جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة القادسية

كلية العلوم / قسم الكيمياء

بحث حول

أستعراض طرائق تعيين تراكيز العناصر الثقيلة في المياه

بحث مقدم الى مجلس كلية العلوم /قسم علوم الكيمياء /جامعة القادسية وهو جزء من متطلبات

نيل درجة البكالوريوس في علوم الكيمياء

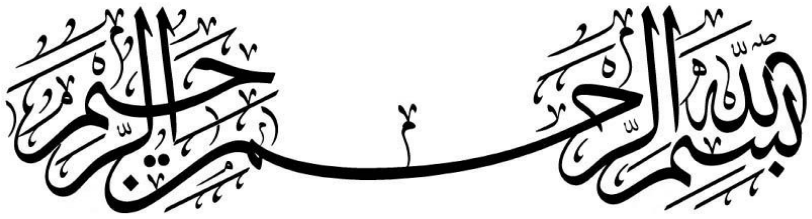
مقدم من قبل الطالب

مصطفى سلمان جهاد

بأشرف التدريسي

أ.م.د.فائق فتح الله كرم

1440هـ **2019م**



(أَوَلَمْ يَرَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ)

(سورة الانبياء: الآية30)

إهداء

أهدي تخرجي الى النور الذي انار دربي والسراج الذي

لا ينطفئ نوره ابدا والذي بذل جهد السنين

من اجل ان اعتلي سلا لم النجاح والدي العزيز

والى من اخص الله الجنة تحت قدميها وغمرتني

بالحب والحنان واشعرتني بالسعادة والامان

هي حياتي وكل عمري والدتي العزيزة

إلى زوجتي الذي يمدني وجودها بالأمان حيث كانت خير

سند لي في رحلتي ودفعتني لأتجاوز كل الصعوبات

بقلب واسع ودعم قوي.

الحمد لله والصلاة والسلام على خير خلق الله نبينا محمداً عبده ورسوله القائل " لا يشكر الله من لا يشكر الناس".

من منطلق هذا التوجيه النبوي الشريف، أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى كلية العلوم جامعة القادسية ممثلة في قسم الكيمياء الذي احتضنتا علمياً حتى نحصل على أعلي درجة من العلم والمعرفة ، ، وقدمت لي كافة المساعدات المعنوية، سهلت لي مهمة إجراءات الحصول على المعلومات لكافة جوانب الدراسة فلها من الباحث جزيل الشكر والعرفان.

وأخص بالذكر والثناء والدعاء والامتنان الى الدكتور: **أ.م.د. فائق فتح الله كرم** المشرف على البحث ، الذي أدين له بإنجازه بعد الله عز وجل، حيث لا يبالغ إذا قال: أنني أجد نفسي عاجز عن إبداء ما يختلج في نفسي من عبارات الشكر والتقدير، التي تفيه حقه ، ولا أستطيع صياغتها أو تسطيرها، وما يكنه قلبي له من تقدير واحترام، فقد كان نعم الأخ والصديق، ونعم الأستاذ الذي يهمه تفوق طلابه، ونعم المشرف الذي كان حرصه يفوق حرصي كباحثه ؛ وقد كان نعم الموجه الدائم الذي يحرص على كل التفاصيل مهما بلغت دقتها، ونعم الأستاذ الأكاديمي الذي يحرص على جودة ودقة البحث العلمي وفق مناهجه وأصوله، والذي كان له الفضل بعد الله في إنجاز وإتمام هذا المشروع العلمي الذي أرجو أن يعم نفعه الجميع، فله مني جزيل الشكر والتقدير، ومن الله تعالى الأجر والمثوبة إن شاء الله.

المحتويات

ت	الموضوع	رقم الصفحة
.1	المقدمة	2
.2	تعريف التلوث	3
.3	اسباب تلوث البيئة	3
.4	انواع التلوث	4
.5	تلوث المياه	5-6
.6	مصادر تلوث المياه	6-10
.7	تلوث الماء ميكروبيا	10
.8	تلوث الماء كيميائيا	10-11
.9	المعادن الثقيلة	12-19
.10	كيفه معالجة العينة قبل دخولها جهاز القياس	20
.11	طرق جمع العينة	20-21
.12	كيفه اخذ العينات	21-22
.13	معيار D.B.O.5 لقياس تلوث المياه	22
.14	الامتصاص والادمصاص للمعادن الثقيلة بواسط الطحالب	23-28
.15	أكثر الكوارث أهمية مع المعادن الثقيلة	28-29
.16	المصادر	30-32

1. المقدمة

تعد المخلفات الصناعية و الفضلات الزراعية ومياه الصرف الصحي من المصادر الرئيسية لتلوث البيئة المائية بالكثير من الملوثات العضوية وغير العضوية والمعادن الثقيلة عند رميها الى المياه السطحية بدون معالجة مناسبة اذ تعمل هذه الملوثات على تغيير مواصفات المياه الطبيعية، وتعد العناصر الثقيلة من الملوثات الخطيرة لتأثيراتها السامة الخطيرة على البيئة (Korboule et al,.2007). مما لاشك فيه ان دخول العناصر الثقيلة الى البيئة المائية يسبب حالة من عدم التوازن للنظام البيئي و تسمم النباتات المائية والاسماك والكائنات الحية الاخرى في تلك البيئة و تعد هذه العناصر ذات سمية عالية بالنسبة للإنسان عند دخولها الى السلسلة الغذائية .(Borgmann 2005) تلعب الفطريات الخيطية دورا فعالا في خفض وازالة تراكيز العديد من العناصر الثقيلة في التربة و البيئة المائية وذلك لامتلاكها مجموعة من الاليات المختلفة تجعلها كفؤة في عملية خفض تراكيز العناصر الثقيلة منها عملية الادمصاص على جدران الغزل الفطري الخارجية Adsorption او تكوين معقدات ثقيلة مترسبة او الية الشرب الحيوي Biosorption و تخزين العناصر داخل خلاياها (Guibal et al,. 2001 .و Balderian, 2009) اظهر (Bennet et al,. 2008) في دراستهم ان للفطريات دور كبير وفاعلية عالية في عملية التراكم الحيوي bioaccumulation للعناصر الثقيلة و قدرة الغزل الفطري Mycelium على ادمصاص الكادميوم والحديد والزئبق والزنك بكفاءة عالية في البيئة المائية. ان كفاءة الغزل الفطري في ادمصاص المعادن ناتج من تركيب الجدار الخلوي للخيوط الفطرية حيث يتكون من مجموعة من المركبات مثل polysaccharides والبروتين وهذا الاخير متكون من مجموعات ثانوية مثل carboxyl و hydroxyl وكذلك يحتوي على الفوسفات ومجاميع من الاحماض الامينية وكل هذه المجاميع من المواد تعمل على الارتباط مع جزيئات العناصر الثقيلة (Gadd, 1992 و Veglio and Beolchini, 2008).

تهدف الدراسة الحالية الى دراسة كفاءة الغزل الفطري Mycelium للكتل غير الحية للفطريات Aspergillus terries, Aspergillus niger, Rhizopus oligosporium, Rhizopus raezea على خفض تراكيز العناصر الثقيلة كالرصاص والكادميوم والنحاس من مياه مخلفات الصرف الصحي مختبريا.

2. تعريف التلوث:

هو إحداث تغير في البيئة التي تحيط بالكائنات الحية بفعل الإنسان وأنشطته اليومية مما يؤدي إلي ظهور بعض الموارد التي لا تتلائم مع المكان الذي يعيش فيه الكائن الحي ويؤدي إلي اختلاله.

والإنسان هو الذي يتحكم بشكل أساسي في جعل هذه الملوثات إما مورداً نافعاً أو تحويلها إلي موارد ضارة ولنضرب مثلاً لذلك:

نجد أن الفضلات البيولوجية للحيوانات تشكل مورداً نافعاً إذا تم استخدامها مخصبات للتربة الزراعية، إما إذا تم التخلص منها في مصارف المياه ستؤدي إلي انتشار الأمراض والأوبئة.

2.1. أسباب تلوث البيئة

الإنسان هو السبب الرئيسي والأساسي في إحداث عملية التلوث في البيئة وظهور جميع الملوثات بأنواعها المختلفة وسوف نمثلها علي النحو التالي:

الإنسان = التوسع الصناعي – التقدم التكنولوجي – سوء استخدام الموارد – الانفجار السكاني.

- فالإنسان هو الذي يخترع.
- وهو الذي يصنع.
- وهو الذي يستخدم.
- وهو المكون الأساسي للسكان.

2.2. أنواع التلوث:

2.2.1. تلوث الهواء:

نقصد بتلوث الهواء وجود المواد الضارة به مما يلحق الضرر بصحة الإنسان في المقام الأول ومن ثَّم البيئة التي يعيش فيها .

2.2.2. التلوث بالنفايات:

من أنواع التلوث البيئي التلوث بالنفايات والتي تشتمل على: القمامة – النفايات الإشعاعية ...

2.2.3. التلوث البصرى:

هو تشويه لأي منظر تقع عليه عين الإنسان يحس عند النظر إليه بعدم ارتياح نفسي، ويمكننا وصفه أيضاً بأنه نوعاً من أنواع انعدام التذوق الفني، أو اختفاء الصورة الجمالية لكل شيء يحيط بنا من أبنية ... إلي طرقات ... أو أرصفة ...

