الفصل الثامن

المواد المتفجرة والمواد المشعة

obeikandl.com

obeikandl.com

الداي نيتروبنزين والتراي نيترو بنزين
1,3 - Dinitro benzene
1,3,5 - Trinitro benzene

التعريف والاستخدام

الداى نيتروبنزين والترای نيتروبنزين مادتين مصنعتين يستخدما في عمل المتفجرات، وكلا المادتين صلبة شبه بلورية ذات لون أصفر على درجة حرارة الغرفة، وقد ينتشرا بالهواء بكميات قليلة جدا في صورة أتربة أو بخار كما يمكن أن يذوبا في بعض السوائل، وإذا ما وضعت أي من المادتين تحت درجات حرارة عالية جدا فإنها سوف تنفجر، وهاتين المادتين ليس لهما طعم أو رائحة.

السلوك البيئى

كلا المادتين قابلة للهدم في الهواء، الماء، والتربة ببطء شديد، وكلاهما يذوب في الماء بدرجة قليلة، ويتطاير الداى نيتروبنزين ببطء من الماء، وذلك بعكس الترای نيتروبنزين الذي لا يتطاير من الماء، ولا ترتبط أي من المادتين بقوة من التربة، وعليه فإنهما يمكن أن يتحركا خلالها إلي المياه الجوفية، وهذين المركبين لا يبنيا في الأسماك أو الإنسان.

طرق التعرض

العمل أو العيش بالقرب من منشآت الذخيرة الحربية أو مصانع الكيماويات الأخرى قد يؤدي للتعرض لهاتين المادتين عن طريق شرب أو تناول أغذية ملوثة، أو استنشاق هواء ملوث، أو ملامسة أو تناول تربة ملوثة.

obeikandl.com

التأثيرات الصحية

المصدر الرئيسي لتسرب كلا المادتين إلي الهواء، الماء، والتربة هو المخلفات المنتشرة من منشآت الذخائر الحربية أو مصانع الكيماويات الأخرى، وغالبا فإنه يتوقع أن كل من الداى نيتروبنزين والتراى نيتروبنزين يتسببا في تأثيرات صحية متشابهة، والتعرض للتركيزات العالية من الداى نيتروبنزين يمكن أن يقلل من مقدرة الدم علي حمل الأكسجين ويمكن أن يتسببا في أن يصبح الجلد ذو لون أزرق، والتعرض للمادة لمدة طويلة من الوقت يمكن أن يؤدي إلي تطور اختزالي (أو فقد) في عدد كرات الدم الحمراء (أنيميا)، والأعراض الأخرى للتعرض للداى نيتروبنزين تشمل الصداع، الغثيان، والدوار، ومن غير المعروف إذا ما كان هناك تأثيرات صحية طويلة الأجل ناتجة عن التعرض للداى نيتروبنزين أوالتراى نيتروبنزين، وأيضا إذا ما كانت هاتين المادتين تتسببا في عيوب خلقية بالمواليد في الإنسان، وتشير الدراسات علي الحيوان أن تأثيرات كلا المادتين علي الدم مشابهة للتأثيرات المشاهدة في الإنسان، والدراسات علي الحيوانات تشير إلي بعض التأثيرات الأخرى للداى نيتروبنزين مثل التغيرات السلوكية وأضرار بالجهاز التناسلي الذكري، ومن غير المعروف إذا ما كانت التأثيرات المشاهدة علي الحيوانات تظهر أيضا علي الإنسان.

التأثير المسرطن

تشير تقديرات هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) إلي عدم تصنيف هاتين المادتين كمسببات سرطانية للإنسان، ويرجع ذلك إلي أن مقدرة المركبين علي إنتاج السرطان لم تدرس في الإنسان والحيوانات.

الكشف الطبى

لا يوجد اختبار طبي روتيني لإظهار ما إذا كان قد حدث تعرض للداى نيتروبنزين أوالتراى نيتروبنزين، وهناك اختبارات تستعمل للكشف عن الداى نيتروبنزين ونواتج هدمه في الدم والبول للحيوانات المعرضة، ولكن هذه الاختبارات لا تستخدم للإنسان.

توصيات الوقاية الصحية

تتطلب التنظيمات المعمول بها من قبل هيئة حماية البيئة الأمريكية(EPA) بإبلاغها بالكمية المتناثرة أو المتسربة بالبيئة نتيجة لحادث إذا ما كانت ١٠٠ رطل أو أكثر من الداى نيتروبنزين، و١٠ رطل أو أكثر من التراى نيتروبنزين، وحددت هيئة الأمان المهني والصحة (OSHA) الأمريكية المستويات المسموح بها من الداى نيتروبنزين في بيئة العمل، والحد الأقصى المسموح به للتعرض في الهواء بقاعات العمل هو١ ملجم / م^{٣} لمدة٨ ساعات عمل يوميا أو ٤٠ ساعة عمل أسبوعية، وتتفق الهيئات المهتمة الأخرى علي هذا الحد.

obeikandl.com

مادة أوكتوجين المتفجرة عالية الانصهار

HMX (Octogen,cyclotetramethylene-tetranitramine)

التعريف والاستخدام

HMX كلمة مركبة مأخوذة من High Melting Explosive وهي مادة عالية الانصهار، وتعرف بأسم أوكتوجين، وأيضا سيكلوتيترا ميثلين – ترا نيترامين وغيرها من الأسماء، وهي مادة صلبة ليس لها لون تذوب بدرجة قليلة في الماء، وتتطاير كميات قليلة منها فقط في الهواء، ولكنها يمكن أن تتواجد بالهواء متصلة بالجزيئات العالقة أو التراب، ورائحة ومذاق المادة ليس معروفة، ولا تتواجد المادة طبيعيا في البيئة، ويتم تصنيعها من كيماويات أخرى هي الهكسامين، نترات الأمونيوم، حامض النتريك، وحامض الخليك، ونظرا لما تتصف به المادة من خصائص فإنها تستخدم في أنواع مختلفة من المواد المتفجرة، وقود الصواريخ، وشحن المفجرات، وأيضا فإن كميات قليلة من الـ HMX يتم تكوينها عند تصنيع سيكلوتراي ميثيلين – تراي نيترامين (RDX) وهي مادة متفجرة أخرى تشبه في التركيب الـ HMX.

