدن قد تسبب أيضا مشاكل تنفسية واختلال وظيفي جنسي، وبالرغم من ذلك فإن تناول اليومي للمنجنيز بكميات صغيرة مطلوب للنمو وصحة الأطفال، ويتواجد المنجنيز باستمرار ويكون متاحا لتطور الأجنة خلال فترة الحمل، كما أنه ينتقل من الأمهات الحاضنة إلى أطفالهم من خلال لبن الأم بمستويات مناسبة للتطور الملائم، والأطفال البالغين الذين يفقدوا مقدرة إزالة المنجنيز الزائد من أجسامهم يتطور لديهم مشاكل بالجهاز العصبي، وحيث أنه عند سن معينة يأخذ الأطفال كميات أكثر من البالغين فإن المتوقع أن يكونوا أكثر حساسية للتأثيرات السامة الناجمة عن المنجنيز الزائد، وتشير الدراسات علي الحيوانات إلي أن التعرض لمستويات عالية يمكن أن يسبب عيوب أو تشوهات خلقية بالأجنة قبل ولادتها، ولا توجد معلومات عما إذا كانت الأمهات المعرضة لمستويات عالية من المنجنيز يمكنها نقل الزائد منه إلي الأجنة النامية بهم خلال فترة الحمل أو لأطفالهم الرضع خلال لبن الأم.

## التأثير المسرطن

لا توجد معلومات متاحة عن التأثير المسرطن للمنجنيز في الإنسان، والتعرض لمستويات عالية من المنجنيز بالغذاء ينتج عنه زيادة طفيفة بأورام البنكرياس في ذكور الجرذان، وأورام الحنجرة في ذكور إناث الفئران، ويشير تقدير هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) إلي أن المنجنيز ليس مصنف كمسرطن للإنسان.

## الكشف الطبى

هناك اختبارات متاحة لقياس مستويات المنجنيز بسوائل الجسم المختلفة، والقياس في الدم، البول، والبراز، والشعر يمكن الاعتماد عليه في تقدير التعرض الزائد لمستويات عالية من المنجنيز لاختبار ما إذا كانت مستويات المعدن بأنسجة الجسم أعلي عن المستويات الطبيعية، ولكن هذه الاختبارات لا يمكن من خلالها التنبؤ بالكيفية التي ستؤثر بها هذه المستويات في أنسجة الجسم علي الصحة، ويمكن للأطباء العاديين أخذ العينات اللازمة للاختبار وإرسالها للمعامل المتخصصة.

## توصيات الوقاية الصحية

وضعت هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) مستوي إرشادي غير ملزم للمنجنيز في ماء الشرب وذلك بمقدار ٠,٠٥ ملجم / لتر، وحددت هيئة الأمان المهني والصحة (OSHA) الأمريكية المستوي المسموح به بالهواء في بيئة العمل بمقدار ٥ ملجم / م<sup>٣</sup> لمدة ٨ ساعات عمل يوميا طوال ٤٠ ساعة عمل أسبوعية، أما مستوي التناول اليومي الآمن من المنجنيز فإنه يتراوح بين ٣,٠ - ١ ملجم / يوم وذلك بالنسبة للأطفال حتى عمر عام واحد، ومن ١ - ٢ ملجم / يوم للأطفال الذين تزيد أعمارهم عن عام وحتى ١٠ سنوات، و ٢ - ٥ ملجم / يوم للأطفال الذين تبلغ أعمارهم ١٠ سنوات أو أكثر.

## الزئبق

## Mercury

### التعريف والاستخدام

معدن الزئبق يتواجد طبيعياً وله عدة أشكال، والزئبق المعدني سائل لامع له لون أبيض فضي، عديم الرائحة، وإذا ما تم تسخينه يتحول إلى غاز عديم اللون والرائحة، ويختلط الزئبق مع عناصر أخرى مثل الكلورين، الكبريت، أو الأكسجين مكوناً مركبات الزئبق غير العضوية (أو الأملاح)، ومعظم هذه المركبات عبارة عن مساحيق بيضاء أو متبلورة، ويختلط أيضاً الزئبق مع الكربون مكوناً مركبات الزئبق العضوية، ومن أشهر هذه المركبات ميثيل الزئبق، ويتم إنتاج ميثيل الزئبق بصفة أساسية بواسطة كائنات حية صغيرة (بكتيريا) في الماء والتربة، وزيادة الزئبق في البيئة يمكن أن يزيد من مستويات ميثيل الزئبق التي تقوم بتكوينها الكائنات الحية الصغيرة هذه، ويستخدم الزئبق المعدني في إنتاج غاز الكلورين، والصودا الكاوية، وأيضاً في مقاييس الحرارة (الترموترات)، وحشو الأسنان، والبطاريات، وتستخدم أملاح الزئبق في كريمات تفتيح لون البشرة (الجلد)، والكريمات المطهرة والمراهم.

### السلوك البيئي

يدخل الزئبق غير العضوي (الزئبق المعدني ومركبات الزئبق غير العضوية) الهواء من مخلفات تعدين الخام، احتراق الفحم والمخلفات، والمنشآت الصناعية، ويدخل الماء أو التربة من المخلفات الطبيعية، والتخلص من المخلفات، واستخدام

المبيدات الفطرية المحتوية علي الزئبق، وقد يتكون ميثيل الزئبق بالماء والترربة بواسطة البكتيريا، ويبني ميثيل الزئبق في أنسجة السمك وغيره من الكائنات، ويزيد مستوي ميثيل الزئبق بالكائنات كلما مضينا في الكائنات المكونة للسلسلة الغذائية وذلك فيما يعرف بالتراكم أو التضخم الحيوي.

## طرق التعرض

تناول أسماك أو محاربات ملوثة بميثيل الزئبق، استنشاق أبخرته الموجودة بالهواء من التناثر، المحارق، والصناعات التي يحرق بها الوقود المحتوي علي الزئبق، تسرب الزئبق أثناء معالجة الأسنان أو المعالجة الطبية، استنشاق هواء ملوث ببيئة العمل أو الملامسة الجلدية أثناء الاستخدام في أماكن العمل (الخدمات الصحية وعيادات الأسنان، الكيماويات وغيرها من الصناعات المستخدمة للزئبق)، استنشاق المستويات العالية (فوق المعتادة) بالهواء، التربة، والماء بالقرب من مواقع المخلفات.

## التأثيرات الصحية

الجهاز العصبي حساس جدا لكل صور الزئبق، بالرغم من أن هناك بعض الصور أكثر خطورة من الأخرى وذلك لاختلاف تداول الجسم لهم، واستنشاق أبخرة المعدن أو استنشاق أو تناول ميثيل الزئبق يتسبب في معظم الأضرار حيث أنه تنتقل كميات أكبر من الزئبق في هذه الصورة إلي المخ، والتعرض لمستويات عالية من الزئبق المعدني، غير العضوي أو العضوي يمكن أن يؤدي لأضرار دائمة بالمخ، الكليتين، وتطور الأجنة، والتأثيرات الواقعة علي وظائف المخ ربما ينتج عنها حدة الطبع، الحياء أو الخجل، تهيجات، تغيرات بالرؤية أو السمع، ومشاكل بالذاكرة، والتعرض لفترات قصيرة لمستويات عالية لأبخرة الزئبق المعدني قد يتسبب أيضا في تأثيرات أخرى تشمل أضرار بالرئة، غثيان، قيئ، إسهال، ارتفاع في ضغط الدم أو معدل ضربات القلب، الطفح الجلدي، وحساسية وتهيج الأعين، والتعرض لمستويات عالية من أملاح الزئبق غير العضوي يمكن أن تسبب في أضرار بالكليتين، تأثيرات بالجهاز العصبي، غثيان، وإسهال، وفي بعض

حالات الحوادث التي تكرر فيها التسمم فإن الأشخاص الذين تناولوا أسماك أو حبوب ملوثة بمستويات عالية من ميثيل الزئبق تطوّر لديهم أضرار دائمة بالمخ، الكليتين، والنمو الجنيني، والتعرض لميثيل الزئبق يكون أكثر خطورة للأطفال الصغار عن البالغين، حيث أن كميات أكبر منه تصل إلي مخ الأطفال حيث يتداخل مع التطور العادي.

