المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم العالي
جامعة القصيم
مركز الأبحاث الواعدة في المكافحة الحيوية
والمعلومات الزراعية

BCARC

جامعة القصيم
Qassim University

العناصر الثقيلة
مصادرها وأضرارها على البيئة

إعداد

أ.د. عصام محمد عبد المنعم
أستاذ كيمياء التربة

أ . د . أحمد بن إبراهيم التركي
أستاذ كيمياء حيوية التربة

إصدار

مركز الأبحاث الواعدة في المكافحة 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 /سم٣، وهي لها تأثيرات سلبية على البيئة عند الإفراط في استخدامها كما تؤثر على صحة الإنسان والحيوان والنبات.

ومن العناصر الثقيلة، الرصاص، و الزئبق، و الكادميوم، و الزرنيخ، و السيلنيوم، والزنك ، والنحاس وهي من أخطر المواد السامة التي تلوث التربة و الماء و الهواء، مسببة أضرارا فادحة بالإنسان و الحيوان و النبات.

وتتعرض التربة الزراعية للتلوث بالعناصر الثقيلة، وتلك الملوثات التي تختلط بالتربة الزراعية تفقدها خصوبتها حيث تسبب قتل البكتريا المسئولة عن تحليل المواد العضوية الموجودة بالتربة وتثبيت عنصر النتروجين بها. علاوة على ذلك فان النباتات تمتص هذه العناصر اذا كانت موجودة في التربة او الماء ثم تصل بعد ذلك الى الانسان 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، تركزت الأبحاث والتجارب علىمصادر التلوث بالعناصر الثقيلة، وخطر تلك العاناصرعلى البيئة والانسان، ايضا 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 يؤدى إلى معرفة الطرق الصحيحة لتفادى 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

يؤدى 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:

يتاثر سلوك العناصر الثقيلة فى التربة بالخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة وخصوصا التوزيع الحجمى للحبيبات والكثافة الظاهرية ولأنهما يؤثران على حركة الماء والهواء خلال التربة.أيضا رقم pH يؤدى الى ترسب العناصر الثقيلة. فالزرنيخ والسلينيوم يكونا اكثر حركة فى الظروف القاعدية بينما الرصاص والزنك والكادميوم اكثر حركة فى الظروف الحامضية. كذلك نسبة كربونات الكالسيوم في التربة والتي تزيد من ترسيب العناصر الثقيلة في التربة.

وصفات العناصر تؤثر على حركتها فعنصر السيلينيوم سرعته في الوسط المسامي أقل من سرعة الكادميوم وهذا ما يفسر بقاء السيلينيوم في الطبقة السطحية من التربة أكثر من الكادميوم. وينطبق ذلك على نوع التربة حيث أن حركة العناصر الثقيلة (الكادميوم والسلينيوم) أقل في التربة الطمية مقارنة بالتربة الطمية 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 الطمية اشد ميلاً لادمصاص هذه العناصر مقارنة بالتربة الطمية الرملية، وذلك نظراً لاحتواء التربة الطمية على نسب أعلي من السلت والطين.

خطر العناصر الثقيلة على صحة الإنسان:

تتشابة معظم العناصر الثقيلة في كثيرا من صفاتها الطبيعية إلا أن تفاعلاتها الكيميائية مختلفة وينطبق هذا على اثارها 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 اقل خطرا من العناصر الأخرى كالرصاص الذي زاد انتشاره في الآونة الأخيرة وأصبح موجودا بكثرة في الماء والهواء والغذاء. وان كثير من العناصر الثقيلة ضرورية للحياة حتى ولو استخدمت بمقادير قليلة جدا 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 خصوصا الصناعية.

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

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.

بالاضافة 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 فان الأنشطة البشرية وخصوصا الإنمائية ولاسيما التي لم تضع الاعتبارات البيئية في حسابها بإلحاق الضرر بمكونات البيئة كافة وذلك بسبب رمي مخلفات الصناعة ونواتج احتراق الوقود وغيرها في الوسط المحيط. ولقد أدى تمركز 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 ١٠٢و٦١٠ حيث تمتلك الكائنات قدرات مختلفة لتركز العناصر الثقيلة.