السلوك البيئى

معظم الـ HMX التي تدخل في البيئة تتسرب إلي المياه المتخلفة من أماكن تصنيعها أو استخدامها، ويمكن أن تتسرب كميات قليلة منها إلي الهواء في صورة

obeikandl.com

أتربة أو رماد من المنشآت التي يتم فيها حرق المخلفات الملوثة بالـ HMX، وقد يتسرب بعضا منها إلي التربة كنتيجة لحادث تناثر، أو لاستقرار جزيئات التراب المحتوية عليها من الهواء، أو بالتخلص من المخلفات المحتوية عليها بالدفن في التربة، وجزيئات التراب المحتوية علي المادة قد يتم حملها بواسطة الرياح إلي مسافات مختلفة، وإذا ما تواجدت المادة في المياه السطحية فإنها لا تتطاير أو ترتبط بالرسابة علي مدى واسع، ويتم هدم معظمها عادة بواسطة أشعة الشمس إلي مركبات أخرى خلال بضعة أيام إلي أسابيع، وتبدي المادة قابلية للتحرك من التربة إلي المياه الجوفية، وبصفة خاصة في التربة الرملية، ومن غير المعروف إذا ما كانت المادة تتراكم في أنسجة النباتات، الأسماك، والحيوانات التي تعيش في أماكن ملوثة بها.

طرق التعرض

لا توجد معلومات متوفرة عن الكيفية والكمية التي يتم التعرض بها غالبا للمادة في البيئة، وبصفة عامة فإن غالبية الناس لا يتعرضون للمادة من خلال البيئة، أما الأشخاص الذين يعملون بالمنشآت التي تقوم بتصنيعها أو استخدامها فقد يتعرضون لها من خلال استنشاق الأتربة المحتوية عليها أو نتيجة لملامسة السوائل المحتوية عليها للجلد، وأيضا فإن الأشخاص الذين يعيشون بالقرب من المنشآت التي تقوم بتصنيعها أو استخدامها أو مواقع المخلفات الخطرة المحتوية عليها قد يتعرضون للـ HMX إذا ما حدث تسرب لها، وبالنسبة للمنازل القريبة من الأماكن السابق ذكرها فإن التعرض يكون واردا أيضا من خلال المياه الجوفية.

التأثيرات الصحية

المعلومات المتاحة عن التأثيرات الضارة للـ HMX محدودة جدا، وفي أحد الدراسات علي الإنسان فإنها لم تقرر أي تأثيرات ضارة علي العمال الذين استنشقوا المادة، ولكن التركيز الذي وجدت به المادة في الهواء في بيئة العمل لم تحدد هذه الدراسة، وفقط فإن عدد قليل من العمال والتأثيرات هي التي شملتها الدراسة، والدراسات علي الجرذان والفئران والأرانب تشير إلي أن المادة قد تكون ضارة

بالكبد والجهاز العصبي المركزي إذا ما تم ابتلاعها أو التعرض لها عن طريق الجلد، ومن غير المعروف إذا ما كانت المادة مؤثرة علي المقدرة الإنجابية أو أنها مسببة لعيوب أو تشوهات خلقية بالمواليد.

التأثير المسرطن

لا توجد معلومات متاحة إذا ما كان الـ HMX مسبب أو غير مسبب للسرطان في الحيوانات أو الإنسان، ويشير تقدير هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) إلي أن المادة غير مصنفة كمسرطن للإنسان.

الكشف الطبى

يمكن معرفة ما إذا كان قد حدث تعرض للـ HMX باختبار الدم، البول أو البراز، وحيث أن المادة قليلة الامتصاص بعد ابتلاعها، فإن مستوياتها بالدم والبول يتوقع أن تكون أقل عنها مما هو في البراز، وللحصول علي أفضل النتائج فإنه يلزم إجراء الاختبار خلال أيام قليلة بعد التعرض، وهذه الاختبارات لا يمكن من خلالها معرفة الكمية التي تم التعرض إليها أو التنبؤ بما إذا كان ستحدث أو لا تحدث أي تأثيرات صحية، وهذه الاختبارات ليست متاحة لدى معظم العيادات الطبية العادية ولكن يمكن إجرائها في معامل خاصة يتوفر لديها الأجهزة المطلوبة.

توصيات الوقاية الصحية

تشير توصيات هيئة حماية البيئة الأمريكية(EPA) إلي أن تركيز المادة بمياه الشرب للبالغين يجب أن تقل عن ٤ , ٠ ملجم / لتر طوال فترة الحياة، والتنظيمات المعمول بها من قبل الهيئة تصنف المخلفات المحتوية علي الـ HMX كمواد خطرة، كما وضعت قيود علي التخلص منها بالدفن في التربة، كما وضعت بعض الجهات المختصة تنظيمات متعلقة بتصدير واستيراد وتصنيع وتوزيع ونقل وتخزين المادة.

٥,٣,١ - تراي نيترو – ١,٣,٥ - تراي أزين

1,3,5 - trinitro-1,3,5-triazine

التعريف والاستخدام

تعرف هذه المادة بأنها قواعد للانفجار التدميرى الضخم RDX (Royal Demolition Explosive)، وتعرف أيضا باسم سيكلونيت أو هكسوجين، وهي مسحوق أبيض شديد الانفجار، وتستخدم كمادة متفجرة، وأيضا تستخدم مخلوطة مع مواد أخرى في إحداث الانفجار، وطعمها ورائحتها غير معروفة، وهي منتج صناعي لا يظهر طبيعيا في البيئة، وينشئ عنها أدخنة عند الاحتراق مع مواد أخرى.