### التأثير المسرطن

لم تصنف الهيئات المهتمة الزئبق ضمن المواد المسرطنة للإنسان بسبب نقص البيانات من الدراسات علي الإنسان أو حيوانات التجارب.

### الكشف الطبي

هناك اختبارات متاحة لقياس مستويات الزئبق بالجسم، وتستخدم عينات الدم أو البول لاختبارات التعرض للزئبق المعدني والصور غير العضوية، وقياس الزئبق بالجسم أو في شعر فروة الرأس يستخدم لقياس التعرض لميثيل الزئبق، ويمكن للطبيب العادي أخذ هذه العينات وإرسالها للمعامل المختصة.

### توصيات الوقاية الصحية

قررت هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) الحد المسموح به من الزئبق في ماء الشرب وهو ٢ جزء في البليون، والتنظيمات المعمول بها من قبل الهيئة تتطلب إخطارها بالكمية التي تصرف أو تتسرب إلي البيئة إذا ما كانت رطل أو أكثر من الزئبق، والحد الأقصى المسموح به من ميثيل الزئبق المقرر من قبل هيئة الأغذية والأدوية (FDA) الأمريكية في الأغذية البحرية هو ١ جزء في المليون، وحد التعرض المسموح به بالهواء في بيئة العمل هو ١ ملجم / ١٠ م<sup>٣</sup> هواء، وتوصي هيئة الأمان المهني والصحة (OSHA) الأمريكية بعدم تجاوز هذا الحد في أي وقت طوال ساعات العمل اليومية.

## النكل

## Nickel

### التعريف والاستخدام

النكل عنصر متوفر جدا (واسع الانتشار)، ويوجد في البيئة بصفة أساسية مختلطا مع الأكسجين (في صورة أكاسيد) أو مع الكبريت (في صورة كبريتات)، وهو يوجد في كل الأراضي، ويخرج من البراكين، والنكل النقي معدن صلب له لون أبيض فضي يخلط مع غيره من المعادن لتكوين مخطوط أو سبيكة من المعادن، وليس للنكل أو أي من مركباته مواصفات خاصة بالرائحة أو الطعم، ومن المعادن التي تختلط به لتكوين هذه السبائك الحديد، النحاس، الكروميوم (Chromium) والزنك، وتستخدم هذه السبائك في صناعة العملات المعدنية والمجوهرات وفي الصناعة لإنتاج الأدوات المعدنية، وتستخدم مركبات النكل أيضا في الطلاء بالنكل لتلوين السيراميك، وصناعة بعض البطاريات، وبعض المواد المساعدة التي تزيد من معدل التفاعلات الكيميائية.

### السلوك البيئي

تستقر جزيئات النكل الصغيرة الموجودة في الهواء علي التربة أو أنها تأخذ خارج الهواء مع الأمطار، وكثير من النكل الموجود بالبيئة يوجد بالتربة والرسابة حيث أن النكل يرتبط بالجزيئات التي تحتوي علي حديد أو منجنيز،

والتي غالبا ما توجد بالتربة والرسابة، ولا يتجمع النيكل بالأسماك، النباتات، أو الحيوانات المستخدمة للغذاء.

## طرق التعرض

استنشاق الهواء أو تدخين التبغ المحتوي علي النيكل، تناول غذاء يحتوي علي النيكل والذي يعتبر كمصدر رئيسي لتعرض غالبية الناس، شرب مياه تحتوي علي كميات صغيرة من النيكل، عن طريق تداول العملات وملامسة المعادن الأخرى المحتوية علي نيكل مثل المجوهرات.

## التأثيرات الصحية

النيكل أحد العناصر المطلوبة للمحافظة علي صحة الحيوانات، والكميات الصغيرة منه قد تكون أساسية للإنسان، وذلك بالرغم من انه وجد أن الافتقار للنيكل غير مؤثر علي صحة الإنسان، ومعظم التأثيرات الضارة أو المعاكسة الشائعة للنيكل علي صحة الإنسان تكون كتفاعلات استجابة، والأشخاص الذين يمكن أن يكونوا حساسين للنيكل تحدث الحساسية لديهم عند ملامسة المجوهرات أو الأشياء الأخرى المحتوية علي مباشرة للجلد، وبمجرد أن يصبح الشخص حساس للنيكل فإن الملامسة الزائدة معه تؤدي إلي إنتاج التفاعل أو حدوث الاستجابة، وأكثر هذه التفاعلات شيوعا حدوث الطفح الجلدي بمكان التلامس، وبعض الأفراد الحساسين للنيكل يتعرضون لأزمة ربو بعد التعرض للنيكل، ويبدو رد الفعل لدى الأشخاص الحساسين للنيكل عند ملامسته للجلد، أو عند تناولهم للغذاء، أو شرب الماء المحتوي علي النيكل، أو استنشاق تراب يحتوي عليه، وتتضمن التأثيرات علي الرئتين الالتهاب الشعبي المزمن، وخفض وظيفة الرئتين، وقد لوحظ ذلك علي العمال الذين استنشقوا كميات كبيرة من النيكل، ومستويات النيكل بالهواء في بيئة العمل حاليا أقل بكثير عما كانت عليه في الماضي، وحاليا فإن أعراض التعرض للنيكل تظهر فقط علي عدد محدود من العمال، ويجب أن يتناول الأشخاص غير الحساسين للنيكل كميات كبيرة جدا منه لإظهار التأثيرات الصحية أو المعاكسة، وقد عانى بعض العمال الذين شربوا بالصدفة ماء يحتوي علي مستويات عالية جدا

من النيكل (بمقدار ٠,٠٠٠, ١٠٠ مرة عن المستوي العادي بماء الشرب) من تأثيرات معدية وعلي الدم والكليتين، وتشير الدراسات علي الحيوانات أن استنشاق مستويات عالية من مركبات النيكل قد ينتج عنه التهاب بالقناة التنفسية، وتناول أو شرب كميات كبيرة من النيكل تتسبب في أمراض رئوية بالكلاب والجرذان، ويؤثر أيضا علي المعدة، الدم، الكبد، الكليتين، الجهاز المناعي، والتكاثر والتطور في الجرذان والفئران.

### التأثير المسرطن

يشير تقدير وزارة الصحة والخدمات الإنسانية (DHHS) أن النيكل وبعض مركباته قد تكون مسرطنة، وقد نتج عن استنشاق العمال لترات يحتوي علي مستويات عالية من مركبات النيكل أثناء العمل بتكرير أو بمصفاة النيكل أو منشآت تصنيع النيكل سرطان الرئة، والتجويف الأنفي، وعند استنشاق الجرذان والفئران لمركبات النيكل طوال حياتها فإن المركبات قليلة الذوبان في الماء قد سببت السرطان، أما مركبات النيكل التي تذوب في الماء فإنها لم تسبب السرطان.

### الكشف الطبى

يمكن استخدام المقاييس الكمية للنيكل في الدم، البراز، والبول، لتقدير ما إذا كان قد حدث تعرض للنيكل، وهذه القياسات غالبا ما تكون مفيدة إذا ما كان نوع مركب النيكل الذي تم التعرض له معروفا، ولكن هذه الاختبارات لم يمكن التنبؤ من خلالها إذا ما كانت ستحدث معاناة أو تأثيرات صحية نتيجة لهذا التعرض.

### توصيات الوقاية الصحية

توصي هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) أنه يجب ألا يشرب الأطفال مياه تحتوي علي أكثر من ٠,٠٤ ملجم / لتر نيكل لمدة ١ - ١٠ أيام من التعرض، وقررت هيئة الأمان المهني والصحة (OSHA) حدود التعرض بالهواء في بيئة العمل بمقدار ١ ملجم / م<sup>٣</sup> لمدة ٨ ساعات عمل يوميا طوال ٤٠ ساعة عمل أسبوعية.