فالأسماك 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 أخري ، ويبلغ هذا التركيز أقصاه في الكائنات التي تقع في نهاية السلسة الغذائية.

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

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 ، ويصحب 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 ،وتؤدي 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 والكادميوم 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 تنشط مثل هذه التفاعلات بوجود النترات التي يمكن أن تأتي من مصادر عديدة، وموعلى ذلك فان هذه العناصر تتواجد طبيعيا فى التربة لانها 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.

العنصر	المعدن الخام	العناصر الثقيلة به
الفضة (Ag)	Ag2 S, PbS	Cu,Sb,Zn,Pb,Se
الزرنيخ (As)	Fe As S,As S	Ag,Hg,Bi,Mo,Sn
باريوم (Ba)	Ba S04	Pb,Zn
كادميوم (Cd)	Zn S	Zn,Pb,Cu
كروم (Cr)	Fe Cr2 04	Ni,Co
نحاس (Cu)	Cu Fe S2,Cu2 S,Cu3 As S4	Zn,Cd,Pb,As,Ni,Mo
نيكل (Ni)	(Ni,Fe)9,S8,Ni As	Co,Cr,As,Se
رصاص (Pb)	Pb S	Ag,Zn,Cu,Cd,Sa
زنك (Zn)	Zn S	Cd,Cu,Pb,As,Sa

ب- مصادر ناتجة عن النشاط الانسانىSources Anthropogenic :-

وتشمل:

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

استخراج المعادن من المناجم

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

مخلفات الصرف الصحي والصناعي

٣. التخلص من المخلفات الصلبة والسامة.. مخلفات المنازل والمصانع والمستشفيات يمكن إن تؤدى إلى تلوث التربة بالعناصر الصغرى والثقيلة فالتخلص منها سواء بإلقائها أو دفنها في التربة يؤدى 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** والتى 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 فى صناعة السبائك والصلب والتى ينتج منها مخلفات تؤدى الى 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 والزئبق والرصاص والنيكل والكادميوم .. 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 بسب التفريغ غير القانوني للمياه الملوثة إلى باطن الأرض.

٦. ومن الخطر ان بعض المواد والكيماويات المستخدمة فى 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	٢- ١٢٠٠	٢,٣- ١٢٠	٣- ٢٥	٢- ٥٢
البورون	٢- ١١٥	-	٠,٣- ٠,٦	-
الكادميوم	٠,١- ١٧٠	٠,٠٥- ٨,٥	٠,١- ٠,٨	٠,٠١- ١٠٠
الكوبلت	١- ١٢	٥,٤- ١٢	٠,٣- ٢٤	-
الكروميوم	٦٦- ٢٤٥	٣,١- ١٩	٠,٠١- ٠,٣٦	٠,٠٩- ٢١
النحاس	١- ٣٠٠	-	٢- ١٧٢	١٣- ٣٥٨٠
الزئبق	٠,٠١- ١,٢	٠,٣- ٢,٩	٠,٠١- ٠,٣٦	٠,٠٩- ٢١
المنجنيز	٤٠,٢٠٠٠	-	٣٠- ٩٦٩	-
المولبيديوم	٠,١- ٦٠	١- ٧	٠,٠٥- ٣	-
النيكل	٧- ٣٨	٧- ٣٤	٢,١- ٣٠	٠,٩- ٢٧٩
الرصاص	٧- ٢٢٥	٢- ٢٧	١,١- ٢٧	١,٣- ٢٢٤٠
القصدير	١٠٠<	-	-	-
السيلنيوم	٠,٥	-	٢,٤	-
يورانيوم	٣٠- ٣٠٠	-	-	-
الفانديوم	٢- ١٦٠٠	-	-	-
الزنك	٥٠- ١٤٥٠	١,٤٢	١٥- ٥٦٦	٨٢- ٥٨٩٤

Kabata-Pendias, and Adriano (1992).