السلوك البيئى

يمكن أن تدخل جزيئات الـ RDX الهواء عند التخلص منها بالحرق، ويمكن أن تدخل الماء من ماء المخلفات الذي يتم التخلص منه من منشآت الذخائر الحربية، كما أنه أيضا يمكن دخولها الماء أو التربة من التناثر أو التسرب الناتج عن التخلص غير المناسب بهذه المنشآت أو عند مواقع المخلفات الخطرة، وتذوب الـ RDX ببطء شديد في الماء كما أنها تتطاير ببطء شديد من الماء، وهي لا ترتبط بالتربة بقوة شديدة ويمكن أن تتحرك إلي المياه الجوفية من التربة، ويمكن أن يتم هدمها في الهواء والماء في غضون ساعات، ولكنها تهدم في التربة ببطء أكثر، والـ RDX لا تبنى في الأسماك ولا تتراكم في الإنسان.

طرق التعرض

يتعرض قليل من الناس للـ RDX، وهناك عدد محدد من الأشخاص الذين يعملون بها، وهؤلاء الناس يمكن أن يتعرضوا من خلال استنشاق الأتربة المحتوية علي الـ RDX، أو بالملامسة الجلدية، أو شرب مياه ملوثة أو ملامسة تربة ملوثة بها بالقرب من المصانع التي تقوم بإنتاجها.

التأثيرات الصحية

يمكن أن يسبب الـ RDX نوبات مرضية ناشئة عن مشاكل بالجهاز العصبي في الإنسان أو الحيوانات عند استنشاقها أو تناولها لكميات كبيرة، كما أنها قد تسبب غثيان وقيء، والتأثيرات الناجمة عن التعرض لمستوى منخفض علي الجهاز العصبي ليست معروفة، ولم يلاحظ أي تأثيرات صحية أخرى بدرجة معنوية في الإنسان، والفئران التي تم تغذيتها لمدة ٣ شهور أو أكثر علي الـ RDX عانت من نقص في الوزن وأضرار قليلة بالكبد والكليتين، ومن غير المعروف إذا ما كانت تتسبب في عيوب خلقية بالمواليد في الإنسان، كما أنها لا تسبب عيوب خلقية بالأرانب، ولكنها أنتجت مواليد أصغر في الفئران، وأيضا فإنه من غير المعروف إذا ما كانت تحدث تأثيرات بالتكاثر في الإنسان.

التأثير المسرطن

يشير تقدير هيئة حماية البيئة الأمريكية إلي أن الـ RDX يمكن أن يتسبب في سرطان الإنسان، وفي أحد الدراسات وجد أنه قد تسبب في أورام بكبد الفئران الصغيرة التي تعرضت له في الغذاء، ولكنه لم تلاحظ التأثيرات المسرطنة في الدراسات علي الفئران، ولا توجد بيانات متاحة علي الإنسان.

الكشف الطبى

هناك اختبارات طبية متاحة يمكنها قياس مستويات الـ RDX في الدم أو البول، ولكن هذه الاختبارات يمكن استخدامها فقط إذا ما كانت هناك ملامسة مع المادة خلال الأيام القليلة السابقة، ويمكن تقدير ما إذا كان قد حدث تعرض للمادة،

ولكنها لا تستخدم في تقدير الكمية التي دخلت الجسم منها، وهذه الاختبارات ليست روتينية بالعيادات الطبية، ويتم إجرائها بناء علي أوامر الطبيب في المعامل المتخصصة، وهي لا تستخدم أيضا في تقدير التأثيرات الصحية للتعرض علي المدى الطويل، ومن ناحية أخرى فإن التأثيرات الصحية الفورية المعتادة (مثل النوبات المرضية الناشئة عن مشاكل بالجهاز العصبي، والارتعاش العضلي، أو القيء) من التعرض العالي جدا يكون ظاهرا قبل إجراء اختبار الدم أو البول.

توصيات الوقاية الصحية

تضع وزارة المواصلات (DOT) الأمريكية تنظيمات عديدة لنقل المواد المتفجرة ومن بينها هذه المادة، وتوصي هيئة حماية البيئة الأمريكية(EPA) بالحدود الإرشادية في ماء الشرب بمقدار ٢ ميكروجرام / لتر وذلك للتعرض للـ RDX طوال الحياة بالنسبة للبالغين، ويوصي المعهد القومي للأمان المهني والصحة (NIOSH) بحد التعرض بالهواء في بيئة العمل بمقدار ١,٥ ملجم / م^{٣} لمدة ١٠ ساعات عمل يوميا أو ٤٠ ساعة عمل أسبوعية، ويوصي المعهد بأقصى تركيز مسموح به للتعرض قصير الأجل للعاملين بمقدار ٣ ملجم / م^{٣} لمدة ١٥ دقيقة.

obeikandl.com

تيتريل (٢,٤,٦ – تراي نيتروفينيل – ن – ميثيل نيترامين)

Tetryl (2,4,6-Trinitrophenyl-N-Methylnitramine)

التعريف والاستخدام

من الأسماء الشائعة المستخدمة أيضا للتيتريل كل من نيترامين (Nitramine)، وتيترالايت (Tetralite)، والمادة صلبة شبه بلورية عديمة الرائحة لها لون أصفر، وهي مصنعة لا توجد طبيعيا في البيئة، وفي ظروف معينة فإن مادة التيتريل يمكن أن توجد في الهواء في صورة أتربة، وهي تذوب بدرجة قليلة في الماء وسوائل أخرى، واستخدم التيتريل لتصنيع المتفجرات خلال الحرب العالمية الأولي والثانية، وحاليا فإنها لا تصنع أو تستخدم بكميات كبيرة في الولايات المتحدة الأمريكية، ومخزون المادة في أمريكا يوجد في المنشآت الخاصة بمخازن الجيش ويتم تدميرها بواسطة وزارة الدفاع.

