المعادن الثقيلة

بإشراف الدكتور: محمد هيثم حبوب

إعداد الطالبة: ياسمين عبد المحسن

مقدمة:

مع انتشار التكنولوجيا وتطور العلم في الوقت الحاضر .. حدثت نقلة نوعية ضخمة للإنسان.. إذ أصبح يعتمد على معطيات هذه التكنولوجيا وهذا التطور العلمي في شتى أنشطته اليومية.. في تنقلاته.. في تجارته .. في صناعته.. في عمله.. ولكن لابد لهذه التكنولوجيا من ضريبة.. من ثمن يدفعه هذا الإنسان.. ويا له من ثمن باه ظ.. إنها صحته.. أغلى ما وهبه الله له.. كيف يحدث ذلك؟؟؟..و لماذا تكون صحته هي الثمن ؟؟

هذه الأدوات.. مثل السيارات والمصانع الحديثة والمصافي والطائرات و المكنات .. لها مخلفات ضارة بالبيئة وضارة بالإنسان.. مثل الهيدروكربونات.. والمعادن السامة الثقيلة.. والإشعاع.. و الغازات السامة والضارة.. ولكل منها تأثيره .. ولكل منها خطره.. ولكن من أشدها خطراً.. القاتل الصامت.. المعادن الثقيلة..

ما هي المعادن الثقيلة؟؟

-المعادن الثقيلة عبارة عن عناصر كيميائية بنائية للمعادن.. مثل الرصاص والزنك والزرنيخ والكادميوم والنحاس والتيتانيوم و الألومنيوم و الزئبق.. وتكون على هيئة معدن فلزي أو على هيئة أملاح ذائبة.. تتواجد في القشرة الأرضية وفى النسيج الحي، و المعادن لا تتعرض للانحلال أو التلف. وتدخل إلىأجسامنا من خلال الأطعمة ومياه الشرب والهواء.

-وتعرف بأنها تلك العناصر التي تزيد كثافتها على خمسة أضعاف كثافة الماء 5 mg/cm3 المكعب و لها تاثيرات سلبية على البيئة عند الإفراط في استخدامها كما تؤثر على صحة الإنسان والحيوان والنبات

-وتستخدم في صناعات كثيرة جداً.. حيث يستخدم معدن الرصاص على هيئة معدن فلزي في السبائك المعدنية والطلاء المعدني وفي صناعة الذخيرة وتستخدم برادته في صناعة الأحبار والصهر الخشن.. كما تستخدم أملاح الرصاص في الصناعات البلاستيكية كعامل حافز وتستخدم في بطاريات السيارات.. وسموم القوارض.. وتستخدم معقداته العضوية مثل رابع إيثيل الرصاص كمادة مضافة للوقود لزيادة عدد الأوكتان..

ويستخدم التيتانيوم في الطلاء المعدني وتدخل أملاحه في صناعة البويات. أما النحاس فاستخداماته عديدة جداً فيستخدم في صناعة السيارات والأسلاك والأجهزة المنزلية وأملاحه تستخدم في صناعة الأصباغ والطلاء المعدني والمبيدات الحشرية.. والزنك يشابه النحاس في استخداماته.. أما الزئبق فيستخدم كفلز سائل في صناعة التيرمومترات وفي صناعة الحساسات الحرارية واستخلاص المعادن النفيسة .. وتستخدم محاليل أملاحه كناقل للتيار الكهربائي.. وتدخل في صناعة المبيدات الحشرية.. ويستخدم الكادميوم في صناعة البطاريات الجافة أو ما يسمى بالحجر..

-المعادن الثقيلة ضرورية للحياة حتى ولو استخدمت بمقادير قليلة جدا ولكنها تكون سامة إذا وصل تركيزها إلى مستوى عال في الجسم لأنها تغدو قادرة على التدخل في نمو الخلايا والجهاز الهضمي .

البحث والتنقيب عن المعادن

تعتمد الطرق التكنولوجية المستخدمة في البحث والتنقيب عن المعادن على الفروق الذي توجد بين مختلف خواص المعادن . يستخدم علماء الجيولوجيا الاقتصادية طرق علمية منظمة ومقننة بالقوانين التي توصل إليها البحث العلمي في البحث والتنقيب عن المعادن **ومن أهم تلك الطرق هي:**

طريقة الاستشعار عن بعد:

تستخدم هذه الطريقة نظرية الإشعاع الذاتي للأجسام المختلفة للأشعة تحت الحمراء في الموجات الطويلة،وان أي اختلاف طفيف بين حرارة جسم وآخر يسبب مباشرة إختلافاً محسوساً في كمية الإشعاع الصادر عنهما. تتميز المعادن الاقتصادية بوفرة المعادن الكبريتية ،وهذه المعادن تتفاعل على سطح الأرض مع الأوكسجين وينتج عن ذلك حرارة يمكن قياسها بواسطة الاستشعار عن بعد . يتم الاستشعار عن بعد بواسطة الأقمار الصناعية المتخصصة . تطورت مؤخراً الصور الملونة إلى الصور الرقمية الأكثر دقة و وضوحاً وتسجل على أقراص الحاسبات الالكترونية الممغنطة. وتزودنا صور الاستشعار عن بعد بمعلومات سريعة وغير مكلفة ووفيرة لاستكشاف المعادن. كما تزودنا الصور الناتجة بعد تحليلها بمعلومات دقيقة عما خفي على أو بالقرب من سطح الأرض من المعادن والظواهر البيئية الأرضية.

طريقة البحث المغناطيسية:

تختلف التركيبات الجيولوجية عن بعضها البعض في خواصها المغناطيسية تبعاً لما تحتويه من معادن و خصوصاً تلك التي تحتوي على أكاسيد الحديد والنيكل. تستخدم الطريقة المغناطيسية للبحث عن الخامات المعدنية ومكامنها جهاز المغناطومتر، وتطورت هذه الطريقة للتحري عن المعادن حتى أصبحت تتم من الجو بواسطة الطائرات.

الطريقة الكهربائية:

تستخدم هذه الطريقة في الكشف عن خامات الفلزات المعدنية مثل الرصاص والنيكل والزنك. يستخدم في هذه الطريقة جهاز الفولتميتر.

طريقة الجاذبية:

نشأت هذه الطريقة من اختلاف كثافة الصخور في باطن الأرض لمعرفة تركيب طبقات القشرة الأرضية وما بها من معادن. يستخدم جهاز الجرافيمتر في البحث الجذبي عن المعادن.

الطريقة السيزمية:

تقوم هذه الطريقة على أساس أن سرعة انتشار الموجات الصوتية تتوقف على مرونة الصخور ومدى تركيز المادة فيها وبذلك يمكن تحديد أماكن تجمعات الخامات المعدنية وأعماقها قبل التنقيب عنها.

الطريقة الإشعائية:

تستخدم هذه الطريقة في الكشف عن المعادن التي تحتوي على العناصر الثقيلة غير المستقرة مثل اليورانيوم والراديوم،والتي تطلق إشعاعات ألفا وبيتا و كاما وتسجل بواسطة أجهزة مثل عداد جير وجهاز السنتيلومتر الذي يستخدم في الكشف عن المواد المشعة من أبعاد كبيرة ومن الجو بواسطة الطائرات.

طرق البحث الجيوكيميائية:

تعتمد الطرق الجيوكيميائية على جمع العينات الصخرية على أساس إحصائي مسبق(المسافة بين العينة والتي تليها) وحجم العينات(حسب نوعية الفلز) والتي تحصل عليها بعملية البحث والتنقيب. تتوقف هذه الطرق أساساً على المعرفة الجيدة بجيولوجية المنطقة، وتمدنا المعرفة بهالات التشتت الأولية بالمعلومات الأساسية للكشف عن مكامن المعادن الظاهرة منها والمستترة وتقييمها. يستخدم التحليل الكيميائي للمياه في البحث عن مكامن اليورانيوم والموليدنوم والزنك والرصاص في المناطق ذات الأنهار والروافد الكثيرة والمياه الأرضية مثل البحيرات. كما تستخدم الطريقة الجيوكيميائية البيولوجية للبحث عن النحاس والزنك والمنغنيز في المناطق التي تكثر فيها النباتات ، حيث تتمكن بعض النباتات من امتصاص بعض الفلزات والاحتفاظ بها في جسم النبات (الجذع، الأوراق).

أخطار هذه المعادن كثيرة.. فتتراوح بين التسمم الغذائي .. والتسمم المعدني .. وبين العاهات المستديمة .. مروراً بالسرطانات والطفرات الجينية.. وانتهاء بالوفاة الفورية..

ويحدث التسمم بالمعادن الثقيلة عندما:

1- تدخل إلى جسم الإنسان كمركب بيوكيميائي.
2- تدخل الجسم بكميات مرتفعة أعلى من الحدود المسموح بها على مدى زمني قصير (تسمم تراكمي).
3- تدخل الجسم بتركيزات واطئة على مدى فترة زمنية طويلة تؤدي إلى الإصابة بالمرض المهني.
4- تدخل الجسم عن طريق مغلوط وبتركيز عالي.

ولقد ازداد تعرض الإنسان لأضرار هذه المعادن من جراء الزيادة المفرطة في استخداماتها في الحياة اليومية حيث زاد من انتشارها في معظم دول العالم الصناعية بالذات وحيث أن عمليات إذابة وتنقية المعادن أدخلت إلى البيئة تلوث الماء والهواء ومع أن ذلك كان محصورا على أماكن محددة في بادئ الأمر ولكنه بدا يتخطى هذه الحدود منذ زمن بعيد .

كيف تصل إلى البيئة؟؟

تصل هذه المعادن إلى البيئة بثلاث طرق..

أولاً: عن طريق الجو..

حيث تطلق مداخن المصانع العديد من أكاسيد المعادن إلى الهواء الذي يتلوث وينقل هذا التلوث للإنسان والحيوان والنبات.. وكذلك تنفث عوادم السيارات أكاسيد الرصاص الناتجة من احتراق رابع إيثيل الرصاص إلى الجو وهذه إحدى أكبر طرق التلوث بالرصاص..

ثانياً:عن طريق الماء..

حيث تصب مخلفات بعض المصانع المجاورة للبحر في المياه.. فتؤدي إلى تلوث الكائنات البحرية بالمعادن وانتقالها عن طريق الصيد البحري إلى الإنسان والحيوان..

ثالثاً:عن طريق التربة..

وهذه طريقة انتقال الفلزات حيث تصدأ المعادن المرمية على الأرض بفعل الرطوبة فتذوب مع المياه والأمطار وتنزل في طبقات التربة مؤدية إلى تلوث مصادر مياه الشرب الجوفية والنباتات بالمعادن..

***فوائد المعادن لجسم الإنسان:**

-تبنى الخلايا.

-تساعد في التفاعلات الحيوية بالجسم.

-ترسل الإشارات للأعصاب والعضلات.

-المعادن لا تحتوى أو تمنح سعرات حرارية(طاقة) وإنما تعين الجسم على إنتاج الطاقة.

-بعض هذه المعادن الثقيلة مثل النحاس والسيلنيوم ... الخ ضرورية وهامة للمحافظة على عملية التمثيل الغذائي) بجسم الإنسان، لكن استهلاك الكميات الكبيرة منها (التركيزات العالية) يكون ضاراً بل وساماً وينتج عنه ما يُسمى "بتسمم المعادن الثقيلة."Heavy metal poisoning -

وعلى سبيل المثال: تلوث مياه الشرب بالرصاص لمرورها في المواسير المصنعة من الرصاص. كما توجد هذه المعادن بتركيزات كبيرة في الهواء بالقرب من مصادر انتشارها .. أو الحصول عليها من خلال سلسلة الأطعمة الغذائية.

وتأتى خطورة المعادن الثقيلة من تراكمها الحيوي داخل جسم الإنسان بشكل أسرع من انحلالها من خلال عملية التمثيل الغذائي (الآيض) أو إخراجها.

بالرغم من القضية المثارة حول ما تحدثه المعادن الثقيلة من تسمم، و التي تلحق الضرر البالغ بصحة الإنسان فإن الأطعمة المحتوية عليها تكون نسب المعادن الثقيلة بها ضئيلة، وكل هذا الضرر آتٍ من تلوث البيئة .

أنواع المعادن التي تسبب الضرر لصحة الإنسان وللبيئة بوجه عام (الزئبق بشكل خاص):

أولاً:الزئبق(Mercury).

يعد الزئبق من أهم هذه المعادن الثقيلة فهو من العناصر غير الشائعة الوجود في الطبيعة وهي من أخطرها حيث يسبب التعرض لأملاح الزئبق الحكة الجلدية الشديدة ويسبب سرطان الجلد.. أما الفلز السائل الذي يلعب به أطفالنا عندما ينكسر مقياس الحرارة أو التيرمومتر.. فمرور الفلز على جرح .. يؤدي إلى الوفاة فوراً . أما معدن الزئبق بشكله الحر فانه واحد من اشد العناصر سمية في مجال استخدامه للقضاء على الحشرات الزراعية الضارة التي تنخر الحبوب والمحاصيل الأخر ى وتتلفها.

ويستهدف الأنسجة الدهنية أو الأعضاء الغنية بالدهون كالدماغ نظراً لميله الشديد إلى الذوبان في الدهون فيؤدي إلى حدوث أعراض مرضية خطيرة في الجهاز العصبي تعرف بالبكاء الزئبقي تتطور إذا كانت الجرعة المتعرض لها عالية وقد تؤدي بحياة الشخص المصاب.

فللزئبق بين كيمياء الحياة وكيمياء الموت العنصر الذي قتل نابليون وملك السويد ايريك الرابع عشر.. و أم هاملت في مسرحية شكسبير حيث قتل والد هاملت بصب الزئبق في احدي أذنيه إذ كان نائما في حديقة قصره كما ورد في المسرحية .

وقد كشفت دراسة علمية حديثة أن انخفاض مستوى الذكاء بسبب تعرض المواليد لمادة الزئبق أثناء فترة الحمل، يكلف الولايات المتحدة 8.7 مليار دولار سنوياً .

وخلصت الدراسة التي أعدها مركز جبل سيناء لصحة الأطفال والبيئة، بجانب العديد من الأبحاث السابقة، إلى أن مئات الآلاف من الأطفال يولدون سنوياً في الولايات المتحدة بمستوى ذكاء منخفض جراء التعرض للمادة، وفق وكالة الأسوشتد برس.

أما ما يقلق حماة البيئة في الوقت الحاضر فهو وجود معدن الزئبق في حشو الأملغم المستخدم بكثرة في تعبئة الأسنان، ويعتبر الأملغم حتى الآن من أفضل معادن حشو الأسنان وذلك لعدة أسباب منها سهولة تعامل طبيب الأسنان معه و رخصه الشديد حيث أن كلفة تعبئة واحدة لا تزيد عن دولار، وكذلك تحمله الشديد للطحن والضرس داخل الفم، ولا يوجد بديل له فيه كل هذه المواصفات.