والمصادر الرئيسية لهذه الممارسات تشمل:

- الشوائب والعناصر الثقيلة السامة الموجودة فى 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 والتى 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 والنبيذ تحتوى على نسب كبيرة من الرصاص.

٨. كما أن السجائر التى 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 فى دهانات الحوائط والمبيدات الحشرية.

انتشاره وتأثيره على الإنسان:

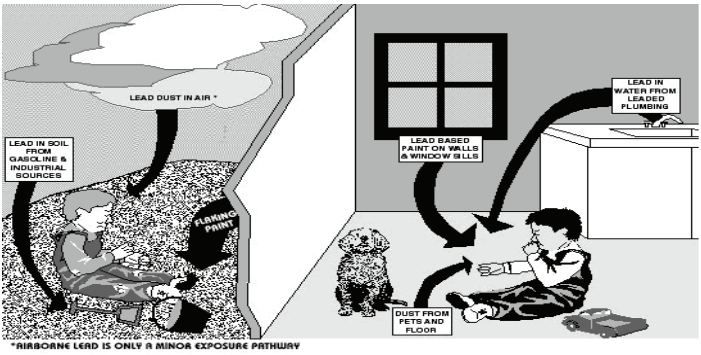
يأتي الرصاص من المصادر التالية:

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 ٥. ١٠٪ من الرصاص الذي يتناوله للإنسان من الفم في عملية الهضم، و٥٠.٣٠٪ من الرصاص الذي يدخل الجسم عن طريق جهاز التنفس. ويفرز الرصاص بشكل أساسي مع البول وجزء من الرصاص المتمثل يتراكم في العظام. ولايقوم 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 الاوروبية إلى الحد القياسي للرصاص في ماء الشرب يجب ان لا يزيد عن **0.05** ملجم /لتر . بينما اقصى حد مسموح به في ماء الري هو **5.0** ملجم/ لتر.

لذا فإن نظم معالجة المياه العامة يجب ان تخضع لتنفيذ تعديلات خاصة بدرجة الحموضية**(pH)** .

مساوئ الرصاص على صحة الإنسان:

لا يساهم الرصاص باي وظيفة حيوية للجسم ، لكنه يضر الإنسان إذا تم تناوله من خلال الأطعمة والهواء والماءمثل:

- إحداث اضطراب فى التركيب الحيوى للهيموجلوبين وإصابة الإنسان بالأنيميا.
- ارتفاع فى ضغط الدم.
- ضمور فى أنسجة الكلى .
- إجهاض للحوامل.
- -ضطراب أو اعتلال فى الجهاز العصبى .
- تلف فى خلايا المخ.
- عقم للرجال نتيجة لتأثر الحيوانات المنوية بهذا المعدن.
- فقد القدرة التعليمية عند الأطفال.

- -ضطرابات سلوكية عند الأطفال مثل: العدوان، السلوك الاندفاعى، فرط النشاط.
- -صل الرصاص إلى الجنين من خلال المشيمة، مما يسبب له ضمور فى الجهاز العصبى والمخ.
- -أما التسمم من الأطعمة المتواجد فيها نادراً للغاية ويأتى من تلوث البيئة.

الكادميوم :

انتشاره وتأثيره على الإنسان:

ينتشر الكادميوم في الطبيعة عن طريق صناعة التوتياء والسبائك ويستخدم في الجلفنة ومواد الطلاء وفي ملونات اللدائن ويوجد في القمامة وفي حمأة الصرف الصحي ومصادر اخرى عديدة. ويعتبر الكادميوم 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 الكادميوم تبلغ وسطياً نحو ٤٠ ملجم في كل ١ كجم مادة لدنة . تستطيع جذور بعض النباتات ومنها التبغ امتصاص الكادميوم بشكل انتقائي من التربة مما يؤدي إلى تراكمه في نسيج هذه الوريقات.

