

الباب الأول

**المعايير والدلائل للمياه الصالحة للشرب
والاستخدام المنزلي**

مقدمة الباب الأول

المعايير والدلائل للمياه الصالحة للشرب والاستخدام المنزلي

أعدت منظمة الصحة العالمية دليل لجودة مياه الشرب لتحديد المعايير طبقاً للأحوال البيئية والاجتماعية والثقافية السائدة في المجتمع. ويقوم بإعداد هذا الدليل الذي يتم تحديثه كل عشر سنوات برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNED)، ومنظمة العمل الدولية (ILO) ومنظمة الصحة العالمية (WHO) تحت رعاية البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية (IPCS). والهدف من هذا الدليل هو تقييم أثر المواد الكيماوية على صحة الإنسان والظروف البيئية، مع تقدير حدود التعرض اليومي المقبول والحد الأقصى المسموح به للماء، والهواء، والغذاء، وبيئة العمل لمختلف الكيماويات بما في ذلك المواد المضافة الى الطعام وكيماويات الصناعة والمواد الطبيعية المسببة للسمية واللدائن (Plastics) والمبيدات. وقد أعدت هذه الدلائل لوصف نوعيه المياه المناسبة للشرب في مختلف الظروف. على أن تطبق عند وضع المعايير الوطنية طبقاً لظروف كل مجتمع. وقد تؤثر الأولويات الوطنية والعوامل الاقتصادية في تقدير المعايير إلا انه يجب ألا يسمح لاعتبارات السياسة العامة أو الرغبة في التيسير بأي تهديد للصحة العامة.

إن احتمال التلوث الجرثومي وعواقبه الخطرة يؤكد أهمية مكافحته. وقد يرفض المستهلك مياه الشرب عالية الجودة والخالية من التلوث الجرثومي إذا كانت مرتفعة الملوحة، بينما يفضل عليها المياه التي يستسيغها ولو كانت بها ملوثات جرثومية. وعند اعداد المعايير الوطنية لمياه الشرب يؤخذ في الاعتبار

المدخول الإجمالي من كل مادة عن طريق الهواء والغذاء والماء بفرض أن الفرد الواحد يستهلك لترين من الماء يوميا وذلك مع الأخذ في الاعتبار التعرض المهني.

وتشمل القيم الدليلة الملوثات الجرثومية من الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض الوبائية، وكذلك الملوثات من المواد العضوية والغير عضوية والتي تسبب زيادتها عن المعايير المقررة أمراض تضعف كفاءة الأداء الفسيولوجي للأعضاء مثل أمراض الكلى والكبد والجهاز الهضمي وخلافه. كما تشمل الدلائل اعتبارات خاصة باستساغة المياه وقابليتها للشرب وصلاحيتها للاستخدام المنزلي وان كانت هذه الاعتبارات ليس لها آثار ملموسة على الصحة العامة. وعند وضع المعايير لمياه الشرب استرشادا بالقيمة الدليلة يجب أن يصاحبها القرارات المتعلقة بكفاءة وضمنان تنفيذها. وضع المعايير وإصدار القرارات هي مسئولية وزارة الصحة لما للمياه من أثر كبير على الصحة العامة.

ومن القرارات الهامة هي الموافقة على المصادر الجديدة لمياه الشرب وإنشاء وتشغيل مرافق المياه وعند اختيار مصدر المياه سواء من المجاري السطحية أو من الخزانات الجوفية حيث يلزم التأكد من استمرار الصلاحية وتوفير المياه من المصدر مع التغيرات اليومية والموسمية والزيادة المستقبلية للسكان. وكذلك مدى ملاءمة نوعية مياه المصدر للمعالجة بالطرق التقليدية لتوفير مياه الشرب طبقا للمعايير المقررة. وكذلك حماية المصدر المائي من التلوث بمياه الصرف الصحي والصناعي والزراعي حاليا وفي المستقبل. كما يجب الفحص وعمل التحاليل الطبيعية والبيولوجية والكيميائية لمياه المصدر لمدة مناسبة تغطي الاختلافات الموسمية التي قد تحدث تغير في نوعية المياه.