## السيلينيوم

## Selenium

### التعريف والاستخدام

ينتشر معدن السيلينيوم في الصخور والتربة، وهو لا يتواجد في البيئة غالباً في صورته النقية، والسيلينيوم الموجود بالصخور يوجد مخلوطاً بمعادن الكبريتيد أو مع معادن الفضة، النحاس، الرصاص، والنيكل، ويختلط السيلينيوم مع الأكسجين لتكوين بعض المركبات، وكبريتيد السيلينيوم مسحوق له لون أصفر مائل للاحمرار الخفيف ويستخدم في شامبو قشرة الرأس، وينتج صناعياً سيلينيد الهيدروجين وهو غاز عديم اللون له رائحة غير مقبولة أو كريهة، وربما يكون هو مركب السيلينيوم الوحيد الذي قد يكون له تأثير مريبك فيما يتعلق بالصحة في بيئة العمل، ومركب ثاني أكسيد السيلينيوم أحد المنتجات الصناعية التي تذوب في الماء لتكوين حامض السيلينيوس، ويوجد هذا الحامض في الصبغة الزرقاء (النيل) المستخدمة في تنظيف الأجزاء المعدنية للبنادق.

### السلوك البيئي

جزيئات السيلينيوم الصغيرة في الهواء تستقر على الأرض أو تأخذ خارج الهواء مع الأمطار، ومركبات السيلينيوم الذائبة بالحقول الزراعية يمكن أن تتسرب منها مع مياه الصرف، ويمكن أن يتجمع السيلينيوم في الحيوانات التي تعيش في المياه المحتوية على مياه عالية منه.

## طرق التعرض

باستنشاق الهواء المحتوي علي السلينيوم، أو تناول أغذية، أو شرب مياه أو أخذ مضافات أو مكملات الحمية التي تحتوي عليه.

## التأثيرات الصحية

يعاني الأشخاص المعرضين لمستويات عالية جدا من السلينيوم من الدوار، متاعب صحية، تهيجات أو حساسية، وتجمع السوائل بالرئتين، والتهاب رئوي شديد، والمستويات الفعلية المسببة لظهور هذه التأثيرات غير معروفة، ومع الملامسة الجلدية فإن مركبات السلينيوم تسبب طفح جلدي، انتفاخات أو أورام، وآلام، وفي الولايات المتحدة الأمريكية فإن السلينيوم في معظم الأغذية يكون عادة كافيا لتوفير المتطلبات اليومية من هذا العنصر الأساسي، وفي بعض المناطق الصينية حيث يكون مستويات السلينيوم بالتربة منخفض جدا فإن الأغذية بها تفتقر للسلينيوم مما ينتج عنه مشاكل بالقلب وألم بالعضلات، ويمكن أن تكون مركبات السلينيوم ضارة بالحمية اليومية التي يكون مستوى السلينيوم بها أعلى بمقدار ٥ - ١٠ مرات عن الاحتياجات اليومية، وابتلاع كميات كبيرة مسن السلينيوم نتيجة لحادث أو بالصدفة (علي سبيل المثال الكميات الكبيرة من مضافات السلينيوم للحبوب العلاجية) قد يتطلب المعالجة المستديمة علي طول الحياة دون وجود معالجة طبية فورية، وإذا ما تم تناول كميات كبيرة جدا من السلينيوم لفترات طويلة من الوقت فإن ذلك قد يتسبب في هشاشة أو تلف الشعر وتطور تشوه الأظافر، وقد يفقد بعض الناس أيضا الشعور والتحكم في الأذرع والأرجل، وفي الجرذان والقرود فإن الكميات العالية جدا من السلينيوم ينتج عنها تأثيرات تناسلية، ومن غير المعروف إذا ما كانت التأثيرات التناسلية تظهر علي الإنسان إذا ما تعرض لنفس هذه المستويات، والتعرض للمستويات العالية لمركبات السلينيوم يسبب عيوب خلقية بالمواليد في الإنسان أو بالتدبيات الأخرى.

## التأثير المسرطن

يشير تقدير وزارة الصحة والخدمات الإنسانية (DHHS) الأمريكية إلي أن كبريتيد السلينيوم قد يكون مسرطناً، وهذا المركب ينتج عنه أورام بالكبد في الجرذان والفئران، وأورام برنيتين الفئران التي تغذت عليه يوميا بمستويات عالية جداً، وكبريتيد السلينيوم يختلف بشدة عن مركبات السلينيوم التي توجد بالغذاء وفي البيئة، ومن ناحية أخرى فإن كبريتيد السلينيوم لا يسبب سرطان في الحيوانات عند وضعه علي الجلد، وعليه فإن استخدام الشامبو المضاد لقشرة الرأس المحتوي علي كبريتيد السلينيوم يعتبر آمناً، وبالنسبة لهيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) فإن التقديرات الصادرة عنها تشير إلي أن مركبات السلينيوم الأخرى ليست مصنفة كمسرطنات، والدراسات علي حيوانات التجارب وعلي الإنسان تشير إلي أن معظم مركبات السلينيوم غير مسببة للسرطان، وفي الحقيقة فإن دراسات السرطان في الإنسان تقترح أن مستويات السلينيوم الأقل من المستوي العادي في الغذاء لا بد أن تتسبب في زيادة أضرار السرطان، وتشير الدراسات علي الحيوانات إلي أن السلينيوم له تأثيرات مضادة للسرطنة.

## الكشف الطبى

يمكن قياس السلينيوم في الدم، البول، وأظافر الأشخاص المعرضين، وحيث أن السلينيوم أساسي ويتواجد طبيعياً في الغذاء، فإن مستويات منخفضة منه عادة ما تتواجد بأنسجة الجسم، والبول، وغالباً فإن الاختبارات تكون مفيدة للأشخاص الذين تعرضوا حديثاً لمستويات عالية، ويستخدم البول لتقدير التعرض علي المدى القصير، ويمكن استخدام قصاصات الأظافر لتقدير التعرض طويل الأمد، وهذه الاختبارات ليست متاحة لدى معظم العيادات الطبية العادية، ولكنه يمكن إجرائها في عيادات طبية متخصصة يتوفر لديها الأجهزة المطلوبة.

## توصيات الوقاية الصحية

مستوي التلوث الأقصى (MCL) المسموح به من قبل هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) في مياه الشرب ٥٠ جزء في المليون، وحد التعرض الموصى به من قبل هيئة الأمان المهني والصحة (OSHA) الأمريكية ٢ , ٠ ملجم / م<sup>٣</sup> بالهواء في بيئة العمل لمدة ٨ ساعات أو علي مدى ٤٠ ساعة عمل أسبوعية.

## الفضة

## Silver

### التعريف والاستخدام

الفضة عنصر طبيعي، يوجد في البيئة مختلطاً مع عناصر أخرى مثل الكبريتيد، الكلوريد، والنيترات، والفضة النقية ذات لون فضي ولكن نترات وكلوريد الفضة لونهما أبيض، وكبريتيد وأكسيد الفضة لهما لون رمادي غامق إلى الأسود وعادة فإن الفضة تتواجد كناتج ثانوي أثناء اكتشاف خام النحاس، الرصاص، الزنك، والذهب، وتستخدم الفضة في تصنيع المجوهرات، أسلاك الفضة، والأجهزة الإلكترونية، وحشو الأسنان، وتستخدم أيضاً في عمل الصور، والسبائك النحاسية وسبائك اللحام، وفي تطهير مياه الشرب، والمياه في حمامات السباحة، وك مادة مضادة للبكتيريا، وتستخدم الفضة أيضاً في أنواع الكرملة (قطع الحلوى) والعلكة (اللبان) لمساعدة الناس في التوقف عن التدخين.

### السلوك البيئي

قد تتسرب الفضة إلى الهواء والماء خلال العمليات الطبيعية مثل تجوية الصخور، وقد تؤدي الأنشطة الإنسانية مثل تصنيع الخامات، الأسمنت، واحتراق الوقود الأحفوري إلى تسرب الفضة إلى الهواء، كما أنها يمكن أن تتسرب إلى الماء من عمليات التصوير الفوتوغرافي، ويمكن أن يغسل المطر الفضة من التربة إلى المياه الجوفية، ولا تظهر الفضة مقدرة علي التركيز بالحيوانات المائية.