أعراض التسمم بالكادميوم

يتوقف امتصاص النبات للكادميوم من التربة على قيمة **pH** ومع انخفاض قيمة **pH** تزداد كمية الكادميوم الممتصة من قبل النبات ولذلك يتراجع امتصاصه بإضافة كربونات الكالسيوم إلى التربة.

وتشير المواصفات هيئة الصحة العالمية والمواصفات الاوروبية إلى الحد القياسي للكادميوم في ماء الشرب يجب ان لا يزيد عن **0.005** ملجم /لتر. بينما اقصى حد مسموح به في ماء الري هو **0.01** ملجم/ لتر.

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

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

عمل في جو يبلغ فيه تركيز الكادميوم 5 ملجم / م٣ يصاب بنوبة رئوية مميتة نتيجة تراكم السوائل في الرئتين.

التسمم بالكادميوم على الإنسان (لين العظام)

تسبب زيادة تركيز الكادميوم 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 او 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 الجلدى لمعدن الكروم أو مركباته. معدلات الكروم فى المياه أو الهواء بوجه عام قليلة جداً وإن التركيز الكلي له في مياه الشرب عادة أقل من ٢ ميكرو جرام / لتر ، إلا ان مياه الآبار الملوثة به تحتوى على الكروم السداسي. وتشير المواصفات هيئة الصحة العالمية إلى الحد القياسي للكروم في ماء الشرب يجب ان لا يزيد عن 0.05 ملجم

/لتر، و0.005 ملجم/لتر في حالة المواصفات الاوروبية. بينما اقصى 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 طبيعى فى الخضراوات والفاكهة واللحوم والخميرة والحبوب. وطريقة تحضير الأطعمة والتخزين من الممكن أن تغير محتوى الكروم ونسبه، فإذا تم تخزين الكروم فى تنكات أو علب حديدية فإن تركيزاته قد ترتفع.

الكروم السداسي ضار لصحة الإنسان ويمثل خطورة على الأشخاص التى تعمل فى مجال صناعة الصلب والمنسوجات.

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

والجدير بالذكر فان هذا النوع من الكروم (الثلاثي) هام لصحة الإنسان، وعدم حصول الإنسان على القدر الكافى منه يسبب اضطرابات للقلب، اضطرابات فى عملية الأيض (التمثيل الغذائى)، الإصابة بالسكر. والكميات الزائدة منه تسبب اضطرابات صحية.

المخاطر المرتبطة بهذا العنصر

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

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

النحاس:

انتشاره وتأثيره على الإنسان:

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

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

يتواجد النحاس فى 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 كالطعام والشراب والماء. وتشير المواصفات هيئة الصحة العالمية و المواصفات الاوروبية 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 . وفى نفس الوقت تناول الكميات الكبيرة منه وبتركيزات عالية يكون ضار جداً بصحة الإنسان.

التسمم بالنحاس من أدوات الطهي

تستقر مركبات النحاس فى الماء أو فى جزيئات التربة، أما مركباته القابلة للذوبان فمازالت هى التى تشكل الخطر الأعظم لصحة الإنسان. وبداية انتشار مركبات النحاس القابلة للذوبان كانت بعد استخدامه فى الزراعة.

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

أما فى المنازل التى تكون مواسير المياه فيها مصنعة من النحاس، عند صدأها وتآكلها تبدأ مياه الشرب فى التلوث.

تاثير زيادة تركيز النحاس على النبات Excess of Copper

عرفت سميه النحاس منذ العديد من السنوات واستغلت هذة الصفه في استعمال النحاس كمبيد للفطريات ولمقاومه العديد من الافات الضارة للنبات والحيوان ، وتعتبر الكميه الكبيرة من النحاس ضارة للنباتات الراقيه فهي تخفض تكشف الجذور الليفيه وتخفض الانتاج النباتي ، عندما يزيد تركيز النحاس عن ٠,٥جزء/ 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. التعرض على المد الطويل لمعدن النحاس يسبب تهيج للأنف والفم والعين، كما يسبب الصداع، آلام المعدة، الدوار، القيء، الإسهال.