وفي الأحياء الفقيرة والمناطق العشوائية داخل المدن توجد مشاكل خاصة في الحفاظ على نوعية مياه الشرب، وذلك رغم وجود هذه المناطق والأحياء في نطاق شبكة توزيع المياه أو بالقرب منها، ولكن الكثافة السكانية العالية وعدم توفير التوصيلات للمنازل وتقطع الإمداد وانخفاض ضغوط الضخ في الشبكة والتسرب وعدم وجود شبكة للصرف الصحي. كل ذلك يجعل مياه الشرب معرضة لأخطار التلوث. ولذا يجب أن تعطي هذه المناطق الأهمية الخاصة في الإمدادات بالمياه

الآمنة مع زيادة المتابعة للرصد البيئي والتأكيد على استمرار صلاحية المياه للشرب.

وتعتبر المعلومات عن المصدر وتقنيات المعالجة وشبكة التوزيع وكفاءة القائمين على الصيانة والتشغيل أساسية. وذلك لان التحليل الكيميائي والبيولوجي للعينات يمثل الموقف في لحظة زمنية معينة، وتظهر نتائج التحليل بعد وقوع الحدث. وكثيراً ما يكون التلوث عشوائياً ومتقطعاً وقد لا تكتشف العينات التي نختبر طبقاً لخطة، حيث تظهر نتائج الاختبارات البيولوجية التقليدية بعد ٢٤ ساعة في حين قد يكون المجتمع خلال هذه الفترة في خطر. ولذلك فإن اختبار الكلور المتبقي (Residual Chlorine) يعتبر تقييم سريع وسهل الإنجاز، كما أنه مؤشر جيد على سلامة المياه في المحطات والشبكات والخزانات من التلوث البيولوجي. الملوثات الكيماوية لا تصحبها في العادة أثار فورية حادة، ولذا فإن ذلك يضعها في مرتبة تالية من حيث الأسبقية للملوثات البيولوجية التي قد يكون لها تأثير فوري وجسيم.

والقيم الدليلة للملوثات الكيماوية تتعلق بمستوى متوسط من التعرض فالزيادة العارضة القليلة تعتبر مقبولة. ويلزم دائماً اتخاذ إجراء فوري إذا كانت هناك شواهد على تلوث مياه الشرب بالصرف الصحي. وفي هذه الحالة يكون الأمر بغلق مصدر المياه مع توفير مصدر بديل لحين عمل الإصلاحات اللازمة. وفي حالة عدم توفر البديل تعطى التعليمات المشددة للمستهلكين بغلي الماء، مع البدء في زيادة الكلور للمياه المعالجة الخالية تماماً من العكارة، حيث المياه العكرة المكوره تمثل خطراً جرثومياً نظراً لعدم كفاءة الكلور في قتل الكائنات الحية الدقيقة التي تختبئ في المواد الصلبة العالقة (العكارة).

وقد أصدرت وزارة الصحة القرار رقم ١٠٨ لسنة ١٩٩٥ بشأن المعايير والمواصفات الواجب توافرها في المياه الصالحة للشرب والاستخدام المنزلي والتي أقرتها اللجنة العليا للمياه في ١٩٩٥/٢/٢٦ استرشاداً بالقيم الدليلة لمنظمة الصحة العالمية والتي تشمل الخواص الطبيعية والمحتوي من المواد العضوية والغير عضوية والكائنات الحية والتي لها تأثير على صلاحية المياه للشرب والاستخدام المنزلي.

القسم الأول

الخواص الطبيعية لمياه الشرب والتي تشمل اللون، الطعم، العكارة، الرقم الهيدروجيني ودرجة الحرارة

١- اللون :

ويرجع اللون إلى التلوث بالمواد العضوية أو الغير عضوية. والألوان من المواد المذابة لا يمكن التخلص منها بالترشيح أما الألوان الناتجة عن المواد العالقة (مثل أملاح الحديد والصدأ) فيمكن إزالتها بالترسيب والترشيح. والألوان التي لا تزال في المرشحات الرملية مثل تلك الناتجة عن المواد العضوية المذابة في الماء يمكن إزالتها باستخدام الفحم المنشط عند إضافته للوسط الترشيحي، أو عند إضافة بودرة الفحم المنشط في مرحلة المعالجة باستخدام المروبات وخاصة عندما تكون عكارة المياه منخفضة. وحدود القياس للون هو ٢-٣ كحد أقصى بمقياس الكوبالت البلاتين.

