



العناصر الثقيلة مصادرها وأضرارها على البيئة



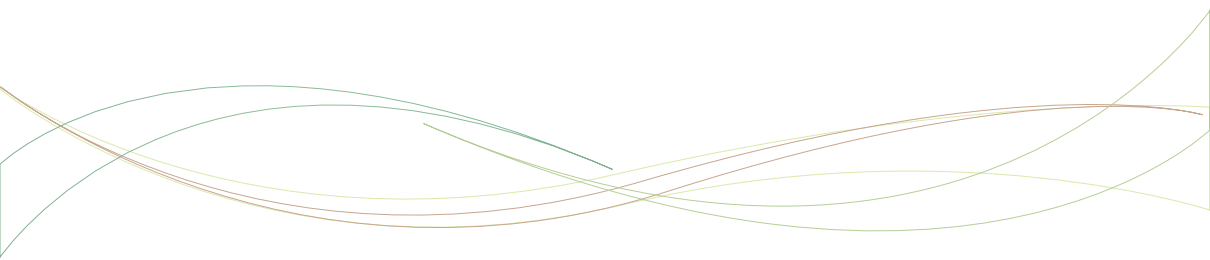
إعداد

أ.د. عصام محمد عبد المنعم أ.د. أحمد بن إبراهيم التركي
أستاذ كيمياء التربة أستاذ كيمياء حيوية التربة

إصدار

مركز الأبحاث الواعدة في مكافحة الحيوية والمعلومات الزراعية

(١٤٣٣ هـ - ٢٠١٢ م)



العناصر الثقيلة :

تعرف العناصر الثقيلة أو ما يعرف بالفلزات الثقيلة بأنها تلك العناصر التي تزيد كثافتها على خمسة أضعاف كثافة الماء ٥، مجم /سم^٣، وهي لها تأثيرات سلبية على البيئة عند الإفراط في استخدامها كما تؤثر على صحة الإنسان والحيوان والنبات.

ومن العناصر الثقيلة، الرصاص، و الزئبق، و الكاديوم، و الزرنيخ، و السيلينيوم، و الزنك ، والنحاس وهي من أخطر المواد السامة التي تلوث التربة و الماء و الهواء، مسببة أضراراً فادحة بالإنسان و الحيوان و النبات.

وتتعرض التربة الزراعية للتلوث بالعناصر الثقيلة، وتلك الملوثات التي تختلط بالتربة الزراعية تفقدها خصوبتها حيث تسبب قتل البكتيريا المسؤولة عن تحليل المواد العضوية الموجودة بالتربة وتثبيت عنصر النتروجين بها. علاوة على ذلك فإن النباتات تمتص هذه العناصر إذا كانت موجودة في التربة أو الماء ثم تصل بعد ذلك إلى الإنسان خلال السلسلة الغذائية. لذا فالمحافظة على التربة من التلوث والتدهور ضرورة حتمية من ضروريات العصر لارتباطها بصحة الإنسان



تأثير التلوث بالعناصر الثقيلة على التربة الزراعية

وتزايد الاهتمام حديثاً بالآثار الصحية السلبية الناتجة عن تراكم العناصر الثقيلة **Heavy metals** في التربة وإمكانية انتقالها إلى مصادر المياه الجوفية وخصوصاً في المناطق ذات المستوى المائي القريب من السطح والتي تعتمد على تلك المصادر لمياه الشرب. ونتيجة لزيادة الوعي البيئي خلال العشر سنوات الماضية وظهور بعض الحوادث لتلوث المياه الجوفية في بعض المناطق، تركّزت الأبحاث والتجارب على مصادر التلوث بالعناصر الثقيلة، وخطر تلك العناصر على البيئة والإنسان، أيضاً حركة العناصر الثقيلة في التربة لمحاولة فهم آليات حركة ونقل تلك الملوثات والتفاعلات الحادثة لها مع التربة.

و الفهم الجيد لآليات انتقال هذه العناصر وتوزيعها يؤدي إلى معرفة الطرق الصحيحة لتفادي هذه المخاطر مستقبلاً حيث أصبح التلوث بالعناصر الثقيلة مشكلة بيئية خطيرة في العصر الحالي نظراً لكثرة مصادر التلوث في البيئة وأهمها استخدام النفايات الصلبة والسائلة أو دفنها بطرق غير سليمة مما

يؤدي إلى تراكم هذه العناصر في التربة أو انتقالها على المدى الطويل إلى المياه الجوفية السطحية مؤدية إلى تلوثها بهذه العناصر، حيث تستخدم هذه المياه كمصدر لمياه الشرب في مناطق عديدة من المملكة العربية السعودية.

سلوك العناصر الثقيلة في التربة:

يتأثر سلوك العناصر الثقيلة في التربة بالخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة وخصوصا التوزيع الحجمي للحبيبات والكثافة الظاهرية ولأنهما يؤثران على حركة الماء والهواء خلال التربة. أيضا رقم pH يؤدي إلى ترسب العناصر الثقيلة. فالزرنخ والسلينيوم يكونا أكثر حركة في الظروف القاعدية بينما الرصاص والزنك والكادميوم أكثر حركة في الظروف الحامضية. كذلك نسبة كربونات الكالسيوم في التربة والتي تزيد من ترسيب العناصر الثقيلة في التربة.

وصفات العناصر تؤثر على حركتها فعنصر السيليونيوم سرعته في الوسط المسامي أقل من سرعة الكادميوم وهذا ما يفسر بقاء السيليونيوم في الطبقة السطحية من التربة أكثر من الكادميوم. وينطبق ذلك على نوع التربة حيث أن حركة العناصر الثقيلة (الكادميوم والسلينيوم) أقل في التربة الطميية مقارنة بالتربة الرملية. ونتيجة لهذا السلوك للعناصر الثقيلة في التربة فإن الجزء المتحرك من هذه العناصر قليل جداً. حيث أن إدمصاص هذه العناصر يختلف تبعاً لنوع التربة، حيث التربة الطميية اشد ميلاً لإدمصاص هذه العناصر مقارنة بالتربة الرملية، وذلك نظراً لاحتواء التربة الطميية على نسب أعلى من السلت والطين.

خطر العناصر الثقيلة على صحة الإنسان:

تتشابه معظم العناصر الثقيلة في كثير من صفاتها الطبيعية إلا أن تفاعلاتها الكيميائية مختلفة وينطبق هذا على أثارها البيئية فبعض هذه العناصر كالزئبق والرصاص والكادميوم منشئها خطر على الصحة العامة بينما العناصر الأخرى مثل الكروم والحديد والنحاس تقتصر أثارها على أماكن العمل الذي يحدث فيها التعرض لفترات طويلة ولهذا فهي أقل خطراً من العناصر الأخرى كالرصاص الذي زاد انتشاره في الآونة الأخيرة وأصبح موجوداً بكثرة في الماء والهواء والغذاء. وإن كثير من العناصر الثقيلة ضرورية للحياة حتى ولو استخدمت بمقادير قليلة جداً ولكنها تكون سامة إذا وصل تركيزها مستوى عالي في الجسم تصبح بعدها قادرة على التدخل في نمو الخلايا والجهاز الهضمي.

ولقد ازداد تعرض الإنسان لإضرار هذه العناصر من جراء الزيادة المفرطة في استخداماتها في الحياة اليومية حيث زاد من انتشارها في معظم دول العالم خصوصاً الصناعية.

و في قول الحق تبارك وتعالى "ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمَلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ" [سورة الروم : ٤١] ،الكثير من المعاني والحكم ،«فالأية تشير بجلاء ووضوح إلى التلوث الذي يفسد البر والبحر، نتيجة لما تصنعه يد الإنسان وما يمارسه من تدخل في إفساد جمال وروعة الكون وطبيعته. فعدل الله في هذه الآية، أن العقاب من جنس العمل. وهي تشير أيضاً إلى الضرر البالغ الذي يحل بالإنسان نتيجة عمله هذا و ممارسته غير الراشدة، حيث قال تعالى " لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمَلُوا "

فإذا فسد الناس تركهم الله سبحانه وتعالى وشأنهم حتى يذوقوا بعض نتائج أعمالهم، لعلهم يرجعون وينتهون عما يغضب الله سبحانه وتعالى.