2.2.4. تلوث المياه:

يشتمل تلوث المياه على أولاً تلوث المياه العذبة، ثانياً تلوث البيئة السطحية ثالثاً تلوث المياه الجوفية.

2.2.5. التلوث السمعي:

يرتبط التلوث السمعي أو الضوضاء ارتباطاً وثيقاً بالحضر وأكثر الأماكن تقدماً وخاصة الأماكن الصناعية للتوسع في استخدام الآلات ووسائل التكنولوجيا الحديثة ...

2.2.6. تلوث التربة:

إن التربة التي تعتبر مصدراً للخير والثمار، من أكثر العناصر التي يسئ الإنسان استخدامها فى هذه البيئة. فهو قاسٍ عليها لا يدرك مدى أهميتها فهي مصدر الغذاء الأساسي له ولعائلته، وينتج عن عدم الوعي والإدراك لهذه الحقيقة إهماله لها ...

2.2.7. تلوث المياه:

2.2.7.1. تلوث المياه العذبة وأثره على صحة الإنسان:

العناصر التي تسبب تلوث المياه العذبة

المياه العذبة هي المياه التي يتعامل معها الإنسان بشكل مباشر لأنه يشربها ويستخدمها في طعامه الذي يتناوله. وقد شاهدت مصادر المياه العذبة تدهوراً كبيراً في الآونة الأخيرة لعدم توجيه قدراً وافراً من الاهتمام لها. ويمكن حصر العوامل التي تتسبب في حدوث مثل هذه الظاهرة:

1- استخدام خزانات المياه في حالة عدم وصول المياه للأدوار العليا والتي لا يتم تنظفيها بصفة دورية الأمر الذي يعد غاية في الخطورة.

2- قصور خدمات الصرف الصحي والتخلص من مخلفاته.

3- التخلص من مخلفات الصناعة بدون معالجتها، وإن عولجت فيتم ذلك بشكل جزئي.

أما بالنسبة للمياه الجوفية، ففي بعض المناطق نجد تسرب بعض المعادن إليها من الحديد والمنجنيز إلي جانب المبيدات الحشرية المستخدمة في الأراضي الزراعية.

2.2.7.2. آثار تلوث المياه العذبة على صحة الإنسان:

أبسط شئ أنه يدمر صحة الإنسان علي الفور من خلال إصابته بالأمراض المعوية ومنها:

1- الكوليرا.

2- التيفود.

3- الدوسنتاريا بكافة أنواعها.

4- الالتهاب الكبدي الوبائي.

5- الملاريا.

6- البلهارسيا.

7- أمراض الكبد.

8- حالات تسمم.

9- كما لا يقتصر ضرره على الإنسان وما يسببه من أمراض، وإنما يمتد ليشمل الحياة في مياه الأنهار والبحيرات حيث أن الأسمدة ومخلفات الزراعة فى مياه الصرف تساعد على نمو الطحالب والنباتات المختلفة مما يضر بالثروة السمكية لأن هذه النباتات تحجب ضوء الشمس والأكسجين للوصول إليها كما أنها تساعد على تكاثر الحشرات مثل البعوض والقواقع التي تسبب مرض البلهارسيا علي سبيل المثال.

يعتبر الماء مذيب جيد لكثير من المواد وحتى بعض المواد التي لا تذوب فيه تشكل معلقات غروية تشبه المحاليل. وينزل الماء علي هيئة أمطار أو ثلج بصورة نقية خالية تقريبا من الجراثيم أو الملوثات الأخرى، لكن نتيجة للتطور الصناعي الكبير، تتعرض حتى مياه الأمطار أثناء سقوطها إلى الكثير من الملوثات لتصل الأرض مشبعة بالغازات السامة الذائبة مما يجعله غير صالح للشرب، ولعل أفضل مثال هو المطر الحمضي الذي سيتم شرحه لاحقا .

كذلك ظهر تلوث مياه البحار والأنهار و المياه الجوفية بالمواد البترولية والمواد المشعة والمعادن الثقيلة وغيرها. ويشكل التلوث بالمواد البترولية خطرا علي المياه حيث يكون طبقة رقيقة فوق سطح الماء تمنع مرور الهواء والأوكسجين وثاني أكسيد الكربون والضوء إلي الماء، مما يؤدي إلى اختناق الأحياء المائية وتعطيل معظم العمليات الحيوية الهوائية وبذلك تصبح الحياة المائية شبه مستحيلة. يدوم الهيدروكربون الناتج من تلوث البترول طويلا في الماء ولا يتجزأ بالبكتريا ويتراكم في قاع البحر. ويحتوي البترول علي مواد مسرطنة مثل بنزوبيرين الذي يؤثر علي النباتات والحيوانات التي تتغذى عليها. وهناك مواد كيماوية أخرى تسبب تلوث المياه مثل المبيدات D.D.T والمعادن الثقيلة .تلوث البيئة البحرية وأثره:

2.2.7.3. مصادر التلوث:

- إما بسبب النفط الناتج عن حوادث السفن أو الناقلات.

- أو نتيجة للصرف الصحي والصناعي.

الآثار المترتبة على التلوث البحري:

a. تسبب أمراضاً عديدة للإنسان:

- الالتهاب الكبدي الوبائي.

- الكوليرا.

- الإصابة بالنزلات المعوية.

- التهابات الجلد.

b. تلحق الضرر بالكائنات الحية الأخرى:

- الإضرار بالثروة السمكية.

- هجرة طيور كثيرة نافعة.

- الإضرار بالشعب المرجانية، والتي بدورها تؤثر علي الجذب السياحي وفي نفس الوقت علي الثروة السمكية حيث تتخذ العديد من الأسماك من هذه الشعب المرجانية سكناً وبيئة لها....

المصادر الرئيسية لتلوث المياه:

1. مصادر صناعية
2. مصادر الصرف الصحي
3. مصادر زراعية

1.3.7.2.2.المصادر الصناعية

تحتوي مياه المصانع وفضلاتها ما نسبته 60 بالمائة من مجموع المواد الملوثة للبحار والبحيرات والأنهار. ويصدر أغلب الملوثات من مصانع مثل مصانع الدباغة والرصاص والزئبق والنحاس والنيكل ومصانع الدهانات والإسمنت والزجاج والمنظفات ومصانع تعقيم الألبان والمسالخ ومصانع تكرير السكر. بالإضافة إلي التلوث بالهيدروكربون الناتج عن التلوث بالبترول .

إن معظم المصانع في الدول النامية وحتى الدول المتقدمة لا تلتزم بضوابط الصرف الصناعي، بل تلقي بفضلاتها في المياه. ففي الولايات المتحدة وجدت مخلفات سامة في مياه الأنهار والبحار المحيطة بالمصانع. وفي القاهرة أجريت دراسة علي اثني عشر محطة لمعالجة مياه الشرب ووجدت جميعها تعاني من عدم انضباط في تصريف النفايات السائلة الصناعية .

وتجدر الإشارة إلي أن الطرق التقليدية لتنقية المياه لا تقضي علي الملوثات الصناعية (مثل الهيدروكربون) والملوثات غير العضوية والمبيدات الحشرية وغيرها من المواد الكيميائية المختلفة. وقد يتفاعل الكلور المستخدم في تعقيم المياه مع الهيدروكربونات مكونا مواد كربوهيدراتية كلورينية متسرطنه. ومن أشكال التلوث الصناعي هو استعمال بعض المصانع ومحطات الطاقة لمياه الأنهر والبحيرات في التبريد، وما ينتج عنة من ارتفاع في حرارة المياه مما يؤثر سلبا على التفاعلات البيوكيميائية في المياه وكذلك على الأحياء المائية .

2.2.7.3.2.مصادر الصرف الصحي

تعتبر مياه المجاري واحدة من أخطر المشاكل علي الصحة العامة في معظم دول العالم الثالث، لأن أغلب هذه الدول ليس لديها شبكة صرف صحي متكاملة، بل في بعض المدن الكبيرة لا توجد شبكة صرف صحي وأكبر مثال علي ذلك مدينة جدة. والمشكلة الكبرى عندما تلقي المدن الساحلية مياه الصرف الصحي في البحار دون معالجة مسببة بذلك مشكلة صحية خطيرة. كما أن استخدام الحفر الامتصاصية في الأماكن التي لا يتوفر فيها شبكة صرف صحي له أضراره علي الصحة العامة خاصة إذا تركت مكشوفة أو ألقيت مخلفاتها في الأماكن القريبة من المساكن حيث يتوالد البعوض والذباب مما يسبب الكثير من الأمراض بالإضافة إلي استخدام المبيدات المنزلية التي لها أضرارها علي صحة الإنسان .

تحتوي مياه المجاري علي كمية كبيرة من المواد العضوية وأعداد هائلة من الكائنات الحية الدقيقة الهوائية واللاهوائية. وعند وصولها إلى المياه السطحية، تعمل الكائنات الدقيقة الهوائية على استهلاك الأوكسجين لتحليل المواد العضوية مسببة نقصا في الأوكسجين مما يؤدي إلى اختناق الكائنات الحية التي تعيش في البحر وموتها. عند موتها تبدأ البكتريا أو الكائنات الدقيقة اللاهوائية بتحليلها محدثة تعفن وفسادا أخر إلى السابق .