الأملغم يحتوي على 49% زئبق والباقي من معادن أخرى مثل الفضة والقصدير والنحاس والزنك وعند حضور المريض لعملية الحشو يضاف إليه الأملغم أو يتم نزع الأملغم القديم فيذهب المتبقي والزائد إلى حوض المضمضة ومنه إلى مياه الصرف الصحي وبعد ذلك وبفعل الميكروبات يتحول الزئبق الموجود في الأملغم إلى مشايل الزئبق وهذا المعدن خطير جداً على الجهاز العصبي.

إن عدة دراسات في الولايات المتحدة و في كندا أثبتت أن أكبر مصدر لتلوث البحيرات يأتي من عيادات أطباء الأسنان بنسبة 41%. قد نقول بأن الكمية الموجودة في تعبئة سن واحد من هذه المادة صغيرة، ولكن هذا الأمر غير صحيح، ومثال على ذلك: كم طبيب أسنان يوجد في مدينة دمشق، وكم مريض يقوم بتعبئة سن بالأملغم أو يقوم بنزعها ثم كم هي الكمية التي تذهب إلى مياه الصرف الصحي بسبب ذلك، إننا لو حسبنا أن التعبئة الواحدة قد تكون حوالي 0.5- 1.5 غرام فإن الرقم الناتج سيكون كبيراً.
في مدينة طرابلس الغرب ورغم أنها مدينة تعتبر صغيرة بحكم عدد سكانها بالمقارنة مع دمشق وجد أن أطباء الأسنان في هذه المدينة يستهلكون حوالي 353 كيلو غرام / السنة فلو حسبت نسبة 49% منها وهو الزئبق فالكمية تعتبر كبيرة إذا ما ذهبت إلى مياه الصرف الصحي ومنه للبحار أو الأنهار أو إلى المياه الجوفية.
و لهذا السبب فإن العديد من الدول منعت هذه المادة من التداول ولكن في عالمنا العربي لا زالت تستخدم بكثرة لا توصف رغم منعها.

مستوياته في البيئة :

من المعروف اليوم عن الزئبق أن وجوده كملوث بيئي بسبب كثرة استخداماته، حيث تحتوى محيطات العالم على كمية يقدر مجموعها بحوالي 50 مليون طن من هذا العنصر، بينما تقدر تراكيزه في التربة ما بين 0.01 - 0.06 جزء بالمليون، وترتفع في الصخور إلى حد 0.09 جزء بالمليون، ويبلغ تركيزه في هواء العالم ما بين 2- 5 نانو غرام /م3، علماً بأن جرعة 100 ملغ / فرد بالغ / يوم، تعتبر الجرعة التي يمكن أن تنتج عنها أعراض مرضية.

خواص الزئبق:

يعد الزئبق مذيباً جيداً لبعض الفلزات كالذهب والفضة والبلاتين والنحاس واليورانيوم والرصاص والصوديوم والبوتاسيوم.

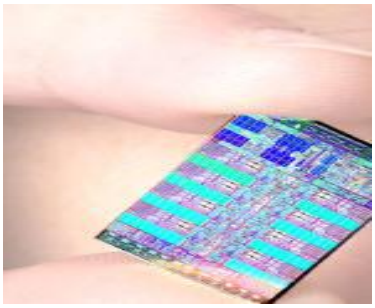
الخواص الفيزيائية :

يتميز عنصر الزئبق باللون الفضي البراق ونظراً لانخفاض درجة انصهاره وارتفاع ضغطه البخاري فإن قوى التشابك بين ذراته تكون ضعيفة جداً. والزئبق منخفض اللزوجة على حين أنه يتمتع بمقاومة كهربائية عالية. يذوب الزئبق في الماء وفي عدة مواد أخرى كالبنزين و الهكسان و الميثانول و الرايكسان. وإذا وضع سائل الزئبق على أي سطح فإنه لا يبلله نظراً لارتفاع قيمة التوتر السطحي له، حيث تساوي ستة أضعاف قيمة التوتر السطحي للماء .

الخواص الكيميائية :

يمتلك الزئبق العديد من الخواص الكيميائية منها:

- يتفاعل مع جميع الهالوجينات كالكلور عند درجة حرارة الغرفة.
- لا يتفاعل بقدر ملحوظ مع الأكسجين والهواء الجاف عند درجة حرارة الغرفة. ولكن يمكن تنشيط هذا التفاعل باستخدام الأشعة فوق البنفسجية .



- يتفاعل مع غاز الأوزون بشدة ويعطي مركب أوكسيد الزئبق.
- يتفاعل مباشرة بالتسخين مع الكبريت، والسيلينيوم، والتيلوريوم على حين أنه لا يقبل تفاعله مع بعض العناصر الأخرى كالنتروجين والفوسفور والكربون والسيليكون و الجرمانيوم.
- لا يتفاعل مع الهيدريدات الجافة مثل كبريتيد الهيدروجين الأمونيا تحت درجة (200 م).

- لا يتفاعل مع حامض كلوريد الهيدروجين أو حامض الكبريت المخفف بينما إذا ازداد تركيز الحامض فإنه قد يتفاعل مع ملح الزئبق .
- يتفاعل مع حامض النيتروجين، ولا يتفاعل بشكل ملحوظ مع حامض الفوسفور .
- يتفاعل بشدة مع محاليل الأمونيا في الهواء.
- يمكن استخدام أملاح الزئبق كمواد محفزة، فعلى سبيل المثال تستخدم كبريتات الزئبق كمادة محفزة في عملية أكسدة النفثالين إلى حامض النفثالات وفي تسريع تحويل الأسيتلين إلى الأسيتالدهيد .

دورة الزئبق الكيميائية:

طالما أن الزئبق المعدني قادر علي التبخر بشكل طبيعي في الظروف العادية فان معني ذلك أن للزئبق دورة في الوسط والبيئة المحيطة. فخامات الزئبق وترسباته في الأرض والصخور هي في الحق مصادر ثابتة لهذا البخار يوجد حيثما وجدت تلك الترسبات والخامات إما في الأرض أو في أعماق البحار. فالزئبق غير العضوي هو عرضة للتحول إلي أشكال أخر ى عضوية تحت تأثير بعض أنواع البكتريا وباقي الأحياء المجهرية الدقيقة . فمثلا مركب كريتيد الزئبق HGS الذي لا يذوب في الماء، يتحول إلى الزئبق ثنائي التكافؤ HG2+ القابل للذوبان بعملية التأكسد بالبكتريا ومن ثم يتحول هذا الشكل من الزئبق بعملية الاختزال بواسطة بعض أنواع الأنزيمات البكترياليةإلى الزئبق المعدني الحر ذي التكافؤ الصفري (O HG) وعن هذا الطريق يتحرر الزئبق بشكل بخار معدني إلى الوسط والبيئة. أما إذا توافق وجود الزئبق المعدني الحر HG10 مع الزئبق ثنائي التكافؤ HG2+ فان هذا الوجود المشترك سيؤدي حتما ال ى ظهور زئبق ايوني أحادي التكافؤ (HG(1.

يوجد عادة بشكل ايوني ثنائي الذرة HG2 2+ وهنالك طريق ثان لاختفاء الزئبق المعدني بتحوله مرة أخرى في البكتريا إلى شكل اخر بعملية الأمثلة METHYLATION والناتج هو إما CH32HG أما تفسير ما يحدث فانه كما يلي: إن فيتامين B12 فيه رابطة كيميائية تربط الكوبالت بمجموعة مثيل CO CH3 و إن مجموعة المثيل هذه مستعدة للالتحاق بالزئبق تاركة الكوبالت الأمر الذي سيتكون منه الزئبق المثيلي الأحادي الذي يمكن بدوره أن يتطور بعملية الأمثلة إل ى مركب الزئبق ثنائي المثيل.

الزئبق المثيلي الأحادي الأيوني المتكون من ترسبات قيعان الأنهار والبحيرات والبحار ينتشر في مياهها ومن ثم يدخل في دورة الغذاء الكبر ى مبتدئا بالأسماك والطحالب و الاشنيات و البلانكتون ومنتهيا بالإنسان .

أما الزئبق المثيلي ثنائي المثيل فشأنه شأن اخر: يتاطير في الجو متفككا تحت تأثير ضوء الشمس معطيا جذور المثيل الحرة والزئبق المعدني الحر. وبهذا تكتمل دورة الزئبق بوصوله إل ى الغلاف الجوي مرة ثانية بعد رحلة طويلة غير مرئية يلعب فيها الحيوان والنبات أدوارا فضلا عن البكتريا و الأنزيمات بل و حتى الفيتامينات التي تتعطل فعاليتها إذا مرت بعض مراحل الدورة في جسم الإنسان جراء انسلاخ مجاميع المثيل منها والتحاقها بالزئبق .

وتقسم مركبات الزئبق إلى قسمين:

1. المركبات غير العضوية.
2. المركبات العضوية.

1. المركبات غير العضوية:

وغالباً ما يختصر هذا الصنف من مركبات الزئبق بوصفه الزئبق غير العضوي ويشمل ذلك معدن الزئبق نفسه.

يعد الزئبق عنصرا نادر اً قياسا إلى غيره من العناصر وانه يحتل المرتبة السادسة عشرة من بين العناصر الموجودة في الأرض واهم ترسباته هي تلك التي اكتشفت في إسبانيا وايطاليا والولايات المتحدة الأمريكية وكندا والمكسيك والبرازيل و البيرو والصين واليابان والاتحاد السوفييتي والمجر ويوغوسلافيا و ألمانيا. كما تعد خامات الزئبق في إسبانيا من اغني الخامات. تركيزا بالزئبق حيث قد تصل نسبته إل ى 10% في بعض الأحيان.

ورجوعا إلى بعض التقديرات فان 16 كيلومترا من سمك طبقة الأرض الخارجية فيه زئبق يشكل نسبة X107.2 – 6% وان في المحيطات كمية من الزئبق تساوي وفق أحدث تقدير خمسين مليون طن متري. أما في الهواء فالزئبق موجود بتركيز يساوي 2 – 5 نانو غرام في كل متر مكعب من الهواء)(النانو غرام

الواحد يساوي 10 – 9 من الغرام الواحد) و أكثر من ذلك أن الزئبق موجود في الماء وباقي المشروبات اليومية المعتادة بتركيز/ يتراوح بين 2-6 جزء بالبليون.
لقد عرف الزئبق واستعمل في أغراض شتي منذ الزمان القديم كما ذكرنا آنفا . واليوم للزئبق أكثر من ثلاثة ألاف استعمال معترف بها سواء للزئبق نفسه أو لمركباته ومشتقاته العضوية منها وغير العضوية. وان إجمالي إنتاج الزئبق في العالم اليوم يتجاوز العشرة ألاف طن في العام يستهلك منها ثلاثة ألاف طن سنويا في الولايات المتحدة الأمريكية نفسها. وان الاستهلاك الرئيس للزئبق هو في حقل التحضير الكهربائي لغاز الكلور (بالتحليل الكهربائي لمحلول ملح الطعام) والصودا الكاوية. كذلك يس تعمل لتحضير الكيماويات الزراعية والصيدلانية كعوامل مضادة للبكتريا ومواد محافظة علي مواد الزينة وصيانة شعر النساء، وكذلك في صناعة الورق وصيانة عجينة الورق، وفي تركيب الأصباغ، و الأجهزة الكهربائية، ومقاييس الحرارة والضغط، ويدخل في تركيب حشوة الأسنان، وفي عالم الكيمياء كعامل مساعد وكأقطاب كهربائية، وفي تحضير الملاغم المتنوعة. إن إنتاج الكلور والصودا الكاوية مثلا عملية تفكيك كهربائي تتطلب استهلاك مقادير هائلة من الزئبق كقطب كهربائي غير ثابت. فالمصنع الذي ينتج مائة طن من الكلور في اليوم يستخدم كمية من الزئبق تتراوح بين 75000 و 150000 باوندا. وفي التقدير أن مصنعا كهذا يسرب للبيئة ما يقرب من 45.0 باوند من الزئبق مقابل إنتاج طن واحد من الكلور. أو 000 1200 باوند زئبق في العام.
إن اغلب هذا الزئبق يجد طريقه إلى البحيرات ومجاري الأنهار، وكميات أخري تنتشر في الجو متعلقة بغاز الهيدروجين بحدود 20 – 30 ميل غرا م في كل متر مكعب من الهواء. إن الصودا الكاوية (وهي القاعدة المعروفة هيدروكسيد الصوديوم) المحضرة بالطريقة السالفة تحتفظ لنفسها بنسبة من الزئبق تبلغ خمسة اجزاء بالمليون. كما تم الكشف عن وجود الزئبق في مركبات أخري مثل كلوريدات الهايدروكاربونات وحامض ألخليك (الخل) و الكلايكولات Glycols وغاز ثاني أوكسيد الكربون و الأسمدة الكيميائية وحامض الكبريتيك وخامات السلفايد (يكون الكبريت فيها بالشكل الأيوني – s2) وفي فضلات العوامل المساعدة المستعملة في الصناعة كما في إنتاج كلوريد الفاينل Vinyl Chloride و الاسيت الدهايد Acetaldehyde كما أن الزئبق موجود في النفط الخام والفحم الحجري. فاستهلاك خمسمائة مليون طن من الفحم في العام الواحد يؤدي إلى إطلاق أربعمائة وخمسين طنا متريا من الزئبق إل ى البيئة . لا يتضمن هذا الرقم الزئبق الناتج من عمليات تكرير النفط الخام ولا من استهلاك نواتج التكرير التي قد تحتوي علي نسب عالية من الزئبق.

أهم مركبات الزئبق غير العضوية:

هي خلات الزئبق و أوكسيد الزئبق (الأحمر و الأصفر) ثنائي التكافؤ، و نتزات الزئبق و كلوريده آحادي التكافؤ. ويجري اليوم استعمال هذه المركبات الهامة في الزراعة كمبيدات ومطهرات ولمقاومة التعفن وفطريات الحبوب، كما تستخدم في الدور والحدائق في أغراض مماثلة. أما معدن الزئبق بشكله الحر فانه واحد من اشد العناصر سمية في مجال استخدامه للقضاء علي الحشرات الزراعية الضارة التي تنخر الحبوب والمحاصيل الأخرى وتتلفها. فالزئبق المعدني (Quicksilver تماما كما ورد في مسرحية هاملت لشكسبير). استخدم في الهند في تحفير الحبوب (القمح والشعير والرز وغيرها) وهي في حاويات مغلقة معزولة عن الهواء تقريبا.