أليات السمية بالعناصر الثقيلة :

تعود سمية العناصر الثقيلة الى سببين اساسيين هما:

الأول: ترتبط العناصر الثقيلة مع المجموعات الوظيفية في الأنزيمات بروابط مستقرة وفي صورة معقدات مما يؤدي إلى تعطيل الجزيئات التي توجه تفاعلات التمثل الغذائي.

الثاني: تتركز العناصر الثقيلة على غشاء الخلية مما يغير من التركيب البنائي له، ويسبب ذلك إعاقة تبادل الايونات والمواد العضوية الضرورية للحياة كالبروتينات والسكريات أو منعها كلياً من الانتقال. بالإضافة الى ذلك فإن بعض العناصر سامة للإنسان حتى بتركيز ضئيلة وبعضها يسبب تسمماً للنبات إضافة إلى ذلك فإن العديد من العناصر الثقيلة يتراكم في النبات وأعضاء الإنسان.

وفي الحقيقة فإن الأنشطة البشرية وخصوصا الإنمائية ولاسيما التي لم تضع الاعتبار البيئية في حسابها بالحاق الضرر بمكونات البيئة كافة وذلك بسبب رمي مخلفات الصناعة ونواتج احتراق الوقود وغيرها في الوسط المحيط. ولقد أدى تركز الصناعة في المدن وما يلحق بها من نشاطات علمية وتجارية وزيادة وسائل النقل وغيرها إلى تحول البيئة في كثير من المدن وخاصة الصناعية منها إلى بيئة ملوثة بالغازات والعناصر المعدنية، وتعد العناصر المعدنية الثقيلة واحدة من الملوثات شديدة الخطورة.



الامطار الصناعية

والجدير بالذكر فان من مخاطر التلوث بالعناصر المعدنية الثقيلة و المتعلقة بالإنسان ان هذه العناصر تصل إليه عن طريق انتقال العناصر إلى الأسماك والنباتات ومن ثم إلى الإنسان عن طريق التغذية وتتراكم في الجسم البشري مسببة أمراضاً خطيرة حسب نوع المعدن.

التراكم والتركيز الحيوي للعناصر الثقيلة Bioaccumulation & Biomagnification :

الكائنات المائية تستطيع ان تراكم العناصر الثقيلة بسهولة في أجسامها ، وقدرة وكفاءة تركيز الكائنات للعناصر تقاس بعوامل (معامل) التركيز . ويحسب معامل التركيز **Concentration Factor** عن طريق النسبة بين تركيز العنصر في الكائن (ملجم / كجم) وتركيز العنصر في الماء المحيط بالكائن

(ملجم / لتر) . ومعامل التركيز لمختلف العناصر في الكائنات المائية يتراوح بين ١٠٢ و ٦١٠ حيث تمتلك الكائنات قدرات مختلفة لتركز العناصر الثقيلة.

فالأسمك مثلا لها القدرة علي التقاط الآثار الضئيلة من فلز الزئبق من المياه التي تعيش فيها وتقوم بتركيز هذا الفلز في أجسامها وتخزينه علي هيئة مركبات عضوية مثل ثنائي فينيل الزئبق والتي ترتبط بالبروتينات الخلوية داخل أنسجة الأسماك



تسمم الاسماك

التركيز والتعاظم الحيوي: فهو عملية تركيز للعناصر من سلسلة غذائية إلي أخرى ، ويبلغ هذا التركيز أقصاه في الكائنات التي تقع في نهاية السلسلة الغذائية.

فالكاثن الذي يقع في نهاية السلسلة يقوم بتركيز العناصر الثقيلة داخل أنسجته حوالي عشر مرات ضعف التركيز الذي يقوم به الكائن الذي يقبع في بداية السلسلة.

وميكانيكية التراكم والتعاظم الحيوي تشمل ابتلاع العناصر الثقيلة عن طريق الغذاء المأكول حيث يتم هضم الغذاء وامتصاصه ثم تمثيله وإخراج نواتج التمثيل الغذائي ، مسببا تراكم العناصر داخل الأنسجة الحية للكائن الحي.

فقد يقوم طحلب بامتصاص فلز الزئبق من الماء ، ثم تتغذي احدي القشريات بعشرات من هذا الطحلب ، ثم تتغذي الأسماك بمئات من هذه القشريات وفي نهاية السلسلة يتغذي الدب القطبي أو طائر البنجوين بعشرات من هذه الأسماك الملوثة ، ويصبح كل ذلك زيادة في تركيز الزئبق في كل حلقة من حلقات هذه السلسلة بل قد يؤدي ذلك الي نقل التلوث من المناطق الملوثة إلي مناطق نظيفة تماما وخالية من عناصر التلوث.

مصادر العناصر الثقيلة في التربة :

تتلوث التربة بالعناصر الثقيلة من مصادر عديدة منها مصادر طبيعية وبعضها مصادر ناتجة من النشاط البشري للانسان وتسمى بالمصادر الصناعية لان غالبيتها ترجع للنشاط الصناعي.

أ- مصادر طبيعية: تتواجد العناصر الثقيلة بكثرة في الطبيعة حيث تنطلق من خلال الدورات الجيوكيميائية إلي البيئة .

فالعناصر الثقيلة توجد ضمن تركيب القشرة الأرضية بتركيزات متفاوتة بالرغم من ندرتها، تؤدي التجوية الفيزيائية والكيميائية والحيوية لصخور القشرة الأرضية إلى انطلاق بعض هذه المكونات من الصخور المكونة لمادة الأصل حيث يحدث انحلال للعناصر الثقيلة بالماء خلال الدورة الطبيعية للماء عبر الصخور أو من خلال التربة التي تحوي كميات من هذه العناصر مثل الزئبق والرصاص والزنك والنيكل والكاديوم والكروم والنحاس والحديد وغيره. هذه الظاهرة موجودة في العديد من البلدان وقد يحدث التلوث الطبيعي في باطن الأرض بسبب تفاعلات المعادن الكبريتية مع مواد مؤكسدة ويمكن أن تنشأ مثل هذه التفاعلات بوجود النترات التي يمكن أن تأتي من مصادر عديدة، وموعلي ذلك فإن هذه العناصر تتواجد طبيعياً في التربة لأنها جزء من مكوناتها. ويبين الجدول (١) التالي محتوى بعض المعادن الخام من العناصر الثقيلة والنادرة.

الجدول (١): يبين محتوى بعض المعادن الخام من العناصر الثقيلة والنادرة.

العناصر الثقيلة به	المعدن الخام	العنصر
Cu, Sb, Zn, Pb, Se	Ag ₂ S, PbS	الفضة (Ag)
Ag, Hg, Bi, Mo, Sn	Fe As S, As S	الزرنيخ (As)
Pb, Zn	Ba SO ₄	باريوم (Ba)
Zn, Pb, Cu	Zn S	كاديوم (Cd)
Ni, Co	Fe Cr ₂ O ₄	كروم (Cr)
Zn, Cd, Pb, As, Ni, Mo	Cu Fe S ₂ , Cu ₂ S, Cu ₃ As S ₄	نحاس (Cu)
Co, Cr, As, Se	(Ni, Fe) ₉ S ₈ , Ni As	نيكل (Ni)
Ag, Zn, Cu, Cd, Sa	Pb S	رصاص (Pb)
Cd, Cu, Pb, As, Sa	Zn S	زنك (Zn)

ب- مصادر ناتجة عن النشاط الانساني Sources Anthropogenic :-

وتشمل:

١. استخراج المعادن من المناجم .. وما ينتج عنها من مخلفات تصبح مصدر للتلوث في الاراضى المحيطة.



استخراج المعادن من المناجم

٢. مخلفات الصرف الصحي والصناعي ... إن جميع أنواع الحمأة تحتوى على تركيزات عالية من العناصر السامة إلا أن الحمأة الناتجة من الصرف الصناعي تحتوى على ملوثات غير عضوية بتركيزات اعلي بكثير من الحمأة الناتجة من الصرف الصحي. وتعتبر عناصر **Cd,Cu,Ni,Zn** من أهم العناصر التي تسبب مشاكل فى الإنتاج الزراعي عند إضافة الحمأة إلى التربة.