٢. تناول كميات كبيرة من النحاس عن عمد قد يؤدى إلى ضمور الكلى والكبد ومن ثَّم 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 الصناعى لأدخنة النحاس تؤدى إلى إصابة الإنسان (بحمى الدخان المعدنية **Metal - fume fever**) مع تغير فى الأغشية المخاطية للأنف، أما التسمم المزمن منه يصيب الإنسان بمرض ويلسون (**Wilson disease**) وتتمثل أعراضه فى التليف الكبدى، تلف خلايا المخ، أمراض الكلى، ترسبات النحاس فى 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 فى البيئة بمعدلات قليلة. بالرغم من وجود كثير من المعادن التي تحتوي على عنصر النيكل، الا ان 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 الادوات 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 فى تطبيقات متعددة، ومن أشهر هذه التطبيقات يستخدم كمكون لمنتجات الصلب والمعادن الأخرى كما نجده فى المجوهرات.

يتعرض الإنسان العادى للنيكل بتنفسه من الهواء وبشربه من مياه الشرب ، وتناول الأطعمة الملوثة بالنيكل أو تدخين السجائر. كما ياتى التعرض بالتلامس الجلدى لتربة أو ماء ملوثتين بهذا المعدن. تحتوى المواد الغذائية على نسب ضيئلة ، تزيد معدلات استهلاكه عند تناول كميات كبيرة من الخضراوات مزروعة فى تربة ملوثة به.الحد القياسي للنيكل في المواصفات الاوروبية هو **0.05** ملجم/ لتر. بينما اقصى حد مسموح به في ماء الري هو **0.2** ملجم/ لتر.

زيادة النيكل Excess of Nickle

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

إن الأعراض التي تسببها سميه النيكل تشبه اعراض نقص المنجنيز ، حيث تظهر الاوراق شحوب علي الحواف وبين العروق ويظهر بعض البقع والتحلل.

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

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

الزئبق (Mercury):

انتشاره وتأثيره على الإنسان:

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

وتواجد الزئبق فى هذه الأدوات لا يسبب أية مشاكل صحية للإنسان، وعلى الرغم من ذلك فقد يتعرض الإنسان لمخاطره بتنفسه مع انكسار الترمومتر مثلاً أثناء تبخره فى الجو ولفترة قصيرة من الزمن. لا يتواجد الزئبق فى 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 متفاوته فى الأسماك تبعا لتركيز الزئبق في الماء الذي يعيش فيه. وتشير المواصفات هيئة الصحة العالمية و المواصفات الاوروبية إلى الحد القياسي للزئبق في ماء الشرب يجب ان لا يزيد عن **0.001** ملجم /لتر. ويصل الزئبق إلى الخضراوات والمحاصيل الزراعية الأخرى من خلال المبيدات الحشرية المستخدمة فى الزراعة. و يعتبر مثيل الزئبق **(Methyl Mercury)** من أحد مركباته العضوية، والتي لها قدرة كبيرة على الذوبان في الشحم و الأعصاب المحيطة، و ينتقل عبر مشيمة الحامل إلى الجنين مسبباً تشوهات خلقية و عقلية.