سلوك الزئبق غير العضوي:

شكل بخار الزئبق وخليطه مع ذرات ودقائق الغبار والعوالق الهوائية الأخر ى احد المخاطر الجدية في دنيا الصناعة بوجه خاص. فهناك دليل علي أن هذا البخار يمتص من خلال الرئتين. وان عملية الامتصاص هذه تتضمن تأكسد الزئبق كعنصر حر وظهوره في الدم بالشكل الأيوني ومن ثم تجمعه في الكليتين كموقع أساس سلوك بخار عنصر الزئبق هذا يشابه تماما سلوك محلول كلوريد الزئبقيك (يكون الزئبق في هذا المركب غير العضوي ثنائي التكافؤ $HgCl_2$ اثر حقنة في مجري الدم . هذا ولقد وجد أن تأكسد عنصر الزئبق يتم في كريات الدم الحمراء أساسا، وفي باقي الأنسجة بشكل ثانوي .
كما أن تجارب أخر ى قد بينت أن تجمع الزئبق في الدماغ بعد تعريض بعض الحيوانات لأبخرته هي عملية مشابهة في النتائج لعملية حقن محلول نترات الزئبقيك في دم هذه الحيوانات.
وماذا يترتب علي حقيقة أن عنصر الزئبق إنما يتأكسد في كريات الدم الحمراء؟ الجواب خطير بقدر ما هو بسيط: استهلاك غاز الأوكسجين في غير وجهه الأمر الذي يؤدي حتما إل ى نقص الكمية التي تتطلبها الأفعال الحيوية في جسم الإنسان من هضم وتمثيل وحرق للفضلات وحركة عضلية وتفكير. وبقاء الفضلات بحد ذاته داخل الخلايا الحية يكفي لموتها بالتسمم اختناقا وحقيقة أخر ى تنبع من طبيعة عنصر الزئبق حيث انه يستطيع خرق جدران الخلايا والنفاذ من خلال أغشيتها الرقيقة بفضل عاملين اثنين: أولاهما قدرته علي الذوبان في الشحوم، و ثانيهما خلوه من الشحنات الكهربائية مما يجعله في منأى من عوامل التنافر الكهربائية

المعوقة للحركة الحرة. أما ايون الزئبق ثنائي التكافؤ (الزئبقيك) فانه شديد الميل للارتباط بزلال (بروتين) مصل الدم (البلازما) وزلال الكريات الحمر (الهيموغلوبين) عن طريق الاتصال بمجموعات SH المسماة S Groups Sulfhydryl والحاوية علي الكبريت

لقد أثبتت التحليلات أن تناول جرعات كبيرة من أملاح الزئبق غير العضوية ينتج عنه مستويات عالية من تجمع الزئبق في كل من الكل ى أولا والكبد بدرجة اقل، و يتساوي في ذلك الإنسان والحيوانات التي أجريت عليها التجارب. كما بينت التحليلات أن تحرر الدماغ والغدة الدرق يةو غدد التناسل الذكريات مما يتجمع فيها من زئبق يجري ببطء شديد الأمر الذي يؤدي إل ى تركزه في هذه الأعضاء علي مر الزمن.

هذا وعلي الرغم من أن أملاح الزئبق غير العضوية هي أكثر سمية و أشد خطرا من أملاح الزئبق العضوية، إلا أن بعض التجارب علي الفئران قد بينت أن ملح خلات فنيل الزئبق العضوي Phenyl mercury Acetate هو اشد سمية من ملح خلات الزئبق غير العضوي، وفسر ذلك في ضوء التفاوت الكبير في قابلية هذين النوعين من الأملاح علي المرور خلال الأمعاء بالامتصاص. فلقد وجد مثلا إن قدرة أمعاء الفأر و الإنسان علي امتصاص أملاح الزئبق غير العضوية لا تتجاوز 2% بينما تصل هذه النسبة ألى 90% أو أكثر في حالة الزئبق المثيلي Methyl mercury CH3 HG+ وهو ملح للزئبق عضوي كما مر مرارا ذكره.

وبشكل عام وجد أن تركيز الزئبق يتناقص في أجهزة الإنسان والحيوان مبتدئين بأعلى تركيز في الكلي ثم الكبد والدم ونخاع العظام والطحال والنسيج المخاطي في الأجزاء العليا من جهاز التنفس وجدران الأمعاء والجلد ثم غدد اللعاب فالقلب والعضلات و الدماغ و أخيرا في الرئتين. كما انه تمت البرهنة بالتجارب العملية أن اكبر تصريف للزئبق إنما يأخذ مجراه عن طريق الكليتين (أي يطرح مع البول) ومع عصارة الصفراء من الكبد وعن طريق غدد اللعاب (مع اللعاب) ومع الغائط. كما بينت تجارب أخر ى (64 – 66 في 5) أن التحول البايولوجي داخل الجسم الحي لمركب مثل كلوريد الزئبق المثيلي يلعب دورا مشهودا في تيسير عملية طرح الزئبق والتخلص منه ومن شروره ومخاطره.

فإذا تكسرت الآصرة التي تربط ذرة الزئبق بذرة الكربون في المركب آنف الذكر، فان الزئبق غير العضوي المتبقي سوف يجد الطريق أمامه يسيرا للطرح من خلال الجهاز الهضمي وقناته الهضمية كما وجد أن التحول البايولوجي Biotransformation لمركبات الزئبق علي الجدران الداخلية للزائدة الدودية (المصران الأعور) مسؤول عن وجود الزئبق غير العضوي في فضلات بطون البشر.

2. المركبات العضوية (الزئبق العضوي):

شهدت العقود الثلاثة الأخيرة اهتماما بمسألة أهمية و أبعاد خطر الزئبق ومشتقاته العضوية، ولاسيما الزئبق المثيلي، طالما انه ثبت أخيرا أن الأشكال المختلفة للزئبق التي تطرح في البيئة والجو المحيط تتحول إل ى الزئبق المثيلي (وهو مركب عضوي للزئبق) بفصل بعض الأحياء المجهرية الدقيقة Microorganisms لقد تمت دراسة الآثار الضارة للتلوث بالزئبق بشكل واسع ومعمق في الحالات التالية:

1 – في منطقة ميناماتافي اليابان: حيث تم الكشف عن حالة تخدر الجهاز العصبي المركزي أصيب بها 111 شخصا مات مزهم خمسة و أربعون ما بين عام 1953 و 1960،.

2 – في حادث نيغاتا في اليابان أيضا حيث عولجت ست وعشرين حالة تسمم بالزئبق مات خمسة مصابين من بين هذه الحالات.

ففيما يتعلق بحادث ميناماتا تم اكتشاف تسع عشرة حالة شلل العمود الفقري بين المواليد الجدد للآباء و الأمهات المصابين والمصابات في ذلك الحادث. ولا غرابة في هذا إذا علمنا أن بعض الباحثين (113 في 5) كان قد بين أن الزئبق المثيلي بالذات قادر علي العبور من خلال مشيمة الأمهات الحوامل إل ى أجنتهن أثناء فترة الحمل. ، كما أن فحوصات كريات الدم الحمراء قد بينت أن تركيز الزئبق في كريات الأجنة يتفوق بمقدار 28% علي تركيزه في كريات دم الأمهات.

لقد قدر العمر النصفي البايولوجي للزئبق المثيلي في الإنسان بحوالي سبعين يوما (73 + 3) لكن المشكلة هي في مقاومته للتحول في الطبيعة خارج حدود جسم الإنسان، وفي بقائه سمي الطبيعة لمدة طويلة هذه هي المشكلة، وهي تختلف عن حالة المواد المشعة ذوات الأعمار النصفية القصيرة حيث أنها تتحول بسرعة إل ى عناصر آو مركبات مستقرة أي ليست مشعة وبالتالي لا تحمل أي خطر لأي كائن سواء أكان بشراً أو حيواناً أو نباتاً.

لعل من الطريف معرفة أن السويد كانت هي السباقة في إيلاء موضوع تلوث البيئة بالزئبق هذا الاهتمام والمتابعة المعروفان اليوم. ونتيجة لذلك كشف النقاب عن مصادر الزئبق الملوث للزراعة والصناعة وعلاقة هذا الزئبق بآثاره التي وجدت في الأسماك وباقي الحيوانات البرية المدجنة منها وغير المدجنة والتي يتخذها الإنسان غذاء. كما تم العثور علي الزئبق في أطعمة أخر ى غير الأسماك في كل من الولايات المتحدة الأمريكية والمملكة المتحدة وكندا. فلقد بينت دراسات أجريت في هذه البلدان عل ى اثني عشر صنفا من طعام الإنسان المألوف وجود الزئبق فيها بمقدار لا يتجاوز 02% جزء بالمليون. علما أن متوسط التناول اليومي

للزئبق في الولايات المتحد ة الأمريكية علي سبيل المثال هو بحدود 25 مايكروغرام تدخل جسم الإنسان بالطرق المألوفة مع الطعام أو الشراب أو الهواء.
رغم أن الزئبق المثيلي قد طغي علي ما عداه من مركبات الزئبق العضوية الأخري، فلقد أجريت الدراسات علي التأثيرات التناسلية، لمركبات غير عضوية أخر ى للزئبق وكانت ذبابة دروسو فيلا Drosophila Melanogaster وبذور التفاح من بين المواضيع التي اختيرت لدراسة التأثيرات الوراثية والتناسلية عليها، إذ كان التركيز علي الطفرات الوراثية والتغيرات الشاذة التي تطرأ علي سليقة السلالة أو النوع. كما تركزت دراسات أخر ى علي التأثيرات غير التناسلية لمركب هايدروكسيد فنيل الزئبق و نترات فتيل الزئبق علي بعض النباتات المزهرة.
و إذا رجعنا ثانية لحادث شواطئ مدينة ميناماتا اليابانية نجد أن التسمم في الأصل كان ناتجا عن كلوريد الزئبق المثيلي Methyl mercuric Chloride CH3HGC1 الذي تكون في الطين و الوحول وباقي النفايات التي يطرحها بشكل دوري مصنع يستخدم اوكسيد الزئبق مع حامض الكبريتيك كعامل مساعد في صناعة مركب الاسيت الدهايد. هذه الوحول و الفضلات المطروحة في شاط ىء ميناماتا تسرب الزئبق العضوي فيها إلى المياه ومن ثم تركز في الأسماك والمحار. كما يسود الاعتقاد اليوم أن ثمة مصدر ثان للزئبق العضوي في مياه ميناماتا، ألا وهو كلوريد الزئبقيك HGCI2 الموظف كعامل مساعد في إنتاج مركب كلوريد الفانيل Vinyl Chloride فلقد وجد أن مرض ميناماتا قد ازداد انتشارا مع الزيادة في إنتاج كلوريد الفانيل مما حدا بالسلطات المسؤولة أل ى اتخاذ قرار منع صيد السمك في تلك السواحل. وكانت تلك السلطات علي حق فلقد ظهر عام 1960 إن إنتاج عشرين ألف طن من مادة كلوريد الفانيل في مصانع ميناماتا كسبب في تسرب ألف كيلو غرا م من الزئبق إل ى الوسط المحيط والبيئة.
لقد بات الآن من الجلي انه وان كانت تراكيز الزئبق المثيلي واطئة المستويات فان في وسع هذا المركب أن يتراكم بالتدريج في السمك مع مرور الوقت ولعل هذا هو تفسير الظاهرة المسماة اليوم بمرض ميناماتا (الحالات التي تشابه في أعراضها إصابات شاط ىء ميناماتا اليابانية) واهم أعراضها كما مر سابقا خدر الجهاز العصبي المركزي وشلل العمود الفقري. فكل إصابة من هذا النوع تسمي مرض ميناماتا بصرف النظر عن زمانها ومكانها. أما في الأنهار العذبة فيحصل تراكم الزئبق أساسا في الطحالب و الاشنات و البلانكتون التي تعتبر غذاء ممتازا لأسماك النهر وبالتالي ينتقل الزئبق إلى هذه الأسماك ومن ثم إلى الإنسان.

استعمالاته :

دخل الزئبق ومركباته في العديد من الاستخدامات، حيث يستعمل في المجالات الصناعية من مثل إنتاج مواد (كغاز الكلور وصناعات الورق) و الكهربائية (كالمصابيح والبطاريات) والكيماوية مثل (صناعات الأصباغ وغيرها) والصيدلانيةمثل (صناعة بعض العقاقير) والطبية مثل استعماله في (صنع حشوات الأسنان) والعلمية مثل (إنتاج المحاليل) وكذلك إنتـــاج مبيدات الفطريات. الطبية والعلاجية التراثية أو الشعبية. وقد ثبت اليوم عدم صحة الكثير من طرق استخداماته التقليدية وخطرها على الصحة.

طرق إنتاجه:

يتم الحصول على الزئبق من خام السنابار حيث يجهز أولاً ثم يركز بواسطة الغسل والتعويم، وعند الانتهاء من تهيئة الخام فإنه يحمص وذلك بتعريضه لتيار من الهواء عند درجة حرارة معينة، فيتأكسد وينتج الزئبق على هيئة بخار حيث يتم تكثفه. ويمكن أن يستخدم الحديد أو أكسيد الكالسيوم بدلاً من الهواء وذلك لإجراء عملية التحميص.
يخضع الزئبق المنتج بعد ذلك لعمليات تنقية بواسطة حـامض النيتروجين أو بعض الأحماض الأخرى. وأثناء تلك العمليات فإن الهواء المصاحب يخرج على هيئة فقاعات، ويمكن تنقية الزئبق باستخدام طرق أخرى كالتقطير حيث تصل نقاوته إلى 99.9% .
ويمـــكن الكشف عن الزئبق بتسخين المادة المشتبه في احتوائها على الزئبق باستعمال كربونات الصوديوم اللامائية في وعـــاء زجاجي صغير وفي حالة احتواء تلك المـــادة على الزئبق فإنه يتـــكثف على شـــكل قطرات كروية .

طرق التعرض للزئبق:

يتم التعرض للزئبق عن طريق تناول بعض الوجبات التي تحتوي على الزئبق حتى وإن كانت كمية الزئبق الموجودة بها ضئيلة كالأطعمة التي تنمو في ظروف طبيعية. فاللحوم المستهلكة على سبيل المثال تحتوى على معدل أقل من 0.01 جزء من مليون من الزئبق. أما الأسماك فتحتوى على ضعف النسبة أي ما يعادل 0.002 جزء من مليون والخضروات على 0.005 جزء من مليون، وتحتوى بعض الطحالب على أكثر من مائة ضعف ما يحتويه ماء البحر من الزئبق، فعندما تتغذى الأسماك على تلك الطحالب فإنها تقوم بتركيز الزئبق في أجسامها بشكل أكبر، ومن ثم تصل إلى الإنسان عن طريق تناول الأسماك الملوثة بالزئبق فيتم تركيز الزئبق في جسم الإنسان مسببة أعراض التسمم. كما يتم تعرض الإنسان للزئبق عن طريق الهواء الجوي، وذلك عند حرق بعض المواد المستخدمة لأغراض الوقود كالفحم والنفط التي تحتوي على نسب كبيرة من الزئبق، بالإضافة إلى أن مركبات الزئبق العضوية تستخدم بشكل واسع كمبيدات للفطريات والحشرات في مجال الزراعة. والجدير بالذكر أن الزئبق في حالته العضوية يعد الملوث الأكثر بين مركبات الزئبق الأخرى وبذلك يشكل خطورة كبيرة على صحة الإنسان نظراً لشدة تطايره، كما أن مركبات الزئبق غير العضوية عند اختلاطها بالماء تتحول إلى مركبات زئبقية ضوية. يتم انتقال الزئبق إلى الهواء الجوي عن طريق الملوثات الصناعية، كما أن التربة وما تحتويه من ملوثات ومخلفات صناعية تفرغ ما تحتويه في المياه السطحية أو الجوفية، حيث تتحلل مركبات الزئبق إلى عناصر أو أيونات الزئبقيك أو أيونات الزئبقوز. يتم تخزين مركبات الزئبق عن طريق التصاقها بالرسوبيات، حيث تتحرر كميات قليلة جداً من أحادي وثنائي ميثيل الزئبق إلى الماء بواسطة الميكروبات ، ومن ثم تمتص من قبل الأسماك وتتركز حتى مستويات عالية.