السلوك البيئى

قد يتسرب التيتريل إلي الهواء، الماء، والتربة عند تحطيم المخازن القديمة للمتفجرات وذلك بتفجيرها أو حرقها، وهي لا تتطاير من الماء أو التربة، ويتم هدمها بسرعة في الأنهار والبحيرات المضيئة بأشعة الشمس، ولكن بدرجة أكبر بطأ في المياه الجوفية، والمادة لا تتحرك بسهولة من التربة إلي المياه الجوفية، ومن

obeikandi.com

غير المعروف إذا ما كان التيتريل يبنى في الأسماك، النباتات، أو الحيوانات الأرضية.

طرق التعرض

لا يتعرض غالبية الناس للتيتريل حيث أن التلوث به يكون بالقرب من منشآت الجيش التي تقوم بتصنيعه، استخدامه، أو تخزينه، وقد يتعرض الفرد العادي له من خلال شرب مياه آبار ملوثة بالقرب من مواقع المنشآت العسكرية، استنشاق أتربة ملوثة بالقرب من مواقع المنشآت العسكرية، الملامسة الجلدية بالتربة الملوثة أو المياه بالقرب من مواقع المنشآت العسكرية.

التأثيرات الصحية

عانى العمال بالمنشآت العسكرية أثناء الحرب العالمية الأولى والثانية الذين استنشقوا الأتربة المحملة بالتيتريل من كحة، تعب عام، صداع، حساسية بالعيون، فقد الشهية، نزيف بالأنف، غثيان، وقيء، والعمال الذين اعتادوا تداول التيتريل تطور لديهم بقع صفراء واضحة بالأيدي، الرقبة، والشعر، وعديد من العمال الذين تعرضوا للتيتريل بالملامسة الجلدية تطور لديهم طفح جلدي، وبعضهم تطور لديه أيضا الحساسية مع أعرض تشبه الربو (كحة وصفير عند التنفس) وذلك بعد استنشاقهم للمادة، والأرانب التي تم تغذيتها علي جرعات عالية من التيتريل يوميا لمدة ٦ – ٩ شهور تطور لديها تأثيرات علي الكليتين والكبد، ولوحظ أيضا نقص مقدرة الدم علي التجلط وتغيرات بالطحال، ومن غير المعروف إذا ما كان التيتريل يسبب عيوب أو تشوهات بالمواليد، أو تأثيرات علي التكاثر في الإنسان والحيوانات.

التأثير المسرطن

لم يتم مراجعة التيتريل من قبل الهيئات المعنية لتقدير ما إذا كان قابلا للتسبب في السرطان، ولم يتم دراسة التأثير المسرطن له في الإنسان أو الحيوانات.

الكشف الطبى

لا يوجد اختبار طبي روتيني لإظهار ما إذا كان قد حدث تعرض للتيتريل، ومنتجات هدمه يمكن قياسها في بول الحيوانات، كما أن قياسات مشابهة لها يمكن أجرائها في بول الإنسان.

توصيات الوقاية الصحية

تضع وزارة المواصلات (DOT) الأمريكية تنظيمات عديدة لنقل المتفجرات بما فيها التيتريل، وحددت هيئة الأمان المهني والصحة وغيرها من الهيئات المعنية المستوي الأقصى لتعرض العاملين بالهواء في بيئة العمل بمقدار ١,٥ ملجم / م^{٣} وتوصي هيئة حماية البيئة الأمريكية(EPA) بالحدود الإرشادية في ماء الشرب بمقدار ٢ ميكروجرام / لتر لمدة ٨ ساعات عمل يوميا أو ٤٠ ساعة عمل أسبوعية.

obeikandl.com

تراي نيتروتولين

2,4,6 - Trinitrotoluene

التعريف والاستخدام

التراي نيترو تولين مادة صلبة ليس لها رائحة لا تظهر طبيعيا في البيئة، ومعروفة علي المستوي العام باسم TNT وتستخدم كمادة متفجرة في القذائف، القنابل، والقنابل اليدوية، والألغام المائية، وتستخدم أيضا في بعض الأغراض الصناعية، وحاليا فإن إنتاجها بالولايات المتحدة الأمريكية ينحصر فقط في المؤسسات أو دور صناعة الأسلحة.

السلوك البيئى

تدخل مادة التراي نيتروتولين البيئة في المخلفات المائية والصلبة الناشئة عن تصنيع المركب، وتدمير القنابل والقنابل اليدوية، وإعادة تدوير المتفجرات، وهي تتحرك في المياه السطحية وخلال التربة إلي المياه الجوفية، ويتم هدمها بسرعة بالمياه السطحية إلى مركبات كيماوية أخرى بواسطة أشعة الشمس، وتهدم ببطْء أكثر بواسطة الكائنات الدقيقة في المياه والرسابة، وكميات قليلة منها يمكن أن تتراكم بالأسماك والنباتات.

طرق التعرض

شرب المياه الملوثة المتسربة من مواقع مخلفات الكيماويات، استنشاق الهواء الملوث، تناول أغذية ملوثة مثل الفواكه والخضراوات، تناول تربة ملوثة.

obeikandl.com

التأثيرات الصحية

العمال القائمين بإنتاج المتفجرات المعرضين لتركيزات عالية من التراي نيترو تولين بالهواء في بيئة العمل يعانون من بعض التأثيرات الصحية الضارة تشمل الأنيميا واختلال بوظائف الكبد، وتم ملاحظة أيضا تأثيرات مشابهة بالدم، الكبد، وتضخم بالطحال وتأثيرات ضارة أخرى بالجهاز المناعي بالحيوانات التي تناولت أو استنشقت المادة، وهناك تأثيرات أخرى في الإنسان تشمل حساسية أو تهيج بالجلد بعد الملامسة الجلدية طويلة الأمد، إعتام عدسة العين (كتراكت) بعد التعرض، ومن غير المعروف ما إذا كانت المادة يمكن أن تسبب عيوب خلقية بالمواليد في الإنسان، ولكن ذكور الحيوانات المعاملة بالجرعات العالية من المادة تطور لديها تأثيرات خطيرة بالجهاز التناسلي.