مخلفات الصرف الصحي والصناعي

٣. التخلص من المخلفات الصلبة والسامة.. مخلفات المنازل والمصانع والمستشفيات يمكن أن تؤدي إلى تلوث التربة بالعناصر الصغرى والثقيلة فالتخلص منها سواء بإلقائها أو دفنها في التربة يؤدي إلى تلوث التربة وانتقالها إلى المياه الجوفية.

٤. احتراق الوقود (فحم - بترول).. ينتج عنه عدد كبير من العناصر الثقيلة والصغرى تشمل **Mn,Cu,Ba,Se,Sb,As,Zn,Cr,Cd,Pb,V,U** والتي تترسب على الاراضى المحيطة كما إن احتراق البترول الذي يحتوى على إضافات من الرصاص يعتبر من أهم مصادر تلوث التربة.



دخان محطات الوقود الملوث للبيئة

٥. الصناعات التعدينية: وفيها بعدة الطرق مصدر للتلوث ومنها:-

- انبعاث الايروسولات والغبار المحتوى على هذه العناصر ويترسب على التربة والنبات.
- المخلفات السائلة.

• وتستخدم العديد من العناصر في صناعة السبائك والصلب والتي ينتج منها مخلفات تؤدي إلى تلوث التربة. ومن أنواع التلوث الصناعي معالجة المعادن وتصنيعها النهائي إذ تنتج كميات كبيرة من النفايات الصناعية التي تحتوي على أنواع عديدة من المعادن الضارة مثل الكروم والزنبق والرصاص والنيكل والكاديوم .. الخ. هذه النفايات تفرغ في الماء المكشوف أو أنظمة التصريف دون تصفية دقيقة وبالتالي فإن هذه الفضلات تنتقل إلى الأنهار والبحيرات التي هي مصادر أولية لمياه الشرب، وفي العديد من الحالات تتسرب العناصر الثقيلة لباطن التربة إلى الأحواض المائية بسبب التفريغ غير القانوني للمياه الملوثة إلى باطن الأرض.

٦. ومن الخطر أن بعض المواد والكيماويات المستخدمة في الزراعة تكون مصدر للعناصر الثقيلة بالممارسات الزراعية الغير رشيدة (جدول ٢).

جدول (٢): الزرنيخ (Arsenic) ويوضح الجدول التالي تركيز العناصر الثقيلة (ملجم/ كجم) في الأسمدة المعدنية والعضوية والأسمدة المصنعة من المخلفات والتي تعتبر من أهم مصادر التلوث التربة بالعناصر السامة.

العنصر	الاسمدة الفوسفاتية	الاسمدة النيتروجينية	الاسمدة العضوية	الاسمدة المصنعة من المخلفات
ملجم/كجم سماد				
الزرنيخ	١٢٠٠ - ٢	١٢٠ - ٢,٣	٢٥ - ٣	٥٢ - ٢
اليورون	١١٥ - ٢	-	٠,٦ - ٠,٣	-
الكاديوم	١٧٠ - ٠,١	٨,٥ - ٠,٠٥	٠,٨ - ٠,١	١٠٠ - ٠,٠١
الكوبلت	١٢ - ١	١٢ - ٥,٤	٢٤ - ٠,٣	-
الكروميوم	٢٤٥ - ٦٦	١٩ - ٣,١	٠,٣٦ - ٠,٠١	٢١ - ٠,٠٩
النحاس	٣٠٠ - ١	-	١٧٢ - ٢	٣٥٨٠ - ١٣
الزئبق	١,٢ - ٠,٠١	٢,٩ - ٠,٣	٠,٣٦ - ٠,٠١	٢١ - ٠,٠٩
المنجنيز	٤٠,٢٠٠	-	٩٦٩ - ٣٠	-
الموليبيديوم	٦٠ - ٠,١	٧ - ١	٣ - ٠,٠٥	-
النيكل	٣٨ - ٧	٣٤ - ٧	٣٠ - ٢,١	٢٧٩ - ٠,٩
الرصاص	٢٢٥ - ٧	٢٧ - ٢	٢٧ - ١,١	٢٢٤٠ - ١,٣
القصدير	١٠٠ <	-	-	-
السيلينيوم	٠,٥	-	٢,٤	-
يورانيوم	٣٠٠ - ٣٠	-	-	-
الفانديوم	١٦٠٠ - ٢	-	-	-
الزنك	١٤٥٠ - ٥٠	١,٤٢	٥٦٦ - ١٥	٥٨٩٤ - ٨٢

والمصادر الرئيسية لهذه الممارسات تشمل:

- الشوائب والعناصر الثقيلة السامة الموجودة في الاسمدة الكيماوية. حيث تحتوي العديد من الاسمدة على شوائب من العناصر الثقيلة ومع الكميات الكبيرة التي تضاف الى التربة ومع تكرار الاضافة يحدث تراكم للعناصر في التربة وتمتص بواسطة النبات لتصل الى الانسان .



صناعة الأسمدة الكيماوية

- اسمدة طبيعية من مخلفات المجازر والخنازير والدواجن والتي تحتوى على تركيزات عالية من الزنك والنحاس وتسبب سمية النبات.
- المبيدات الكيماوية. حيث تحتوي العديد من المبيدات على العناصر الثقيلة مثل النحاس او الزرنيخ.
- الاسمدة الطبيعية المصنعة من المخلفات مثل الكمبوست حيث يعتبر مصدر من مصادر التلوث بالعناصر الثقيلة في بعض الاحيان ويرتبط ذلك بالمواد الخام المستخدمة في تصنيعه.
- ٧. الأطعمة مثل الفاكهة والخضراوات واللحوم والحبوب وفواكه البحر، والمشروبات غير المسكرة والنبيد تحتوى على نسب كبيرة من الرصاص.
- ٨. كما أن السجائر التي يدخنها الإنسان تحتوى أيضاً على كميات صغيرة من الرصاص.

بعض العناصر الثقيلة وخطرها على الانسان :

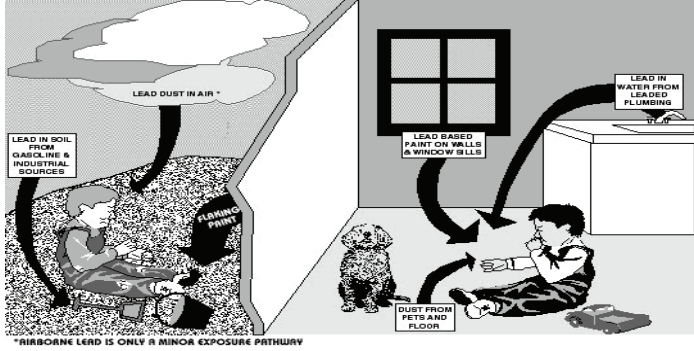
الرصاص :

الرصاص معدن لين، وله استخداماته الواسعة والمتعددة. فقد تم استخدامه منذ ٥٠٠٠ سنة قبل الميلاد في صناعة الاسلحة والان يستخدم في الكابلات ومواسير المياه، وأيضاً في دهانات الحوائط والمبيدات الحشرية.

انتشاره وتأثيره على الإنسان:

يأتي الرصاص من المصادر التالية:

١. من الماكينات والمعدات التي لاتزال تستخدم البنزين المرصص.
٢. من الصناعات التعدينية.
٣. من الوقود الصلب (فحم) والمائع (مشتقات النفط) .
٤. من أنابيب الرصاص إن وجدت لنقل المياه، وكذلك ماء الصرف الغير معالج .



تعدد مصادر التلوث بالرصاص

والرصاص هو واحد من أربع معادن تمثل الخطورة القصوى على صحة الإنسان. ويدخل الرصاص جسم الإنسان من المصادر التالية: ٦٥٪ من الطعام، ٢٠٪ من الماء، و١٥٪ من الهواء. حيث يحدث تمثيل حيوي لحوالي ١٠.٥٪ من الرصاص الذي يتناوله للإنسان من الفم في عملية الهضم، و٥٠.٣٪ من الرصاص الذي يدخل الجسم عن طريق جهاز التنفس. ويفرز الرصاص بشكل أساسي مع البول وجزء من الرصاص المتمثل يتراكم في العظام. ولا يقوم الرصاص بوظائف في جسم الكائن البشري إلا أنه يسبب الكثير من الأذى عندما يدخل إليه عن طريق المياه والغذاء والهواء.