يبلغ الحد الأقصى المسموح به لمركبات الزئبق العضوية 0.01 ملجم/م3في الهواء. عندما يتم استنشاق تلك المواد أو امتصاصها عبر الجلد فإنها تؤدي إلى عدم انتظام أداء الجهاز العصبي وحدوث رعشة بالإضافة إلى صعوبة في النطق وضيق في مجال الرؤيا أو ما يسمى بالرؤيا النفقية.

ويمكن أن يمتص جسم الإنسان الزئبق من خلال عدة قنوات كالجلد والرئة وبعد الامتصاص ينتقل مع الدم من خلال الدورة الدموية ثم تقوم بعض الأعضاء كالكبد والكلى والعظام بتخزينة، وعند التعرض لأبخرة الزئبق فإنه يحدث جفاف في الحلق والفم، وقد يؤدي إلى التهاب في الفم واللثة وسقوط الأسنان والرعشة، كما يحتمل حدوث اضطرابات عقلية.

وتشكـــل مشتقات الزئبق القاعدية خطورة من نوع خاص حيث إن هذه المواد لديها القابلية للتراكم في المخ مما قد يحدث أضراراً بالغة بخلايا الدماغ. أما مركبات الزئبق الأخرى فإنها تسبب اضطرابات خطيرة للجهاز الهضمي والبولي والقلب عند التعرض إلى تركيز أعلى من 0.5 جم.

فوائد الزئبق:

يعد الزئبق مذيباً جيداً لبعض الفلزات كالذهب والفضة والبلاتين والنحاس واليورانيوم والرصاص والصوديوم والبوتاسيوم.

وتستخدم أملاح الزئبق كمواد محفزة، فعلى سبيل المثال تستخدم كبريتات الزئبق كمادة محفزة في عملية أكسدة النفثالين إلى حامض النفثالات وفي تسريع تحويل الأسيتلين إلى الأسيتالدهيد .

وان الاستهلاك الرئيسي للزئبق هو في حقل التحضير الكهربائي لغاز الكلور (بالتحليل الكهربائي لمحلول ملح الطعام) والصودا الكاوية. كذلك يتسعمل لتحضير الكيماويات الزراعية والصيدلانية كعوامل مضادة للبكتريا ومواد محافظة علي مواد الزينة وصيانة شعر النساء، وكذلك في صناعة الورق وصيانة عجينة الورق، وفي

تركيب الأصباغ، وللأجهزة الكهربائية، ومقاييس الحرارة والضغط، ويدخل في تركيب حشوة الأسنان، وفي عالم الكيمياء كعامل مساعد وكأقطاب كهربائية، وفي تحضير الملاغم المتنوعة.
و يستخدم كفلز سائل في صناعة التيرمومترات وفي صناعة الحساسات الحرارية واستخلاص المعادن النفيسة .. وتستخدم محاليل أملاحه كناقل للتيار الكهربائي.. وتدخل في صناعة المبيدات الحشرية.

ومما يثير التساؤل؟؟؟!!!! وجود آثار من الزئبق المثيلي في سمك بحار ومناطق جد نائية عن مصادر التلوث بالزئبق كالمحيط الهندي والمحيط الهادي وبحر بيرنغ والساحل الإفريقي.
وقد فسر هذا الأمر إما بقدرة الأسماك علي الهجرة البعيدة المترامية الأطراف إذ يمكنها الاقتراب والعيش ولو لفترة من الزمن في المياه الملوثة أو بالقرب من مصبات الأنهار الآسيوية والإفريقية والأوروبية الشهيرة التي تنقل تصاريف مياه المعامل والمصانع الكبرى الواقعة علي ضفافها، أو إن الزئبق موجود أصلا في قيعان وصخور وترسبات المحيطات والبحار البعيدة عن مصادر الزئبق.
وإذا كان الزئبق المثيلي هو الشكل السائد وجوده في الأسماك والإنسان فذاك بسبب قدرة بعض الأحياء المجهرية علي تحويل الأشكال الأخري للزئبق إلى هذا الشكل العضوي ذي الخصائص المتفردة. واحدي هذه الخصائص قدرته علي الارتباط بأغشية الخلايا العصبية واختزال محتوي الحامض النووي RNA في هذه الخلايا وخاصة خلايا المخيخ وجذور العقد العصبية الظهرية. كما أن الزئبق المثيلي قد وجد في شعر رؤوس ضحايا ظاهرة مرض مينماتا أينما كانوا وخاصة صيادي الأسماك الفرنسيين علي سواحل المتوسط.
وأكثر من هذا فالزئبق المثيلي موجود حتى في شعور رؤوس أناس لم يتعاملوا قط مع الزئبق موجود في شعورهم بصرف النظر عن الجنس والعمر والوظيفة وان كانت مقاديره اقل من تلك الموجودة في ضحايا مرض مينماتا. وكما كان متوقعا فلقد وجد مركب الزئبق العضوي فنيل الزئبق Phenyl mercury في أوراق نباتات الرز التي رشت ببخار هذا المركب في طور من أطوار نموها كعامل مضاد للحشرات. ووجد كذلك في حبات الرز ذاتها.

*** فنستنتج من ذلك أن التلوث لا يكون تأثير خطره بالمكان الذي يرمى به أو ينتج عنه فقط بل ويمتد لأماكن بعيدة لا نتوقعها**

ومن أضرار ومخاطر التعرض الزئبق:

1. مقدرته الكبيرة على قتل الخلايا الحية (CYTOTOXIC).
2. سهولة تراكمه في خلايا الدماغ والأعصاب مسبباً تدمير تلك الخلايا و اضطرابات بالجهاز العصبي.
3. يضر ويضعف من الجهاز المناعي للإنسان (IMMUNOTOXIC) فينتج عن ذلك أمراض الحساسية والربو و إضعاف الخلايا البيضاوية المتعادلة ذات الفعالية الكبيرة في صد غزوات الميكروبات الغازية.
4. الأضرار والتسمم للنفرونات الكلى (NEPHROTOXIC) المسؤولة عن تصفيات الدم من السموم.
5. إنتقال الزئبق أو مشتقاته عبر المشيمة يسبب في أضرار كبيرة للجنين كتناقص مقدرة الدم على نقل الأوكسجين والمواد الغذائية والفيتامينات و المعادن الأساسية والتي تسبب في تشوهات وإعاقات ذهنية له.
6. تعرض المرآة الحامل للتلوث بالزئبق يؤثر في نمو الخلايا العصبية لدى الجنين مسببه في عدم توازن الدماغ.
7. التسبب في اضطراب للهرمونات وبعض الغدد الصماء (EMDOCRINE SYSTEM).
8. يسبب الضرر للجهاز التناسلي الذكري من اختلافات في الحمض النووي يؤدي إلى تشوهات للحيوانات المنوية ونقص العدد وضعف الحركة.
9. يسبب الزئبق اضطراب هرموني لدى الذكور لخواصه ولتأثيراته المشابه للهرمون الأنثوي وهو الأستروجين.
10. تسبب أضرار للقلب والأوعية الدموية وزيادة في عدد كريات الدم الحمراء وزيادة في ضغط الدم.
11. يمنع تصنيع بعض المركبات الأساسية اللازمة لخلايا الجسم مسببا أضرار بالكيمياء الحيوية على مستوى الخلية فتتغير تركيبة البروتين المصنع أو مسببا حدوث خلل في نقل بعض المركبات كالكالسيوم.

12. الزئبق قد يسبب تلف الخلايا الطلائية للمعدة فيؤدي إلى فقد الطبقة الحامية فيسهل اختراقه ببعض الميكروبات مثل (HELICOBACTER PYLORI) أحد مسببات قرحة المعدة (STOMACH ULCER).

13. يسبب حساسية مثل الطفح الجلدى، ويسبب أيضاً الشعور بالإرهاق و الإصابة بالصداع .
14. ضمور في خلايا المخ وبالتالي خلل في الوظائف والخلل في وظائف المخ وكفاءته يؤدى إلى تدهور القدرات التعليمية، تغير في الشخصية، تغير في الرؤية، فقدان الذاكرة ، عدم تناسق العضلات.
15. اضطرابات الصفات الوراثية، والكروموسومات حيث يسبب ضمور الكروموسومات تسبب البلاهة المُغلية (Mongolism) وهى بلاهة خلقية يكون الطفل المصاب بها عند ولادته منحرف العينين، مسطح الجمجمة، عريض اليدين، قصير الأصابع.
16. التسمم بالزئبق من الأطعمة نادر الحدوث، والمتسبب فيه دائماً البيئة الملوثة به.
17. كشفت دراسة علمية حديثة أن انخفاض مستوى الذكاء بسبب تعرض المواليد لمادة الزئبق أثناءالحمل.

ه نالك مصادر متفرقة تساهم فى تلويث البيئة بالزئبق منها:

1 ـ بقايا وحطام بعض الأجهزة كالمحاري ر وأجهزة قياس الضغط والأنابيب الضوئية ذات التألق الوهاج Fluorescent Tubes ومصابيح الزئبق والبطاريات.
2 ـ فضلات المستشفيات والمختبرات وعيادات طب الأسنان.
3 ـ معالجة واستعمال بعض المواد الخام الحاوية علي الزئبق كالكاربون والطباشير والفوسفات.
4 ـ استخدام بعض مركبات الزئبق للحيلولة دون تعفن الملابس من قبل أصحاب محلات غسيل وتنظيف الملابس.
5 ـ صناعة الأصباغ وطلاءات الجدران وبقاياها ومواد إضافية يدخل الزئبق في تركيبها لمنع نمو العفن الفطري في هذه الاطلية والأصباغ.
6 ـ وأخيرا تنقية وتقطير الزئبق نفسه.

طرق المعالجة من الزئبق:

تعتمد معالجة حالات التسمم بالزئبق على عدة عوامل تشمل معرفة نوعية المركب الزئبقي ومدة التعرض والكمية التي تم التعرض لها، وإجمالاً يمكن إتباع الخطوات الأساسية التالية لإسعاف الحالة:

- نقل الشخص من مصدر التلوث وإيقاف جميع مصادر مركبات الزئبق
- قياس غازات الدم، وإعطاء الأكسجين في حالة نقصه
- عمل أشعة إكس للصدر للشخص المصاب للتأكد من سلامة جهازه التنفسي من وجود مركبات الزئبق
- فحص عينة دم الشخص المصاب لمعرفة كمية تركيز الزئبق بالدم
- إعطاء بعض المركبات التي لها القدرة على الالتصاق بالزئبق ومنع المزيد من امتصاصه مثل حامض الـ DMPS.
- عمل غسيل الدم في حالة التعرض لكميات عالية من الزئبق لشخص يعاني من قصور في وظائف الكلى.

إجراءات السلامة والوقاية :

ما تم ذكره من بيان خطورة الزئبق ومركباته وأبخرته على صحة البيئة وخاصة صحة الإنسان، يؤكد على ضرورة اتخاذ إجراءات وقائية، على النحو التالي:

- التعامل مع الزئبق ومركباته بحذر شديد، فعند نقله يجب أن تكون الحاويات التي يوضع بها محكمة الإغلاق .
- ينبغي التأكد من نظافة الأجهزة والملابس والأيدي وغيرها وخلوها من بقايا الزئبق أو مركباته.
- عند حدوث انسكاب للزئبق أو مركباته ينبغي أن يزال فوراً، وذلك باستخدام مسحوق الكبريت أو هيدروكسيد الكالسيوم، أو برشه بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم.
- يجب مراقبة تركيز الزئبق في الهواء وذلك داخل المختبرات حيث تكمن الخطورة في أن الضغط البخاري للزئبق عند درجة حرارة الغرفة مرتفع مما يؤدي إلى تبخر كميات من الزئبق بسهولة، كذلك فإن التعرض الطويل للزئبق قد يؤدي إلى تراكمها في الجسم، حتى وإن كان التركيز الذي تم التعرض له ضئيلاً.
- يمكن تقدير ومراقبة الزئبق في الهواء المحيط بواسطة القياس المباشر للتركيز، وذلك كجزء لكل مليون وذلك باستخدام جهاز بسيط يعتمد على قياس الامتصاص الضوئي.
- الفحص الروتيني للعاملين المشتبه بتعرضهم للزئبق ومركباته عن طريق التحليل المخبري لعينة البول.

ثانياً:الرصاص.. (Pb):

وهو فلز رمادي اللون ثقيل قابل للطرق والسحب تبلغ كثافته(11.34غرام/سم المكعب) وينصهر في درجة (328مئوي) ويغلي مصهوره في درجة (1751مئوي) ويوجد في الطبيعة بنسبة(10-30×1.6) من وزن القشرة الأرضية ووزنه الذري (207.2) ورقمه الذري (82) وهو يعتبر من فئة المعادن الخطرة الملوثة للبيئة أي لها آثار سلبية على البيئة فهو يعد واحد من أربع معادن تمثل الخطورة القصوى على صحة الإنسان.

استعماله في الصناعة :

الرصاص معدن لين، وله استخداماته الواسعة والمتعددة. فقد تم استخدامه منذ 5000 سنة قبل الميلاد فى الكابلات ومواسير المياه، وأيضاً فى دهانات الحوائط والمبيدات الحشرية

يدخل الرصاص في صناعة البطاريات وصناعة مجمعات الرصاص الكهربائية و أعمال الطلاء والتغليف بالرصاص واللحام وصناعة المطاط وفي صناعة النفط مثل(رابع اثيلات الرصاص) الذي يضاف إلى البنزين في عملية تحسين نوعية البنزين لوقود السيارات أثناء عملية تكرير النفط.

وقد لوحظت زيادته باستمرار نتيجة لاحتراق العديد من وقود المركبات

حيث يستخدم معدن الرصاص على هيئة معدن فلزي في السبائك المعدنية والطلاء المعدني وفي صناعة الذخيرة وتستخدم برادته في صناعة الأحبار والصهر الخشن..

كما تستخدم أملاح الرصاص في الصناعات البلاستيكية كعامل حافز وتستخدم في بطاريات السيارات.. وكسموم للقوارض.. وتستخدم معقداته العضوية مثل رابع إيثيل الرصاص كمادة مضافة للوقود لزيادة عدد الأوكتان..

5-ويوجد الرصاص في الكثير من الأدوات التي تستخدم في الحياة اليومية فقد وجد في التربة والمبيدات الحشرية وماء الشرب وكذلك في أواني الطبخ المصنوعة من المينا، بالإضافة إلى الأواني

الفخارية المزججة والعلب الصلبة المستخدمة لتعليب الطعام والشراب ، كما وجد في الأصباغ المستخدمة لطلاء الألعاب والأثاث والمنازل.
وعلى الرغم من منع تداول هذه النوعية من الأصباغ في عام 1978 في الكثير من دول العالم المتطور، فإنه ما زال يستخدم في بعض الدول لطلاء الأسطح الخارجية.
ويعتبر الرصاص من ضمن أكثر المعادن الملوثات خطورة، وخطورته تأتي في تواجده في كل ما يحيط بنا كالأبخرة، وسوائل الطلاء وحبر الطباعة وتأثيراته على المدى الطويل مهلكة جداً وهنالك عدة دراسات ركزت على الرصاص وخاصة في الصناعات التي يدخل فيها عنصر الرصاص مثل صناعة النظائد (بطاريات) السيارات، وتأثيراته واضحة جداً في تسببه العقم عند الرجال وزيادة التشوهات في الأجنة.