تتوقف درجة فساد المياه السطحية وصلاحيتها للاستعمال علي عدة عوامل منها :

1. سرعة تيار الماء في المجري المائي
2. كمية الأوكسجين الذائب في الماء
3. السرعة التي تستطيع بها بعض أنواع البكتريا تحليل هذه الشوائب والفضلات
4. مدي حجم الشوائب والفضلات التي تلقي في هذا المسطح المائي البحر ونوعيتها

.2.2.7.3.2. مكونات مياه الصرف الصحي

تتكون مياه الصرف الصحي من المياه المستخدمة في المنازل سواء في الحمامات أو المطابخ وكذلك المياه المستخدمة في بعض الورش والمصانع الصغيرة ومحطات الوقود التي تقع داخل المدينة .

تحتوي مياه الصرف الصحي علي نسبة عالية من الماء 99.9 و الباقي مواد صلبة علي هيئة مواد غروية وعالقة وذائبة.

وهذه المركبات هي :

1. الكربوهيدرات: وتشمل السكريات الأحادية والثنائية والنشا والسليلوز
2. أحماض عضوية: مثل حمض الفورميك، بروبونيك وغيرها
3. أملاح أحماض عضوية
4. الدهون والشحوم
5. المركبات العضوية النتروجية وتشمل البروتينات
6. الأصباغ
7. الأملاح المعدنية
8. مواد أخري

2.2.7.3.3. المصادر زراعية

زاد في الآونة الأخيرة استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة الكيميائية في الزراعة، ينجرف قسم من هذه المواد مع مياه الأمطار مياه الري لتصل إلى المياه السطحية والجوفية مسببا تلوث كيميائي خطيرا للمصادر المائية .

2.2.8. أضرار تلوث الماء علي صحة الإنسان

يعتبر التلوث الميكروبي أو الكيميائي للمياه من أكثر الملوثات ضررا علي صحة الإنسان.

2.2.8.1. تلوث الماء ميكروبيا

ثبت بما لا يدعوا للشك أن مياه الصرف الصحي إذا لم تعالج جيدا تسبب أمراضا خطيرة للإنسان وخاصة إذا تسربت لمياه الشرب. يعتبر التلوث الميكروبي للمياه السبب في انتشار وباء السالمونيلا والالتهاب الكبدي في عدد من دول العالم. إن مياه الصرف الصحي بها أعداد هائلة من الكائنات الدقيقة مثل البكتريا والفيروسات والطفيليات وبذلك تنقل العديد من الأمراض مثل الكوليرا والتيفويد وشلل الأطفال. وتلعب الكائنات الحية الدقيقة دورا في تحولات الميثان والكبريت والفسفور والنترات. فبكتريا الميثان تنتج غاز الميثان في الظروف الهوائية واللاهوائية، وبكتريا التعفن تنتج الأمونيا التي تتأكسد إلي نترات والتي تكون ما يعرف باخضرار الماء وتظهر علي شكل طبقة خضراء من الأعشاب علي سطح خزانات المياه والبحيرات وشواطئ البحار، وأكثر ما تكون في المياه الراكدة وتسبب في إعاقة تسرب الأوكسجين إلي الماء، وتسبب زيادة الأعشاب الخضراء إلى مرض زرقة العيون لدي الأطفال .

2.2.8.2. تلوث الماء كيميائيا

تلوث الماء بالمواد الكيميائية يمكن أن يكون خطرا علي البيئة وعلى صحة الإنسان. ويمكن تلخيص أهم المواد الكيميائية التي تلوث المياه :

1. مركبات حمضية أو قلوية :

تعمل كل من المركبات الحمضية أو القلوية على تغيير درجة الحموضة للماء. إن ارتفاع درجة حموضة المياه له تأثير سلبي على صحة الإنسان كما يؤدي إلى تكون الصدأ في الأنابيب وتآكلها. أما التلوث بالقلويات يؤدي إلى تكون الأملاح مثل كربونات وبيكربونات وهيدروكسيدات والكلوريدات . وتسبب كربونات وبيكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم عسر الماء كما أن مركبات الكلوريدات والسلفات تسبب ملوحة الماء .

2. مركبات النترات والفوسفات:

تسبب هذه المركبات ظاهرة اخضرار الماء. وتتكون الأعشاب الخضراء من الطحالب وهي من عناصر الكربون والنتروجين والفسفور. ومن الجدير بالذكر أن النترات تتحد مع الهيموجلوبين وتمنع اتحاد الأوكسجين معه مما يسبب الاختناق .

3. مركبات عضوية:

كثير من المركبات العضوية تسبب تلوث الماء وأشهرها التلوث بالبترول ومشتقاته والمبيدات الحشرية والمبيدات الفطرية وغيرها من الكيماويات الصناعية .

4. الهالوجينات:

يستخدم الكلور والفلور لتعقيم المياه من الميكروبات الضارة ولكن عند وجود مواد عضوية أو هيدروكربونات في المياه، فإنها تتفاعل مع الكلور مكونة مركبات هيدروكربونية كلورية مسرطنة .

5. المواد المشعة:

مثل الراديوم الذي يسبب السرطان وخاصة سرطان العظام .

6. المعادن الثقيلة:

مصطلح المعدن الثقيل يشير إلى أي عنصر كيميائي معدني لديها كثافة عالية نسبيا وغير سامة أو سامة عند تركيزات منخفضة. أمثلة للمعادن الثقيلة تتضمن الزئبق (Hg), الكادميوم (Cd), الزرنيخ (As), الكروم (Cr), الثليوم (Tl), و الرصاص.(Pb)

المعادن الثقيلة هي عناصر طبيعية من قشرة الأرض. لا يمكن ان تتحلل او ان تتكسر بدرجة صغيرة يدخلون أجسامنا عن طريق مياه الشرب والغذاء والهواء. كما العناصر النادرة، وبعض المعادن الثقيلة (مثل النحاس ، السيلينيوم ، الزنك) ضرورية للحفاظ على عملية التمثيل الغذائي للجسم البشري. ومع ذلك، في تركيزات أعلى فإنها يمكن أن تؤدي إلى التسمم. يمكن أن يؤدي التسمم بالمعادن الثقيلة، على سبيل المثال، من تلوث مياه الشرب (أنابيب الرصاص على سبيل المثال)، وارتفاع تركيزات الهواء المحيط بالقرب من مصادر الانبعاثات، أو المدخول عبر في السلسلة الغذائية.

المعادن الثقيلة خطيرة لأنها تميل التراكم الأحيائي. التراكم يعني زيادة في تركيز المادة الكيميائية في الكائن الحي البيولوجي مع مرور الوقت، مقارنة مع تركيز المادة الكيميائية في البيئة. مركبات تتراكم في الكائنات الحية أي وقت يتم تناولها وتخزينها بشكل أسرع من أنها يتم تقسيم لأسفل (يستقلب) أو يطرح.

المعادن الثقيلة يمكن أن تدخل إمدادات المياه عن النفايات الصناعية والاستهلاكية، أو حتى من المطر الحمضي التربة والإفراج عن المعادن الثقيلة في مجاري المياه والبحيرات والأنهار، والمياه الجوفية.

2.2.9. المخاطر البيئية والصحية.

الآن نحن بصدد لوصف الآثار المترتبة على المعادن الثقيلة في البيئة. الملوثات أكثر ثلاثة هي المعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم، والزئبق.

2.2.9.1. تأثيرات الأنتيمون على البيئة

الأنتيمون هو المعدن الذي يستخدم في مجمع ثالث أكسيد الأنتيمون، ومثبطات اللهب. يمكن أيضا أن تكون موجودة في البطاريات والمواد الملونة، والسيراميك والزجاج. التعرض لمستويات عالية من الأنتيمون لفترات قصيرة من الوقت يسبب

الغثيان، والتقيؤ، والإسهال. هناك القليل من المعلومات حول آثار التعرض على المدى الطويل الأنتيمون، لكن يشتبه ان تكون مادة مسرطنة. معظم مركبات الأنتيمون لا يتراكم في الحياة المائية.

2.2.9.2. تأثيرات الكادميوم على البيئة

الكادميوم يستمد خصائصه السمية الكيميائية من التشابه إلى الزنك والمغذيات الدقيقة الأساسية للنباتات والحيوانات والبشر. الكادميوم هو استمرار الحيوية و، استوعبت مرة واحدة من قبل كائن حي، لا يزال مقيما لسنوات عديدة (على مدى عقود بالنسبة للبشر) على الرغم من أن يطرح في نهاية المطاف.

لدى البشر، التعرض الطويل يؤدي الى الفشل الكلوي التعرض الطويل يؤدي إلى مرض الانسداد الرئوي والذي تم ربطه إلى الإصابة بسرطان الرئة، على الرغم من البيانات المتعلقة فانه من الصعب تفسير ذلك بسبب عوامل المركبة قد يؤدي ايضا الى احداث عيوب في العظام (لين العظام وهشاشة العظام) في الإنسان والحيوان. وبالإضافة إلى ذلك، يمكن ربط المعدن بزيادة ضغط الدم وتأثيره عضلة القلب لدى الحيوانات، على الرغم من البيانات التي حصلت لا تدعم هذه النتائج.