ومن المصادر الشائعة للتلوث بالرصاص هي تخلل الرصاص لمياه الشرب من خلال صدأ مواسير المياه، وهذا يحدث عندما تصبح المياه حمضية بدرجة قليلة. وتشير المواصفات هيئة الصحة العالمية والمواصفات الأوروبية إلى الحد القياسي للرصاص في ماء الشرب يجب أن لا يزيد عن 0.05 ملجم / لتر. بينما أقصى حد مسموح به في ماء الري هو 5.0 ملجم / لتر.

لذا فإن نظم معالجة المياه العامة يجب أن تخضع لتنفيذ تعديلات خاصة بدرجة الحموضة (pH).

مساوئ الرصاص على صحة الإنسان:

لا يساهم الرصاص بأي وظيفة حيوية للجسم، لكنه يضر الإنسان إذا تم تناوله من خلال الأطعمة

والهواء والماء مثل:

- إحداث اضطراب في التركيب الحيوي للهييموجلوبين وإصابة الإنسان بالأنيميا.
- ارتفاع في ضغط الدم.
- ضمور في أنسجة الكلى.
- إجهاض للحوامل.
- اضطراب أو اعتلال في الجهاز العصبي.
- تلف في خلايا المخ.
- عقم للرجال نتيجة لتأثر الحيوانات المنوية بهذا المعدن.
- فقد القدرة التعليمية عند الأطفال.

- اضطرابات سلوكية عند الأطفال مثل: العدوان، السلوك الاندفاعي، فرط النشاط.
- صل الرصاص إلى الجنين من خلال المشيمة، مما يسبب له ضرور في الجهاز العصبي والمخ.
- أما التسمم من الأطعمة المتواجدة فيها نادراً للغاية ويأتي من تلوث البيئة.

الكاديوم :

انتشاره وتأثيره على الإنسان؛

ينتشر الكاديوم في الطبيعة عن طريق صناعة التوتياء والسبائك ويستخدم في الجلفنة ومواد الطلاء وفي ملونات اللدائن ويوجد في القمامة وفي حمأة الصرف الصحي ومصادر أخرى عديدة. ويعتبر الكاديوم من العناصر الضارة التي تنبعث من الصناعة ومن عمليات الاحتراق حيث يترسب في التربة وتقدر كميته التي تنتقل من اللدائن إلى المياه الجوفية بـ ٥٪ ونشير إلى أن كمية الكاديوم تبلغ وسطياً نحو ٤٠ ملجم في كل ١ كجم مادة لدنة . تستطيع جذور بعض النباتات ومنها التبغ امتصاص الكاديوم بشكل انتقائي من التربة مما يؤدي إلى تراكمه في نسيج هذه الوريقات.



أعراض التسمم بالكاديوم

يتوقف امتصاص النبات للكاديوم من التربة على قيمة pH ومع انخفاض قيمة pH تزداد كمية الكاديوم الممتصة من قبل النبات ولذلك يتراجع امتصاصه بإضافة كربونات الكالسيوم إلى التربة. وتشير المواصفات هيئة الصحة العالمية والمواصفات الأوروبية إلى الحد القياسي للكاديوم في ماء الشرب يجب أن لا يزيد عن 0.005 ملجم / لتر. بينما أقصى حد مسموح به في ماء الري هو 0.01 ملجم / لتر.

تقدر كمية الكاديوم الموجودة في سيجارة واحدة من النوع المتوسط بـ 0.8 جزء في المليون، ويأخذ المدخنون الفعليون والسلبليون من دخان السجائر كمية عالية من الكاديوم (أكسيد الكاديوم) بمعدل ١ ملجم من جراء تدخين ١٠ سجائر. تتراوح كمية الكاديوم في جسم الإنسان غير المدخن من ٥ - ٤٠ مغ بينما تتراوح كميته في الجسم المدخن من ١٠ - ٨٠ ملجم .

عندما يأخذ الإنسان الكاديوم بمقدار يتجاوز الحد المسموح به لايفرز منه سوى ٥٪ وما تبقى يستقر في الكبد والكليتين ولايفرز إلا ببطء شديد والكاديوم مسرطن خطير ويدخل إلى الجسم عبر التشعبات الرئوية ويبلغ نصف عمر جسيمات الكاديوم في رئة الإنسان نحو ١٠٠ يوم و٦٠ ٪ من هذه الجسيمات التي يستنشقها الإنسان تتركز في الجسم ويتم طرح الباقي وإذا تعرض العامل لثمان ساعات

عمل في جو يبلغ فيه تركيز الكاديوم 5 ملجم / ٣م يصاب بنوبة رئوية مميتة نتيجة تراكم السوائل في الرئتين.



التسمم بالكاديوم على الإنسان (لين العظام)

تسبب زيادة تركيز الكاديوم في الجسم البشري الأمراض التالية:

١. الاسهال وآلام المعدة والتقيؤ.
٢. أمراض هشاشة العظام.
٣. اضطرابات تنفسية.
٤. سرطانات وعقم.
٥. تضرر الحموض النووية.
٦. زيادة ضغط الدم.
٧. تأثيرات على عضلة القلب.

الكروم:

انتشاره وتأثيره على الإنسان :

الكروم يتوزع بشكل واسع في القشرة الأرضية ويتواجد بتكافؤات ثلاثي أو سداسي. إن الكروم السداسي يمتص بسرعة في المجرى المعوي أكثر من الكروم الثلاثي وهو قادر على دخول الأغشية الخلوية. يعتبر الكروم السداسي مسرطن عبر طريق الاستنشاق، كما وجد ترافق بين التعرض للكروم السداسي بالاستنشاق وسرطان الرئة. وقد صنفت الوكالة الدولية لبحوث السرطان الكروم السداسي مسرطن لدى الإنسان من الصنف الأول والكروم الثلاثي من الصنف الثالث.

مصادر الكروم

يتعرض الشخص لمعدن الكروم من خلال التنفس، الطعام أو الشراب أو بالتلامس الجلدي لمعدن الكروم أو مركباته. معدلات الكروم في المياه أو الهواء بوجه عام قليلة جداً وإن التركيز الكلي له في مياه الشرب عادة أقل من ٢ ميكرو جرام / لتر ، إلا أن مياه الآبار الملوثة به تحتوي على الكروم السداسي، وتشير المواصفات هيئة الصحة العالمية إلى الحد القياسي للكروم في ماء الشرب يجب أن لا يزيد عن 0.05 ملجم

/لتر، و0.005 ملجم/لتر في حالة المواصفات الأوروبية. بينما أقصى حد مسموح به في ماء الري هو 0.1 ملجم/لتر.

ومعظم ما يتناوله الفرد من هذا المعدن من خلال الأطعمة هو الكروم الثلاثي، والمتوافر بشكل طبيعي في الخضراوات والفاكهة واللحوم والخميرة والحبوب. وطريقة تحضير الأطعمة والتخزين من الممكن أن تغير محتوى الكروم ونسبه، فإذا تم تخزين الكروم في تنكات أو علب حديدية فإن تركيزاته قد ترتفع.

الكروم السداسي ضار لصحة الإنسان ويمثل خطورة على الأشخاص التي تعمل في مجال صناعة الصلب والمنسوجات.

أما الأشخاص التي تدخن التبغ تتعرض لنسب كبيرة من معدن الكروم، وعند استخدامه في صناعة الجلود قد يكون هناك رد فعل من الحساسية عند بعض الأشخاص مثل الطفح الجلدي. كما أن تنفسه يسبب احتياج للأنف ونزيف منها.

والجدير بالذكر فإن هذا النوع من الكروم (الثلاثي) هام لصحة الإنسان، وعدم حصول الإنسان على القدر الكافي منه يسبب اضطرابات للقلب، اضطرابات في عملية الأيض (التمثيل الغذائي)، الإصابة بالسكر. والكميات الزائدة منه تسبب اضطرابات صحية.