٣- الطعم والرائحة :

طعم المياه هو الإحساس الناتج عن التفاعل بين اللعاب والمواد المذابة في الماء. وعند تذوق الماء تنتشط حاسة التذوق والشم، ومن الصعوبة التفريق بينهما. ولذلك فإن كثيرا ما يصنف التأثير المشترك للطعم والرائحة على أنه الطعم. وعند تقييم جودة مياه الشرب يعتبر إحساسا الطعم والرائحة مكملين لبعضهما البعض.

ويمكن القول بصفة عامة أن حاسة الطعم تفيد في الكشف عن الملوثات الغير عضوية في مياه الشرب بينما حاسة الشم تفيد في الكشف عن الملوثات العضوية. والماء المحتوي على أملاح بتركيزات أعلى أو أقل من تلك الموجودة في اللعاب تستشعر حاسة الذوق بأنه مختلف عن اللعاب، ولذا فإن الماء المحتوى على تركيزات قليلة من الصوديوم، الكلوريد، الكالسيوم، البيكربونات يبدو بدون طعم. والكلور المتبقي قد يخفى طعم الماء حيث يزداد الإحساس بحقيقة الطعم مع إزالة الكلور المتبقي كيميائياً. لذلك ينبغي أن يكون تركيز الكلور المتبقي (الحر) عند صنوبر المستهلك منخفضاً بقدر كاف لتجنب مشكلات الطعم والرائحة وفي الوقت نفسه عالياً بما يضمن خلو المياه من الجراثيم. وتضفي كثيراً من المواد الغير عضوية الذائبة في الماء طعماً منفراً بتركيزات أقل من تلك التي تحدث تأثيرات سامه، ولحسن الحظ فإن معايير الطعم للمواد الغير عضوية أقل بكثير بوجه عام من التركيزات المسببة للأضرار الصحية.

وفي حالة وجود طعم منفرد للمياه قد يدفع المستهلك إلى مصادر بديلة والتي قد تخضع أو لا تخضع إلى نفس درجة الحماية الجرثومية للمياه المرفوضة وقد تسدل التغيرات قصيرة الأجل في الطعم على حدوث تغير في نوعية مياه المصدر أو قصور في عمليات المعالجة أو التآكل الكيميائي للمواسير أو نمو وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة في شبكة التوزيع أو الخزانات العلوية أو الأرضية أو المنزلية.

ومشاكل الطعم في الماء قد تكون بسبب الأملاح الكلية المذابة وكذلك بسبب وجود الحديد والمنجنيز والزنك. المياه المحتوية على أملاح كلية مذابة أقل من ١٢٠٠ ملليجرام / لتر يعتبر مقبولاً للشرب ولو أنه من المفضل ألا يزيد عن ٦٥٠ ملجرام / لتر. وتوجد أملاح معدنية لها تأثير واضح على الطعم مثل كلوريد المغنيسيوم وبيكربونات المغنيسيوم ولكن الكبريتات مثل كبريتات المغنيسيوم والكالسيوم ليس لها تأثير على الطعم. وقد يكون الطعم والرائحة بسبب تلوث المياه بالمواد العضوية المصنعة مثل رابع كلوريد الكربون وثنائي وثلاثي الكلوروايثيلين ويظهر طعم الكلور في الماء عند تركيز ٢ ملليجرام / لتر في المجال المتعادل والكلورامين عند تركيز ٠,٤٨ ملليجرام / لتر. الكلور الحر يمكن أن يتفاعل مع