مخاطر التعرض للزئبق:

١. الشعور بالإرهاق.
٢. الإصابة بالصداع.
٣. اضطرابات الجهاز العصبى.
٤. ضمور فى خلايا المخ وبالتالى خلل فى الوظائف.
٥. اضطرابات الصفات الوراثية، والكروموسومات.
٦. حساسية مثل الطفح الجلدى.
٧. تأثيرات تناسلية سلبية: وضمور الحيوانات المنوية، تشوهات الجنين، الإجهاض.
٨. والخلل فى وظائف المخ وكفاءته يؤدى إلى تدهور القدرات التعليمية، تغير فى الشخصية، تغير فى الرؤية، فقدان الذاكرة، عدم تناسق العضلات.
٩. ضمور الكروموسومات تسبب البلاهة المُنغولية **(Mongolism)** وهى 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 فى كل مكان على سطح الأرض وهو معدن شائع فى استخداماته ومعروف لكثير من الناس، ومن المعروف عنه أن بتعرض الإنسان لتركيزات عالية منه يتسبب فى إصابته بالتسمم.

يتواجد المنجنيز فى الأطعمة مثل السبانخ، الشاى، الأعشاب .أما الأطعمة التى تحتوى على أعلى التركيزات من هذا المعدن نجدها فى 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 الاوروبية 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 الذى ينتقل من خلال الدم إلى الكبد والكلى والبنكرياس والغدد الصماء .يؤثر المنجنيز بشكل أساسى على الجهاز التنفسى والمخ.

تاثير زيادة المنجنيز على النبات Excess of Manganese

معظم المنجنيز الموجود بالتربه مرتبطا باشكال غير ذائبه وبالتالي يكون غير متوفر للنبات، و عندما ينخفض رقم حموضه التربه الي رقم ٥.٥ = PH يصبح المنجنيز في صورة ميسرة للنبات وبتركيز كبير وسام للنبات ، تعتمد درجه السميه والضررالذي يحدثه المنجنيز علي الكفاءة الوراثيه في مقدرة النوع النباتي علي امتصاص او استيعاب المنجنيز ، ان مقدرة بعض النباتات مثل الشوفان والفراوله 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. تحلل القلف الداخلي او الخطوط المتحلله في الساق Stem Sreak Necrosis Internal Necrosis Bark
٢. تجعد الورقه Crinkle Leaf
٣. المنجنيز يصبح سام للنبات عندما ينخفض الـ pH في الأراضي المعدنية و تظهر أعراضه علي الأوراق و الثمار في صوره حراشيف أو أشواك سوداء Speks و يعرف بالـMeasles

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 بالمنجنيزعلى 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 :الشيزوفرنيا، وهن العضلات، الصداع، الأرق.

- التسمم المزمن من المنجنيز يكون نتيجة للاستنشاق طويل المدى لغباره ودخانه.
- الجهاز العصبى المركزى هو أكثر الأعضاء تأثراً مما ينجم عنه إعاقة دائمة وتتضمن الأعراض على : النوم، الضعف، اضطرابات المشاعر، تكرار الشد العضلى بالرجل، شلل.

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

أعراض تسمم النباتات بالمنجنيز

الزرنيخ:

انتشاره وتأثيره على الإنسان:

وجوده في الطبيعة على حالة الإنفراد أو على هيئة مركبات أهمها الزرنيخيدات مختلطة مع الكبريتيدات مثل " FeAsS بيريت الزرنيخ. أشتهر عنصر الزرنيخ على مر الزمن بسمية بعض مركباته وإستخدامها كمواد قاتلة ضد الأعداء ، حيث يستعمل مركب ثالث أكسيد الزرنيخ كمادة سامة وتكفي كمية صغيرة منه لقتل الإنسان فوراً ، ويقال أنه أكتشف خلال القرن ١٨م. وكلمة زرنيخ يقابلها في الإنجليزية Arsenic والرمز الكيميائي له هو , As.