المخاطر المرتبطة بهذا العنصر

١. الطفح الجلدي.
٢. الطفح الجلدي.
٣. اضطرابات المعدة والقرح.
٤. اضطرابات في التنفس.
٥. ضعف في كفاءة الجهاز المناعي.
٦. ضمور في الكلى والكبد.
٧. تغير في المواد الجينية.
٨. سرطان الرئة.
٩. الموت.

وهذه المخاطر تعتمد على حالة التأكسد. والصورة المعدنية له تكون درجة سميتها ضئيلة، أما التكافؤ السداسي فهو سام.

النحاس:

انتشاره وتأثيره على الإنسان:

النحاس هو مادة كثيرة الاستخدام لذلك فإنه يوجد الكثير من المصادر الفعلية لنفايات النحاس.

يتواجد النحاس بشكل طبيعي في البيئة من حولنا. وقد استخدم الإنسان النحاس على نطاق واسع منذ القدم حيث تم تطبيقه في مجال الصناعة والزراعة. وقد تزايد إنتاج النحاس على مر العقود الماضية نتيجة لتوافر كمياته في البيئة.

يتواجد النحاس في العديد من الأطعمة، حيث يمكن أن يوجد النحاس كمادة ملوثة في الطعام خاصة في المحار والكبد والفطر والبندق والشوكولا . وباختصار فإن أي عملية متقدمة أو وعاء يستعمل مادة النحاس قد تلوث المنتج كالأطعمة والمشروبات والماء. وتشير المواصفات هيئة الصحة العالمية و المواصفات الأوروبية إلى الحد القياسي للكروم في ماء الشرب يجب ان لا يزيد عن 1.0 ملجم / لتر. بينما اقصى حد مسموح به في ماء الري هو 0.2 ملجم/ لتر.

ولذا فإن جسم الإنسان يمتص هذا المعدن يومياً من خلال الشرب وتناول الأطعمة ومن خلال التنفس أيضاً . هذا الامتصاص هام جداً لصحة الإنسان . وفي نفس الوقت تناول الكميات الكبيرة منه ويتركيزات عالية يكون ضار جداً بصحة الإنسان.



التسمم بالنحاس من أدوات الطهي

تستقر مركبات النحاس في الماء أو في جزيئات التربة، أما مركباته القابلة للذوبان فما زالت هي التي تشكل الخطر الأعظم لصحة الإنسان. وبداية انتشار مركبات النحاس القابلة للذوبان كانت بعد استخدامه في الزراعة.

أما تركيزات معدن النحاس في الهواء تكون عادة بنسب منخفضة . فأضراره التي تلحق بالإنسان من خلال التنفس لا يُلفت إليها، لكن الأشخاص التي تعيش بالقرب من أماكن صهر المعادن تتعرض لمخاطره.

أما في المنازل التي تكون مواسير المياه فيها مصنعة من النحاس، عند صداها وتآكلها تبدأ مياه الشرب في التلوث.

تأثير زيادة تركيز النحاس على النبات Excess of Copper

عرفت سمية النحاس منذ العديد من السنوات واستغلت هذه الصفة في استعمال النحاس كمبيد للفطريات ومقاومه العديد من الآفات الضارة للنبات والحيوان ، وتعتبر الكمية الكبيرة من النحاس ضارة للنباتات الرأقيه فهي تخفض تكشف الجذور الليفيه وتخفض الانتاج النباتي ، عندما يزيد تركيز النحاس عن ٠,٥ جزء/ المليون في الماء فان نمو النبات ينخفض اما الارتفاع الطفيف عن ذلك يسبب شحوب للنبات مثل الشحوب المتسبب عن نقص الحديد ، والسبب في اضرار النحاس هو عن طريق تداخله في تفاعلات البناء والهدم وبشكل اساسي في تعطيل تفاعلات انزيميه متخصصه والتي تحتاج الي حديد .

يسبب زيادة تركيز النحاس في الجسم البشري الأمراض التالية:

١. يتعرض على المد الطويل لمعدن النحاس يسبب تهيج للأنف والضم والعين، كما يسبب الصداع، آلام المعدة، الدوار، القيء، الإسهال.
٢. تناول كميات كبيرة من النحاس عن عمد قد يؤدي إلى ضمور الكلى والكبد ومن ثم حالات من الوفاة البشرية، أما كونه أحد مسببات السرطان فلم يتم التوصل بعد إلى ذلك. وهناك مقالات علمية تشير إلى الصلة بين التعرض الطويل للتركيزات العالية من النحاس وبين انخفاض القدرة الذكائية لبعض المراهقين الصغار .
٣. التعرض الصناعي لأدخنة النحاس تؤدي إلى إصابة الإنسان (يحمى الدخان المعدنية **Metal - fume fever**) مع تغير في الأغشية المخاطية للأنف، أما التسمم المزمن منه يصيب الإنسان بمرض ويلسون (**Wilson disease**) وتتمثل أعراضه في التليف الكبدي، تلف خلايا المخ، أمراض الكلى، ترسبات النحاس في القرنية.

النيكل

انتشاره وتأثيره على الإنسان:

يعتبر معدن النيكل العنصر الثاني والعشرين من حيث الوفرة في القشرة الأرضية كما يعد المعدن السابع بالنسبة لوفرة العناصر الانتقالية، حيث يوجد النيكل في البيئة بمعدلات قليلة. بالرغم من وجود كثير من المعادن التي تحتوي على عنصر النيكل، إلا أن معادن الكبريتيد والأكاسيد تعد أهم المعادن الرئيسية اقتصادياً. يمتاز المعدن بمقاومته للتآكل ولذلك له استخدامات كثيرة في السبائك كطلاء للسبائك وفي تصنيع العملات المعدنية والمغناطيس والعديد من الأدوات المنزلية والطبية وكعامل حفز في عملية الهدرجة وفي العديد من التطبيقات الأخرى. في بعض الأنواع من الحياة يستخدم النيكل كمركز نشط لتصنيع الأساس المعدني.

ويستخدم الإنسان معدن النيكل في تطبيقات متعددة، ومن أشهر هذه التطبيقات يستخدم كمكون لمنتجات الصلب والمعادن الأخرى كما نجده في المجوهرات.

يتعرض الإنسان العادي للنيكل بتنفسه من الهواء وبشرته من مياه الشرب، وتناول الأطعمة الملوثة بالنيكل أو تدخين السجائر. كما يأتي التعرض بالتلامس الجلدي لتربة أو ماء ملوحتين بهذا المعدن. تحتوى المواد الغذائية على نسب ضئيلة، تزيد معدلات استهلاكه عند تناول كميات كبيرة من الخضراوات مزروعة في تربة ملوثة به. الحد القياسي للنيكل في المواصفات الأوروبية هو 0.05 ملجم / لتر. بينما أقصى حد مسموح به في ماء الري هو 0.2 ملجم / لتر.

زيادة النيكل Excess of Nickle

يكون النيكل ساما للنبات حتى علي تركيزات منخفضه نسبيا حوالي ٤٠ جزء / مليون بينما المجموع الكلي لمحتوي التربة الزراعيه من النيكل يتراوح غالبا بين ١٠ - ٤٠ جزء / المليون ويمكن ان يكون النيكل اعلي في الاراضي المشتقه من صخور السرينتين **Serpentine**.

إن الأعراض التي تسببها سمية النيكل تشبه أعراض نقص المنجنيز، حيث تظهر الأوراق شحوب علي الحواف وبين العروق ويظهر بعض البقع والتحلل.

من ناحية أخرى فإن تناول الكميات الصغيرة منه ضرورية، أما الكثير منه يعرض الإنسان لمخاطر صحية مثل:

١. زيادة مخاطر التعرض ل: سرطان الرئة، سرطان الأنف، سرطان الحنجرة، سرطان البروستاتة.
٢. الشعور بالدوار والإعياء بعد التعرض لغازات النيكل.
٣. الإصابة بالصمامة الرئوية.
٤. فشل الجهاز التنفسي.
٥. التشوهات الخلقية للجنين.
٦. أزمة الربو، التهاب الشعب الهوائية.
٧. اضطرابات في القلب.
٨. ردود فعل من الحساسية مثل الطفح الجلدي وخاصة عند ارتداء المجوهرات.
٩. أذخنة النيكل من مثبرات الجهاز التنفسي وقد تسبب الالتهاب الرئوي.
١٠. التعرض للنيكل ومركباته قد ينتج عنها التهاب طبقة الجلد الخارجية والمعروف عنها باسم (هرش النيكل (Nickel Itch - للأشخاص الذي يكون جلدها حساس أو لديها حساسية من النيكل.
١١. مركبات النيكل مسببة للسرطان في الإنسان. وتم تصنف النيكل نفسه بأنه إحدى العوامل المحتمل أن تساهم في إصابة الإنسان بالسرطان.