المواد العضوية مسببا مشاكل الطعم والرائحة واشدها تأثيرا هو التفاعل بين الكلور والفينول كما أن الترايبها لومثيان يمكن كشفه بالرائحة عند تركيز ٠,١ مليجرام /لتر للكلوروفورم، ٠,٣ مليجرام/لتر للبروموفورم. والفلوريدات تعطى طعم خاص عند تركيز ٢,٤ مليجرام /لتر ويعتبر تحلل النباتات ونشاط البكتريا من اكثر العوامل المسببة للطعم والرائحة للمياه من المصادر السطحية. واكثر الكائنات المسببة للطعم والرائحة هي الطحالب والفطريات وأنواع من البكتريا والبروتوزوا. فى المياه الجوفية وبعض شبكات التوزيع يحدث مذاق سيئ نتيجة تحلل أملاح الكبريتات بفعل البكتريا اللا هوائية إلى كبريتيد الهيدروجين.

٣- العكارة واللون :

يعتبر مظهر المياه من عوامل قابليتها للمستهلك وكذلك يعتبر المستوى المنخفض للون والعكارة هام لكثير من الصناعات. المياه المرشحة لها قيمة دليلية للون ٣-١٥، ومقياس عكارة من صفر إلى واحد بمقياس الكدر (NTU Nephelometry) ومصدر اللون فى المياه يمكن أن يشمل الأيونات المعدنية الطبيعية وكذلك الرقم الهيدروجيني المنخفض الذى ينشط التآكل الكيميائى للمواسير والأوعية والخزانات الأسمنتية ومواسير الاسبستوس والمونة الأسمنتية المبطننة لمواسير الزهر. الرقم الهيدروجيني المتعادل ما بين ٦,٥ الى ٨,٢ يساعد على نشاط البكتريا المؤكسدة للحديد وغيرها. وسبب العكارة فى الماء هو وجود أجسام عالقة مثل الطمي والأجسام الغروية (Colloidal) والكائنات المجهرية الأخرى. والعكر تعبير عن خواص تشتيت الضوء وامتصاصه فى عينة من الماء. يمكن استعمال خمسة طرق لقياس العكر للماء إلا أن اثنان هما اللتان يشكلان أساس طرق المعايرة الحالية وهما قياس الكدر Nephelometry وقياس العكر Turbidimetry وقد استخدمت شمعة جاكسون أو (أنبوبة جاكسون) وهى قيمة تستند على القياس فى وعاء مدرج خاص بالعمق للعينة الذى يخفى صورة شمعة عيارية عمودية على السائل فى وعاء مدرج ويتم الملاحظة للعينة عموديا حتى إختفاء صورة الشمعة وقد استبدلت الشمعة بمصباح كهربائى له شدة استضاءة معينة ويتراوح حجم الجسيمات المسببة للعكر فى الماء ما بين ١٠ نانو متر للأجسام الغروية

(Colloidal) إلى حوالي ٠,١ ملليمتر ويمكن أن يحدث العكر العضوى نتيجة تراكم الكائنات المجهرية مثل نمو الطحالب ذات اللون الأخضر المائل إلى الزرقة والذى يجعل شكل المياه غير مقبول كما أن نواتج التآكل من مسببات العكارة.