## طرق التعرض

استنشاق مستويات منخفضة في الهواء، وابتلاعها مع الغذاء أو مياه الشرب، القيام بالأنشطة المتعلقة بتصنيع المجوهرات، سبائك اللحام، والتصوير الفوتوغرافي، استعمال كرملة التدخين أو الأدوية المحتوية عليها.

## التأثيرات الصحية

التعرض لمستويات عالية من الفضة لمدة طويلة قد ينتج عنه حالة تعرف بالأرجيريا (تغير لون الجلد وغيره من أنسجة الجسم إلى لون أزرق - رمادي)، والتعرض لمستويات منخفضة للفضة قد يسبب ترسب المادة في الجلد وبأجزاء أخرى من الجسم، ولكنه من غير المعروف أن ذلك يتسبب في أضرار، وتأثير الأرجيريا غير رجعي، ويبدو كمشكلة تجميل وقد لا يكون له تأثير ضار بالصحة، والتعرض لمستويات عالية من الفضة بالهواء ينتج عنه مشاكل تنفسية، حساسية أو تهيج بالرئتين والحنجرة، وآلام بالمعدة، وملامسة الجلد للفضة يمكن أن يتسبب في حساسية متوسطة مثل الطفح الجلدي، تورم أو انتفاخ، والتهاب لدى بعض الأشخاص، وتشير الدراسات علي الحيوانات أن ابتلاع الفضة ينتج عنه ترسبها في الجلد، وفي أحد الدراسات علي الفئران وجد أن الحيوانات المعرضة للفضة في ماء الشرب كانت أقل نشاطا عن الحيوانات غير المعرضة، ولا توجد دراسات متاحة عما إذا كانت للفضة تأثيرات علي التكاثر أو أنها تتسبب في مشاكل بالتطور لدى الإنسان.

## التأثير المسرطن

لا توجد دراسات متاحة عما إذا كانت الفضة مسببة لسرطان الإنسان، وفي دراسة واحدة وجد كلا التأثيرين الموجب والسلبى عند إدخال الفضة تحت الجلد، ويشير تقدير هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) إلي أن الفضة ليست مصنفة كمسرطن للإنسان.

## الكشف الطبى

يمكن قياس الفضة بالدم، البول، البراز، وأنسجة الجسم لدى الأشخاص المعرضين، وحيث أن الفضة يتم بنائها بالجسم، فإن أفضل سبيل لمعرفة إذا ما كان قد حدث تعرض قديم لها يكون من خلال الكشف على عينات الجلد، وهذه الاختبارات ليست شائعة بالعيادات الطبية العادية حيث أنها تتطلب أجهزة خاصة، وبالرغم من معرفة الأطباء بتعرض الشخص للفضة من خلال هذه الاختبارات، إلا أنهم لا يستطيعون الحكم على ما إذا كانت ستتسبب في أي تأثيرات صحية.

## توصيات الوقاية الصحية

تشير توصيات هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) إلى أن تركيز الفضة بماء الشرب يجب ألا يتعدى ١ ، ٠ ملجم / لتر حيث أن المستويات الأعلى قد تتسبب في فقد الجلد لونه، وتتطلب التنظيمات المعمول بها من قبل الهيئة إخطارها بالكمية المتناثرة أو المتسربة عرضياً إذا ما كانت ١٠٠٠ رطل أو أكثر، وقررت هيئة الأمان المهني والصحة (OSHA) الأمريكية حدود الفضة بالهواء المسموح بها في بيئة العمل بمقدار ٠ ، ٠١ ملجم / م<sup>٣</sup> لمدة ٨ ساعات عمل يومياً طوال ٤٠ ساعة عمل أسبوعية، ويوصي المعهد القومي للأمان المهني والصحة (NIOSH) بنفس الحد السابق أما المؤتمر القومي لعاملين الحكومة بالصحة الصناعية (ACGIH) فيوصي بالا يزيد محتوي الهواء ببيئة العمل عن ١ ، ٠ ملجم / م<sup>٣</sup> من معدن الفضة و ٠ ، ٠١ ملجم / م<sup>٣</sup> من مركبات الفضة الذائبة.

## الثاليوم

## Thallium

### التعريف والاستخدام

الثاليوم النقي معدن أبيض لامع يوجد بكميات نادرة بقشرة الأرض، وفي الماضي كان يتحصل علي الثاليوم كمنتج ثانوي من صهر معادن أخرى، وهو لا ينتج ببعض البلاد ومنها الولايات المتحدة الأمريكية منذ عام ١٩٨٤ ويتحصل عليه بالاستيراد أو من الكميات المخزونة، وفي الصورة النقية تكون المادة عديمة الرائحة والتذوق، وهي يمكن أن تتواجد أيضا مخلوطة مع مواد أخرى مثل البرومين، الكلورين، الفلورين، والأيودين، وفي هذه الحالة يكون مظهره عديم اللون إلي الأبيض أو الأصفر، وغالبا ما يستخدم الثاليوم في تصنيع الأجهزة الإلكترونية، مفاتيح الكهرباء، والأقفال، وبادئ للصناعات شبه الموصلة، وأيضا فإنه محدود الاستخدام في تصنيع أنواع خاصة من الزجاج، وبعض المواد الطبية.

### السلوك البيئي

يدخل الثاليوم البيئة بصفة أساسية من احتراق أو انصهار الفحم الذي يحتوي علي كمية نادرة ملوثة له بالمادة الخام، وهو يبقى بالهواء، الماء، والتربة لمدة طويلة من الوقت وبدون هدم، ويتم إزالة بعض من مركبات الثاليوم من الغلاف الجوي بواسطة الأمطار والثلج، وهو يمتص بواسطة النباتات ويدخل السلسلة الغذائية، ويبني أو يتراكم بالأسماك أو الأسماك الصدفية.

## طرق التعرض

تناول طعام ملوث بالثاليوم قد يكون هو المصدر الرئيسي لتعرض معظم الناس له، استنشاق الهواء ببيئة العمل في المصانع المستخدمة له، تدخين السجائر، السكن بجوار مواقع المخلفات الخطرة المحتوية علي الثاليوم (قد ينتج عن التعرض العالي عنه من التعرض العادي)، الملامسة أو بالنسبة للأطفال تناول تربة ملوثة بالثاليوم، استنشاق مستويات منخفضة بالهواء أو بشرب الماء.

## التأثيرات الصحية

التعرض لمستويات عالية من الثاليوم يمكن أن ينتج عنه تأثيرات صحية ضارة، وفي دراسة علي تعرض العاملين باستنشاق الثاليوم لبضعة أعوام لوحظ حدوث تأثيرات بالجهاز العصبي مثل الشعور بالخدر في أصابع اليد والقدم، والدراسات علي الأشخاص الذين تناولوا كميات كبيرة من الثاليوم خلال فترة قصيرة من الوقت تدل علي حدوث قيء، إسهال، فقد مؤقت للشعر، وتأثيرات علي الجهاز العصبي، الرئتين، القلب، الكبد، والكليتين، والتسبب في الوفاة، وليس معروفا ما هي التأثيرات الناجمة عن تناول مستويات منخفضة من الثاليوم خلال فترة طويلة من الوقت، ولم يتقرر حدوث عيوب خلقية بالأطفال المولودة لأمهات تعرضت لمستويات منخفضة نتيجة لتناول خضراوات وفاكهة ملوثة بالثاليوم، ولكن الدراسات علي الفئران المعرضة لمستويات عالية من الثاليوم تشير لحدوث تأثيرات مناوئة للتطور، ومن غير المعروف إذا ما كان استنشاق أو تناول الثاليوم يؤثر علي تكاثر الإنسان، وتشير الدراسات أن الفئران التي تناولت الثاليوم لبضعة أسابيع عانت من بعض التأثيرات المعاكسة للتكاثر، وتدلل البيانات المستخلصة من الدراسات علي الحيوانات إلي أن الجهاز التناسلي الذكري قد يكون حساسا أو يتعرض للضرر بالمستويات المنخفضة من الثاليوم، ولا توجد معلومات متاحة عن التأثيرات الصحية للملامسة الجلدية بالإنسان أو الحيوانات.