التأثير المسرطن

يشير تقدير هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) إلي أن التراي نيتروتولين يمكن أن يكون مسرطنا للإنسان، وهذا التقييم اعتمد علي دراسة تم تغذية الفئران فيها لفترة طويلة بالمادة ونتج عن ذلك تطور أورام بالمثانة البولية لديها.

الكشف الطبى

يمكن الكشف بالاختبارات المعملية عن ٢ , ٤ , ٦ – تراي نيتروتولين أو نواتج هدمه في الدم أو البول، والكشف عن نواتج هدمه في البول دليل واضح علي التعرض، وهذه الاختبارات بصفة عامة متاحة فقط في معامل متخصصة، وهناك اختبار أقل بساطة ولكنه أقل تخصصا لاختبار التعرض للمادة بالتغير في لون البول إلي اللون الكهرماني أو الأحمر الغامق نتيجة لوجود نواتج هدم المادة، ومن ناحية أخرى فإنه لا يوجد بين هذه الاختبارات ما يمكن التنبؤ به إذا ما كان الشخص المعرض سوف يعاني من تأثيرات صحية.

obeikandl.com

توصيات الوقاية الصحية

نظرا لأن المادة متفجرة، قابلة للاشتعال، وأيضا سامة فإن هيئة حماية البيئة الأمريكية اعتبرتها كمتخلف خطير، وتشير تعليمات وزارة النقل الأمريكية (DOT) إلي أنه يجب عند نقل مادة ٢ , ٤ , ٦ – تراي نيتروتولين بالشحن في السفن أن تكون مبللة بالماء بنسبة لا تقل عن ١٠% من وزنها، وأنه يجب مصاحبتها بملصقات واضحة كمادة صلبة قابلة للاشتعال، وحددت هيئة الأمان والصحة المهنية الأمريكية (OSHA) المستوى الأقصى المسموح التعرض له بالهواء في بيئة العمل بمقدار ٥ , ١ ملجم / م^{٣} لمدة ٨ ساعات عمل يوميا أو ٤٠ ساعة عمل أسبوعية، بينما توصي هيئات أخرى بان حد التعرض بالهواء في بيئة العمل يجب ألا يتعدى ٥ , ٠ ملجم / م^{٣} لمدة ٤٠ ساعة عمل أسبوعيا.

obeikandl.com

البلوتونيم

Plutonium

التعريف والاستخدام

البلوتونيم معدن أبيض فضي يتواجد في صورة صلبة تحت الظروف العادية، ويتم إنتاجه عند امتصاص اليورانيوم لجزئ ذري، وتتواجد كميات نادرة منه طبيعيا، ولكن كميات كبيرة منه يتم إنتاجها في المفاعلات النووية، ويمكن أن تتواجد مستويات نادرة من البلوتونيم فى البيئة ناتجة عن اختبارات القنابل النووية التي جرت فى الماضي وذلك في صورة مشابهات مشعة، ومن أكثر مشابهات البلوتونيم المشعة انتشارا بلوتونيم-٢٣٨، بلوتونيم -٢٣٩، وتحلل البلوتونيم ذو نشاط إشعاعي، وينفرد خلال عمليات التحلل طاقة ويتكون مركب جديد، والطاقة المنفردة تعرف بالأشعة، وعند تحلل البلوتونيم فإنه ينشطر إلى جزيئين، الجزء الأصغر يعرف بأشعة "ألفا" أما الجزء الأكبر فيطلق عليه الوليدة، وهى لها نشاط إشعاعي أيضا وتستمر في التحلل حتى تتكون الوليدة غير النشطة إشعاعيا، وخلال عمليات التحلل هذه فإن ثلاث أنواع من الأشعة يتم انفرادها أو تسربها وهي ألفا، بيتا، وجاما، وجزيئات ألفا يمكن أن تنتقل لمسافات قصيرة فقط، كما أنها لا تنقل من خلال الجلد، أما جزيئات بيتا فإنها يمكن أن تتخلل الجلد ولكنها لا تسلك كل الطرق عبر الجسم، وذلك بعكس أشعة جاما التي يمكنها ذلك.

obeikandl.com

السلوك البيئى

تتواجد كميات نادرة من البلوتونيم طبيعيا في خام اليورانيوم الخصب، والتي يتم تخليقها في مفاعلات نووية خاصة، ويمكن أن تدخل البيئة أيضا من التسرب من المفاعلات النووية، منشآت إنتاج الأسلحة والأجهزة البحثية، إلا أن المصدر الرئيسي للتسرب يكون من خلال تجارب الأسلحة النووية، وقد يدخل البلوتونيم المياه السطحية من التسرب العرضي نتيجة لحادث أو عند التخلص من المخلفات المشعة، كما أن التربة قد تتلوث بالبلوتونيم من التساقط الناتج عن اختبارات الأسلحة النووية، ويمكن أن تتحرك المادة ببطء من التربة إلي المياه الجوفية، وقد تمتص مستويات قليلة منها بواسطة النبات.

طرق التعرض

يمكن أن يتعرض أي شخص لمستويات قليلة من البلوتونيم في الهواء، ويمكن أن تتواجد مستويات قليلة جدا منه في ماء الشرب أو الغذاء، ويمكن أن يحدث تعرض لمستويات أعلي من خلال التسرب العرضي أثناء الاستخدام، النقل، أو عمليات التخلص، والعاملين بالأجهزة النووية التي تستخدم البلوتونيم قد يتعرضون لمستويات عالية منه، والأشخاص الذين يعيشون بالقرب من هذه المنشآت قد يتعرضون له نتيجة لتسربه إلي الهواء، وقد تتواجد المادة أيضا بمواقع التخلص من النفايات المشعة.

التأثيرات الصحية

لا توجد أدلة علي أن البلوتونيم يسبب تأثيرات صحية ضارة في الإنسان، وتشير الدراسات علي الحيوانات لحدوث أمراض الرئتين نتيجة للتعرض علي المدى القصير لتركيزات عالية منه، كما أن الدراسات علي الحيوانات أشارت أيضا لتأثيرات علي الدم، الكبد، العظام، والجهاز المناعي نتيجة للتعرض للبلوتونيم.