الزئبق (Mercury):

انتشاره وتأثيره على الإنسان:

الزئبق معدن متواجد في الطبيعة، ومن صوره أملاح الزئبق، ومركبات الزئبق العضوية. يُستخدم الزئبق في العديد من الأجهزة المستخدمة في المنزل مثل: الترمومتر، المصابيح الكهربائية الفلوروسنت، البارومتر.

وتواجد الزئبق في هذه الأدوات لا يسبب أية مشاكل صحية للإنسان، وعلى الرغم من ذلك فقد يتعرض الإنسان لمخاطره بتنفسه مع انكسار الترمومتر مثلاً أثناء تبخره في الجو ولفترة قصيرة من الزمن. لا يتواجد الزئبق في الأطعمة، لكنه ينتشر فيها من خلال الكائنات الحية الدقيقة. كذلك يدخل الزئبق في بعض مستحضرات التجميل وتصل بذلك الى الانسان.



مستحضرات التجميل مصدر للتلوث بالزئبق

يتواجد الزئبق بتركيزات متفاوتة في الأسماك تبعاً لتركيز الزئبق في الماء الذي يعيش فيه. وتشير المواصفات هيئة الصحة العالمية و المواصفات الأوروبية إلى الحد القياسي للزئبق في ماء الشرب يجب أن لا يزيد عن 0.001 ملجم / لتر. ويصل الزئبق إلى الخضراوات والمحاصيل الزراعية الأخرى من خلال المبيدات الحشرية المستخدمة في الزراعة. ويعتبر مثيل الزئبق (Methyl Mercury) من أحد مركباته العضوية، والتي لها قدرة كبيرة على الذوبان في الشحم والأعصاب المحيطة، وينتقل عبر مشيمة الحامل إلى الجنين مسبباً تشوهات خلقية وعقلية.

مخاطر التعرض للزئبق:

١. الشعور بالإرهاق.
٢. الإصابة بالصداع.
٣. اضطرابات الجهاز العصبي.
٤. ضمور في خلايا المخ وبالتالي خلل في الوظائف.
٥. اضطرابات الصفات الوراثية، والكروموسومات.
٦. حساسية مثل الطفح الجلدي.
٧. تأثيرات تناسلية سلبية: وضمور الحيوانات المنوية، تشوهات الجنين، الإجهاض.
٨. والخلل في وظائف المخ وكفاءته يؤدي إلى تدهور القدرات التعليمية، تغير في الشخصية، تغير في الرؤية، فقدان الذاكرة، عدم تناسق العضلات.
٩. ضمور الكروموسومات تسبب البلاهة المنغولية (Mongolism) وهي بلاهة خلقية يكون الطفل المصاب بها عند ولادته منحرف العينين، مسطح الجمجمة، عريض اليدين، قصير الأصابع.
١٠. التسمم بالزئبق من الأطعمة نادراً الحدوث، والمتسبب فيه دائماً البيئة الملوثة به.

المنجنيز: (Manganese)

انتشاره وتأثيره على الإنسان:

يوجد في كل مكان على سطح الأرض وهو معدن شائع في استخداماته ومعروف لكثير من الناس، ومن المعروف عنه أن يتعرض الإنسان لتركيزات عالية منه يتسبب في إصابته بالتسمم.

يتواجد المنجنيز في الأطعمة مثل السبانخ، الشاي، الأعشاب، أما الأطعمة التي تحتوي على أعلى التركيزات من هذا المعدن نجدها في الحبوب، الأرز، الفاصوليا، فول الصويا، البيض، المكسرات، زيت الزيتون، الفاصوليا الخضراء والمحار. وتشير مواصفات هيئة الصحة العالمية إلى الحد القياسي للمنجنيز في ماء الشرب يجب ان لا يزيد عن **0.1** ملجم / لتر، بينما في حالة المواصفات الأوروبية فان الحد القياسي للمنجنيز في ماء الشرب يجب ان لا يزيد عن **0.05** ملجم / لتر. بينما اقصى حد مسموح به في ماء الري هو **0.2** ملجم / لتر.

يمتص جسم الإنسان المنجنيز الذي ينتقل من خلال الدم إلى الكبد والكلى والبنكرياس والغدد الصماء. يؤثر المنجنيز بشكل أساسي على الجهاز التنفسي والمخ.

تأثير زيادة المنجنيز على النبات Excess of Manganese

معظم المنجنيز الموجود بالتربة مرتبطاً بشكل غير ذائب وبالتالي يكون غير متوفر للنبات، وعندما ينخفض رقم حموضه التربة الي رقم $PH = 5.0$ يصبح المنجنيز في صورة ميسرة للنبات وبتركيز كبير وسام للنبات ، تعتمد درجه السمية والضرر الذي يحدثه المنجنيز علي الكفاءة الوراثية في مقدرة النوع النباتي علي امتصاص واستيعاب المنجنيز ، ان مقدرة بعض النباتات مثل الشوفان والفراولة علي النمو في الاراضي ذات المستوي العالي من المنجنيز يعزي الي انخفاض امتصاصها والاستبعاد الاختياري للمنجنيز كفاءة النبات في نقل المنجنيز من الجذور الي المجموع الخضري.

ويسبب زيادة المنجنيز بعض الامراض للنبات منها :

١. تحليل القلف الداخلي او الخطوط المتحللة في الساق **Stem Sreak Necrosis Internal**

Necrosis Bark

٢. تجعد الورقة **Crinkle Leaf**

٣. المنجنيز يصبح سام للنبات عندما ينخفض الـ **pH** في الأراضي المعدنية وتظهر أعراضه

على الأوراق و الثمار في صورته حراشيف أو أشواك سوداء **Speks** و يعرف بالـ **Measles**

المقاومة: لمقاومة سمية المنجنيز تكون عن طريق تخفيض حموضه التربة وذلك باضافه كربونات الكالسيوم او المواد المشابهة حيث تقلل ذوبان وتوفر المنجنيز للنبات .

من أعراض التسمم بالمنجنيز على الانسان:

الهلوسة، النسيان، ضمور الأعصاب .. كما يسبب المنجنيز الشلل الرعاش، الصمامة الرئوية، التهاب الشعب الهوائية.

عندما يتعرض الإنسان للمنجنيز لفترة طويلة من الزمن قد يؤثر على خصوبته ويسبب له العقم وبعض الاضطرابات الأخرى مثل: الشيزوفرينيا، وهن العضلات، الصداع، الأرق.

- التسمم المزمن من المنجنيز يكون نتيجة للاستنشاق طويل المدى لغباره ودخانه.

- الجهاز العصبي المركزي هو أكثر الأعضاء تأثراً مما ينجم عنه إعاقة دائمة وتتضمن الأعراض على :

النوم، الضعف، اضطرابات المشاعر، تكرار الشد العضلي بالرجل، شلل.

- وجدت أكبر نسب للإصابة بالالتهاب الرئوي وعدوى الجهاز التنفسي العلوي بين العاملين الذين يتعرضون لأدخنة وغبار مركبات المنجنيز. وثبت أن مركبات المنجنيز (معملياً) من العوامل التي تساعد على إصابة الإنسان بالأورام لكن بشكل غير قاطع.



أعراض تسمم النباتات بالمنجنيز

الزرنخ:

انتشاره وتأثيره على الإنسان:

وجوده في الطبيعة على حالة الإنفراد أو على هيئة مركبات أهمها الزرنخيدات مختلطة مع الكبريتيدات مثل " $FeAsS$ " يبريت الزرنخ. أشهر عنصر الزرنخ على مر الزمن بسمية بعض مركباته واستخدامها كمواد قاتلة ضد الأعداء ، حيث يستعمل مركب ثالث أكسيد الزرنخ كمادة سامة وتكفي كمية صغيرة منه لقتل الإنسان فوراً ، ويقال أنه اكتشف خلال القرن ١٨م. وكلمة زرنخ يقابلها في الإنجليزية **Arsenic** والرمز الكيميائي له هو **As**.