## التأثير المسرطن

تشير تقديرات الهيئات المهمة (وزارة الصحة والخدمات الإنسانية، الوكالة الدولية لأبحاث السرطان، هيئة حماية البيئة) إلى عدم تصنيف الثاليوم كمادة مسرطنة للإنسان، ولا توجد دراسات متاحة علي الإنسان أو الحيوانات عن التأثيرات المسرطنة الناجمة عن استنشاق، تناول، أو ملامسة الثاليوم.

## الكشف الطبى

هناك اختبارات طبية متاحة لقياس مستويات الثاليوم بالبول والشعر، وبالإضافة لذلك فإنه يمكن قياس الثاليوم أيضا بالدم، ولكن ذلك لا يعتبر دليل جيد علي التعرض للثاليوم حيث انه يبقى بالدم فقط لفترات قليلة جدا من الوقت، وهذه الاختبارات تتطلب أجهزة خاصة ليست متاحة عادة في العيادات الطبية العادية، ومن ناحية أخرى فإنه لا يمكن من خلال هذه الاختبارات تقدير ما إذا كان سيحدث تأثيرات صحية مناوئة ناجمة عن التعرض للثاليوم.

## توصيات الوقاية الصحية

تتطلب التنظيمات المعمول بها من قبل هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) إخطارها بالكمية المنصرفة أو المتناثرة نتيجة حادث بالبيئة إذا ما كانت ١٠٠٠ رطل أو أكثر، وحددت هيئة الأمان المهني والصحة (OSHA) الأمريكية مستوى التعرض المسموح به بالهواء في بيئة العمل بمقدار ١ ملجم / م<sup>٣</sup>، ويوصي المعهد القومي للأمان المهني والصحة (NIOSH) بأن تركيز ١٥ ملجم / م<sup>٣</sup> من الثاليوم في الهواء يعتبر تركيز فوري خطير للحياة والصحة، وهذا هو مستوى التعرض من المادة الذي يتسبب في تأثيرات صحية دائمة أو الوفاة.

## القصدير

### Tin

#### التعريف والاستخدام

القصدير معدن طبيعي يوجد بالقشرة الأرضية، وهو معدن لين، أبيض فضي لا يذوب في الماء، ويستخدم القصدير في صناعة المعلبات، وهو يتواجد في النحاس الأصفر، البرونز، البيوتر (خليط معدني قوامه القصدير)، وبعض مواد أو سبائك اللحام، ويمكن اختلاط القصدير مع كيماويات أخرى لتكوين بعض المركبات، وإذا ما اختلط مع الكلورين، الكبريت، أو الأكسجين فإنه يكون مركبات تعرف بالقصدير غير العضوي، وهي تستخدم في صناعة معجون الأسنان، العطور، الصابون، مواد التلوين، والصبغات، أما إذا اختلط بالمواد المحتوية علي الكربون فإنه يتكون مركبات تعرف بالمركبات العضوية وهي تستخدم في صناعة البلاستيك، مغلفات أو عبوات الأغذية، الأنابيب أو المواسير البلاستيكية، المبيدات، الدهانات، والمواد الطاردة للآفات، والمعدن نفسه ومركباته غير العضوية والعضوية يمكن أن تتكون في الهواء، الماء، والتربة بالقرب من الأماكن التي يتواجد فيها طبيعيا بالصخور، أو حيث يتم تعدينها، صناعتها، أو استخدامها.

#### السلوك البيئي

يتسرب القصدير إلي البيئة من خلال العمليات الطبيعية والأنشطة الإنسانية مثل التعدين، احتراق الفحم والزيت، وأيضا من خلال إنتاجه أو استخدام منتجاته،

وتختلف فترة بقاء الأنواع المختلفة لمركبات القصدير في الهواء، الماء، والترتبة لكل مركب، ويتواجد القصدير في الغلاف الجوي في صورة غاز أو أبخرة ويرتبط بجزيئات التراب، وتذوب بعض مركبات القصدير في الماء، وفي المياه يرتبط القصدير بالترتبة والرسابة، ويتم بناء وتراكم مركبات القصدير العضوية في الأسماك، والكائنات الأخرى والنبات.

## طرق التعرض

تناول أغذية أو شرب عصائر أو سوائل أخرى من عبوات القصدير، استنشاق الهواء المحتوي علي القصدير في بيئة العمل أو بالقرب من مواقع المخلفات الخطرة، ملامسة المواد التي تحتوي علي مستويات عالية من القصدير.

## التأثيرات الصحية

تدخل مركبات القصدير غير العضوية وتخرج عادة من الجسم بسرعة عند استنشاقها أو تناولها ولذا فهي لا تتسبب عادة في تأثيرات ضارة، وتشير الدراسات علي الإنسان والحيوان إلي أن الكميات الكبيرة من مركبات القصدير هذه يمكن أن تتسبب في مغلص أو ألم بالمعدة، أنيميا، ومشاكل بالكبد والكليتين، واستنشاق أو ابتلاع مركبات القصدير العضوية يمكن أن يتسبب في مشاكل بالتنفس وتهيج أو حساسية بالعين، ويمكن أن يتداخل مع عمل المخ والجهاز العصبي، وفي الحالات القاسية فإنه يمكن أن يتسبب في الوفاة، ويبدو أن بعض مركبات القصدير العضوية تتسبب في إضعاف مقدرة الفئران علي وقاية نفسها من الأمراض، ولم تلاحظ هذه التأثيرات في الإنسان، والفئران المعرضة لمركبات القصدير العضوية تعاني من مشاكل بالتكاثر والتطور الطبيعي لصغارها، وليس من المعروف إذا ما كان ذلك يمكن حدوثه تجاه الإنسان، ولا تؤثر مركبات القصدير غير العضوية أو تتسبب في عيوب خلقية بالمواليد، والمعلومات المعروفة عن التأثيرات الصحية المتسببة عن ملامسة مركبات القصدير قليلة جداً، وعند تعرض عيون وجلد الإنسان والحيوانات لكلا من مركبات القصدير العضوية وغير العضوية، فإنهما يصبحا في حالة تهيج أو حساسية.

## التأثير المسرطن

لم تصنف الهيئات المهمة (وزارة الصحة والخدمات الإنسانية، الوكالة الدولية لأبحاث السرطان، هيئة حماية البيئة الأمريكية) القصدير كمادة مسرطنة للإنسان، ولا يوجد دليل على أن القصدير أو مركبات القصدير تسبب سرطان للإنسان، وتشير الدراسات على الحيوانات أن مركبات القصدير غير العضوية لا تسبب سرطان للفئران، ولكنه من غير المعروف إذا ما كانت مركبات القصدير العضوية تتسبب في سرطان بالحيوانات.

## الكشف الطبى

يمكن قياس القصدير في البول والبراز، ويمكن من خلال ذلك معرفة الكمية الموجودة بالجسم، ولكنه لا يعرف متى أو كيف تم التعرض حيث أنه يوجد دائماً بجسم أي شخص بعض القصدير، وهذا الاختبار مفيد فقط إذا ما حدث تعرض بالغذاء أو الهواء بتركيزات أعلى من المستويات العادية بالجسم، وهذه الاختبارات ليست متاحة بالعيادات الطبية العادية، ولكن يمكن للطبيب أخذ عينات وإرسالها للمعمل المختص عند اللزوم.

## توصيات الوقاية الصحية

حددت هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) استخدام بعض مركبات القصدير العضوية في الدهانات، وقررت هيئة الأمان المهني والصحة (OSHA) الأمريكية الحد الأقصى للتركيز المسموح به بالهواء من مركبات القصدير العضوية بمقدار ٠,١ ملجم / م<sup>٣</sup>، ٠,٢ ملجم / م<sup>٣</sup> من مركبات القصدير غير العضوية، وقد أصدرت هيئة الأغذية والأدوية (FDA) الأمريكية تنظيمات باستخدام بعض مركبات القصدير العضوية في تغذية وتغليف الأغذية.