أخطار التعرض للرصاص:

لا يساهم الرصاص فى قيام الجسم بأي من وظائفه، لكنه يضر الإنسان إذا تم تناوله من خلال الأطعمة والهواء والماء.....

1-تعتبر المأكولات البحرية من المصادر المهمة التي يمكن أن تنقل الرصاص إلى الجسم البشري، فتسبب له ما يعرف بالتسمم الرصاصي. ويأتي الرصاص إلى المأكولات البحرية نتيجة التلوث النفطي البحري، إذ يعتبر هذا التلوث مصدراً من مصادر التلوث بالمعادن الثقيلة الرصاص إلى جانب مواد مسرطنة أخرى.

2- المشكلة الثانية لقضايا الصحة الرئيسية هي تلوث ماء الشرب بمعدن الرصاص، وطبقاً لوكالة حماية البيئة تحتوي مياه الشرب الخاصة بأكثر من 40 مليون أمريكي على مستويات عالية من الرصاص والتي قد تسبب تلفاً خطيراً في الأعصاب والدماغ والكليتين والأعضاء الأخرى، ويتلوث الماء بالرصاص بسبب تآكل أنابيب المياه القديمة أو ربما بسبائك اللحام المصنوعة من الرصاص، وعلى الناس الذين كانت أنابيب المياه الموصلة بمنازلهم مصنوعة من الرصاص أو ملحمة بسبائك الرصاص أن يختبروا نسبة الرصاص في مياه الشرب حيث يتخلل الرصاص فى مياه الشرب من خلال صدأ مواسير المياه، وهذا يحدث عندما تصبح المياه حمضية بدرجة قليلة .. لذا فإن نظم معالجة المياه العامة تخضع لتنفيذ تعديلات خاصة **بدرجة الحمضية (Ph)** (الـــ "بى.إتش"، هو مقياس لقلوية أو حمضية التربة، وقياس الـــ "بى.إتش" مابين 1–14، و يأتي الرقم (7) ليكون الرقم المحايد الذي يُحدد به إما قلوية أو حمضية التربة. و أي رقم تحت (7) تعتبر التربة حمضية و أي رقم فوق (7) تعتبر التربة قلوية) فى الماء لتخدم أغراض الشرب.

.

3- يعتبر المصدر الثاني لتلوث الجو والبيئة بالرصاص والذي يتم عن طرق طبيعية ونشاطات بشرية حيث تقدر كمية الرصاص الذي ينطلق إلى البيئة سنوياً من مصادر طبيعية على المستوى العالمي بنحو 24700 طن.
وذلك بسبب عوادم السيارات في الدول التي ما زالت تستخدم البنزين المحتوي على الرصاص حيث تقدر كمية الرصاص التي تطلق نتيجة لنشاطات الإنسان بنحو 450 ألف طن سنويا، منها نحو 60% ناتجة عن احتراق البنزين المحتوي على الرصاص. وقد انخفضت هذه النسبة في السنوات الأخيرة نتيجة تزايد عدد الدول التي تستخدم البنزين الخالي من الرصاص.حيث يتسبب استنشاق الدخان بالتسمم بأبخرة الرصاص، حيث ترتبط ذرات الرصاص ببروتين خلايا الجسم وينتج عن ذلك مركب ثابت غير قابل للطرد خارج الجسم، مما يؤدي إلى تراكم هذا المركب بشكل يزيد على الحد المسموح به عالمياً، مما يؤثر في نشاط أنزيم خاص يؤثر بدوره في تكوين مادة هيموجلوبين الدم، وبالتالي قد تحدث تغييرات كيميائية خطرة في تركيب الدم.

4-تجمع التقارير والأبحاث العلمية العالمية على خطورة التسمم بالرصاص، حيث أن الجمجمة وبعض أجزاء الجسم الصلبة تعتبر المركز الرئيسي لنسبة كبيرة من مركبات الرصاص في جسم الإنسان في حال التعرض لكميات من الرصاص على فترات طويلة. وهذه التراكيز المتجمعة من مادة الرصاص في جسم الإنسان تؤدي إلى تحلل الأنسجة الدقيقة المحيطة بالمخ مما يسبب تلفاً كبيراً في خلاياه، إلى جانب زيادة إمكانية الإصابة ببعض الأمراض السرطانية.

5- أشارت الدراسات العالمية إلى أن تراكم أو ترسيب مركبات الرصاص في نخاع العظام يؤدي إلى إرباك عمل الجهاز العصبي فهو يعتبر ملوثاً خطيراً للجهاز العصبي.. يسمى علمياً accumulative poison أي سم تراكمي يتراكم في الدماغ حيث له تأثير كبير في تدني مستوى الذكاء والقدرة على الإدراك و الخرف المبكر

والطفرات الجينية المسببة لتشوه الأجنة والسرطان كما أن هذه المركبات تؤدي إلى نقص كريات الدم الحمر، وإيقاف الكثير من العمليات الأنزيمية المهمة، والإصابة بداء النقرس.

6- تعرض الأطفال للتسمم بالرصاص يؤثر بشكل كبير في نسبة ذكائهم، كما يؤثر في الحالة العقلية بتخلف عقلي. وقد أشارت دراسات عالمية معتمدة من قبل منظمة الصحة العالمية أجريت على أطفال متخلين عقلياً إلى أن دماء نسبة كبيرة من هؤلاء الأطفال تحتوي على نسبة عالية من الرصاص.
وهناك دراسات أخرى أكدت وجود علاقة بين تشوهات الأطفال وتعرض النساء الحوامل لجرعات كبيرة من الرصاص أثناء فترة الحمل، مما يؤدي إلى ولادة أطفال ناقصي الوزن وذوي مقدرة محدودة وقليلة للاستجابة للمؤثرات البصرية والصوتية ويعانون من سوء التوافق والتنسيق في حركة الأطراف وبعض أعضاء الجسم.
وبنيت الدراسة على التأثيرات السلبية للامتصاص المزمن لمادة الرصاص لدى الأطفال بشكل خاص(منها فقر الدم ، إضافة إلى تأثيره السلبي في مستوى التركيز والسلوك والذكاء والتحصيل الدراسي).
وعادة ما يحدث ذلك عن طريق الجهازين التنفسي والهضمي. وتعتبر المياه والهواء والطعام الملوث بهذه المادة من أهم مصادره. ولأن شعر الإنسان تتجمع فيه الملوثات، خاصة الرصاص، فإن دراسة عينات من الشعر تعد من أهم الأساليب المستخدمة للكشف عن التلوث بالمعادن والتقصي الوبائي، بالإضافة إلى ذلك فهو مؤشر لدراسة الامتصاص المزمن لفترات سابقة قد تمتد إلى اشهر حسب طول الشعر. ووجد أيضا بأن هنالك علاقة ما بين نسبة الرصاص في الشعر ونسبة تخزينه في العظام.

طرق التعرض للرصاص:

يدخل الرصاص جسم الإنسان من العناصر التالية: 65% من الطعام، 20% من الماء، و15% من الهواء. الأطعمة مثل الفاكهة والخضراوات واللحوم والحبوب وفواكه البحر، والمشروبات غير المسكرة والنبيذ تحتوى على نسب كبيرة من الرصاص كما أن السجائر التي يدخنها الإنسان تحتوى أيضاً على كميات صغيرة من الرصاص ومن المعلوم أن الرصاص عندما يدخل عن طريق الفم يطرد غالبا مع البراز أما الجزء الممتص منه فيذهب للكبد الذي يعيده ثانية إلى الأمعاء عن طريق السائل المراري (الصفراء) هذا بالنسبة للرصاص الذي يدخل عن طريق الجهاز الهضمي أما الرصاص الذي يدخل عن طريق الشعب الهوائية فيدخل إلى الدم وبالتالي لا يمر خلال الكبد ولذا إن المقادير الممتصة الضئيلة قد تسبب أعراض التسمم وفي الصناعة نجد أن التسمم بالرصاص ينتج غالبا أو دائما عن استنشاق الأتربة و الأبخرة المحتوية على الرصاص ؛ ويجب أن يوضع في عين الاعتبار دائما أن مركبات الرصاص الغير عضوي لا تمتص عن طريق الجلد .
أما مركبات الرصاص العضوية مثل رابع اثيلات الرصاص يمتص سريعا داخل الجسم كله .
ويتوقف ظهور أعراض التسمم والمرض على مقدار استجابة الشخص لهذا المركب على المدة بين امتصاصه و إخراجه فحينما يكون الامتصاص بطيئا ومستمرا لفترة طويلة فيرسب الرصاص في الأنسجة العظمية على هيئة ثالث فوسفات الرصاص غير قابل للذوبان وبذلك لا يسبب أعراضا تذكر.

أعراض التسمم:

1- الإمساك وتحبب كريات الدم الحمراء .
2- ظهور خط أزرق على اللثة ووجوده في البول.
3- إانخفاض في نسبة هيموجلوبين الدم.
4- مغص أو شلل أو فقر الدم و أعراض عصبية وهذا المغص يكون معويا وبصورة إمساك لعدة أيام .
5- إحساس بألم حول أو تحت السرة .
6- إحساس ببرودة أو شحوب اللون وتصبب العرق مع قيئ عند بدء المغص.
ومع أن جميع أعضاء الجسم تحتوي على نسب من الرصاص إلا أن (90%) منه يتجمع في العظام ويحتوي الدم على (1%) فقط حيث يزيد ارتفاع نسبة الرصاص في الدم عند التعرض إليه و أفضل الطرق للكشف عنه هي تحليل الدم وذالك لسهولة أخذ عينات الدم من الجسم و تؤخذ عينات من الأظافر أحيانا ولكن على نطاق محدد أومن الشعر على وجه الخصوص وذالك لأن لون الشعر وعمر الشخص يلعبان دورا هاما في تحديد نسبة الرصاص في الجسم أثناء عمليات التحليل.

فللرصاص موجود بجسم الإنسان بدرجة ضئيلة لهدا يجب أن نميز بين امتصاص الجسم للرصاص والتسمم به .

– مساوىء الرصاص على صحة الإنسان (باختصار):

– إحداث اضطراب فى التركيب الحيوي للهيموجلوبين وإصابة الإنسان بالأنيميا.

– ارتفاع فى ضغط الدم.
– ضمور فى أنسجة الكلى.
– إجهاض أو إجهاض منذر.
– اضطراب أو اعتلال فى الجهاز العصبى.
– تلف فى 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.
– يصل الرصاص إلى الجنين من خلال المشيمة، مما يسبب له ضمور فى الجهاز العصبى والمخ.
– أما التسمم من الأطعمة المتواجد فيها نادراً للغاية ويأتي من تلوث البيئة.

ثالثاً: الكروم (Chromium)-(cr)-:

فلز ابيض فضي هش صلب ويستخدم حوالي (45%) من إنتاجه العالمي في صناعة السبائك وحولي (40%)منه في العمليات الإنشائية و(15%) في الأغراض الكيميائية وزنه الذري (25)ورقمه الذري (24).

طرق التعرض للكروم:

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، إلا أن مياه الآبار الملوثة به تحتوى على "الكروم 6".
معظم ما يتناوله الفرد من هذا المعدن من خلال الأطعمة هو "الكروم 3"، 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 تركيزا ته قد ترتفع.
هذا النوع من الكروم هام لصحة الإنسان، وعدم حصول الإنسان على القدر الكافي منه يسبب اضطرابات للقلب، اضطرابات فى عملية الأيض (التمثيل الغذائي)، الإصابة بالسكر. والكميات الزائدة منه تسبب اضطرابات صحية أيضاً مثل الطفح الجلدى.
الكروم "6" ضار لصحة الإنسان ويمثل خطورة على الأشخاص التي تعمل فى مجال صناعة الصلب والمنسوجات.
أما الأشخاص التي تدخن التبغ تتعرض لنسب كبيرة من معدن الكروم، وعند استخدامه فى الجلود قد يكون هناك رد فعل من الحساسية عند بعض الأشخاص مثل الطفح الجلدى. كما أن تنفسه يسبب اهتياج للأنف ونزيف منها.

أعراض التسمم به:

التهاب الجلد في اليدين و الأذرع والوجه والصدر وتبدأ هذه الالتهابات فجأة وبعد مضي 6 اشهر وفي الحالات الشديدة يصبح الوجه شديد الاحتقان متورما ويشعر المصاب بـأكلان شديد و الم في المناطق المصابة.
أما تقرحات الكروم تبدأ عادة عند الخدوش والجروح ومنابت الأظافر والرسغ وظهر القدم وتكون التقرحات دائرية الشكل وذات حافة محددة قطرها (1سم) أو اقل وتسمى (بثقوب الكروم) ؛ وهذه التقرحات ذات قابلية كبيرة للالتام وقد لاتلتام فتمتد لعدد كبير لأعضاء الجسم، قد يصل إلى العظام وهي غير مؤلمة فيشعر المريض باكلان غير محتمل ليلا وقد تؤدي إلى التهاب المفاصل.
أهم مركبات الكروم:-
الكروم الثلاثي والكروم السداسي ويعتبر الكروم السداسي أكثر سمية من الكروم الثلاثي بالنسبة للنبات والحيوان.
ويلاحظ أن الكروم الثلاثي أكثر وفرة في التربة العضوية جيدة التهوية ويرجع ذلك إلى أن المواد العضوية تساهم بشكل أو بآخر في اختزال الكروم السداسي وتحويله إلى كروم ثلاثي وتتراوح درجة السمية بالنسبة إلى الأسماك وهي تكون أكثر حساسية للكروم الثلاثي حيث تتراوح الجرعات السامة من (0.2-5) ميكرو جرام /اللتر.

– أما المخاطر الأخرى المرتبطة بهذا المعدن:

– الطفح الجلدى.

- اضطرابات المعدة والقرح.
- اضطرابات فى التنفس.
- ضعف فى كفاءة الجهاز المناعي.
- ضمور فى الكلى والكبد.
- تغير فى المواد الجينية.
- سرطان الرئة.
- الموت.

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

وتأثير هذا النوع على الجلد يتمثل فى صورة حدوث الأعراض التالية: القرح، التهاب طبقة الجلد الخارجية، حساسية الجلد والاضطرابات المختلفة.

أما تنفسه من خلال الهواء فقد يسبب الآتي: ثقب فى الغشاء المخاطي للحاجز الأنفي، اهتياج الحلق والحنجرة، التهاب الشعب الهوائية مسبباً أزمة الصدر، تشنجات الشعب الهوائية، الأوديما. ومن الأعراض التنفسية الأخرى: السعال، الأزيز، قصر التنفس، هرش بالأنف.