ويقدر متوسط المتحصل اليومي بالنسبة للبشر و0.15 µgمن الهواء و1 µgمن المياه. التدخين يمكن أن حزمة من 20 سيجارة يؤدي إلى استنشاق حول 4 2–µgمن الكادميوم، ولكن قد تختلف مستويات على نطاق واسع.

2.2.9.2.1. انبعاث شكل الكادميوم

ويتم إنتاج الكادميوم وحتمي من قبل المنتج من الزنك (أو الرصاص أحيانا) التكرير، لأن هذه المعادن بشكل طبيعي داخل خام الخام. ومع ذلك، مرة واحدة في جمع الكادميوم من السهل نسبيا لإعادة تدوير.

استخدام أهم من الكادميوم في النيكل / كادميوم البطاريات، ومصادر الطاقة القابلة لإعادة الشحن أو الثانوية العارضة عالية الانتاج، وحياة طويلة، وصيانة منخفضة والتسامح عالية للإجهاد البدني والكهربائية. الطلاء المقاومة للتآكل الكادميوم توفير جيدة، لا سيما في بيئات عالية الإجهاد مثل البحرية والطيران التطبيقات التي تتطلب سلامة أو موثوقية عالية، وتآكل الطلاء بشكل تفضيلي في حالة تلفها. استخدامات أخرى من الكادميوم هي كما أصباغ، ومثبتات للبولي كلوريد الفينيل، في

السبائك والمركبات الإلكترونية. الكادميوم أيضا كشوائب في العديد من المنتجات، بما في ذلك الأسمدة الفوسفاتية والمنظفات والمنتجات البترولية المكررة.

في عموم السكان غير المدخنين، مسار تعرض الرئيسي هو عن طريق الغذاء، عن طريق إضافة الكادميوم في التربة الزراعية من مصادر مختلفة (ترسب في الغلاف الجوي واستخدام الأسمدة) وامتصاص المواد الغذائية من قبل والمحاصيل العلفية. تعرض إضافي للإنسان تنشأ من خلال الكادميوم في الهواء المحيط ومياه الشرب.

2.2.9.3. تأثيرات الكروم على البيئة

يتم استخدام الكروم في السبائك المعدنية وأصباغ للدهانات والاسمنت والورق والمطاط، وغيرها من المواد. يمكن أن يؤدي التعرض المنخفض لتهيج الجلد وتقرح. على المدى الطويل يمكن أن يسبب فشل الكلى وتلف الكبد، والضرر أيضا في الدورة الدموية والأنسجة العصبية. الكروم غالبا ما تتراكم في الحياة المائية، إضافة إلى خطر تناول الأسماك التي ربما تكون قد تعرضت لمستويات عالية.

2.2.9.4. تأثيرات النحاس على البيئة

النحاس هو مادة أساسية لحياة الإنسان، ولكن في جرعات عالية يمكن أن يسبب فقر الدم والكبد والكلى الأضرار، وتهيج المعدة والأمعاء. الناس مع مرض ويلسون معرضون بشكل أكبر لخطر التأثيرات الصحية من التعرض المفرط لالنحاس.

النحاس يحدث عادة في مياه الشرب من مواسير نحاس، وكذلك من المواد المضافة المصممة للسيطرة على نمو الطحالب.

2.2.9.5. تأثيرات الرصاص على البيئة

لدى البشر يمكن أن يؤدي التعرض للرصاص في مجموعة واسعة من التأثيرات البيولوجية وفقا لمستوى ومدة التعرض. تحدث تأثيرات مختلفة على طائفة واسعة من الجرعات، مع وضع الجنين والرضيع يكون أكثر حساسية من الكبار. مستويات عالية من تعرض قد يؤدي إلى آثار البيوكيميائية السامة في الانسان والتي بدورها تسبب مشاكل في تركيب خضاب الدم، والآثار على الكلى والجهاز الهضمي والمفاصل والجهاز التناسلي، والضرر الحاد أو المزمن على الجهاز العصبي.

التسمم بالرصاص، والتي هي من الشدة بحيث يسبب مرض واضح، هو الآن نادرة جدا في الواقع.

بتركيزات متوسطة، ومع ذلك، هناك أدلة مقنعة على أن الرصاص يمكن أن يكون، خفية صغيرة، والآثار تحت الإكلينيكي، وخاصة على التطورات العصبية لدى الأطفال. بعض الدراسات تشير إلى أنه قد يكون هناك خسارة تصل إلى نقطة 2 IQ لارتفاع الدم من 10 إلى 20 µg/dl في الأطفال الصغار.

ويقدر متوسط المدخول الرصاص يوميا للبالغين في المملكة المتحدة في 1.6 µg من الهواء، 20 µg من مياه الشرب و28 µg من الطعام. ورغم أن معظم الناس في الحصول على الجزء الأكبر من استهلاكهم من الغذاء الرصاص، في فئات معينة من السكان مصادر أخرى قد تكون أكثر أهمية، مثل المياه في المناطق التي أنابيب الرصاص والمياه والهواء بالقرب من نقطة مصدر الانبعاثات والتربة والغبار ورقائق الطلاء القديم في المنازل أو الأراضي الملوثة. الرصاص في الهواء يسهم في مستويات الرصاص في الغذاء من خلال ترسب الغبار والمطر الذي يحتوي على معدن، على المحاصيل والتربة. بالنسبة لغالبية الناس في المملكة المتحدة، ومع ذلك، هو التعرض للرصاص الغذائية أقل بكثير من المدخول المؤقت الأسبوعية المسموح بها من قبل الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) ومنظمة الصحة العالمية

2.2.9.5.1. انبعاث شكل الرصاص

يؤدي ينشأ في بيئة من مصادر طبيعية وبشرية. يمكن أن يحدث من خلال التعرض، ومياه الشرب الطعام والتربة والهواء والغبار من الطلاء القديم المحتوي على الرصاص. في عموم السكان، ممنوع التدخين في البالغين المسار الرئيسي هو تعرض من الغذاء والماء. الغذاء والهواء والماء والغبار / التربة هي أهم مسارات التعرض المحتمل للرضع والأطفال الصغار. للرضع تصل إلى 4 أو 5 أشهر من العمر، والهواء، والماء الحليب الصيغ هي مصادر كبيرة.

الرصاص هو من بين المعادن غير الحديدية الأكثر المعاد تدويرها وإنتاجها الثانوي نمت بشكل مطرد لذلك على الرغم من انخفاض أسعار الرصاص. يتم تطبيق خصائصه الفيزيائية والكيميائية في الصناعات التحويلية، والبناء والكيميائية. يتشكل بسهولة ومرن وقابل للسحب. هناك ثماني فئات واسعة من الاستخدام: البطاريات، إضافات البنزين (لم يعد مسموحا به في الاتحاد الأوروبي)، ومقذوف المنتجات المدرفلة، وسبائك، أصباغ والمركبات، تغليف الكابلات النار،

و ammunitionexposure هو أقل بكثير من المدخول المؤقت الأسبوعية المسموح بها من قبل الأمم المتحدة منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية

2.2.9.6. تأثيرات الزئبق على البيئة

الزئبق هو مادة سامة التي لا يوجد لها وظيفة معروفة في علم وظائف الأعضاء والكيمياء الحيوية والإنسان أو لا يحدث بشكل طبيعي في الكائنات الحية. ويرتبط التسمم بالزئبق غير العضوي مع الهزات، والتغيرات النفسية التهاب اللثة و / أو التعديلات، جنبا إلى جنب مع الإجهاض التلقائي والتشوهات الخلقية.

أحادية ميثيل الزئبق يسبب تلف في خلايا المخ والجهاز العصبي المركزي، في حين تعرض الجنين بعد الولادة وأدت إلى تغييرات الإجهاض، والتشوهات الخلقية عند الأطفال الصغار التنمية

2.2.9.6.1. انبعاث شكل الزئبق

الزئبق مادة ملوثة عالمية ذات كيميائية معقدة وغير عادية، والخصائص الفيزيائية. المصدر الرئيسي الطبيعي للزئبق هو التفريغ من القشرة الأرضية، والانبعاثات من البراكين والتبخر من الهيئات الطبيعية من المياه.

في جميع أنحاء العالم التعدين من المعدن يؤدي إلى تصريف غير مباشرة في الغلاف الجوي. استخدام الزئبق على نطاق واسع في العمليات الصناعية والمنتجات المختلفة (مثل البطاريات والمصابيح والحرارة). كما انها تستخدم على نطاق واسع في طب الأسنان والحشوات لمزيج وصناعة المستحضرات الصيدلانية. القلق بشأن الزئبق في البيئة ينبع من أشكال سامة للغاية والتي يمكن أن تحدث الزئبق.

الزئبق موجود في الغالب في الغلاف الجوي في شكل يتفاعل نسبيا كعنصر الغازية. عمر طويل في الغلاف الجوي (من أجل من 1 سنة) من شكله الغازي يعني الانبعاثات والنقل وترسب الزئبق هو قضية عالمية.