## رابع كلوريد التيتانيوم

### Titanium tetrachloride

#### التعريف والاستخدام

رابع كلوريد التيتانيوم سائل عديم اللون إلى لون أصفر باهت، أبخرته ذات رائحة قوية، وإذا ما تلامست المادة مع الماء فإنها تكون بسرعة حامض الهيدروكلوريك، بالإضافة إلى مركبات التيتانيوم، ورابع كلوريد التيتانيوم لا يتواجد طبيعياً في البيئة وهو يصنع من المعادن المحتوية على التيتانيوم، وهي تستخدم في صناعة معدن التيتانيوم والمركبات الأخرى المحتوية على التيتانيوم مثل ثاني أكسيد التيتانيوم والذي يستخدم كصبغة أو مادة ملونة في الدهانات والمنتجات الأخرى، وفي إنتاج الكيماويات الأخرى.

#### السلوك البيئي

تدخل مادة رابع كلوريد التيتانيوم إلى البيئة أولاً في الهواء من المصانع التي تقوم بإنتاجها أو تستخدمها خلال خطوات التصنيع الكيماوية، أو كنتيجة للتناثر، وإذا ما كان الهواء رطباً فإن رابع كلوريد التيتانيوم يتفاعل بسرعة مع الماء مكوناً حامض الهيدروكلوريك، ومركبات التيتانيوم الأخرى مثل أيدروكسيد التيتانيوم، وأوكسي كلوريدات التيتانيوم، وبعض مركبات التيتانيوم قد تستقر خارج الهواء على التربة أو المياه، وفي المسطحات المائية فإنها تهبط إلى رسابة القاع، وهي قد تبقى لفترة طويلة من الوقت في التربة أو الرسابة، وهناك بعض المركبات الأخرى مثل داي أكسيد التيتانيوم التي قد تتواجد أيضاً في الهواء والماء.

## طرق التعرض

الأشخاص العاديين بصفة عامة لا يتعرضون لرابع كلوريد التيتانيوم في الماء، التربة، الغذاء أو الهواء، وحيث أن المادة تهدم بسرعة في الهواء، فإنه لا يحدث التعرض لها إذا لم يكن الشخص يعمل في أحد الصناعات المنتجة أو المستخدمة لها، وهؤلاء الأشخاص قد يتعرضون لها عن طريق الاستنشاق أو الملامسة، وأيضاً فإن التعرض قد يحدث نتيجة لحوادث التناثر.

## التأثيرات الصحية

يمكن أن يؤدي رابع كلوريد التيتانيوم لحساسية الجلد، العيون، الأغشية المخاطية، والرئتين، واستنشاقه بكميات كبيرة يمكن أن يضر بالرئتين بدرجة خطيرة قد تؤدي لحدوث الوفاة، ولكن استنشاقه بمستويات أقل يؤدي إلى تأثيرات أقل خطورة على الجهاز التنفسي وتتضمن الكحة، وضيق في الصدر، كما يمكن ملاحظة أعراض أخرى لتأثيرات أكثر شدة تشمل الالتهاب الشعبي الكيماوي، أو المرض الرئوي بنيمونيا (Pneumonia)، واحتقان الأغشية المخاطية بالجزء العلوي للقناة التنفسية، وهذه التأثيرات يمكن أن تسبب آثار طويلة الأجل مثل ضيق الأحيال الصوتية، القصبة الهوائية، والمناطق العليا من المسالك الهوائية، والتعرض العرضي لرابع كلوريد التيتانيوم نتيجة لحادث يمكن أن يؤدي لحروق بالجلد، أو يتسبب في أضرار بالعيون إذا لم يتم حمايتها، ولا توجد معلومات كافية لتقدير ما إذا كان رابع كلوريد التيتانيوم يتسبب في عيوب أو تشوهات خلقية بالمواليد أو في تأثيرات علي التكاثر.

## التأثير المسرطن

لم تصنف المادة من قبل الهيئات المعنية (DHHS ، IARC، EPA) رابع كلوريد التيتانيوم كمادة مسرطنة، وبعض حيوانات التجارب التي استنشقت أبخرة المادة لمدة سنتين تطورت لديها أورام بالرئتين من نوع خاص، ولكنه لا يوجد دليل علي أن التعرض طويل الأمد لرابع كلوريد التيتانيوم يسبب سرطان الإنسان.

## الكشف الطبى

لا يوجد اختبار طبي للكشف عما إذا كان قد حدث تعرض لرابع كلوريد التيتانيوم، ولكنه يمكن إجراء اختبار للكشف عن تواجد نواتج هدمه وهي داي أوكسيد التيتانيوم أو معدن التيتانيوم، وهذا الاختبار يستخدم فيه الميكروسكوب الإلكتروني لفحص أنسجة الرئتين للكشف عن الجزيئات المحتوية علي تيتانيوم، وهذا الاختبار ليس متخصصا في التعرض لرابع كلوريد التيتانيوم، ولكنه يعتبر مؤشر للتعرض لبعض المواد المحتوية علي التيتانيوم، وأيضا فإن الاختبار لا يدل علي ما إذا كانت ستحدث تأثيرات صحية نتيجة لمثل هذا التعرض، أو للكمية التي تم التعرض لها من المركب.

## توصيات الوقاية الصحية

تشير التنظيمات المعمول بها من قبل هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) إلي انه يجب إبلاغها بالكمية المتسربة من رابع كلوريد التيتانيوم إذا ما كانت ١٠٠ رطل أو أكثر، والحدود القصوى للتعرض بالهواء في بيئة العمل غير محددة بصفة قاطعة.

## الفاناديوم

### Vanadium

#### التعريف والاستخدام

يتواجد الفاناديوم في الطبيعة كمعدن له لون أبيض إلى رمادي، وغالبا ما يتواجد في صورة بلورية، والفاناديوم النقي ليس له رائحة، وهو يختلط عادة بعناصر أخرى مثل الأكسجين، الصوديوم، الكبريت أو الكلوريد، والفاناديوم نفسه أو مركباته يمكن أن يتواجد بالقشرة الأرضية وفي الصخور، وبعض خامات الحديد، والبتروول الخام، وغالبا فإن الفاناديوم يختلط بمعادن أخرى لتكوين مخاليط خاصة من المعادن، ويكون أكسيد الفاناديوم أحد مكونات أنواع خاصة من الصلب تستخدم في أجزاء السيارات، الزنبرك، الحوامل أو السنادات، وبصفة عامة فإن معظم استخدام الفاناديوم يكون في تصنيع الصلب، وأكسيد الفاناديوم يوجد في صورة مسحوق لونه أصفر برتقالي، رقائق لها لون غامق أو رمادي، أو بلورات صفراء، ويختلط الفاناديوم أيضا بالحديد لتصنيع الأجزاء المهمة لمحركات الطائرات، وهناك كميات صغيرة من الفاناديوم تستخدم في صناعة المطاط، البلاستيك، السيراميك، وكيماويات أخرى.

#### السلوك البيئي

يدخل الفاناديوم البيئة بصفة أساسية من المصادر الطبيعية ومن احتراق زيوت الوقود، وتبقى المادة بالهواء، المياه، والتربة لفترة طويلة، وهي لا تذوب جيدا في الماء، وتختلط مع عناصر وجزيئات أخرى، وهي ترتبط بالرسابة، وتتواجد المادة بمستويات منخفضة بالنبات، لكنها غير قابلة للبناء بأنسجة الحيوانات.

## طرق التعرض

التعرض لمستويات منخفضة جداً بالهواء، الماء، والغذاء، وتناول مستويات عالية في بعض الأغذية، استنشاق الهواء بالقرب من المصانع التي يحرق بها زيوت الوقود، أو الفحم، ويتسرب من هذه الصناعات أكسيد الفاناديوم إلى الهواء، العمل بالمصانع المنتجة له أو المنتجات المحتوية عليه بالتربة، استنشاق الهواء الملوث أو شرب الماء الملوث بالقرب من مواقع المخلفات أو أماكن دفن النفايات المحتوية عليه بالتربة، ولا يمتص الفاناديوم بالجسم من المعدة، الأمعاء، أو ملامسة الجلد.