رابعاً : النحاس: (Cu)

فالنحاس استخداماته عديدة جداً فهو يدخل في صناعة السيارات والأسلاك والأجهزة المنزلية و في العديد من الصناعات الكهربائية والسبائك المعدنية وهو عامل مساعد مهم في التفاعلات الكيميائية وتختلف درجات احتماله باختلاف الأحياء التي تتعرض له وعلى السقف الأعلى لكل حالة وخاصة عند الأسماك فهو يضعف مناعتها ويسهل القضاء عليها.

وأملاحه تستخدم في صناعة الأصباغ والطلاء المعدني والمبيدات الحشرية.. -والزنك يشابه النحاس في استخداماته.. –

ومن أنواعه الخطرة على البيئة و الإنسان النحاس الأحمر(copper)

فللنحاس.. في حالته الفلزية المعدنية لا يضر.. ولكن أملاحه قاتله وتسبب تكسر كريات الدم ولها لون أزرق مخضر مميز..

تواجده بالبيئة:

يتواجد النحاس بشكل طبيعي 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، فى مياه الشرب وفى الهواء، 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 و بتركيزات عالية يكون ضار جداً بصحة الإنسان.

تستقر مركبات النحاس فى الماء أو فى جزيئات التربة، أما مركباته القابلة للذوبان فمازالت هي التي 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 التي تلحق بالإنسان من خلال التنفس لا يُلتفت إليها، لكن الأشخاص التي تعيش بالقرب من أماكن صهر المعادن تتعرض لمخاطره.

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

*** تلوث المياه فى البيئة: يشتمل تلوث المياه على :**أولاً تلوث المياه العذبة، ثانياً تلوث البيئة البحرية ..

طرق وأخطار التعرض لمعدن النحاس:

1- التعرض المهني لهذا المعدن وارد أيضاً وهذا ما يُعرف (بالحمى المعدنية- fever Metal)، حيث تشبه أعراضها الأنفلونزا، و تنتهي أعراض هذه الحالة فى خلال يومين وتنتج هذه الحمى نتيجة للحساسية الزائدة من النحاس.

2- التعرض على المدى الطويل لمعدن النحاس يسبب تهيج للأنف والفم والعين، كما يسبب الصداع، آلام

المعدة، الدوار، القيء، الإسهال.
3- 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.
4- التعرض الصناعي 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 الكبدي، تلف خلايا المخ، أمراض الكلى، ترسبات النحاس فى القرنية.

وهناك مقالات علمية تشير إلى الصلة بين التعرض الطويل التركيزات العالية من النحاس وبين انخفاض القدرة الذكائية لبعض المراهقين الصغار .. وهذا يدعو إلى أن يكون هناك مزيداً من البحث و التقصي.

خامساً: الكادميوم.. (Cadmium) ...(cd):

الكادميوم يستخدم في صناعة البطاريات الجافة أو ما يسمى بالحجر..
وهو فلز كان حتى مطلع القرن العشرين شيئا جديدا ولكنه يستخدم اليوم بشكل كبير وعلى نطاق واسع في كثير من الصناعات وتكون فضلاته أو مخلفاته الصناعية مصدر رئيسي لتلوث البيئة .

وجوده في البيئة:

يوجد معدن الكادميوم في قشرة الكرة الأرضية، ودائماً ما يتواجد مع الزنك.
لا يمكن تجنبه في الصناعة كمنتج ثانوي حتمي من مستخلصات الزنك والرصاص والنحاس.
وقبل استخدامه في الصناعة، فقد دخل البيئة بشكل أساسي من خلال التربة لأنه تم اكتشافه في المبيدات الحشرية والسماد.حيث يوجد قسم كبير منه في التربة و الهواء والماء ويرجع ذلك إلى النشاطات البشرية والذي يقدر بنحو (7000) طن سنويا ومصادره الرئيسية هي الأسمدة الفوسفاتية والأوساخ المنزلية ويعادل ذالك نحو 10 أضعاف مصادره الطبيعية وحيث أن الكادميوم يدخل التربة يمكن أن يصل فيها لعدة سنوات يترك فيها آثار من الحموضة .

طرق التعرض لمعدن الكادميوم:

دخول معدن الكادميوم لجسم الإنسان يكون من خلال الأطعمة، والأطعمة الغنية به تزيد من تركيزه في جسم الإنسان ومن أمثلة هذه الأطعمة: الكبد، عش الغراب (المشروم)، المحار، الكاكاو، الطحالب البحرية الجافة، بلح البحر.
- يتعرض الشخص لمعدلات الكادميوم العالية من التدخين. فتدخين التبغ ينقل تأثير الكادميوم للرئة ومن ثَّم يقوم الدم بنقله لباقي أعضاء الجسم بتأثيراته السامة (مثال: ينتقل معدن الكادميوم أولاً إلى الكبد من خلال الدم، وهناك يتحد مع البروتينات ليكون مركبات معقدة تنتقل بدورها للكلى).
يتراكم معدن الكادميوم في الكلى حيث يدمر وظائفها ويسبب خروج البروتينات الأساسية والسكريات من الجسم ومزيد من التلف في أنسجة الكلى .. ويستغرق هذا مدة طويلة من الزمن ليحدث كل هذا الضمور في الكلى.
-والضرر يأتي أيضاً من خلال حياة الإنسان بجوار أماكن النفايات المحتوية عليه أو بالقرب من المصانع التي تطلق الكادميوم فى الهواء، أو الأشخاص التي تعمل في مجال صناعة التعدين.
- فعندما يتنفس الشخص كميات كبيرة من الكادميوم فهذا يعمل على تدمير الرئتين بشكل حاد يؤدى إلى وفاة الإنسان فيما بعد (لأنه يسبب مشاكل في الرئة ودخوله إلى الجهاز التنفسي يسبب تصلب الرئة).

ومن الآثار السلبية على الصحة والمتسبب فيها معدن الكادميوم:

1- الإسهال، آلام المعدة، القيء الحاد.
2- كسور العظام.
3- اضطرابات في الجهاز التناسلي وفى بعض الأحيان حدوث العقم.
4- ضمور في الجهاز العصبى المركزي.
5- ضمور في وظائف الجهاز المناعي بالجسم.
6- اضطرابات نفسية.

7- احتمالية الإصابة بضمور في الصفات الوراثية، أو الإصابة بمرض السرطان.
8- إصابة الإنسان بالتسمم الغذائي من معدن الكادميوم يكون نادراً ويحدث بشكل أكبر من تلوث البيئة، أو الاستهلاك المزمن للأطعمة العالية بنسبة الكادميوم فيها.

سادساً:الألومنيوم:(Aluminum)

الألومنيوم من المعادن المستخدمة على نطاق واسع في حياة الإنسان اليومية، كما أنه يتواجد في قشرة الأرض. من المعروف عن الألومنيوم أنه مركب "بريء" وعلى الرغم من ذلك فإن التعرض له بتركيزات كبيرة يكون ضاراً جداً لصحة الإنسان، وخاصة الشكل القابل للذوبان وهنا تسمى الجزيئات باسم الأيونات وعادة ما توجد في محلول الألومنيوم عند اتحاده بأيونات أخرى ومنها على سبيل المثال كلوريد الصوديوم.

أخطار التعرض لمعدن الألومنيوم:

دخول الصوديوم لجسم الإنسان يتم من خلال الطعام أو من خلال التنفس .. أو عن طريق التلامس الجلدى . والتعرض الدائم للتركيزات العالية من الممكن أن يؤدى إلى الإصابة بالمخاطر الصحية والتي منها:

-ضمور الجهاز العصبى المركزي.
-فقدان الذاكرة.
-عدم القدرة على الانتباه.
-الارتجاف الحاد.
-العته.
-يسبب الألومنيوم مخاطر في بيئات العمل أيضاً مثل المناجم حيث يتواجد في الماء. أما العاملين في المصانع والتي يُستخدم فيها الألومنيوم ضمن مراحل التصنيع فيحمل لهم مخاطر الإصابة باضطرابات في الرئة عند تنفس غبار الألومنيوم.
-يصيب مرضى الكلى بمشاكل عديدة حيث يدخل الجسم من خلال عملية الغسيل الكلوي.
-استنشاق أكسيد الألومنيوم يكون من أحد الأسباب المساهمة في تليفات خلايا الرئة وضمورها وهذا ما يُعرف باسم"Shaver's syndrome" ، وقد تتفاقم الحالة سوءاً عن تنفس هواء مليء بالسيليكا وأكاسيد الحديد.
-وقد يرتبط الألومنيوم بالإصابة بمرض الزهايمر(النسيان).
-يمتد التأثير الضار للألوومنيوم للنبات والحيوان أيضاً والمياه بالمثل، وجميع هذه العناصر مجتمعة مع الإنسان تمثل البيئة التي يكون تأثير الألومنيوم ضار عليها.

سابعاً:الزرنيخ:(Arsenic)

الزرنيخ من العناصر السامة التي توجد من حولنا في البيئة،فهو سم زعاف يكسر الدم.. وعلى الرغم من تأثيره السام يتواجد الزرنيخ غير العضوي في التربة بشكل طبيعي بكميات صغيرة.
يتعرض الإنسان لتأثير الزرنيخ من خلال الأطعمة والماء والهواء، أو من خلال التلامس الجلدى بالتربة أو الماء أياً منهما يحتوى عليه.

أما بالنسبة لنسب الزرنيخ في الأطعمة فهي قليلة جداً، ولا يستخدم مع الأطعمة لارتفاع درجة السمومية فيه. أما معدلاته في الأسماك وفواكه البحر عالية لأن الأسماك تمتص الزرنيخ من المياه التي تعيش فيها. والزرنيخ العضوي غير ضار بصحة الإنسان وإن كان ضرره يمثل نسب ضئيلة للغاية وهذا على عكس الزرنيخ غير العضوي الذي يكون له ضرر بالغ.

التعرض للزرنيخ الضار تعلو نسبه مع الأشخاص التي تتعامل معه بشكل دوري، أو تلك الأشخاص التي تشرب كمية من النبيذ .. أو التي تعيش في منازل بها أخشاب قديمة من أي نوع ، أو تلك التي تعيش في المزارع حيث كانت تستخدم فيها مبيدات حشرية تحتوى على معدن الزرنيخ في الماضي، كما استخدم قديماً

كسم قاتل في الاغتيالات.

أضرار الصحة من التعرض للزرنيخ غير العضوي:

-استثارة المعدة والأمعاء.
-انخفاض إنتاج الجسم لخلايا الدم الحمراء والبيضاء.
-تغيرات في الجلد.
-استثارة الرئة.
-استهلاك كميات كبيرة من الزرنيخ غير العضوي قد يزيد من احتمالية التعرض للإصابة بالسرطان وخاصة سرطان الجلد، سرطان الرئة، سرطان الكبد، سرطان الغدد الليمفاوية.
-التعرض الزائد عن الحد للزرنيخ غير العضوي قد يسبب العقم والإجهاض مع السيدات، اضطرابات في الجلد، المقاومة الضعيفة للعدوى، خلل في عضلة القلب، ضمور في خلايا المخ مع كلا من السيدات والرجال، أو خلل في الصفات الوراثية.
-الزرنيخ العضوي أقل في التأثير المؤذى لصحة الإنسان فهو لا يسبب السرطانات أو خلل الصفات الوراثية .. أما التركيزات العالية منه يسبب أضراراً لصحة الإنسان مثل إصابة الأعصاب وآلام المعدة .

ثامناً: الباريوم:(Barium)

– نسب الباريوم في البيئة من حولنا ضئيلة، ويتواجد في التربة والغذاء مثل المكسرات، أعشاب البحر (الطحالب البحرية)، الأسماك وبعض النباتات. ولا يسبب أضراراً للصحة من الممكن أن نلتفت إليها أو نقف عندها.

- من أكثر الأشخاص عرضة لمخاطره العاملين في مجال صناعات الباريوم، وتأتى الأعراض الصحية المرتبطة بهذا المعدن من: الهواء الذي نتنفسه ويحتوى على كبريتات الباريوم أو كربونات الباريوم.

– بعض أماكن النفايات تحتوى على كميات معينة من الباريوم .. والأشخاص التي تعيش بالقرب من هذه النفايات تتعرض لمعدلات من الأضرار الصحية. وهذه الأضرار تأتى من تنفس الهواء المحتوى على الغبار المشبع بمعدن الباريوم أو بأكل الأطعمة التي تزرع في التربة المشبعة به .. أو شرب المياه الملوثة به أيضاً، والتلامس الجلدى عامل آخر من عوامل إصابة الإنسان بمضار الباريوم.

– تعتمد درجة الأضرار الصحية من هذا المعدن على قابليته للذوبان، فإذا انحل في الماء كلما كان ضاراً بصحة الإنسان. واستهلاك الكميات الكبيرة منه مع القابلية للذوبان هذه تسبب الشلل وفى بعض الأحيان الموت، أما ذوبان الكميات الضئيلة منه فقد تسبب للشخص صعوبة في التنفس، ارتفاع في ضغط الدم، تغير في معدلات ضربات القلب، وهن في العضلات، تغير في استجابة الأعصاب، تورم الكبد والمخ، ضمور في الكلى والقلب.

ولم تُظهر نتائج الأبحاث أية نتائج لارتباط إصابة الإنسان بالسرطان عند تعرضه لمعدن الباريوم أو أنه يسبب عقم أو تشوهات للجنين .ولم يتم التوصل إلى أية نتائج بخصوص تسمم الباريوم الناتج من الأطعمة الغذائية.

تاسعاً:المنجنيز (Manganese):

المنجنيز معدن شائع فى استخداماته ومعروف لكثير من الناس، ويوجد فى كل مكان على سطح الأرض .. ومن المعروف عنه أن بتعرض الإنسان لتركيزات عالية منه يتسبب فى إصابته بالتسمم.
يتواجد المنجنيز فى الأطعمة مثل السبانخ، الشاي، الأعشاب. أما الأطعمة التي تحتوى على أعلى التركيزات من هذا المعدن نجدها فى الحبوب، الأرز، الفاصوليا، فول الصويا، البيض، المكسرات، زيت الزيتون، الفاصوليا الخضراء والمحار.
بعدها يمتص جسم الإنسان المنجنيز الذي ينتقل من خلال الدم إلى الكبد والكلى والبنكرياس والغدد الصماء.
يؤثر المنجنيز بشكل أساسي على الجهاز التنفسي والمخ.

من أعراض التسمم بالمنجنيز:

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.

نقص معدلات المنجنيز فى جسم الإنسان يعرضه للأضرار الصحية مثل:

- السمنة.
- التجلطات الدموية.
- اضطرابات الجلد.
- معدلات منخفضة من الكولسترول.
- اضطرابات الهيكل العظمى.
- تشوهات الجنين الخلقية.
- تغير فى لون الشعر.
- أعراض متصلة بالأعصاب.
- حساسية مفرطة من الجلوكوز.

التسمم المزمن من المنجنيز يكون نتيجة للاستنشاق طويل المدى لغباره ودخانه. الجهاز العصبى 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 لكن بشكل غير قاطع) من العوامل التي تساعد على إصابة الإنسان بالأورام.