يمكن أن يسبب العمليات البيولوجية الطبيعية ميثليته أشكال الزئبق التي تتراكم لتشكل أكثر من مليون سمكة أضعاف والتركيز في الكائنات الحية خاصة. هذه الأشكال من الزئبق: ميثيل الزئبق الأحادي و ethylmercury قاتمة شديدة

السمية، مما تسبب في اضطرابات العصبية السمية. المسار الرئيسي للزئبق على البشر من خلال السلسلة الغذائية وليس عن طريق الاستنشاق.

المصادر الرئيسية للانبعاثات الزئبق في المملكة المتحدة هي من تصنيع الكلور في الخلايا الزئبقية، غير الحديدية إنتاج المعادن، وأفران الحرق احتراق الفحم. انبعاثات الزئبق من المملكة المتحدة ليست مؤكدة ويقدر أن يكون النطاق 13 حتي 36 طن في السنة .(DERA) وتقدر الانبعاثات قد انخفض بنحو ¾ 'ق بين 1970-1998(NAEI) ، ويرجع ذلك أساسا إلى تحسين الضوابط على خلايا الزئبق والاستعاضة عنهم، وسقوط في استخدام الفحم. في حين كان هناك تراجع في مستوى الانبعاثات الأوروبية للزئبق، بدأت الانبعاثات من خارج أوروبا لزيادة – زيادة مستوى تركيزات المحيط في القارة

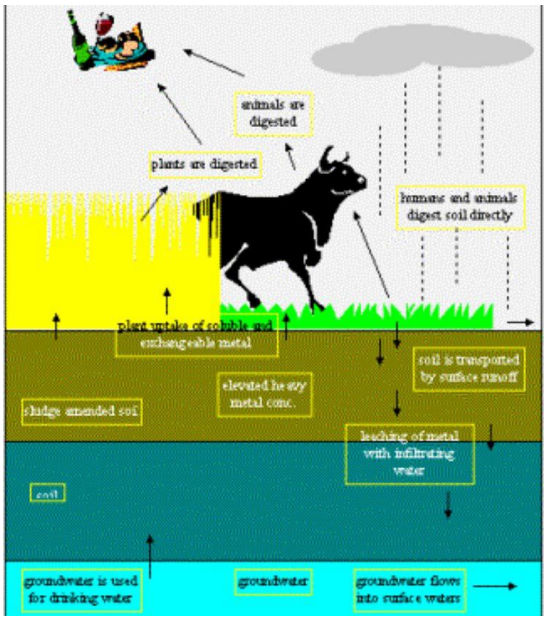
2.2.9.7. تأثيرات النيكل على البيئة

وهناك حاجة إلى كميات صغيرة من النيكل من قبل جسم الإنسان لإنتاج خلايا الدم الحمراء، ولكن في كميات مفرطة، يمكن أن تصبح سامة أقل ما يقال. ومن غير المعروف على المدى القصير التعرض المفرط لالنيكل يسبب أي مشاكل صحية، ولكن على المدى الطويل يمكن أن يسبب التعرض انخفض وزن الجسم والقلب وتلف الكبد، وتهيج الجلد. وكالة حماية البيئة لا ينظم حاليا مستويات النيكل في مياه الشرب. يمكن النيكل تتراكم في الحياة المائية، ولكن لم يتم تضخيم وجودها على طول السلسلة الغذائية.

تأثيرات السيلينيوم على البيئة

وهناك حاجة السيلينيوم من قبل البشر والحيوانات الأخرى في كميات صغيرة، ولكن في كميات أكبر يمكن أن يسبب تلف الجهاز العصبي، والتعب، والتهيج. السيلينيوم يتراكم في الأنسجة الحية، مما تسبب نسبة عالية من السيلينيوم في الأسماك والكائنات الأخرى، ويسبب مشاكل أكبر في الصحة البشرية عبر سنوات طويلة من التعرض المفرط. هذه المشاكل الصحية تشمل الشعر والأظافر الخسارة، الأضرار التي لحقت الكلى وأنسجة الكبد، تلف أنسجة الدورة الدموية، والمزيد من الضرر الشديد للجهاز العصبي.

2.2.10. عملية امتزاز المعادن الثقيلة:



في الصورة يمكن أن نلاحظ الطريقة التي تتبع المعادن الثقيلة من الخطوة الأولى من التلوث إلى الخطوة النهائية في جسم الإنسان من المواد الغذائية يعني

2.2.11. قياس تركيزات العناصر الثقيلة في عينة مياه

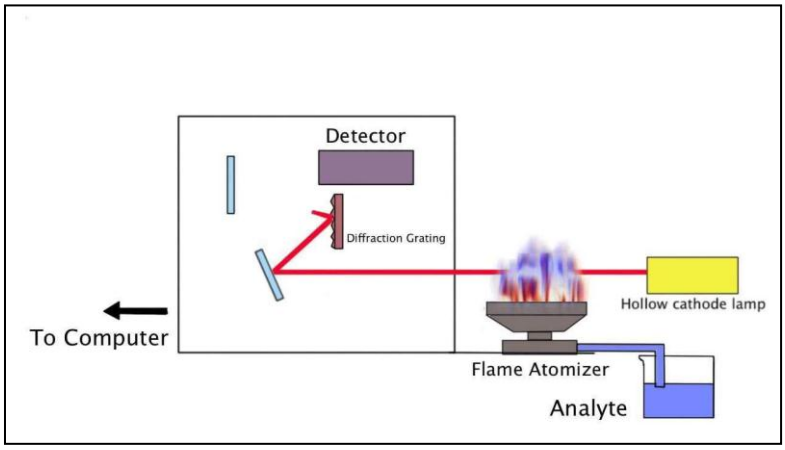
يستخدم لذ لك اجهزه مختلفة وتعالج عينة المياه بطرق مختلفة قبل القياس على الجهاز

من هذه الأجهزة **Atomic Absorption (AA) Spectrometers**

وهو جهاز به جزء يسمى Lamb خاصه بكل عنصر على حده تركب في الجهاز قبل القياس فاذا قسنا مثلا Pb يلزم تركيب ال Lamb الخاص به بالجهاز اولا وبعد ان تنتهى من القياس لهذا العنصر وتريد قياس عنصر اخر مثل Cu عليك تركيب ال Lamb الخاصة بقياس ال Cu اولا أي ان الجهاز لا يستطيع قياس عنصرين معا في عينه ما في نفس الوقت بل تقيس العنصر الاول بعد معايرة الجهاز وتركيب ال Lamb الخاصة به ثم بعد ان تنتهى تركب ال Lamb الخاصة بالعنصر الثاني وتعاير الجهاز و تقيس وزمن قياس العينة لا يستغرق دقائق قليله وله نوعين

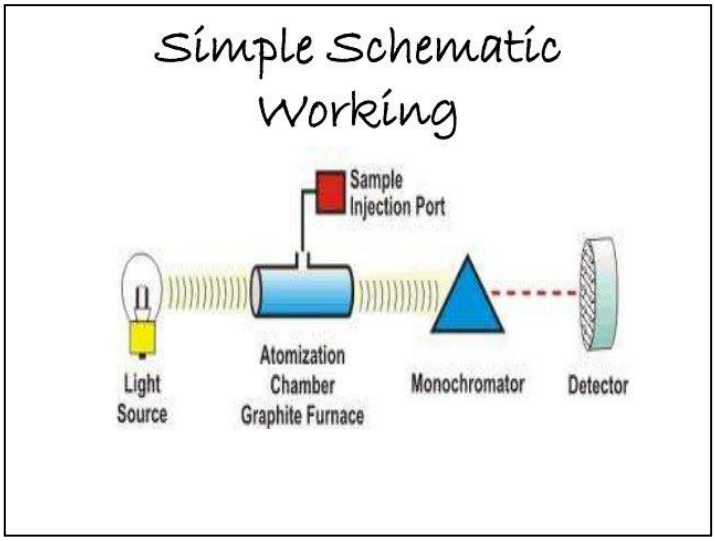
Flame Atomic Absorption Spectrometers (FAA)

في الغالب يستخدم لقياس تركيزات المعادن في العينات ذات التركيزات العالية



Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometers (GFAA)

في الغالب يستخدم لقياس تركيزات المعادن في العينات ذات التركيزات القليلة جدا عملاق قياس المعادن وهو جهاز يستطيع قياس تركيزات حوالى 70 عنصر في عينه واحده معا في نفس الوقت ويخرج لنا تقرير به جميع تركيزات العناصر التي تدخلها له وتطلب منه قياسها وذلك بعد معايرته طبعا وذلك في دقيقه واحده تقريبا ويعتمد عمله على تحويل العينة لحالة البلازما (الحالة الثالثة للمادة) (حاله بين الصلبة والسائلة) فعنده جميع ذرات المادة تتأين وتشع اطوال موجيه معينه يتعرف منها الجهاز على نوع المعادن ويقيس تركيزه ولا يستخدم فيه Lamb لأنه يعتمد على الاشعاع هنا.