ومصادر الزرنيخ عديد في حياتنا اليومية الى حد ان من الممكن ان تكون مصدر تلوث بهذا العنصر، حيث يستخدم الزرنيخ في صناعة المبيدات وفي صناعة بعض الادوية، حيث يدخل الزرنيخ 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 الزرنيخ الخماسي هو ناتج التحلل الرئيسي. هنالك عدة عوامل تسرع من عملية التحلل الحيوي مثل أشعة الشمس وهطول الأمطار والتفاعلات الحيوية واللاحيوية، كما تلعب قيمة الأس الهيدروجيني دوراً في تسريع العملية، حيث أنها في الأوساط الحمضية أسرع من المتوسط . إن ما بين ٧٠- ٧٥ ٪ من الزرنيخ في علف الدواجن قابل للذوبان في الماء · مما يعني أن الزرنيخ الناتج عن عملية التحلل قد يتسرب بسهولة ويلوث كل من التربة والمياه السطحية والجوفية. ولخطورة التلوث بالزرنيخ على صحة الانسان وضع معيار للزرنيخ 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 بالزرنيخ

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 والكلي. ويكون السم الناشئ عن هذه السموم عادة علي صورتين التسمم الحاد وينشأ نتيجة تراكم جرعات صغيرة علي مدي فتره زمنية طويلة وتظهر أعراض التسمم الناشئ عن هذه السموم عادة بعد فتره 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 تعطيها. 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.

الزنك

انتشاره وتأثيره على الإنسان:

الزنك يشكل نسبة تتراوح ما بين ٠,٠٠٠٥٪ إلى ٠,٠٢٪ من القشرة الأرضية وترتيبه الـ ٢٥ من حيث انتشار العناصر في الأرض ومن أهم خاماته الكبريتيدات والسليكات

لا يوجد الزنك منفرداً في الطبيعة وإنما تجده دائماً متحداً بغيره من العناصر. والزنك عامل مختزل في العمليات الكيميائية، لذلك يستخدم في عدة تطبيقات في المختبرات الكيميائية. ويدخل الزنك في تطبيقات كثير تمس حياتنا اليومية ولذا فرصة التلوث بالزنك كبير ة مع التقدم الصناعي حيث يستخدم الزنك في تكسية الحديد والفولاذ بطبقة رقيقة لحمايته من التآكل وكذلك يدخل في عمل السبائك، ويستخدم الزنك في عدد من المركبات الكيميائية التي أصبحت ضرورية لتحسين حياة الإنسان نذكر منها: أكسيد الزنك الذي يستخدم في صناعة الأصباغ وتبييض المطاط وفي الدهانات الخارجية للمباني حيث أنه يساعد في إخفاء الشقوق والتشويهات ولا يتأثر بالأجواء الكبريتية، وفي حماية كريمات التجميل من أشعة الشمس، وفي تحسين المقاومة الكهربائية للمواد العازلة. وفي صناعة الطبقات الخارجية للورق. وغالباً ما يحتوي معجون الزنك على ٩٠٪ أكسيد زنك + ١٠٪ زيت. بلورات أكسيد الزنك: وتستخدم في صناعة المحولات والمعدات الكهربائية التي تتعرض لجهد عالي. فوسفورات الزنك: وتستخدم في صناعة الرادار والتلفزيون لتميز الزنك بإشعاع ضوئي مميز. وخلات الزنك المذابة وتستخدم لحفظ الأخشاب وفي صقل الخزف الصيني وكمطهر في المستحضرات الطبية. وكبريتات الزنك وتستخدم في صناعة المخصبات الزراعية وغذاء الحيوانات. والخطر الاكبر للتلوث بالزنك ياتي من مياه المصارف سواء صناعي او 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.

الاثر البيئي

لإنتاج كبريتيد الزنك يحتاج الامر لإنتاج ثاني اكسيد الكبريت ويعتمد ذلك على صهر خاماته الامر الذي يؤدى 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 الكولسترول المفيد في الجسم.