عاشراً: النيكل (Nickel)– (Ni):-

وهو عبارة عن فلز وزنه الذري (85.71) ورقمه الذري (28) وهو احد العناصر الانتقالية وهو فلز ابيض اللون فضي يقاوم التآكل وله رجة لمعان عالية.

وجوده في البيئة:

يوجد النيكل فى البيئة بمعدلات قليلة. يستخدم الإنسان معدن النيكل فى تطبيقات متعددة، ومن أشهر هذه التطبيقات يستخدم كمكون لمنتجات الصلب والمعادن الأخرى كما نجده فى المجوهرات.

تحتوى المواد الغذائية على نسب ضيئلة منهن أما من المعروف عن الشيكولاته والدهون أنها تحتوى على كميات عالية من معدن النيكل.

تزيد معدلات استهلاكه عند تناول كميات كبيرة من الخضراوات مزروعة فى تربة ملوثة به.

يتواجد النيكل فى المنظفات.

المدخن للسجائر يتعرض لتخلل معدن النيكل إلى الرئة.

يتعرض الإنسان العادي للنيكل بتنفسه من الهواء وبشربه من مياه الشرب، وتناول الأطعمة أو تدخين

السجائر. كما يأتي التعرض بالتلامس الجلدى لتربة أو ماء ملوثتين بهذا المعدن.

تناول الكميات الصغيرة منه ضرورية، **أما الكثير منه يعرض الإنسان لمخاطر صحية** مثل:

– زيادة مخاطر التعرض لـــ: سرطان الرئة، سرطان الأنف، سرطان الحنجرة، سرطان البروستاتة.

– الشعور بالدوار والإعياء بعد التعرض لغازات النيكل.

– الإصابة بالصمامة الرئوية.

– فشل الجهاز التنفسي.

– التشوهات الخلقية للجنين.

– أزمة الربو، التهاب الشعب الهوائية.

– اضطرابات فى القلب.

– ردود فعل من الحساسية مثل الطفح الجلدى وخاصة عند ارتداء المجوهرات.

– أدخنة النيكل من مثيرات الجهاز التنفسي وقد تسبب الالتهاب الرئوي.

– التعرض للنيكل ومركباته قد ينتج عنها التهاب طبقة الجلد الخارجية والمعروف عنها باسم (هرش النيكل – itch Nickel) للأشخاص الذي يكون جلدها حساس أو لديها حساسية من النيكل.

وقد تمر هذه الحساسية بمراحل عديدة:

أ– الهرش و الذي يستمر لمدة سبعة أيام قبل حدوث الطفح الجلدى.

– بداية ظهور الطفح الجلدى لونه ورديا و حويصلى ويسمى فى هذه المرحلة باسم (Erythematous or Follicular).

ج– ثم تلي هذه المرحلة تكون قرح على الجلد.

وبمجرد إصابة الإنسان مرة واحدة بالحساسية من النيكل، تظهر هذه الحساسية فيما بعد مع كل تعرض له.

*** تم تصنيف النيكل طبقاً للوكالة الدولية لأبحاث السرطان فى مجموعتين:**

– **المجموعة (أ):** مركبات النيكل مسببة للسرطان فى الإنسان، وهناك أدلة كافية تثبت ذلك.

– **المجموعة (ب):** تصنف النيكل نفسه بأنه إحدى العوامل المحتمل أن تساهم فى إصابة الإنسان بالسرطان.

الإحدى عشر:البزموت:(Bismuth)

أضراره على صحة الإنسان:

–البزموت وأملاحه تسبب ضمور في الكلى، على الرغم من أن درجة الضمور هذه عادة لا تكون حادة .. لكن الجرعات الكبيرة منه تكون مميتة. ومن الناحية الصناعية، نجد أن البزموت أحد المعادن الثقيلة التي لها أقل التأثيرات في السُمية.

–أما التسمم الخطير منه والذي يودى بحياة الإنسان في بعض الأحيان يأتى من خلال الحقن بجرعات كبيرة

منه في تجويفات الجسم المغلقة (عندما يستخدم كدواء، أو من الاستخدام المكثف له والمتزايد على الحروق في شكل مركب محلولي.

–وقد أثبتت نتائج الأبحاث بضرورة التوقف الفوري عن اللجوء إلى مركبات الباريوم إذا بد أت التهابات اللثة فى الظهور لأن هذا ينبؤ باحتمالية إصابة الإنسان بقرحة في المعدة.

من الآثار السامة له : إحساس بعدم الارتياح، نزول زلال أو مواد بروتينية في البول، الإسهال، اضطرابات في الجلد وفى بعض الأحيان الالتهاب الحاد للطبقة الخارجية للجلد.

لا يعتبر اليزموت من العوامل المسببة للسرطان البشرى، كما أن تواجده في الغذاء لا يسبب التسمم.

الإثنى عشر: الجاليوم(Gallium):

الجاليوم موجود فى جسم الإنسان ولكن بكميات ضئيلة، والنسب تمثل بالآتي: إذا كان الشخص يزن 70 كيلوجراماً فإن نسبة الجاليوم الذي يوجد فى جسد ه 0.7 ملجم.

ولم يثبت له أية فوائد مرتبطة بوظائف الجسم، ويتواجد من حولنا فى البيئة وفى الأطعمة من الخضراوات والفاكهة.

و الجاليوم النقي ليس مادة ضارة با لإنسان عند التلامس الجلدى معه، بل وقد تم الاستمتاع به عند رؤيته ينصهر بين يدي الإنسان من خلال الحرارة المنبعثة منه .. إلا أنه يترك آثاراً من البقع على أيدي الإنسان عند الإمساك به.

المركب المشع منه (سترات أو ليمونات الجاليوم) تستخدم فى الأغراض الطبية المسح بالجاليوم بدون حدوث أية آثار سلبية منه.

على الرغم من أنه غير ضار بكمياته الضئيلة، إلا أنه لا ينبغي اللجوء إلى استهلاكه بجرعات كبيرة. وبعض مركبات الجاليوم ضارة بصحة الإنسان ومنها "كلوريد الجاليوم– 3" يسبب اهتياج فى الحلق، صعوبة فى التنفس، آلام فى الصدر، أدخنته تسبب أوديما رئوية أو شلل جزئي.

الثلاثة عشر:الفضة (Silver):

الفضة معدن غير ضار، كما تستخدم فى إضافة الألوان للأطعمة – E174،

أملاح الفضة القابلة للذوبان وخاصة (AgNo3) مميتة للبالغين بتركيز 2 جرام، ومركبات الفضة تمتصها أنسجة الجسم ببطء وتسبب تغير فى صبغة الجلد إلى اللون المائل للزرقة أو السواد وهو ما يسمى بتسمم الفضة.(Argyria)

الاتصال المتكرر على المدى الطويل بالفضة يسبب الحساسية.

أما التعرض للأبخرة المتصاعدة منها يسبب دوار، صعوبة فى التنفس، صداع، اهتياج الجهاز التنفسي.

التركيزات العالية من الفضة من الممكن أن تسبب للإنسان إحساس بالنعاس، عدم تركيز، فقد الوعي، الغيبوبة أو الموت.

الفضة فى حالتها السائلة أو مع الأبخرة المتصاعدة منها تسبب تهيج للجلد وللعين والحلق والرئة .

الاستخدام السيىء لها عن عمد مثل استنشاق أبخرتها لا يقف عند حد الضرر وإنما الموت أيضاً.

قد تسبب اضطرابات فى المعدة وشعور بعدم الارتياح، الغثيان، القيء، الإسهال.

إذا تم استنشاق المادة ووصولها للرئة أو تم ابتلاعها .. أو حدث تقيؤ فكل هذه أعراض منذرة بالإصابة بالالتهاب الرئوي الكيميائي وتسبب موت الإنسان فى النهاية.

لا توجد هناك أية نتائج تشير إلى حدوث تسمم الفضة من الأطعمة لأن تركيزاتها ضئيلة للغاية.

الرابع عشر: الأسترنتيوم:(Strontium)

مركبات الأسترنتيوم غير القابلة للذوبان من الممكن أن تتحول لتصبح قابلة للذوبان نتيجة التفاعلات الكيميائية. وعن المركبات القابلة للذوبان فهي خطر حقيقي يهدد حياة الإنسان بخلاف تلك غير القابلة للذوبان، ولذلك فإن المركبات القابلة للذوبان فى الماء تلوث مياه الشرب .. ولحسن الحظ أن تركيزات هذه المركبات فى المياه نسبها ضئيلة للغاية.

قد يتعرض الأشخاص أيضاً إلى معدلات صغيرة من الأسترنتيوم الإشعاعي من خلال تنفسه فى الهواء، بتناول الأطعمة، شرب المياه، أو بالتلامس مع التربة التي تحتوى عليه.

ومن تلك الأطعمة التي تحتوى على معدن الأسترنتيوم بنسب عالية: الحبوب، الخضراوات الورقية، ومنتجات الألبان.

المعدلات المتوسطة من تناوله لا تسبب أية أضرار صحية، والمركب الوحيد الذي يمثل خطورة على صحة الإنسان حتى و إن كان استخدامه بكميات ضئيلة هو كرومات الأسترنتيوم حيث تسبب سرطان الرئة.

استهلاكه لا يسبب أية مخاطر صحية للإنسان، أما الاضطرابات المحتمل تعرض الإنسان لها :حساسية لكنه لا توجد حالات فعلية.

إفراط الأطفال فى تناول الأسترنتيوم يسبب مشاكل فى نمو العظام .ليست هناك نتائج عما تسببه أملاح الأسترنتيوم من اضطرابات للجلد من أي نوع.

الخامس عشر: الثاليوم:(Thallium)

يوجد معدن الثاليوم فى الطبيعة بكميات ضئيلة، ولا يستخدم من قبل الإنسان على نطاق واسع. لكن قابلية جسم الإنسان لامتصاصه سهلة للغاية وخاصة من خلال الجلد أو عن طريق أعضاء الجهاز التنفسي أو الهضمي .

والتسمم بمعدن الثاليوم يكون وراءه سم الفئران إذا تم أخذه بطريق الخطأ حيث يحتوى على كميات كبيرة من

كبريتات الثاليوم و التي تترجم أعراضه إلى: آلام بالمعدة، ضمور فى الجهاز العصبي، وفى بعض الحالات لا يمكن تقديم العلاج ويتوفى الإنسان بعد ظهور أعراض التسمم .

أما أعراض الجهاز العصبى فتتمثل فى :

-الارتعاش.

-الشلل.

-التغيرات السلوكية و التي تلازم الإنسان وتبقى معه بعد الإصابة .

*أما التسمم بالثاليوم للأجنة يصل ضرره للتشوهات الخلقية.

تراكم معدن الثاليوم فى جسم الإنسان له تأثير مزمن معروف: الشعور بالإرهاق والتعب، الصداع، الاكتئاب، فقدان الشهية، آلام الرجل، تساقط الشعر، اضطرابات الرؤية.

وعن الآثار الأخرى المرتبطة بالتسمم الناتج عن الثاليوم هي آلام الأعصاب والمفاصل.

وكل الأعراض السابقة قد ترتبط بتناول الأطعمة الغذائية الغنية به، وفى الوقت ذاته فإن حالات التسمم المرتبطة بالأطعمة نادرة الحدوث ويكون سببها التلوث البيئي أيضاً .

السادس عشر :القصدير :(Tin)

يستخدم القصدير فى العديد من الأغراض الصناعية مثل صناعة الدهانات والطلاء، صناعة البلاستيك، وفى الزراعة من خلال المبيدات الحشرية.

ويعتبر القصدير العضوي من أخطر أشكال القصدير تأثيراً على صحة الإنسان.

تتعدد مركبات القصدير و التي يختلف تأثيرها من نوع لآخر على صحة الإنسان، ومن أخطر هذه المركبات العضوية (Triethyltin) و التي يمتصها جسم الإنسان من خلال الطعام والهواء والجلد. وتسبب أعراضاً حادة وعلى المدى الطويل ومنها :

أ -الأعراض الحادة:

-اهتياج فى العين والجلد.

-صداع.

-آلام بالمعدة.

-إحساس بالمرض والدوار.

-إفراز عرق بغزارة.

-عدم القدرة على التنفس.

-اضطرابات فى التبول.

ب- الأعراض على المدى الطويل :

-الاكتئاب.

-ضمور فى خلايا الكبد.

-اعتلال وظيفة الجهاز المناعي.

-تلف فى الكروموسومات.

-نقص خلايا الدم الحمراء.

-ضمور فى خلايا المخ (مسببة الغضب)، اضطرابات النوم، النسيان، الصداع.

التسمم الغذائي من القصدير نادر الحدوث، و يأتي مصدره فى الأصل من تلوث البيئة .

والحالة الوحيدة التي ثبتت فيها إصابة الإنسان بتسمم من القصدير/الرصاص يرجع تاريخها إلى منتصف القرن التاسع عشر، عندما تعرض أعضاء حملة القطب الشمالي و التي كان يرأسها "فرانكلين" إلى التسمم من علبة قصدير كانت تحتوى على أطعمة حمضية .. حيث قام الحمض الموجود فى هذه الأطعمة بحل مادة القصدير والزنك وتعرض أعضاء الحملة لكم هائل من المعادن.

السابع عشر :الفاناديوم:(Vanadium)

الفاناديوم معدن متواجد فى الأطعمة الغذائية مثل فول الصويا، زيت الزيتون، زيت عباد الشمس، التفاح، البيض.

هذا المعدن له تأثير سلبي على صحة الإنسان إذا تعرض له بتركيزات عالية، فاستنشاقه فى الهواء يسبب التهاب الشعب الهوائية والالتهاب الرئوي.

التأثيرات الحادة له متمثلة فى اهتياج الرئة والحلق والعين والتجاويف الأنفية .

أما الأعراض الصحية الأخرى :

-أمراض القلب والأوعية الدموية.

-التهاب المعدة والأمعاء.

-ضمور الجهاز العصبى.

-نزيف الكلى والكبد.

-طفح جلدي.

- رجفة حادة وشلل.
- آلام الحلق.
-نزيف من الأنف.
-ضعف.
-شعور بالإعياء.
-صداع.
-دوار.
-تغيرات سلوكية.

والمخاطر الصحية التي يتعرض لها الإنسان مع هذا المعدن تعتمد على حالة التأكسد التي يوجد عليها .
الفاناديوم فى صورته الخام من الممكن أن يتأكسد ليتحول إلى "أكسيد الفاناديوم الخماسي Vanadium pent -
oxide"خلال عملية اللحام وهذا النوع المتأكسد يكون أكثر خطورة من النوع الخام .
التعرض المزمن لأدخنة الفاناديوم وغباره يسبب استثارة للعين والجلد والجهاز التنفسي العلوي، الالتهاب مستمر للقصبة والشعب الهوائية، تكون الأوديما الرئوية والتسمم.