2.2.12. كيفه يتم معالجة العينه قبل دخولها على الجهاز لقياسها

يعتمد ذلك على نوع السائل الذى تريد قياس تركيزات المعادن فيه بحيث

1. عند جمع لتر واحد من الماء العذ ب تضيف كميه من حمض HNO3 اليها وليكن 1.5 ملى من الحمض حتى تصل الى PH=2 او اقل وهذا هو الوسط المناسب للقياس.
2. بعدها نأخذ 100 ملى من العينه وتعمل عملية اذابه لاى بقايا معدن مترسبه فى العينه بأضافة حوالى 3 ملى من حمض HNO3 للعينه مره ثانيه.
3. تسخن العينه عند 80 درجه سيلزيه (بحيث لا تغلى) وتتركها حتى يقل حجمها الى حوالى 10 ملى بعدها تضيفها الى فلاسك 100ملى بعد الفلتره عبر ورقة ترشيح وتكمل حجمها الى 100ملى ثانيه بالماء المقطر ثم تقيسها على الجهاز

2.2.13. طرق جمع العينات

1. الطريقة النصف شهرية ..

من خلال متابعة عدة بحوث اجريت لقياس تراكيز المعادن الثقيلة في المياه نلاحظ ان افضل طريقة استخدمت لجمع العينات لمياه الانهر التي تمر بالمناطق السكانية (المدن) هي الطريقة النصف شهرية والفائدة منها

- معرفة معدل الزيادة بتراكيز المعادن الثقيلة الناتجة من رمي النفايات و تصريف مياه الصرف الصحي او مياه المصانع في المجرى النهري
- تحديد مدى تأثر المستوى الصحي للسكان بوجود هذه المعادن في مياه الشرب المأخوذة من النهر نفسه
- تسهيل دراسة الامراض الناتجة عن التراكم الحيوي للمعادن الثقيلة في جسم الانسان

2. الطريقة الشهرية..

تستخدم اغلب البحوث العلمية هذه الطريقة في دراسة تراكيز العناصر الثقيلة في المياه القرى والارياف حيث تكون شدة التلوث اقل نسبيا من التلوث الحاصل في المدن ويستفاد منها ..

- تحديد مدى تأثر المياه بالمبيدات المستخدمة في الزراعة (زيادة تركيز العناصر الثقيلة)
- تحديد الزمن الكافي لبعض انواع البكتيريا في تحليل هذه الملوثات

3. الطريقة الموسمية

عادتا ما تحتاج هذه الطريقة بين ٣_٦ اشهر(خلال موسم الزراعة الواحد) ما بين فحص واخر للعينات المأخوذة ويستفاد منها..

- تحديد مدى تأثر النباتات بزيادة تركيز العناصر الثقيلة
- معرفة معدل زيادة التراكم الحيوي للعناصر الثقيلة في النباتات
- معرفة تأثير زيادة العناصر الثقيلة على التربة
- معدل نفاذ العناصر الثقيلة للمياه الجوفية.....

2.2.14. كيفية اخذ العينات

تؤخذ العينات من اماكن متفرقة من المجرى النهري ويفضل اخذ العينات من منبع النهر حيث تؤخذ ثلاث عينات من طرفي النهر و وسطه وايضا تؤخذ عدة عينات من الوسط بنفس الطريقة اعلاه مع الاخذ بعين الاعتبار مرور النهر في المناطق السكانية او قرب المصانع او محطات التنقية واخر العينات من نهاية النهر وايضا بنفس الطرق اعلاه ومن خلال معرفة تراكيز

المعادن الثقيلة في كل العينات من خلال تنظيم جدول يضم حجم العينة ومكان العينة وتاريخ اخذ العينات يمكن من خلالها تحديد مدى تلوث المجرى المائي ..

2.2.15. معيار D.B.O.5 لقياس تلوث المياه

هو معيار يشيع استخدامه غالباً في قياس تلوّث المياه؛ ويقيس الطلب البيولوجي للأكسجين خلال مدّة زمنية لا تتجاوز الخمسة أيام؛ حيث يحسب كمية الأكسجين المطلوبة لتحليل المواد العضوية الموجودة في الماء كالبكتيريات؛ ويكون ذلك تحت تأثير درجة حرارة 20°C وتُقاس وحدتها في الظلام بـ Mg/L، أمّا فيما يتعلّق بمستويات الجودة للمياه فإنها تكون على النحو التالي

- **جيد جداً**: في حال كان ناتج قيمة معادل فرد أصغر من 3 Mg/L.
- **جيدة**: يُمنح هذا المستوى في حال كان ناتج قيمة معادل فرد تتراوح ما بين 3-5 Mg/L.
- **متوسطة الجودة**: وتعتبر المياه متوسطة الجودة في حال حصلنا على نتيجة معادل فرد تتراوح قيمتها ما بين 5-10 Mg/l.
- **رديئة**: تصنف المياه بأنها رديئة في حال كانت قيمة معادل فرد تتراوح ما بين 10-25 Mg/l.
- **رديئة جداً**: تكون المياه بهذا المستوى في حال كانت قيمة معادل الفرد أصغر من 25 Mg/l. يُشار بمعادل فرد إلى ثلث خارج قسمة التلوث اليومي المتوسط الناجم عن صناعة ما، على التلوث اليومي الذي يتسبب به فرد واحد.

2.2.16. الامتصاص والادمصاص للمعادن الثقيلة بواسطة الطحالب

المعادن الثقيلة عبارة عن عناصر كيميائية بنائية للمعادن.. مثل الرصاص والزنك والزرنيخ والكادميوم والنحاس والتيتانيوم والألومنيوم والزئبق.. وتكون على هيئة معدن فلزي أو على هيئة أملاح ذائبة.. وتستخدم في أشياء كثيرة جداً من وجهة نظر كيميائية، فان غالبية العناصر في الجدول الدوري هي المعادن والفلزات، ماعدا الهيدروجين (H) والبورون (B) والكربون (C)والنيتروجين (N) والفسفور (P) والاكسجين (O) والكبريت (S) والهالوجينات والغازات النبيلة ليست مدرجه في هذه الفئه. ايونات المعادن يتم تجميعها في نوع (A) ونوع (B) و الكاتيونات المعدنية الانتقالية. من وجهة نظر بيولوجية، المعادن وايونات المعادن يمكن ان تصنف وفقاً لتأثيرها او سميتها على البيئة. العناصر المعدنية التي كثافتها اكبر من (5 g/cm)تسمى ثقيله. العناصر التي لها تأثيرات سامه على الكائنات الحيه يطلق عليها المعادن الثقيلة السامه. بعض المعادن الثقيلة مثل النحاس والزنك والنيكل تعتبر اساسيه او ضرورية للحياة لأنها تلعب دور هام في عمليات الايض التي تحدث في الخلايا الحيه. والمستويات المرتفعة من هذه المعادن تعتبر سامه لمعظم الكائنات حقيقية النواه وبدائية النواه. المعادن الثقيلة الاخرى مثل الكادميوم والرصاص والزئبق تعتبر غير اساسيه للحياة لأنها تسبب اضرار كبيره للكائنات الحيه حتى في التركيزات المنخفضة جداً. المعادن توجد في اشكال مختلفة: ايونات ذائبه في الماء، ابخره، املاح او معادن في الصخور والرمال والتربة. كما انها يمكن ان تكون مرتبطة بجزيئات عضويه او غير عضويه، او ملتصقه (معلقه) على جزيئات الهواء. سمية المعادن تعتمد في الغالب على الشكل الكيميائي .(Metal speciation) ومن المعترف به ان الايون الحر هو اكثر الانواع السامه على الحياه المائية. بعض الاشكال العضوية مثل ميثيل الزئبق تتناول بشكل فعال بواسطة الكائنات الحيه، وهو اكثر سميه من الانواع الاخرى للزئبق. العمليات الصناعية والممارسات الزراعية المكثفة غالباً ما تؤدي الى اطلاق العديد من المعادن الثقيلة الى البيئات البريه والمائية. المعادن الثقيلة هي ملوثات بيئية مستقرة وثابته نظراً لأنها لا يمكن تحليلها او تدميرها. لذلك سميتها تعتبر من كبرى المشاكل البيئية والصحية وتتطلب البحث المستمر عن تقنيات فعاله وغير مكلفه لإزالة السموم من المواقع الملوثة بالمعادن.

2.2.16.1. التفاعل الطحالب والمعادن الثقيلة المتبادل

في البيئات المائية العناصر المعدنية قد تتواجد في عدة اشكال (انواع) كيميائية، متوزعه بين الرواسب (صلبه) والمحلول (سائله). المعادن قد تكون موجوده في الرواسب كمركبات غير عضويه غير قابله للذوبان، او كجزيئات معلقه، او مرتبطة بالغرويات العضوية. المعادن قد تكون موجوده في المحلول كأيونات حره للمعدن، او كمركبات عضويه او غير عضويه. التوازن بين كل هذه الانواع للمعدن قابل للتغير (قابل للتبادل) ويعتمد على العوامل البيئية مثل درجة الحرارة، الرقم الهيدروجيني (pH), القلوية وغيرها. وكذلك على الكائنات الحيه التي تزدهر في الماء. التوافر الحيوي للمعادن سواء كمغذيات (مثل الحديد والزنك) او كسموم (مثل الكادميوم والرصاص) يعتمد على شكلها الكيميائي. في معظم الحالات ايونات المعدن الحرة، والتي تعتبر شكل متوفر حيويا (Bioavailable) هي اكثر الانواع سميه. وبالتالي أي عملية تسارع بتحولها الى اشكال مرتبطة (Bound form) تؤدي الى الحد من سميتها.