التأثير المسرطن

الدراسات التي أجريت علي الإنسان لم تدل علي وجود سرطان من البلوتونيم، أما الدراسات علي الحيوانات فقد أشارت لزيادة بسرطان الرئتين، الكبد، العظم نتيجة للتعرض للبلوتونيم، وتشير تقديرات الهيئات المعنية (EPA ، IARC ، DHHS) إلي عدم تصنيف البلوتونيم كمسرطن للإنسان.

الكشف الطبى

هناك اختبارات متاحة يمكن من خلالها قياس الكمية الموجودة من البلوتونيم في عينات البول حتى إذا ما كانت بمستويات منخفضة جدا، وهذه القياسات يمكن أن تستخدم لحساب الكمية الكلية الموجودة من البلوتونيم في الجسم، ولكن هذه القياسات لا يمكن أن تستخدم لتقدير المستويات التي تعرض إليها الشخص أو للتنبؤ بتأثيراتها الصحية، وهناك اختبارات أيضا لقياس البلوتونيم في أعضاء الجسم، البراز، العظام، واللبن، وتتطلب هذه الاختبارات أجهزة خاصة لا يمكن إجرائها بصورة روتينية في العيادات الطبية العادية.

توصيات الوقاية الصحية

حددت هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) المستوى المسموح به في ماء الشرب بمقدار ١٥ بيكوري / لتر لشاط جسيمات جزيئات ألفا، وأيضا فإن الهيئة حددت مستوى ٤ ميلي ريم / سنة لأشعة جاما وبيتا بماء الشرب، وحددت لجنة التنظيم النووي Nuclear Regulatory Commission (NRC) حد الجرعة الإشعاعية للفرد العادي لكل مصادر الأشعة بمقدار ٥ , ٠ ريم / سنة.

الراديوم

Radium

التعريف والاستخدام

الراديوم معدن له لون أبيض فضي يتواجد طبيعيا في عدة صور تعرف بالنظائر، ويتكون الراديوم عند هدم اليورانيوم والثوريم في البيئة، ويتواجد اليورانيوم والثوريم بكميات قليلة في معظم الصخور والتربة، ونظائر الراديوم الرئيسية التي تتواجد في البيئة راديوم – ٢٢٦، راديوم – ٢٢٨، ويتحلل النشاط الإشعاعي للراديوم حيث ينشطر إلي جزيئين، الأول يطلق عليه أشعة والجزء الآخر يعرف بالوليدة وهي مثل الراديوم غير ثابتة وتنشطر أيضا إلي أشعة ووليدة أخرى، ويستمر انشطار الأخيرة حتى الثبات وتكون وليدة غير نشطة إشعاعيا، وأثناء عمليات التحلل فإنه تنفرد أشعة ألفا، بيتا، جاما، ويمكن لجزيئات أشعة ألفا الانتقال لمسافات قصيرة فقط، ولا يمكنها اختراق الجلد، أما جزيئات بيتا فإنها يمكن أن تخترق الجلد ولكنها لا تنفذ عبر كل المسالك خلال الجسم، وبالنسبة لأشعة جاما فإنها يمكن أن تمر عبر كل مسالك الجسم، ويستخدم الراديوم كمصدر مشع لمعالجة السرطان وفي التصوير الإشعاعي للمعادن، ويخلط مع معادن أخرى كمصدر نيتروني في الأبحاث وأجهزة معايرة الأشعة، وحتى الستينات من القرن الماضي فإن الراديوم كان أحد مكونات الدهانات المضيئة المستخدمة في "مينا" ساعات اليد أو الحائط وإطارات الأبواب في الطائرات، والأجهزة العسكرية والبوصلات.

obeikandl.com

السلوك البيئى

يتم إنتاج الراديوم باستمرار نتيجة للتحلل الإشعاعي لليورانيوم والثوريم، ويتواجد الراديوم بمستويات منخفضة جدا في الصخور والتربة وقد يرتبط بقوة بهذه المواد، كما أنه قد يوجد بالهواء، وتوجد تركيزات عالية منه بالمياه في بعض المناطق، وتؤدي أعمال التنجيم لإنتاج مستويات عالية من الراديوم بالمياه بالقرب من مناجم اليورانيوم، والراديوم الموجود في التربة قد يمتص بواسطة النبات، وقد يتركز في الأسماك والكائنات المائية الأخرى.

طرق التعرض

يتعرض كل شخص لمستويات منخفضة من الراديوم في الهواء، الماء، والغذاء، وقد تتواجد مستويات عالية منه في الهواء بالقرب من الصناعات التي يتم فيها حرق الفحم وأنواع الوقود الأخرى، كما انه قد يتواجد بمستويات عالية في مياه الشرب المأخوذة من الآبار، والأشخاص القائمين بأعمال التنجيم، وخاصة في مجال تنجيم اليورانيوم والصخور الصلدة يتعرضون لمستويات عالية من الراديوم، وأيضا فإنه قد يتواجد بمواقع التخلص من المخلفات المشعة.

التأثيرات الصحية

يسبب الراديوم تأثيرات علي الدم (أنيميا) والعيون (كاتاراكت)، كما انه يؤثر علي الأسنان مسببا زيادة في تكسر الأسنان والتجويف الفمي، والمرضى الذين تم حقنهم بالراديوم في ألمانيا خلال الفترة من ١٩٤٦ – ١٩٥٠ لمعالجة بعض الأمراض بما فيها السل كانوا أقصر طولا كبالغين عنهم من الأشخاص الذين لم يتم معالجتهم.

التأثير المسرطن

التعرض لمستويات عالية من الراديوم ينتج عنه زيادة في سرطان العظام، الكبد، الصدر، ويشير تقدير هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) والأكاديمية

القومية للعلوم الأمريكية (لجنة تأثيرات الأشعة المؤينة) إلي أن الراديوم مسـرطن معروف للإنسان.