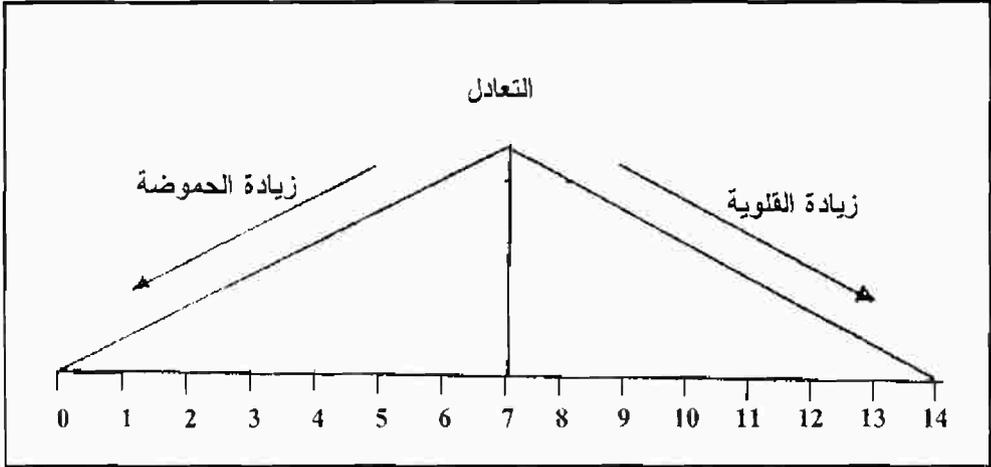
وللعكارة علاقة بجودة وصلاحية المياه للشرب حيث يمكن أن تكون العكارة غذاء للكائنات الجرثومية وحمايتها أو تكون سببا فى عدم إمكان الكشف عنها. وتساعد العكارة على نمو وتكاثر الكائنات الجرثومية ولقد إتضح أن طمى الأنهار يمتاز الفيروسات بسهولة. فى عمليات المعالجة لمياه الشرب باستخدام الترويب فإن الجراثيم والفيروسات تعلق بالزغبات (Floc's) المتكونة وتزال مع العكارة سواء كانت عضوية أو غير عضوية أو من الكائنات الدقيقة التى يمكن أن تحمى الجراثيم والفيروسات من فعل المطهرات باستخدام الكلور مع زمن مكث قدره ٣٠ ث ووجود كلور متبقى بين ٠,١ إلى ٠,٥ مليجرام /لتر. ولهذا لا يمكن جعل المياه آمنة للشرب إلا بعد إزالة العكارة فى مراحل الترويب والترسيب والترشيح قبل الكلورة. العكارة كذلك تحمى الكائنات الجرثومية من التطهير باستخدام الأشعة فوق البنفسجية لهذا فإنه لإنتاج مياه الشرب الآمنة باستعمال المطهرات من الكلور أو خلافة المحافظة على مستوى منخفض من العكارة أقل من واحد بمقياس الكدر (Ntu).

٤- الرقم الهيدروجينى: pH Value

الرقم الهيدروجينى لكيان مائى هو قياس للتوازن الحمضى القلوى الذى تحققه مختلف المركبات المذابة فيه وقيمة الرقم الهيدروجينى أقل من ٧ تبين الحالة الحامضية والأكثر من ٧ تبين الحالة القلوية والقيمة ٧ للرقم الهيدروجينى تبين حالة التعادل بين الحموضة والقلوية (الشكل ١).

والرقم الهيدروجينى لمعظم المياه الطبيعية بحكمه التوازن بين مسببات الحموضة (ثنائى أكسيد الكربون) ومسببات القلوية (البيكربونات و الكربونات) وتوازنات أخرى والتي تتأثر جميعها بدرجة الحرارة (يحدث انخفاض فى الرقم الهيدروجينى قدره ٠,٤٥ كلما ارتفعت درجة الحرارة ٢٥°م). ويتغير تأثير درجة

الحرارة في الماء المحتوى على قدرة درىء (Buffering Capacity) نتيجة وجود أملاح البيكربونات. ويقع الرقم الهيدروجيني لمعظم المياه العذبة الطبيعية في المجارى السطحية ما بين ٦,٥ - ٨,٥. أثناء معالجة المياه يعمل الكلور على خفض الرقم الهيدروجيني بينما يرتفع الرقم الهيدروجيني عند إزالة عسر المياه باستخدام انجير المطفي، الصودا (Lime / Soda).



شكل رقم (١) الرقم الهيدروجيني (الحموضة والقلوية) - (pH. Value)