الطحالب حساسة جداً لسمية المعادن لذلك كثيراً ما تستخدم كمؤشرات حيوية للكشف عن التأثيرات السامه المحتملة للمعادن الثقيلة. التأثيرات السامه قد تنتج عن العديد من الآليات: (أ) اعاقة المجموعات الوظيفية (Functional groups) للجزيئات الهامه الحيوية، مثل الانزيمات وانظمة النقل للمغذيات الأساسية والايونات، (ب) ازاحة و/او استبدال ايونات المعادن الأساسية من الجزيئات الحيوية ووحدات العمل الخلوية. هذا قد يؤدي الى تحوير وتعطيل للأنزيمات، وتعطل (تمزق) الأغشية الخلوية واغشية الاعضاء وسلامتها. وبالتالي المعادن السامه لديها القدرة على التدخل مع مجموعه كبيره من الأنشطة في الكائنات الحيه. تقريباً قد تؤثر على كلا من ايض الكائنات الحيه والنمو والتمايز.

بعض الكائنات حقيقية النواه وبدائية النواه قد طورت وسائل لجعل تحويل المعادن الثقيلة الى اشكال غير ضاره. وهي تمتلك عدد من الآليات للحفاظ على توازن المعادن ومنع التسمم بالمعادن الثقيلة. مقاومة المعادن الثقيلة في الطحالب وكذلك في غيرها من الكائنات الحيه قد تحدث من القدرة على منع الامتصاص. ويتحقق ذلك عن طريق ادمصاص ايونات المعادن السامه الى المواد المرتبطة بالخلية و/او مكونات جدار الخلية، او افراز المركبات العضوية التي تربط المعدن في البيئة المحيطة بها. خصوصية كلا الحالتين هي منخفضه واي كاتيون معدن قد يتفاعل مع بقايا الشحنة السالبة للمركبات العضوية الى شكل مجمعات. مقاومة المعدن قد تنتج من القدرة على التعامل مع كميات كبيره من المعادن الثقيلة داخل الأنسجة (التحمل

,(Toleranceالعمليات النشطة التي تشمل الامتصاص لأيونات المعادن. المعادن الثقيلة تدخل خلايا الطحالب عن طريق ناقلات المغذيات الصغرى. لمره واحده في الخلية، ازالة سمية المعادن الثقيلة يمكن ان يتحقق عن طريق الربط مع مركبات داخل خلويه محدده و/او نقل المعادن الى اماكن خلويه محدده. هناك آليه عامه لإزالة السموم المعدنية داخل الخلايا في الكائنات الحيه هي تشكيل ببتيدات وبروتينات ربط المعادن مثل .(Phytochelatins, Metallothioneins المركبات العضوية مثل (Polyphosphate, Citrate, Malate)التي افيد عنها كعامل استخلاب داخل الخلايا. الادمصاص الحيوي للمعادن الثقيلة بواسطة الطحالب عموماً هي عمليه ثنائية المرحلة. المرحلة الاولى هي الادمصاص (adsorption)خارج الخلايا بواسطة المواد المرتبطة بالخلايا مثل السكريات المتعددة (Polysaccharides) والصمغ ,(Mucilage)ومكونات جدار الخلية مثل مجموعة (Carboxy and hydroxyl group) والكبريت .(sulfate)هذه الطريقة غير ايضيه وتعتبر عمليه سريعة والتي تحدث في كلا من الخلايا الحيه والغير حيه، وهي تعتمد على العديد من العوامل: الرقم الهيدروجيني، انواع المعادن الثقيلة، نوع الطحلب، تركيز الكتلة الحيوية. المرحلة الثانية هي الامتصاص (absortion) والتراكم (accumulation) داخل الخلايا. هذه عمليه بطيئة تشمل النقل النشط عبر غشاء الخلية في الدخول والربط مع البروتينات وغيرها من المواقع داخل الخلية. وهي آليه تعتمد على الايض والتي يتم تثبيطها عن طريق درجات الحرارة المنخفضة، عدم وجود مصدر للطاقة، موانع الايض، عدم الاقتران، وهذه العملية تحدث في الخلايا الحيه. فهم الآليات لمقاومة المعادن في مختلف الكائنات الحيه يمكن ان توفر استراتيجيات لإزالة المعادن من البيئة.

2.2.16.2. ازالة السموم المعدنية

الأنشطة الصناعية مثل التعدين، الطلاء الكهربائي، الالكترونيات وغيرها، ادت الى زياده كبيره في تلوث البيئة بالمعادن الثقيلة السامه. الطرق الفيزيائية – الكيميائية متاحه حالياً لإزالة السموم المعدنية والإزالة من البيئات الملوثة، وخلال العقدين الماضيين كان هناك اهتمام متزايد في تطبيق الطرق البيولوجية لهذا الغرض.

1. الطرق الفيزيائية – الكيميائية

اشهر الطرق الفيزيائية – الكيميائية المتاحة لمعالجة المياه الملوثة بالمعادن هي: الترسيب بواسطة تعديل الرقم الهيدروجيني، الترشيح، التكتل و/او الادمصاص بواسطة المركبات العضوية. هذه الاساليب غالباً ما تفتقر الى الدقة التخصصية المطلوبة لمعالجة المعادن المستهدفة، كما انها غير فعاله ومكلفه وخصوصاً عندما تكون تراكيز المعادن منخفضه في مياه الصرف الصحي. بالإضافة لذلك تكلفتها المرتفعة قد تحد من استخدامها في نطاق واسع في المواقع التشغيلية.

2. الطرق الحيوية

الطرق الحيوية تعتمد على استخدام العمليات التي تحدث بشكل طبيعي. العديد من الكائنات الحيه الدقيقة تشارك في الدورة الحيوية– الجغرافية– الكيميائية (bio-geo-chemical) للمعادن الثقيلة السامه. الطحالب وكذلك الكائنات الحيه الدقيقة الاخرى تلعب دور كبير في تحويل ايونات المعادن الثقيلة في البيئة. المركبات العضوية تطلق من خلايا النمو وكذلك من منتجات التحلل الحيوي للمصادر المختلفة، والتي تكون كعوامل تعقيد لأيونات المعادن، مما يقلل من سمية المعادن. ربط ايونات المعدن بمكونات جدار خلية الطحالب ايضاً وارد. مختلف العمليات الأيضية مثل البناء الضوئي، التنفس، امتصاص المغذيات وغيرها، تحدث خلال نمو الطحالب. كل هذه تؤثر على التوازن بين الايونات الحرة للمعدن والاشكال المرتبطة، وكذلك بين الترسيب واعادة الذوبان في البيئة المائية. الطحالب المزدهرة في المواقع الملوثة بالمعادن ايضاً تمتلك آليات داخل خلويه والتي تمكنها من مواجهة التأثيرات السامه للمعادن. هذه الانواع قد تستعمل من اجل المعالجة الحيوية في المسطحات المائية الكبيرة الملوثة بتركيزات منخفضه من ايونات المعدن.

2.2.16.3. التطبيقات المحتملة للطحالب في المعالجة الحيوية للمعادن الثقيلة

خلال العقدين الماضيين هناك اهتمام متزايد في العمليات الحيوية التي تشمل تحويل المعادن وازالة سميتها في البيئة. حتى الآن هناك قبول عام على ان التقنيات التي تعتمد على العمليات الحيوية التي تحدث بشكل طبيعي لها العديد من المزايا على التقنيات الفيزيائية– الكيميائية المتاحة حالياً لمعالجة المواقع الملوثة بالمعادن الثقيلة السامه.

احتمالية المعالجة الحيوية للمعادن لكثير من الكائنات (طحالب، بكتيريا، بكتيريا زرقاء، فطريات) وكذلك الكتلة الحيوية الميته المستخلصة منها قد تم فحصها.

الطحالب متوفرة للغاية في البيئة الطبيعية، وايضاً تتكيف لمدى واسع من المواطن (البيئات) مثل المياه العذبة ومياه البحر، النفايات المنزلية والصناعية، المستنقعات المالحة والاراضي الرطبة. الطحالب لديها قدره بارزه على امتصاص وتراكم المعادن الثقيلة من البيئة المحيطة بها. قدرتها على حجز ايونات المعادن المختلفة مثل النحاس والكادميوم والنيكل والكروم والذهب موثقه جيداً. لذلك جرت تجارب لاستخدام الطحالب (الخلايا الحيه او من الكتلة الحيوية الميته) لإزالة المعادن الثقيلة من المياه الملوثة.