## التأثيرات الصحية

التعرض لمستويات عالية من الفاناديوم يمكن أن يسبب تأثيرات صحية ضارة، والتأثيرات الرئيسية الناجمة عن استنشاق مستويات عالية من الفاناديوم تكون علي الرئتين، الحنجرة، والعينين، والعمال الذين يستشقونه لفترات قصيرة أو طويلة يعانون في بعض الأحيان من حساسية بالصدر، كحة، التنفس بصعوبة مع انبعاث صفير عند التنفس، سيولة بالأنف، آلام أو حساسية بالحنجرة، وتتوقف هذه التأثيرات فور التوقف عن استنشاق الهواء الملوث، وتم ملاحظة نفس هذه التأثيرات في الدراسات علي الحيوانات، ولم تلاحظ تأثيرات صحية أخرى للفاناديوم علي الإنسان، كما أنه من غير المعروف التأثيرات الصحية علي الإنسان إذا ما تم تناول الفاناديوم، أما الحيوانات التي تناولت جرعات كبيرة فإنها قد نفقت، والمستويات الأقل (والتي يتم اعتبارها بأنها ما زالت عالية) من الفاناديوم بماء شرب الحيوانات الحامل ينتج عنه عيوب خلقية ثانوية بالنسل، وبعض الحيوانات التي استنشقت أو تناولت الفاناديوم علي مدى فترة طويلة من الوقت تحدث بها تغيرات بكل من الكليتين والكبد، والكميات التي تم إعطائها في هذه الدراسات علي الحيوانات والتي نتج عنها تأثيرات ضارة أعلى بكثير من تلك التي يمكن تواجدها بالبيئة.

## التأثير المسرطن

لم تصنف المادة من قبل الهيئات المهمة ضمن المواد المسببة للسرطان، ولا توجد دراسات متاحة عن التأثيرات المسرطنة للمادة، كما أنه لم يلاحظ زيادة بالأورام في حيوانات التجارب التي تم تعريضها للفاناديم بماء الشرب لفترة طويلة من الوقت.

## الكشف الطبّي

هناك اختبارات طبية متاحة لقياس مستويات الفاناديم بالبول والدم، وهذه الاختبارات ليست متاحة بالعيادات الطبية حيث أنها تحتاج لأجهزة خاصة، ولكن يمكن للطبيب أخذ عينات وإرسالها إلى معامل التحليل، ولا يمكن من خلال هذه الاختبارات تقدير ما إذا كان التعرض سوف يؤدي لتأثيرات صحية ضارة، وهناك علامة معروفة يستدل بها علي التعرض العالي للفاناديم، وهي أنه قد يوجد بألسنة الأشخاص المعرضين لون أخضر علي قمة اللسان.

## توصيات الوقاية الصحية

تتطلب التنظيمات المعمول بها من قبل هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) إبلاغها بالكميات المتناثرة أو المنصرفة للبيئة إذا ما كانت ١٠٠٠ رطل أو أكثر، وتحدد هيئة الأمان المهني والصحة (OSHA) الأمريكية الكمية المسموح بها بالهواء في بيئة العمل من أتربة بنتا أو كسيد الفاناديم بمقدار ٠,٥ مجم / م<sup>٣</sup>، ومقدار ٠,١ مجم / م<sup>٣</sup> من أبخرة المادة وذلك لمدة ٨ ساعات عمل يوميا طوال ٤٠ ساعة عمل أسبوعية، بينما يوصي المعهد الدولي للأمان المهني والصحة (NIOSH) بأن مستوى ٣٥ مجم / م<sup>٣</sup> من الفاناديم يعتبر تركيز فوري خطير للحياة والصحة، وأن هذا هو مستوى التعرض من المادة القابل لإحداث مشاكل صحية دائمة أو الوفاة.

## الفوسفور الأبيض

## White Phosphorus

### التعريف والاستخدام

الفوسفور الأبيض مادة صلبة شمعية ليس لها لون، أو ذات لون أبيض أو أصفر ولها رائحة تشبه الثوم، وهي لا تتواجد طبيعياً في البيئة ولكن يتم تصنيعها من الصخور الفوسفاتية، ويتفاعل الفوسفور الأبيض بسرعة مع الأكسجين، ويشتعل بسهولة على درجة حرارة أعلى من درجة حرارة الغرفة بحوالي ١٠ - ١٥ م. ويستخدم الفوسفور الأبيض بواسطة الجيش في أنواع مختلفة من الذخائر الحربية، وإنتاج الدخان لإخفاء تحركات الجنود والتعرف على الأهداف، وهو يستخدم أيضاً في الصناعة لإنتاج حامض الفوسفوريك وكيماويات أخرى تستخدم في السماد، المضافات الغذائية، ومركبات التنظيف، وقد استخدمت كميات منه سابقاً في مبيدات الآفات والألعاب النارية.

### السلوك البيئي

يمكن أن يدخل الفوسفور الأبيض البيئة عند تصنيعه، أو استخدامه الصناعي أو بواسطة الجيش، أو تناثره نتيجة لحادث أثناء النقل أو التخزين، ويمكن أن يتواجد في الماء ورسابة القاع بالأنهار والبحيرات القريبة من المنشآت التي تقوم بتصنيعه أو استخدامه، وفي الهواء فإن الفوسفور الأبيض يتفاعل بسرعة مع الأكسجين لإنتاج كيماويات أقل في الخطورة نسبياً منه خلال دقائق، وفي الماء فإنه يتفاعل مع الأكسجين خلال ساعات أو أيام، وفي الماء قليل الأكسجين فإنه

يمكن أن يتحول إلي مركب أكثر سمية هو الفوسفين والذي يتطاير تماما إلي الهواء حيث يتم تحوله إلي كيماويات أقل خطورة، ويمكن أن يتم بناء الفوسفور الأبيض بدرجة قليلة في أجسام الأسماك التي تعيش في أنهار أو بحيرات ملوثة، وفي التربة فإنه قد يرتبط بالجزيئات ويتحول خلال أيام قليلة إلي مركبات أقل خطورة، وفي التربة العميقة أو الرسابة قليلة الأكسجين فإن المادة قد تبقى بدون تحول لسنوات عديدة.

## طرق التعرض

استنشاق الهواء بالقرب من المنشآت التي تستخدمه، تناول أسماك ملوثة به أو صيد طيور من المواقع الملوثة بالمادة، الشرب أو الاستحمام في المياه الملوثة بالفوسفور الأبيض، ملامسة التربة الملوثة به، وأيضا عند العمل في الصناعات المستخدمة له أو التي تقوم بتصنيعه، أو الذخائر المحتوية عليه.

## التأثيرات الصحية

المعلومات المتاحة عن التأثيرات الصحية التي يمكن أن يسببها الفوسفور الأبيض قليلة جدا، ومعظم ما يعرف عن تأثيرات استنشاقه تحصل عليه من خلال الدراسة علي العاملين، وما يعرف عن تأثيرات تناوله فقد جاء من خلال التقارير لأشخاص تناولوا مواد محتوية عليه، واستنشاق الفوسفور الأبيض لفترة قصيرة قد يسبب الكحة وحساسية الحنجرة والرئتين، أما استنشاقه لفترة طويلة فإنه قد يسبب في الحالة المعروفة بضعف النتام الجروح بالفم وتكسر عظام الفك، وتناول أو شرب كميات صغيرة من الفوسفور الأبيض قد يسبب أضرار بالكبد، القلب، أو الكليتين، قيء، تقلصات معدية، نعاس، أو الموت، ومن غير المعروف ماهية التأثيرات الناتجة عن تناول أو شرب كميات صغيرة جدا من المواد المحتوية علي الفوسفور الأبيض لفترة طويلة من الزمن، وملامسة الجلد له قد يسبب احتراقه أو أضرار بالكبد، القلب، والرئتين، ومن غير المعروف إذا ما كان الفوسفور الأبيض يمكن أن يسبب تأثيرات علي المقدرة في إنجاب الأطفال أو أنه يتسبب في عيوب أو تشوهات خلقية بالمواليد في الإنسان.