ومصادر الزرنخ عديدة في حياتنا اليومية الى حد ان من الممكن ان تكون مصدر تلوث بهذا العنصر، حيث يستخدم الزرنخ في صناعة المبيدات وفي صناعة بعض الادوية، حيث يدخل الزرنخ في الروكسارسون (وهو من مشتقات حمض فينيل الأرسونيك) كدواء والذي يطرح من الدواجن مع الفضلات، والتي تستخدم أحياناً كسماد. تحدث عمليات تحلل حيوي بشكل متفاوت السرعة وذلك أثناء تخزين السماد أو تحويله. يتحلل المركب إلى مركبات عضوية ولاعضوية مختلفة ، لكن الزرنخ الخماسي هو ناتج التحلل الرئيسي. هنالك عدة عوامل تسرع من عملية التحلل الحيوي مثل أشعة الشمس وهطول الأمطار والتفاعلات الحيوية واللاحوية، كما تلعب قيمة الأس الهيدروجيني دوراً في تسريع العملية، حيث أنها في الأوساط الحمضية أسرع من المتوسط . إن ما بين ٧٠- ٧٥ ٪ من الزرنخ في علف الدواجن قابل للذوبان في الماء مما يعني أن الزرنخ الناتج عن عملية التحلل قد يتسرب بسهولة ويلوث كل من التربة والمياه السطحية والجوفية. ولخطورة التلوث بالزرنخ على صحة الانسان وضع معيار للزرنخ في ماء الشرب من قبل وكالة حماية البيئة هو ١٠ اجزاء لكل مليار والذي اعتمد في عام ٢٠٠١. بينما اقصى حد مسموح به في ماء الري هو 0.1 ملجم/ لتر.

التسمم بالزرنخ

تعرف هذه المجموعة من السموم بالسموم المهيجة أيضاً لما لها من تأثيرات موضعية مهيجة علي الأسطح الملامسة لها كالجلد والأغشية المخاطية بالإضافة إلي الآثار البعيدة علي الأعضاء الداخلية

للجسم كالقلب والكبد والكلبي. ويكون السم الناشئ عن هذه السموم عادة علي صورتين التسمم الحاد وينشأ نتيجة تراكم جرعات صغيرة علي مدي فترة زمنية طويلة وتظهر أعراض التسمم الناشئ عن هذه السموم عادة بعد فترة زمنية تطول أو تقصر حسب حالة السم والمعدة ونوع الطعام الموجود فيها.



اعراض التسمم بالزرنيخ على الانسان

ويتم إفراغ هذه السموم من الجسم عادة عن طريق طرحها في البول وقد يستمر وجودها في البول مدة طويلة حتى بعد التوقف عن تعاطيها. معظم هذه السموم يعاد إفرازها في القناة المعدية المعوية حتى وإن لم يتم تعاطيها بطريق الفم فالزرنيخ يعاد إفرازه في القولون النازل والزئبق في الأعور.

الزئبق

انتشاره وتأثيره على الإنسان:

الزئبق يشكل نسبة تتراوح ما بين ٠,٠٠٠٥٪ إلى ٠,٠٢٪ من القشرة الأرضية وترتيبه ال ٢٥ من حيث انتشار العناصر في الأرض ومن أهم خاماته الكبريتيدات والسليكات
لا يوجد الزئبق منفرداً في الطبيعة وإنما تجده دائماً متحداً بغيره من العناصر. والزئبق عامل مختزل في العمليات الكيميائية، لذلك يستخدم في عدة تطبيقات في المختبرات الكيميائية. ويدخل الزئبق في تطبيقات كثيرة تمس حياتنا اليومية ولذا فرصة التلوث بالزئبق كبيرة مع التقدم الصناعي حيث يستخدم الزئبق في تغطية الحديد والفولاذ بطبقة رقيقة لحمايته من التآكل وكذلك يدخل في عمل السبائك، ويستخدم الزئبق في عدد من المركبات الكيميائية التي أصبحت ضرورية لتحسين حياة الإنسان نذكر منها: أكسيد الزئبق الذي يستخدم في صناعة الأصباغ وتبييض المطاط وفي الدهانات الخارجية للمباني حيث أنه يساعد في إخفاء الشقوق والتشوهات ولا يتأثر بالأجواء الكبريتية، وفي حماية كريمة التجميل من أشعة الشمس، وفي تحسين المقاومة الكهربائية للمواد العازلة. وفي صناعة الطبقات الخارجية للورق. وغالباً ما يحتوي معجون الزئبق على ٩٠٪ أكسيد زئبق + ١٠٪ زيت. بلورات أكسيد الزئبق: وتستخدم في صناعة المحولات والمعدات الكهربائية التي تتعرض لجهد عالي. فوسفورات الزئبق: وتستخدم في صناعة الرادار والتلفزيون لتمييز الزئبق بإشعاع ضوئي مميز. خلاصات الزئبق المذابة وتستخدم لحفظ الأخشاب وفي صقل الخزف الصيني وكمطهر في المستحضرات الطبية. وكبريتات الزئبق وتستخدم في صناعة المخصبات الزراعية وغذاء الحيوانات. والخطر الأكبر للتلوث بالزئبق يأتي من مياه المصارف سواء صناعي أو صحي.

أيضا فرصة تلوث مياه الشرب بالزنك تحت هذه الظروف موجوده، ولذا في هناك مواصفات للزنك في ماء الشرب. وتشير المواصفات هيئة الصحة العالمية إلى الحد القياسي للزنك في ماء الشرب يجب ان لا يزيد عن 5.0 ملجم / لتر. بينما اقصى حد مسموح به في ماء الري هو 2.0 ملجم/ لتر.

الاثار البيئي

لإنتاج كبريتيد الزنك يحتاج الامر لإنتاج ثاني اكسيد الكبريت ويعتمد ذلك على صهر خاماته الامر الذي يؤدي إلى انبعاث مخلفات كثيرة مثل بخار الكاديوم.ايضا عمليات تعدين الزنك خلفت اثار كبيرة على مختلف المناطق الخضراء المجاورة للمناجم.

التسمم بالزنك

وللزنك فوائد كثيرة للانسان ومع ذلك فهو يعتبر عنصر سام للانسان اذا وصل إلى جسم الانسان بتركيز عالى ، باي وسيلة.

وقد وافقت وكالة الأدوية والأغذية الأمريكية على جرعة ٤٠ ملجم من الزنك يومياً كجرعة غير سامة محتملة.

وأما أخذ جرعة أكبر فيُعتبر أمراً خطيراً؛ لأنها تتعارض مع امتصاص العناصر الأساسية الأخرى في الجسم خاصة المغنيسيوم والحديد والنحاس.

وتُصبح التأثيرات الجانبية خطيرة إن تراوحت الجرعة من ١٥٠ - ٤٥٠ ملجم يومياً، مما قد يؤدي إلى خفض مستويات المغنيسيوم والحديد والنحاس، والذي بدوره يؤدي إلى انخفاض مناعة الجسم، كما يؤدي إلى خفض الـ (HDL) والذي هو الكوليسترول المفيد في الجسم.