الثامن عشر: الهفنيوم (Hafnium):

معدن الهفنيوم لا يسبب أية اضطرابات، لكن مركباته يشار إليها على أنها سامة وبالرغم من ذلك فإن عوامل الخطورة محدودة.
هذا المعدن غير قابل للذوبان فى الماء، أو المحاليل الملحية (السلاين) أو فى المواد الكيميائية بالجسد.
التعرض لهذا المعدن من خلال التنفس أو التلامس عن طريق العين أو الجلد أو الطعام.
والتعرض المفرط لمعدن الهفنيوم أو مركباته يسبب استثارة معتدلة للأعين أو الجلد أو الغشاء المخاطي للحيوانات المعملية.
لا توجد أية أعراض أو علامات للتعرض المزمن الهفنيوم للإنسان، أو حدوث حالات للتسمم إذا تم تناوله من خلال الأطعمة.

التاسع عشر: اللنثانوم (Lanthanum):

من المعادن النادرة أيضاً، يتواجد فى المنازل فى الأجهزة التي يعتمد عليها الإنسان مثل التلفزيونات الملونة، مصابيح الفلوروسنت، المصابيح والزجاج الذي يوفر الطاقة.
يوجد معدن اللنثانوم فى الطبيعة بندرة، ويتزايد مع الأيام الاعتماد علىهذا العنصر الفلزي لأنه يستخدم كعامل مساعد فى الصناعة ولتلميع الزجاج.

معدن اللنثانوم خطيراً فى بيئة العمل لاستنشاق الغازات والأبخرة المشبعة به فى الهواء وهذا يسبب الصمامة الرئوية (embolism Lung) "صمامة الشريان الرئوي هو انسداد مفاجيء للتدفق الدموي فى شريان الرئة، وهذا الانسداد قد تسببه التجلطات الدموية، ورم، السائل الأمينوسى، أو دهون فى الشريان " وخاصة على المدى الطويل بالتعرض له.

يسبب معدن اللنثانوم السرطان للإنسان، وخاصة سرطان الرئة عند استنشاقه. يضر بكبد الإنسان عندما يتراكم فى الجسم.

- المزيد عن سرطان الرئة ..

لم تصل نتائج من دراسات أجريت عن تعرض الإنسان للإصابة بالتسمم عند تناول الأطعمة المشبعة به.

العشرين: البلاتنيوم (Platinum):

تركيزات البلاتنيوم فى التربة والماء والهواء ضئيلة، وفى بعض الأماكن نجد أن الترسبات بفعل العمليات الطبيعية تكون غنية بمحتواها من البلاتنيوم وخاصة فى جنوب أفريقيا وروسيا والولايات المتحدة الأمريكية.

يستخدم البلاتنيوم كمكون لمنتجات معدنية عديدة مثل الإلكترود، وكعامل مساعد فى العديد من التفاعلات الكيميائية.

تستخدم مركبات البلاتنيوم كنوع من أنواع العقاقير لعلاج السرطان.

_البلاتنيوم كمعدن ليس خطيراً، لكن مع أملاح البلاتنيوم يكون التأ ثير الضار لهذا المعدن ومنها:

- تغير فى الصفات الوراثية.
- السرطان.

- عند التعرض لها يصاب بعض الأشخاص بحساسية فى الجلد أو الأغشية المخاطية.
- ضمور فى بعض الأعضاء مثل الأمعاء الدقيقة، الكلى، نخاع العظام.
- ضمور الأعصاب السمعية.
- عند استخدام أملاح البلاتنيوم فهناك احتمالية بزيادة خطورة بعض المواد الكيميائية الأخرى فى جسم الإنسان مثل السيلنيوم.
- لا توجد هناك أية نتائج تشير بحدوث تسمم البلاتنيوم من الأطعمة.

الواحد والعشرين:الإيثريوم:(Yttrium)

هو من العناصر الفلزية النادرة، ويتواجد فى الأجهزة المنزلية مثل :أجهزة التلفزيون الملونة، مصابيح الفلوروسنت، الزجاج والمصابيح التي توفر الطاقة.

معدن الإيثريوم متواجد بندرة فى الطبيعة وبكميات ضئيلة، ويتألف من نوعين مختلفين وما زالت استخداماته

فى طور النمو .

من المعادن الخطيرة فى بيئة العمل للأبخرة المتصاعدة منه فى الهواء .

يسبب معدن الإيثريوم الصمامة الرئوية، وخاصة مع التعرض على المدى الطويل له .

يسبب الإيثريوم مرض السرطان وخاصة سرطان الرئة.

يهدد الإيثريوم الكبد إذا تراكم هذا المعدن فى جسم الإنسان .

لا توجد هناك أية نتائج تشير إلى حدوث التسمم من الأطعمة التي تحتوى على معدن الإيثريوم.

الثاني والعشرين: النيوبيوم (Niobium):

يُستخدم معدن النيوبيوم مع الأستنلس ستيل فى الطائرات النفاثة، الصواريخ، أدوات التقطيع، مواسير المياه، قضيب اللحام، المغناطيس، المفاعلات النووية.

عند استنشاق النيوبيوم يستقر فى الرئة أولاً ثم فى العظام. ويتداخل مفعولة مع الكالسيوم كمنشط لنظام الإنزيمات.

لا توجد هناك معلومات بخصوص إصابة الإنسان بالتسمم من النيوبيوم من الأطعمة لأن تركيزاته فى المواد الغذائية منخفضة للغاية.

الثالث و العشرين: البلاديوم (Palladium):

من النادر تعامل الإنسان مع هذا المعدن، وكل مركبات البلاديوم بها درجة سُمية عالية، كما أنها تسبب السرطانات.

كلوريد البلاديوم ضار جداً بالصحة وسام إذا بلعه الإنسان أو إذا تم استنشاقه أو امتصاصه عن طريق الجلد.

ومن خلال إجراء التجارب المعملية على الحيوانات ثبت تأثيره السيىء على نخاع العظام والكبد والكلى.

وعلى الرغم من ذلك، كان يُوصف كلوريد البلاديوم سابقاً لعلاج السعال الديكى، بجرعة 0.065 جرام/اليوم (حوالي 1 ملجم/كجم) وكانت لا توجد له آثار جانبية كثيرة.

لا توجد معلومات عن إصابة الإنسان بالتسمم منه من خلال الأطعمة لأن تركيزاته تكون قليلة للغاية.

الرابع و العشرين: الإسكنديوم (Scandium):

الإسكنديوم من المعادن النادرة، ونجده متمثلاً فى الأجهزة المنزلية مثل التلفزيونات الملونة، المصابيح الفلوروسنت، الزجاج والمصابيح التي توفر الطاقة.

يتواجد الإسكنديوم فى الطبيعة ولكن بكميات ضئيلة، يوجد فى نوعين مختلفين فقط. مازالت استخداماته فى تطور مستمر مثل تلميع الزجاج.

يعتبر الإسكنديوم من المعادن الخطيرة فى بيئة العمل للأدخنة المتصاعدة منه فى الهواء مسبباً الصمامة الرئوية وخاصة عند التعرض على المدى الطويل له.

ويهدد الإسكنديوم الكبد إذا تراكم فى جسم الإنسان.

الخامس والعشرين: الروديوم (Rhodium):

يستخدم الروديوم فقط فى الصناعات الكيميائية، وكافة مركبات معدن الروديوم تسبب التسمم والسرطان. كما أنها تترك آثاراً من البقع قوية على الجلد.

لا توجد هناك أية نتائج تشير إلى حدوث تسمم الروديوم من الأطعمة لأن تركيزاته ضئيلة.

السادس والعشرين: الروثينيوم (Ruthenium):

معدن الروثينيوم استخداماته نادرة أيضاً مثل العديد من المعادن السابقة .. وكافة مركباته تسبب التسمم والسرطان .. وتترك آثاراً من البقع قوية على الجلد.
الروثينيوم فى الأطعمة يتبقى فى العظام، كما أن أكسيد الروثينيوم درجة سُميته عالية ومتطاير .. لذا ينبغا تجنبه.
لا توجد هناك أية نتائج تشير إلى حدوث تسمم الروثينيوم من الأطعمة لأن تركيزاته ضئيلة.

السابع والعشرين:التنتالوم:(Tantalum)

قد يكون ضاراً عند استنشاقه، تناوله فى الأطعمة، أو امتصاصه عن طريق الجلد حيث يسبب اهتياج للجلد والعين بالمثل.
مادة التنتالوم تسبب استثارة للأغشية المخاطية والجهاز التنفسي العلوي.
ومن خلال التجارب المعملية وحقن الفئران بجرعات كبيرة من هذا المعدن، ثبت ما يحدثه من تلف لأنسجة الجهاز التنفسي.
لا توجد هناك أية علامات أو أعراض ظهرت على الإنسان مع التعرض المزمن له.
كما أنه لا توجد هناك أية نتائج تشير إلى حدوث تسمم التنتالوم من الأطعمة.

الثامن والعشرين:التنجستين:(Tungsten)

يقاوم معدن التنجستين معدن "المولبدينيوم"، استنشاق هذا المعدن يسبب استثارة للرئة والغشاء المخاطي.
استثارة العين يسفر عنها احمرار ودموع.
التهاب الجلد: الاحمرار والهرش ووجود الندبات.
التعرض المتكرر أو على المدى الطويل: لا يوجد هناك ما يفيد تدهور أياً من الحالات الطبية المرضية.
لا توجد هناك أية نتائج تشير إلى حدوث تسمم التنجستين من الأطعمة.

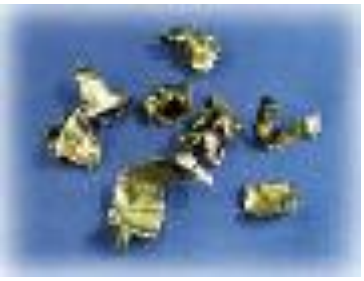
الثلاثون: الإنديوم (Indium):

لا يتعرض غالبية الأشخاص لهذا العنصر الفلزي إلا نادراً جداً، وجميع مكوناته يشار إليها على أنها سامة بدرجة كبيرة حيث تسبب ضمور للقلب والكلى والكبد .. ولا تتوافر معلومات كافية عن هذه المادة وتأثيرها على صحة الإنسان لذا فإن إتباع الحذر شيئاً لابد منه.
ولا توجد معلومات عن حدوث التسمم بهذا المعدن عند تناول الأطعمة المتواجد فيها لأن تركيزه قليلاً.

الواحد والثلاثين:الحديد:(Fe)

وهو عبارة عن فلز يوجد بكثرة في الطبيعة ويدخل في العديد من الصناعات مثل صناعة السيارات وفي المباني والمصانع وغيرها .
اعرضه: إذا زاد تركيزه في الجسم فانه يحدث اضطرابات في الدورة الدموية وفي الكبد،ولكن النقص منه في الجسم يساعد على امتصاص بعض المواد السامة والضارة للجسم.

الاثنان والثلاثين: الإيريديوم(Iridium):



عنصر فلزى نادر، والجزيئات المتصاعدة فى دخان الإيريديوم تسبب استثارة للعين أو للجهاز الهضمي.

لا تسبب الأطعمة المحتوية عليه أي درجة من درجات التسمم.

الثالث والثلاثين:الزركونيوم:(Zirconium)

معدن الزركونيوم وأملاحه به نسبة سُمية ضئيلة، لا توجد هناك أية نتائج تشير إلى حدوث حالات تسمم الزركونيوم من الأطعمة لوجوده بتركيزات ضئيلة فى المواد الغذائية .

الرابع والثلاثين: الكوبلت:-(Co)

وهو فلز سام جدا أعراضه يسبب السرطان للعاملين في صناعته وتناول كميات كبيرة من أملاحه تسبب اضطراب في الدورة الدموية كما أن أكاسيده تسبب سرطان الرئة.

الخامس والثلاثين: الذهب (Gold):

الذهب من المعادن الثمينة، ولا توجد له أية آثار سلبية على صحة الإنسان أو سامة ماعدا ردود الفعل من حساسية الجلد.

كيف تتلافى هذا التلوث؟؟

ابتعد عن المناطق التي تكثر فيها المصانع.. وابتعد عن الصيد قريباً من الموانئ الصناعية والمصانع.. استخدم بدائل لملوثات المعادن.. مثل مادة MTBE بدلا من رابع إيثيل الرصاص في البنزين.. ابتعد عن الزئبق السائل.. وخذ حذرك منه.. وامنع أطفالك من اللعب به.. ارم المخلفات المعدنية ملفوفة في كيس يمنع وصولها إلى التربة..

علاج التسمم بالمعادن الثقيلة:

أ- الاختبارات:

-أول خطوة فى علاج التسمم الناتج عن المعادن الثقيلة هو تحديد مصدر التسمم (تحديد نوع المعدن الذي سبب التسمم).

-القيام بالاختبارات المعملية، وأسهل طريقة هو تحليل الشعر على الرغم من أنه اختبار مثير للجدل.

-هناك الاختبارات الإضافية التي تستخدم **عقاقير الاستخلاب (Chelating drugs)** مع تجميع للبول على مدار 24 ساعة لتحديد نسبة المعادن الثقيلة.

-ومن الاختبارات الأخرى الهامة تحليل البول، صورة دم كاملة، مسح لدم الشعر والبول.

ب- العلاج:

-1العلاج الاستخلابى :(Chelation therapy) وهى الطريقة المقبولة عالمياً لتخليص الجسم من آثار سموم المعادن الثقيلة .وتفسير هذا المصطلح على النحو التالي يرجع اشتقاقه إلى كلمة يونانية قديمة تعنى" المخالب"، ويستخدم فى هذا النوع العلاجي عوامل تتحد مع المعادن الثقيلة السامة مثل الزئبق، الرصاص أو الزرنيخ لتعادل تأثيرها وتسمح بخروجها من الجسم بدون التفاعل مع المواد الكيميائية الأخرى.

ومصطلح الاستخلاب يطلقه العلماء ليعطى معنى اختطاف المعدن من الجسم بهدف تسهيل امتصاصه أو إخراجه كما فى حالة المعادن السامة.

-2العلاج عن طريق الوريد(Intravenous therapy) : فيتامين (ج)، و.(Glutathione)

-3النظام الغذائي الغنى بالألياف :والألياف على شكل "الجيل" تمنع من دخول المعادن الثقيلة إلى المعدة . **كما أن الكزبرة** تدافع عن المخ والجهاز العصبى المركزي من تأثير المعادن الثقيلة.

-4الميلاتونين.

-5مركب من الماغنسيوم وحمض التفاح :(Magnesium malate) قادر على أن يسحب الألومنيوم من الجسم.

-6السيلنيوم: يتحد مع المعادن الثقيلة الأخرى مثل الكادميوم و الزئبق ليقلل من سُميتها.

-7**الزنك** :يمنع تخلل الكادميوم والرصاص إلى أنسجة الجسم المختلفة .. من المعروف عن الزنك أنه عدو النحاس الأحمر.

-8المواد الغذائية : الثوم وحامض ألفا الدهنى(Alpha lipoic acid) ، الشكل العضوي للكبريت المتواجد فى الأطعمة من منتجات الألبان والحبوب واللحوم والخضراوات والفاكهة
و (Methylsulfonylmethane/MSM)يساعد فى حماية جسم الإنسان من المعادن الثقيلة بوجه عام، وبوجه خاص فى التسمم الناتج عن الزئبق .