الرقم الهيدروجيني المنخفض يساعد على تنشيط التآكل الكيميائي والكهروكيميائي في المعادن والسبائك من الحديد/الصلب/الزهر/النحاس حيث ينشط لتآكل كلما قل الرقم الهيدروجيني. وكذلك الرقم الهيدروجيني المنخفض (الحامضية) ينشط التآكل الكيميائي للمواد الأسمنتية وذلك بسبب التفاعل بين الحامضية في الماء وقلوية الأسمنت التي تبلغ ١٢,٥ (pH=12.5). وزيادة الرقم الهيدروجيني نحو القلوية حتى رقم الهيدروجيني ٨,٥ يزيد من معدل التآكل الكهروكيميائي بسبب زيادة وتركيز الأملاح في الماء المسببة للقلوية. ومع زيادة الرقم الهيدروجيني حتى ١٢,٥ كما في حالة المونة الأسمنتية تحدث الحماية لمعدن الحديد الملاصق للمادة الأسمنتية والخرسانية نتيجة تكوين أكسيد الحديد على سطح المعدن الذي لا يذوب ويحمي المعدن ويتوقف التآكل، كما في حالة حديد

التسليح في الخرسانة المسلحة أو طبقة الحماية من المونة الأسمنتية للسطح الداخلي للمواسير من الزهر المرن، وان كان الوصول إلى الرقم الهيدروجيني ١٢,٥ غير وارد في مياه الشرب والاستخدام المنزلي. المياه التي تميل إلى القلوية تعمل على ترسيب طبقة من كربونات الكالسيوم التي توفر الحماية للسطح الداخلي للمواسير من التآكل وهذه الظاهرة تتوقف على بعض الخصائص للمياه في المواسير وهي العسر الكلي والقلوية الكلية ومجموع المواد الصلبة المذابة ودرجة الحرارة بالإضافة إلى الرقم الهيدروجيني. حيث أن هذه الخصائص كما يمكن أن تعمل على ترسيب طبقة الحماية يمكن كذلك أن تعمل على إذابة أملاح الكالسيوم من المادة الأسمنتية وإتلافها. العلاقة بين تلك الخصائص تحكمها معادلات تمكن من إستنباط ما تحدثه المياه من الحماية أو التآكل، ومن هذه المعادلات أو المحددات (Parameters) مخطط لانجياير للتشبع (LSI-Langelier Saturation Index)، مخطط العدوانية (AI-Aggressive Index) ومخطط الثبات لريزرز (RSI-Rysnar Stability Index). والمياه التي ترسب كربونات الكالسيوم بسمك ١-٣ مم لتوفير الحماية من التآكل يمكن التحكم فيها باستخدام المخططات المذكورة سابقا بضبط الرقم الهيدروجيني بإضافة الجير أو الصودا أثن أو الصودا الكاوية بمعدلات تتراوح ما بين ٥-٢٥ ملجرام في اللتر، وطبقا لنوعية المياه والرقم الهيدروجيني ودرجة الحرارة.

قد تتعدى المياه مرحلة الترسيب لطبقة الحماية وتحدث ترسيبات وتراكمات بسمك كبير من كربونات الكالسيوم بما يحدث انسداد في المواسير ويقلل من معدل تدفق المياه ويزيد من جهد الضخ، وقد تصل الحالة إلى الانسداد الكامل للمواسير. وفي مثل هذه الحالات يمكن إزالة هذه الترسيبات باستخدام (Inhibitors) المثبطات من أملاح فوسفات الصوديوم (Polysodium Phosphate) بتركيز من ٠,٢٥ إلى ٠,٥ ملجرام / لتر، أو خفض الرقم الهيدروجيني بإضافة ثاني أكسيد الكربون. الرقم الهيدروجيني المتعادل يساعد على نشاط البكتريا (ما بين ٦,٥ - ٨,٢) ومنها المؤكد للحديد أو المختزل للكبريتات إلى كبريتيد الهيدروجيني ذو الرائحة الكريهة. ولهذا يلزم المحافظة على الكلور الزائد في شبكة وخزانات المياه لتفادي نشاط هذه الأنواع من البكتريا في المجال

المتعادل والتي يزداد نشاطها مع ارتفاع درجة الحرارة حيث يبلغ أقصى نشاطها عند ٣٧°م ورقم هيدروجيني ٧. وعند إضافة تركيزات عالية من الكلور للمياه المحتوية على النشادر قد تظهر الرائحة الكريهة لمادة كلوريد النيتروجين (CL_3) (Trichloro Amine) بتركيزات كبيرة عندما يقل الرقم الهيدروجيني عن ٧.