استخدام الخلايا الحيه هو الاكثر فعالية لإزالة ايونات المعادن الثقيلة من المسطحات المائية الكبيرة المحتوية على تراكيز منخفضه من المعادن (جزء في البليون .(ppb مقاومة انواع الطحالب المعزولة من المواقع الملوثة بالمعادن لديها قدره اعلى لتراكم المعادن الثقيلة بالمقارنة مع الانواع المعزولة من المواقع الغير ملوثه. اثناء نمو الطحالب، يتم ازالة المعادن من البيئة المحيطة والمعادن المتراكمة في الخلايا بكلا من العمليات التي لا تعتمد على الايض (الادمصاص ,(adsorption والعمليات التي تعتمد على الايض (الامتصاص .(absortion بشرط وجود الظروف البيئيه المناسبه لدعم نمو الطحالب مثل الضوء، درجة الحراره، الرقم الهيدروجيني. استخدام الكتله الحيويه الحيه للطحالب يقدم طريقه فعاله وبسيطة وغير مكلفه. اتحاد الطحالب مع الكائنات الحيه الدقيقة الاخرى مثل (microbial mats) هي ايضاً قادره على التخلص من المعادن والفلزات وكذلك المركبات العضوية المستعصية الاخرى من المواقع الملوثه.

الكتلة الحيوية للطحالب استخدمت بنجاح كمواد امتصاص. الكتلة الحيوية للطحالب التجارية (AlgaSORB1) انتجت على اساس العمل الاساسي والتطبيقي بواسطة العالم دارنال .(Darnall) المعادن المدمصه (adsorbed) على اسطح جدار الخلية للكتلة الحيوية للطحالب من الممكن استعادتها والمواد الممتصة يمكن ان تسترد لا عادة الاستخدام. ازالة المعادن من المواقع الملوثة بتركيزات عالية من المعادن يمكن تحقيقه باستخدام الكتلة الحيوية الغير حيه كمواد ممتصه حيوية .(biosorbent)ومع ذلك هناك ملاحظة ان الكتلة الحيوية التي تم الحصول عليها من مختلف انواع الطحالب تختلف الى حد كبير في قدرة سعة الربط لمختلف المعادن الثقيلة. قدرة ربط المعادن للمواد الممتصة الحيوية (biosorbent) يعتمد على تكوين جدار الخلية للكائن الحي وهو مستمد من وعلى التركيب الكيميائي لمحلول ايون المعدن لعلاجها. لذلك من

اجل اختيار انسب (biosorbent) لإزالة التلوث بالمعدن من موقع معين فمن الضروري ان نعرف المعادن الموجودة وتركيز كل منها. اختيار الكتلة الحيوية المناسبة في الواقع يفرض بواسطة المعدن لا زالته، والاختيار الصحيح ضروري لتحقيق معالجه حيوية ذات كفاءه عالية.

الخلاصة ان انواع كثيره من الطحالب وكذلك كتلتها الخلوية يمكن ان تستخدم للمعالجة الحيوية للمعادن في مواقع ملوثه. من اجل تحقيق هذه الاحتمالات الى المرحلة التطبيقية على اساس تجاري، يلزم تعاون متعدد التخصصات بين المحترفين من مختلف المجالات مثل علماء الاحياء (biologists) وعلماء الكيمياء (chemists) والمهندسين (engineers) وعلماء البيئة (environmentalists).

2.2.17. أكثر الكوارث أهمية مع المعادن الثقيلة:

ميناماتا 1932

يتم تحريرها من قبل خليج ميناماتا في اليابان تحتوي على الزئبق في الصرف الصحي في أعمال المواد الكيميائية. كما أن الزئبق يتجمع في الكائنات البحرية، مما يؤدي في النهاية إلى التسمم بالزئبق في السكان.

متلازمة ميناماتا1952

في عام 1952، والأولى من الحوادث التسمم بالزئبق تظهر في عدد سكان خليج ميناماتا في اليابان، والناجمة عن استهلاك الأسماك الملوثة بالزئبق، وبذلك أكثر من 500 حالة وفاة. ومنذ ذلك الحين، كان لليابان أدق القوانين البيئية في العالم الصناعي.

ساندوز01-11-1986

المياه المستخدمة لإطفاء حريق كبير يحمل ج. 30 طن تحتوي على فطريات الزئبق في نهر الراين العليا. وقتل الأسماك على امتداد 100 كلم. الصدمة يدفع العديد من المشاريع FEA إلى الأمام. انظر أيضا "تلوث نهر الراين في بازل / ساندوز."

المحمية الطبيعية الإسبانية الملوث بعد كارثة بيئية04-1998

المواد الكيميائية السامة في المياه من سد انفجار لغم ينتمون إلى تلوث دي كوتو دونيانا محمية طبيعية في جنوب اسبانيا. C. 5000000 m_ من الطين تحتوي على الكبريت، الرصاص، النحاس، الزنك والكادميوم تدفق أسفل كاديمر ريو. ويقدر الخبراء أن الملاذ الأكبر في أوروبا الطيور، فضلا عن الزراعة والثروة السمكية في اسبانيا، وسوف تعاني من تلف دائم في التلوث.

3. المصادر

1. "water-pollution-everything-you-need-know", www.nrdc.org, Retrieved 18/9/2018. Edited.
2. "DBO", adasaproducts.com, Retrieved 18/9/2018. Edited.
3. "Water pollution: an introduction", www.explainthatstuff.com, Retrieved 18/9/2018. Edited.
4. Consumer Reports rates hot dogs and light bee. Chatham Journal Newspaper, June 19, 2007. نسخة محفوظة 17 يونيو 2016 على موقع واي باك مشين.
5. تلوث المياه (1) موسوعة المقاتل. نسخة محفوظة 05 يوليو 2017 على موقع واي باك مشين.
6. فتحي محمد مصيلحي، الجغرافيا الصحية والطبية، دار الماجد للنشر والتوزيع، القاهرة، 2008، صـ: 103.
7. محمد عبد القادر الفقي، البيئة مشاكلها وقضاياها وحمايتها من التلوث، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 2006، صـ: 58.
8. رينيه كولاس، تلوث الماء، ترجمة: محمد يعقوب، منشورات عويدات، بيروت، 1981، صـ: 8.
9. البحار والمحيطات الجزء الثاني. النجاح نت. نسخة محفوظة 04 مارس 2016 على موقع واي باك مشين.
10. تلوث الماء "عذب – مالح – جوفي". يوم جديد، بتاريخ 4 أبريل 2009. نسخة محفوظة 09 أبريل 2016 على موقع واي باك مشين.
11. تلوث الماء.. نتائج خطيرة على صحة الإنسان. جريدة الشرق الأوسط، بتاريخ 8 نوفمبر 2009. نسخة محفوظة 05 أغسطس 2012 على موقع واي باك مشين.
12. محمد كمال عبد العزيز، الصحة والبيئة – التلوث البيئي والخطر الداهم على صحتنا الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 1999، صـ: 50.
13. محمد كمال عبد العزيز، مرجع سابق، صـ: 63.

14. التلوث البيئي في العراق. شركة نفط ميسان.MOC

15. تأثير الحرب على البيئة تأكل الأخضر واليابس وتسمم الماء وتلوث الهواء. الخط الأخضر. نسخة محفوظة 11 مارس 2016 على موقع واي باك مشين.

16. التلوث البحري في المنطقة العربية. الحكواتي.

17. فتحي محمد مصيلحي، مرجع سابق، ص: 110.

18. محمد السيد أرناؤوط، الإنسان وتلوث البيئة، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 1999، ص: 122.

19. تلوث الماء .Scribd. نسخة محفوظة 31 مارس 2009 على موقع واي باك مشين.

20. ارتفاع نسبة السرطان في المملكة.. أسئلة حائرة تبحث عن إجابات! الجمعية السعودية الخيرية لمكافحة السرطان.[وصلة مكسورة] نسخة محفوظة 23 ديسمبر 2010 على موقع واي باك مشين.

21. قلة وعي المستهلك والمزارع تزيد من أخطار المبيدات الزراعية. صحيفة الاقتصادية الإلكترونية.[وصلة مكسورة] نسخة محفوظة 08 مايو 2016 على موقع واي باك مشين.

22. الزئبق. الجمعية السعودية لأمراض وجراحة الجلد.

23. مخاطر التلوث بالمبيدات والأسمدة. كنانة أون لاين.[وصلة مكسورة] نسخة محفوظة 20 يناير 2012 على موقع واي باك مشين.

24. إدارة النفايات الصناعية. البيئة والصحة.

25. الماء وتقنية مياه الصرف. صحيفة الاقتصادية الإلكترونية، بتاريخ 17 يونيو 2011. نسخة محفوظة 10 أبريل 2014 على موقع واي باك مشين.

26. أهالي المعدية وإدكو يستغيثون من تلوث البحر. جريدة الفجر، بتاريخ 24 مايو 2011. نسخة محفوظة 17 أغسطس 2011 على موقع واي باك مشين.

27. مستوطنات التلوث تُحاصِر الفقراء. إسلام أون لاين، بتاريخ 1 يوليو 2000.

28. تلوث المياه (2). موسوعة المقاتل. نسخة محفوظة 04 يوليو 2017 على موقع واي باك مشين.

29. وقاية الماء من التلوث. مجلة البحوث الإسلامية.

30. استخدام مياه الصرف الصحي المعالج فـي الزراعة. الأهرام الرقمي، بتاريخ 1 ديسمبر 2010. تاريخ الوصول: 24 ديسمبر 2012.

31. معالجة مياه الصرف الصحي. البوابة. تاريخ الوصول: 24 ديسمبر 2012. نسخة محفوظة 15 يوليو 2017 على موقع واي باك مشين.