في عام ١٩٨٢ الولايات المتحدة زرعت مجموعة نباتات بالاعتماد على الزنك لكن كان تركيزه كبير مما سبب تسممها، وكثير من الحالات التي تم دراستها اثبتت معاناة الإنسان من التسمم بواسطة الزنك من جراء ابتلاع قطع معدنية تحتوي عليه الذي يكون قاتلاً في بعض الأحيان أو يسبب فقر الدم الشديد أو امراض الكبد أو القصور الكلوي والقيء، الاسهال وهذه الاعراض هي نتيجة التسمم بواسطة الزنك

السمية غير المباشرة الزنك **Zn** إذا زاد تركيزه يتداخل مع الحديد في عمليات الهضم و تظهر أعراض نقص الحديد

السيلينيوم

انتشاره وتأثيره على الإنسان:

ويوجد عادة في الطبيعة مختلطاً مع فلزات مثل النحاس والرصاص والفضة. والسيلينيوم عنصر نادر (٤ جرامات في الطن من القشرة الأرضية)، ويوجد أحياناً حراً في الطبيعة. يرافق الكبريت عادة في مركباته المعدنية

والسيلينيوم عنصر كيميائي ورمزه **Se**. وهو سام بكميات كبيرة، إلا أن الكميات الطفيفة منه، تشكل المركز الفعال لبعض الإنزيمات، وهو عنصر ضرورة لوظائف جميع الخلايا في (غالباً) كل الحيوانات.

يدخل السيليونيوم في غذاء الحيوانات بصورة أساسية، لذا فإن مخلفات هذه الحيوانات يحتوي على السيليونيوم، وقد تستخدم هذه المخلفات كسماد عضوي مما يسمح بفرصة حدوث تلوث بهذا العنصر. أيضا ماء الصرف سواء صناعي أو صحي قد يكون مصدر لتلوث البيئة بهذا العنصر. ولخطورة هذا العنصر على الصحة العامة فقد وضعت الهيئات العالمية ضوابط لتركيز السيليونيوم في ماء الشرب. وتشير المواصفات هيئة الصحة العالمية و المواصفات الأوروبية إلى الحد القياسي للسيليونيوم في ماء الشرب يجب أن لا يزيد عن **0.01 ملجم / لتر**. بينما أقصى حد مسموح به في ماء الري هو **0.02 ملجم / لتر**.

أعراض السمية بالسيليونيوم

يكثر الآن استعمال كبريتيت السيلينيوم كشامبو لعلاج قشرة الشعر مما يجعل التسمم به شائع الحدوث وخاصة في الأطفال وذلك لتواجده بكثرة في المنازل. وقد يكون لتناول مقدار ٥ ملجرامات من السيليونيوم تأثير سمي. تشمل أعراض التسمم القروح الجلدية رائحة الثوم في النفس، تضلع أظافر اليد وربما سقوطها، سقوط الشعر، السبات والكسل. تشمل أعراض التسمم الحاد الخطير قابلية تقصف الأظافر، الطعم المعدني، الدوخة، تلف الأعصاب المحيطة، الغثيان، نقص الوزن، اليرقان، تلف الكبد والكليتين. إن أخذ مقادير مفرطة من كمالات السيليونيوم يضعف جهاز المناعة ويؤدي إلى تراكمه في الأنسجة، الأمر الذي يمكن أن يسبب العيب الخلقي. حيث للسيليونيوم دور بيولوجي مهم في الاستقلاب وبعض وظائف الكبد، لكن بكميات ضئيلة لأن مركباته سامة جداً ومسرطنة، والفارق بين الجرعة الضرورية يومياً والجرعة السامة صغير بالمقارنة مع العناصر الأخرى.

الألومنيوم:

يعتبر الألومنيوم من المواد الشائعة الانتشار فهو يدخل في العديد من الصناعات. كما يستعمل طبياً كمضاد للحموضة، ومع المسكنات وكمضاد للإسهال كما يستخدم كمادة قابضة. والمعدل الطبيعي لتناول الألومنيوم في الغذاء وماء الشرب حوالي ٣- ٥ ميلليجرام يومياً تقريباً، ١٥ ميكروجرام منهم يتم امتصاصهم من الجهاز الهضمي ويعتبر أكثر الأشخاص تعرضاً للتسمم بالألومنيوم مرض الفشل الكلوي المزمن والعاملين في مجال صناعة الألومنيوم. ومع اتساع استخدام أدوات الطهي من الألومنيوم زاد فرصة تلوث الغذاء بالألومنيوم ويحتاج الأمر إلى بحث واهتمام لخطورته على الصحة العامة. من ناحية أخرى تشير المواصفات الأوروبية ومواصفات هيئة الصحة العالمية إلى الحد القياسي للألومنيوم في ماء الشرب يجب أن لا يزيد عن **0.05 ملجم / لتر**. بينما أقصى حد مسموح به في ماء الري هو **5.0 ملجم / لتر**.

تأثير زيادة الألومنيوم على النبات Excess of aluminum

التركيز السام للألومنيوم يحدث طبيعياً في الأراضي ذات الكميات العالية من الأمطار حيث يزيد تركيز الألومنيوم أو نتيجة لاستعمال الأسمدة أو اصلاح التربة بالكبريت (نتيجة لاستعمال الأسمدة مثل كبريتات الحديد، أو كبريتات الأمونيوم) ويوجد الألومنيوم على أشكال مختلفة وذلك اعتماداً على حموضة التربة حيث تتجمع الكميات الكبيرة منه في الأراضي الحامضية ويمكن أن يكون الألومنيوم ضار في الشكل الذائب إذا زاد عن ١٠ جزء / المليون. ويصبح الألومنيوم عالي الذوبان وعالي السمية إذا وصل رقم

حموضه التربه $pH = 5$. و تظهر أعراض سمية الألومنيوم في صورة تقزم النباتات و عدم تطور نمو جذوره كما تظهر آثار نقص الفوسفور حيث يتداخل الألومنيوم مع امتصاص الفوسفور.



أعراض التسمم بالألومنيوم

أعراض التسمم على الانسان:

يعتبر مرض الدماغ من أخطر أعراض التسمم بالألومنيوم ويختص بصعوبة في الكلام رعشة في اليدين ضعف في الأبصار قلة التركيز والانتباه كما يحدث أيضاً لين في العظام وفقر دم ويعزي البعض مرض الزهايمر (الضعف التدريجي للذاكرة) إلى ارتفاع نسبة مستوي الألومنيوم في الدم وهو مرض يصيب كبار السن نتيجة ضمور في خلايا المخ.

الحفاظ على التربة والبيئة من التلوث

يعتبر الوعي البيئي هو أهم الطرق للحفاظ على التربة والبيئة من التلوث ويتحقق ذلك عن طريق رفع المستوى التعليمي والثقافي وتعليم الأفراد كيفية التعامل مع التربة والبيئة بحيث يصبح جزء من سلوك الفرد حيث إن المحافظة على التربة والبيئة من التلوث هي مسئولية جماعية تتطلب الاقتناع التام بمسئولية الأفراد تجاه التربة بحيث يصبح الحفاظ عليها أمراً واقعياً.

إجراءات لحماية البيئة من التلوث بالعناصر الثقيلة

تهدف إجراءات الوقاية إلى الإبقاء على المياه في حالة كيميائية لا تسبب الضرر للإنسان والحيوان والنبات. يوأهم هذه الإجراءات هي:

١. بناء المنشآت اللازمة لمعالجة المياه الصناعية الملوثة، ومياه المخلفات البشرية السائلة، والمياه المستخدمة في المدابغ والمسالخ وغيرها، قبل تصريفها نحو المسطحات المائية النظيفة أو حتى التربة كمصرف.

٢. إحاطة المناطق التي تُستخرج منها المياه الجوفية المستخدمة لإمداد التجمعات السكانية بحزام يتناسب مع ضخامة الاستهلاك، على أن تُمنع في حدود هذا الحرم الزراعة أو البناء أو شق الطرق، وزرع هذه المناطق بالأشجار المناسبة.

٣. تطوير التشريعات واللوائح النازمة لاستغلال المياه، ووضع المواصفات الخاصة بالمحافظة على المياه، وإحكام الرقابة على تطبيق هذه اللوائح بدقة وحزم.

٤. الاهتمام الخاص بالأحوال البيئية في شبكات الري والصرف والبحيرات والمياه الساحلية، ورصد تلوثها، ووضع الإجراءات اللازمة لحمايتها من التلوث الكيميائي.
٥. تدعيم وتوسيع عمل مخابر التحليل الكيميائي الخاصة بمراقبة التلوث بالعناصر الثقيلة، وعمل التحاليل الدورية لمصادر التلوث.
٦. وضع تشريعات لحدود التركيزات الخاصة بالعناصر الثقيلة التي يجب عدم تجاوزها في المياه والغذاء.



https://t.me/agricultural_eng