الكشف الطبى

يمكن استخدام اختبارات البول لتقدير ما إذا كان قد حدث تعرض للراديوم، وهناك اختبار آخر يقيس كمية الرادون (ناتج هدم الراديوم) في هواء الزفير، وكلا من هذه الاختبارات يتطلب أجهزة خاصة، ولا يمكن إجرائها في العيادات الطبية العادية كما أنه لا يمكن من خلال هذه الاختبارات معرفة الكمية التي تم التعرض إليها أو توقع ما إذا كانت ستسبب تأثيرات صحية ضارة.

توصيات الوقاية الصحية

حددت هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) المستوى المسموح به في ماء الشرب بمقدار ٥ بيكوري / لتر وذلك للراديوم – ٢٢٦ والراديوم – ٢٢٨ (المخلوط)، كما حددت الهيئة حد التركيز بالتربة للمطحون الخامد من الراديوم – ٢٢٦ في اليورانيوم والثوريم بمقدار ٥ بيكوري / جرام وذلك في الخمسة عشر سنتيمتر الأولى عن سطح التربة و ١٥ بيكوري / جرام في التربة الأكثر عمقا.

الرادون

Radon

التعريف والاستخدام

الرادون غاز طبيعي مشع عديم الرائحة والمذاق، وهو يتكون من التحلل الإشعاعي لليورانيوم، ويتواجد اليورانيوم بكميات قليلة في معظم الصخور وفي التربة، وهو يهدم ببطء إلي نواتج أخرى مثل الراديوم الذي يهدم بدوره مكونا الرادون، وأيضا فإن الرادون يتحلل إشعاعيا، وهو ينشطر إلي جزيئين أحدهما يعرف بالأشعة، والجزء الآخر يعرف بالوليدة، وهي كالرادون غير ثابتة، وتنشطر أيضا إلي أشعة وليدة أخرى ويستمر انشطارها حتى تتكون الوليدة غير المشعة، وأثناء عملية التحلل فإن أشعة ألفا وبيتا وجاما يتم انفرادها، ويمكن أن تنتقل أشعة ألفا لمسافات قصيرة فقط، ولا يمكنها اختراق الجلد، أما أشعة بيتا فإنه يمكنها ذلك دون أن تسلك كل الطرق عبر الجسم، وبالنسبة لأشعة جاما فإنه يمكنها ذلك عبر كل الطرق خلال الجسم، ولم يعد الرادون يستخدم كثيرا في علاج بعض الأمراض بما فيها السرطان، التهاب المفاصل، البول السكري، والقرح، ويستخدم الرادون في التنبؤ بالزلازل، وفي الدراسات المناخية، وفي الاستكشافات البترولية ولليورانيوم.

السلوك البيئى

يدخل الرادون البيئة من التربة، ومن مناجم اليورانيوم والفوسفات، ومن احتراق الفحم، وفترة نصف العمر للنشاط الإشعاعي للرادون حوالي ٤ أيام، ويعني

obeikandl.com

ذلك أن نصف كمية الرادون تتحلل إلي نواتج أخرى كل ٤ أيام، وبعض الرادون المنتج في التربة يتحرك إلي السطح ويدخل الهواء، وجزيئات "الوليدة" للرادون ترتبط بالأتربة والجزيئات الأخرى في الهواء، والغالبية منه تتبقى في التربة، وأيضا فإنه يتحرك منها ليدخل المياه الجوفية.

طرق التعرض

يتواجد الرادون بمستويات منخفضة جدا في الهواء الخارجي (خارج المنازل)، إلا أنه يتواجد بمستويات عالية بالهواء داخل المنازل، المدارس، والمباني الإدارية، والشروخ أو الشقوق بأساسات أو قواعد المنازل قد تسمح لمستويات عالية من الرادون بالدخول للمنازل، ومستويات الرادون داخل المنازل تتأثر بمستويات الراديوم واليورانيوم في التربة، مسامية التربة، مكونات وحالة المواد المؤسسة لها، وأيضا معدل التهوية للغرف، ورجال التنجيم وبصفة خاصة العاملين في مناجم اليورانيوم والصخور الصلبة يتعرضون لمستويات أعلى من الرادون، وهو قد يتواجد بماء الشرب كما أنه قد يتواجد بمستويات عالية في مياه الآبار.

التأثيرات الصحية

التعرض لمستويات عالية من الرادون قد ينتج عنه زيادة في أمراض الرئتين مثل انتفاخ الرئة، والتليف الرئوي، وقد لوحظت هذه الأمراض بمعدلات عالية عنها من الطبيعية وذلك بالعاملين في المناجم تحت الأرضية الذين يتعرضون أيضا إلي الزرنيخ، تراب السيليكا، وأبخرة الديزل، ودخان السجائر، وقد وجد أن هناك زيادة بأمراض الرئتين مصاحبة لزيادة التعرض للرادون، وأدخنة السجائر، وقد لوحظت أيضا هذه التأثيرات علي الحيوانات التي عرضت للرادون.

التأثير المسرطن

الأشخاص المعرضين لمستويات عالية من الرادون يتزايد لديهم سرطان الرئتين.

الكشف الطبى

الرادون الموجود بأنسجة الإنسان لا يمكن الكشف عنه بالاختبارات الطبية الروتينية، ولكن بعض منتجات تحلله يمكن الكشف عنها في البول، وأنسجة الرئتين والعظام، ولا تدل هذه الاختبارات علي الكمية التي تم التعرض إليها، ولا تستخدم في التنبؤ بالتأثيرات الصحية التي ستسببها.

توصيات الوقاية الصحية

وضعت هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) خطوط إرشادية للرادون بالهواء داخل المنازل بمقدار ٤ بيكوري / لتر، كما حددت أيضا المستوى القياسي للانبعاث إلي الهواء بمقدار ٢٠ بيكوري / م^{2}/ ثانية للرادون – ٢٢٢ (وليدة الرادون) وذلك من مطحون اليورانيوم الخامد في المفاعلات الذرية غير العاملة.