في عام ١٩٨٢الولايات 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 قاتلا 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 مختلطًا مع فلزات مثل النحاس والرصاص والفضة. والسيلنيوم عنصر نادر (٤ جرامات في الطن من القشرة الأرضية)، ويوجد أحياناً حراً في الطبيعة. يرافق الكبريت عادة في مركباته المعدنية

والسيلنيوم 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 السيلينيوم في غذاء الحيونات بصورة اساسية، لذا فان مخلفات هذه الحيونات يحتوي على السيلينيوم، وقد تستخدم هذه المخلفات كسماد عضوي مما يسمح بفرصة حدوث تلوث بهذا العنصر. ايضا ماء الصرف سواء صناعي او صحي قد يكون مصدر لتلوث البيئة بهذا العنصر. ولخطورة هذا العنصر على الصحة العامة فقد وضعت الهيئات العالمية ضوابط لتركيزالسيلينيوم في ماء الشرب. وتشير المواصفات هيئة الصحة العالمية و المواصفات الاوروبية إلى الحد القياسي للسيلينيوم في ماء الشرب يجب ان لا يزيد عن **0.01** ملجم /لتر. بينما اقصى حد مسموح به في ماء الري هو **0.02** ملجم/ لتر.

أعراض السمية بالسيلينيوم

يكثر الآن استعمال كبريتيت السيلنيوم 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 السيلينيوم تأثير سمي. تشمل أعراض التسمّم القروح الجلدية،رائحة الثوم في النفس ،تضلّع أظافر اليد وربما سقوطها،سقوط الشعر، السبات والكسل . تشمل أعراض التسمّم الحاد الخطير قابلية تقصّف الأظافر،الطّعم المعدني،الدوخة،تلف الأعصاب المحيطة،الغثيان،نقص الوزن،اليرقان،تلف الكبد والكليتين.

إنّ أخذ مقادير مفرطة من مكمّلات السيلينيوم يضعف جهاز المناعة ويؤدي إلى تراكمه في الأنسجة،الأمر الذي يمكن أن يسبّب العيب الخلقي . حيث للسيلنيوم دور بيولوجي مهم في الاستقلاب وبعض وظائف الكبد، لكن بكميات ضئيلة لأن مركّباته سامة جداً ومسرطِنة، 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 اكثر الأشخاص تعرضاً للتسمم بالألومنيوم مرض الفشل الكلوي المزمن والعاملين في مجال صناعة الألومنيوم . ومع اتساع استخدام ادوات الطهي من الالومنيوم زاد فرصة تلوث الغذاء بالالومنيوم ويحتاج الامر الى بحث واهتمام لخطورته على الصحة العامة. من ناحية اخرى تشير المواصفات الاوروبية ومواصفات هيئة الصحة العالمية إلى الحد القياسي لالومنيوم في ماء الشرب يجب ان لا يزيد عن **0.05** ملجم /لتر. بينما اقصى حد مسموح به في ماء الري هو **5.0** ملجم/ لتر.

تاثير زيادة الالومنيوم على النبات Excess of aluminum

التركيز السام للالومنيوم يحدث طبيعيا في الاراضي ذات الكميات العاليه من الامطار حيث يزيد تركيز الالومنيوم او نتيجه لاستعمال الاسمدة او اصلاح التربه بالكبريت (نتيجة لاستعمال الاسمدة مثل كبريتات الحديدك ، او كبريتات الامونيوم) ويوجد الالومنيوم علي اشكال مختلفة وذلك اعتمادا علي حموضة التربه حيث تتجمع الكميات الكبيرة منه في الاراضي الحامضيه ويمكن ان يكون الالومنيوم ضار في الشكل الذائب اذا زاد عن ١٠جزء / المليون. ويصبح الالومنيوم عالي الذوبان وعالي السميه اذا وصل رقم

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

أعراض التسمم بالالومنيوم

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) إلي ارتفاع نسبة مستوي الألومنيوم في الدم وهو مرض يصيب كبا ر 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 الإفراد 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 الإفراد تجاه التربة بحيث يصبح الحفاظ عليها أمرا واقعيا.

إجراءات لحماية البيئة من التلوث بالعناصر الثقيلة

تهدف إجراءات الوقاية إلى الإبقاء على المياه في حالة كيميائية لا تسبب الضرر للإنسان والحيوان والنبات. وأهم 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 او 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 الناظمة 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.

Qassim University

جامعة القصيم