## التأثير المسرطن

يشير تقدير هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) إلي أن الفوسفور الأبيض ليس مصنفا كمادة مسرطنة للإنسان، ولا توجد دراسات متاحة علي الإنسان أو الحيوانات تشير إلي أنه مسرطن.

## الكشف الطبى

لا يوجد اختبار طبي يمكن إظهار من خلاله إذا ما كان قد حدث تعرض للفوسفور الأبيض، ولكن التأثيرات الصحية السابق الإشارة إليها قد تؤدي إلي أن يشك الطبيب في التعرض له إذا ما كان هناك تاريخ للتعرض.

## توصيات الوقاية الصحية

صنفت هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) الفوسفور الأبيض ضمن قائمة الملوثات الهوائية الخطيرة، وتتطلب التنظيمات المعمول بها من قبل الهيئة إبلاغها بالكمية المتناثرة أو المتسربة من المادة للبيئة إذا ما كانت ١ رطل أو أكثر، واتفقت الهيئات المعنية (ACGIH ، NIOSH ، OSHA) علي الحد المسموح للتعرض به بالاستنشاق من الهواء في بيئة العمل بمقدار ١ ، ٠ ملجم / م<sup>٣</sup> لمدة ٨ ساعات عمل يوميا.

# الزنك

## Zinc

### التعريف والاستخدام

الزنك واحد من أهم العناصر الشائعة بقشرة الأرض، وهو يوجد بالهواء، التربة، والماء، ويتواجد بكل الأغذية، والزنك النقي معدن أبيض مزرق لامع، وللزنك استخدامات تجارية عديدة كمادة مانعة للصدأ، وفي البطاريات الجافة، ويخلط مع معادن أخرى مثل النحاس الأصفر والبرونز لعمل السبائك، وتستخدم سبائك الزنك والنحاس لعمل بعض العملات المعدنية، ويخلط الزنك مع عناصر أخرى لتكوين مركبات الزنك، ومركبات الزنك الشائع وجودها بمواقع المخلفات الخطرة تحتوي علي كلوريد زنك، أكسيد زنك، كبريتات زنك، كبريتيد الزنك، ومركبات الزنك ينتشر استخدامها في الصناعة لعمل الدهانات، المطاط، الأصباغ، والمواد الواقية للخشب، والمراهم.

### السلوك البيئي

يتسرب بعض الزنك للبيئة من خلال العمليات الطبيعية، ولكن معظمه يأتي من الأنشطة الإنسانية مثل التعدين، إنتاج الفولاذ، احتراق الفحم، وحرق القمامة أو المخلفات، وهو يرتبط بالتربة، الرسابة، وبجزيئات الأتربة بالهواء، ويزيل المطر والتلج جزيئات تراب الزنك من الهواء، ويمكن أن تتحرك مركبات الزنك إلي المياه الجوفية والبحيرات والأنهار والجداول، ومعظم الزنك بالتربة يبقى مرتبطا بجزيئاتها ويتم بناء الزنك بالأسمالك والكائنات الحية الأخرى، ولكنه لا يتراكم بالنبات.

## طرق التعرض

تناول كميات قليلة موجودة بالغذاء أو الماء، شرب ماء ملوث بالقرب من المصانع أو مواقع المخلفات، شرب الماء الملوث أو المشروبات التي يتم تخزينها بأوعية معدنية، أو يتم ضخها خلال أنابيب تم تغطيتها بطبقة من الزنك لمقاومة الصدأ، تناول كميات كبيرة من منتجات لبنية محتوية علي الزنك، استنشاق جزيئات الزنك بالهواء في المناطق الصناعية.

## التأثيرات الصحية

الزنك عنصر أساسي بغذائنا، ويمكن أن يتسبب النقص الشديد به في مشاكل صحية، ولكن الزيادة الكبيرة تكون أيضا ضارة، والتناول اليومي المسموح الموصى به (Recommended dietary allowance (RDA من الزنك هو ١٥ ملجم / يوم للرجال، ١٢ ملجم / يوم للنساء، ١٠ ملجم / يوم للأطفال، ٥ ملجم / يوم للأطفال الرضع، وعدم وجود زنك بكمية كافية في الغذاء يمكن أن يؤدي لفقد في الشهية، وتناقص في الإحساس بالتذوق والرائحة، وبطئ في التئام الجروح (النزيف)، وقرح بالجلد، أو أضرار بالجهاز المناعي، والشباب الذين لا يتناولون كميات كافية من الزنك في غذائهم قد يتعرضون لنقص في تطور الأعضاء الجنسية وبطئ في النمو، وإذا لم تحصل المرأة الحامل علي كمية كافية من الزنك فإنه قد يتعرض مولودها للإعاقة في النمو، ومن ناحية أخرى فإن الزيادة المفرطة في الزنك يمكن أن تؤدي لأضرار صحية، وبصفة عامة فإن التأثيرات الضارة بالصحة تبدأ عند مستويات أكثر من التناول اليومي المسموح الموصى به بمقدار ١٠ - ١٥ مرة (أي بمعدل ١٠٠ - ٢٥٠ ملجم / يوم) وتناول كميات كبيرة من الزنك حتى لفترة قصيرة يمكن أن يسبب مغص معدي، الغثيان، والقيء، والتناول لفترة أطول يمكن أن يسبب أنيميا، ضرر بالبنكرياس، وانخفاض مستويات الكوليسترول ذو الكثافة العالية من البروتين الدهني (الصورة الجيدة من الكوليسترول)، واستنشاق كميات كبيرة من الزنك (في صورة أتربة أو أبخرة) يمكن أن يسبب مرض خاص لفترة قصيرة يعرف بحمى احتياج المعدن، ويعتقد أن ذلك يكون استجابة مناعية مؤثرة علي درجة حرارة الجسم والرئتين، ومن غير المعروف التأثيرات الناجمة

عن استنشاق مستويات عالية من الزنك لفترات طويلة، كما أنه ليس معروفا إذا ما كانت المستويات العالية من الزنك مؤثرة علي تكاثر الإنسان أو أنها مسببة لعيوب خلقية بالمواليد، والفئران التي تم تغذيتها علي كميات كبيرة من الزنك فقدت خصوبتها أو وضعت مواليد أصغر في الحجم، ولوحظت أيضا حساسية بجلد الأرانب، وخنازير غنيا، والفئران التي عرضت لبعض مركبات الزنك، وقد تظهر أيضا هذه الحساسية بجلد الإنسان.

### التأثير المسرطن

لم تصنف الهيئات المهمة الزنك كمادة مسرطنة للإنسان.

### الكشف الطبي

يمكن قياس الزنك بالجسم أو البراز، ومن خلالهما يمكن معرفة الكميات التي تم التعرض إليها، ويمكن قياس الزنك أيضا بالبول، واللعاب، والشعر، والكميات الموجودة بالشعر تدل علي التعرض علي المدى الطويل للزنك، ولكنه لا تتضح العلاقة بين المستويات الموجودة بالشعر والكميات التي تم التعرض إليها، وهذه الاختبارات ليست روتينية بالعيادات الطبية العادية، ولكن يمكن للأطباء أخذ عينات وإرسالها للمعامل المتخصصة.

### توصيات الوقاية الصحية

توصي هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) بأنه يجب ألا يتعدى تركيز الزنك بماء الشرب عن ٥ جزء في المليون حتى لا يتأثر التذوق، والتنظيمات المعمول بها من قبل الهيئة تتطلب إبلاغها بالكميات المتسربة من الزنك أو أحد مركباته إلي البيئة إذا ما كانت أكثر من ١٠٠٠ رطل (في بعض الحالات ٥٠٠٠ رطل)، وحددت هيئة الأمان المهني والصحة التركيز الأقصى المسموح به من أبخرة كلوريد الزنك بالهواء في بيئة العمل بمقدار ١ ملجم / م<sup>٣</sup> لمدة ٨ ساعات عمل يوميا أو ٤٠ ساعة عمل أسبوعية، وبمقدار ٥ ملجم / م<sup>٣</sup> لأبخرة أكسيد الزنك.