الثوريم

Thorium

التعريف والاستخدام

الثوريم مادة مشعة طبيعية، وفي البيئة فإنها تتواجد مخلوطة مع مواد أخرى مثل السيليكا، وكميات قليلة منها تتواجد بكل الصخور، التربة، المياه، النباتات، والحيوانات، وأكثر من ٩٩% من الثوريم الطبيعي يتواجد في صورة ثوريم – ٢٣٢، وتتحلل المادة إلى جزيئين، الأصغر يعرف بالأشعة (جاما) والجزء الأكبر يعرف بناتج التحلل، وهو غير ثابت أيضا ويستمر في الهدم خلال سلسة من نواتج التحلل حتى يتكون الناتج الثابت (غير المشع)، وأثناء عمليات التحلل هذه فإن المواد المشعة يتم إنتاجها وهي تشمل الراديوم، الرادون، وهذه المواد ينبعث منها الأشعة التي تشمل جزيئات ألفا، بيتا، وأشعة جاما، وبعض الصخور في المناجم تحت الأرضية تحتوي الثوريم بشكل أكثر تركيزا، وبعد تعدين هذه الصخور فإن الثوريم يتم تركيزه عادة ويتحول إلي ثاني أكسيد الثوريم أو أشكال كيماوية أخرى، وبعد إزالة غالبية الثوريم فإن الصخور تعرف باسم الخام (المستنزف) أو الخامد، ويستخدم الثوريم في عمل السيراميك، وأغطية الشعل المخرمة غير القابلة للاحتراق والتي تتوهج وتضئ في المصابيح "الرتينة "، والمعادن المستخدمة في صناعة الفضاء والتفاعلات النووية، ويمكن استخدام الثوريم أيضا كوقود لتوليد الطاقة النووية.

obeikandi.com

السلوك البيئى

الثوريم جزء طبيعي في البيئة، وهو يتحول ببطء شديد جدا إلي مواد مشعة أخرى، وفترة نصف العمر له ١٤ بليون سنة (الفترة اللازمة لتحول نصف كمية ثوريم – ٢٣٢ إلي مكونات جديدة)، وبمجرد تفتت الصخور بفعل المياه والرياح، فإن الثوريم وكل مكونات الصخور تصبح جزء من التربة، ويمكن غسل الثوريم من التربة إلي الأنهار والبحيرات، والعواصف الترابية والانفجارات أو الثورانات البركانية تعتبر مصادر طبيعية للثوريم في الهواء، وحرق الفحم قد يسبب تسرب كميات صغيرة من الثوريم إلي الهواء، وأيضا فإن أنشطة تعدين الثوريم أو تصنيع منتجات تحتوي عليه قد يؤدي إلي تسرب الثوريم إلي البيئة.

طرق التعرض

بمجرد الولادة فإن أي شخص معرض لكميات قليلة من الثوريم بالهواء، المياه، والغذاء، استنشاق الهواء بالقرب من مركبات تصنيع خام اليورانيوم والفوسفات، العيش في مساكن مبنية بالطين (التربة) التي تحتوي علي مستويات عالية من الثوريم، العمل بتعدين اليورانيوم، الثوريم، القصدير، والفوسفات، والصناعات المنتجة لغاز الرتينة قد يؤدي للتعرض لمستويات عالية من الثوريم، أو العيش بالقرب من مواقع التخلص من المخلفات المشعة.

التأثيرات الصحية

دلت الدراسات التي أجريت علي عمال الثوريم علي أن استنشاق مستويات عالية من أتربة الثوريم ينتج عنه زيادة فرص الإصابة بأمراض الرئتين، وقد وجدت أمراض الكبد، وتأثيرات علي الدم في الأشخاص الذين تم حقنهم بالثوروتراست (Thorotrast) وهو أحد مركبات الثوريم التي كانت تحقن في الجسم كوسط عاكس للتصوير بالأشعة وذلك فيما بين عام ١٩٢٨ – ١٩٥٥، والدراسات علي الحيوانات تشير إلي أن استنشاق الثوريم قد يسبب أضرار أو تلف الرئتين، والدراسات علي المجتمعات الإنسانية المعرضة لم تدل علي حدوث أي عيوب أو

تشوهات خلقية بالمواليد أو تأثيرات علي مقدرة الأشخاص في الحصول علي أطفال.

التأثير المسرطن

تعرض العمال العالي لأدخنة السجائر، غاز الرادون، والثوريم، نشئ عنه سرطان الرئتين، البنكرياس، الدم، والأشخاص الذين تم حقنهم بكميات كبيرة من الثوريم في دمائهم لإجراء اختبارات خاصة بأشعة – X تكون لديهم أعداد أكثر من المعتادة من أورام الكبد، سرطانات الدم مثل "اليكوميا" وأورام العظام، الكليتين، الطحال، والبنكرياس.

الكشف الطبى

الاختبارات الخاصة بقياس مستوي النشاط الإشعاعي من الثوريم في البول والبراز، وغاز الرادون في الهواء المستنشق، يمكن من خلالها تقدير ما إذا كان قد حدث تعرض للثوريم، وهذه الاختبارات مفيدة فقط إذا ما أجريت خلال بضعة أيام إلي أسبوع بعد التعرض، إلا أنها لا تدل علي إذا ما كانت ستحدث تأثيرات صحية نتيجة لهذا التعرض، وهي تتطلب أجهزة خاصة، لا يحتمل وجودها في كثير من العيادات والمستشفيات المحلية.

توصيات الوقاية الصحية

حددت هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA) المستويات بماء الشرب بمقدار ١٥ بيكوري / لتر وذلك بالنسبة لنشاط جزيئات جسيمات الفا، و ٤ ملي ريم / لتر لجزيئات بيتا ونشاط الفوتون (علي سبيل المثال أشعة جاما واشعةX).