عندما يرتفع الرقم الهيدروجيني تكتسب مياه الشرب طعما لازعا وتزداد كذلك كثافة اللون وقد أدى هذا التأثير المعروف بتأثير المؤشر الى اقتراح ان تجرى جميع قياسات اللون لضبط جودة المياه عند رقم هيدروجيني ٨,٣. وفعاليه الكلور فى القضاء على الجراثيم تقل مع ارتفاع الرقم الهيدروجيني وذلك نتيجة الانخفاض فى تركيز حامض الهيوكلورس (HOCL) ذو الأثر الفعال فى التطهير مع زيادة القلوية بارتفاع الرقم الهيدروجيني. الرقم الهيدروجيني ليس له تأثير على المطهرات من الأوزون وثاني أكسيد الكلور (ClO_2).

والرقم الهيدروجيني المنخفض يؤثر على تآكل بعض المعادن المسببه للسميه مثل معدن الرصاص والذي كان يستخدم فى المدادات لتوصيل المياه من بريزة خط المياه الى المنازل. والرصاص يتآكل عندما يزيد الرقم الهيدروجيني عن ١٢ ولا يتآكل فى حالة وجود أملاح الكربونات والبيكربونات فى مجال رقم هيدروجيني بين ٤-٨. والكادميوم الذى يوجد كمعدن فى سبائك الصلب والنحاس التى تستخدم فى محطات وشبكات المياه يتآكل عند رقم هيدروجيني اقل من ٦ ولا يتآكل عند رقم هيدروجيني أعلى من ذلك وخاصة ما بين ٩ الى ١٣,٥.

ولا توجد علاقة مباشرة بين الرقم الهيدروجيني لمياه الشرب وصحة الانسان وإن كانت العلاقة تخص جوانب متعددة لجودة المياه. والرقم الهيدروجيني له تأثير على فعالية مواد التطهير مثل الكلور وعلى مختلف العمليات فى معالجة المياه التى تسهم فى ازالة الفيروسات والكائنات الضارة الاخرى. تزداد كفاءة مواد الترويب مثل الشبه عند رقم هيدروجيني أقل من ٧ بينما المجال المناسب لإستخدام مواد الترويب من كبريتات الحديدك او كبريتات الحديدوز هو من ٨,٥ إلى ٩,٥ ولذلك تضاف مساعدات الترويب فى الحالة الأولى (عند استخدام الشبه) لخفض الرقم

الهيدروجيني وفي الحالة الثانية (عند استخدام كبريتات الحديدك والحديدوز) تضاف الصودا الكاوية أو الجير لرفع الرقم الهيدروجيني.

ويمكن القول أن الرقم الهيدروجيني له تأثير غير مباشر على الصحة العامة والقيمة الموصى بها للرقم الهيدروجيني في مياه الشرب ما بين ٦,٥ - ٨,٥ على الرغم بأن بعض المشكلات يمكن أن تحدث في شبكة التوزيع عندما يقل الرقم الهيدروجيني عن ٧.

٥- درجة الحرارة

تؤثر درجة الحرارة على كل جانب من جوانب توزيع ومعالجة المياه وبصفة خاصة معدل التفاعلات الكيميائية الذي يقل مع انخفاض درجة الحرارة. ومياه الشرب الباردة أكثر قبولا وإستساغة من مياه الشرب الدافئة. وكثافة المياه تبلغ أقصاها في درجة حرارة الغرفة وتقل بالتبريد. والتسخين بزيادة درجة الحرارة يزيد من ضغط بخار المركبات العضوية المتطايرة في مياه الشرب بما يؤدي إلى ظهور الرائحة. ترتبط العكارة واللون بدرجة الحرارة بشكل غير مباشر فمع ارتفاع درجة الحرارة تقل اللزوجة. وتزداد كفاءة الترسيب والترشيح في الصيف لتكون أعلا منها في الشتاء. ويتأثر الترشيح عند استخدام الكربون المنشط بدرجة الحرارة فتقل كفاءة الامتزاز (Adsorption) للفحم المنشط كلما زادت درجة الحرارة. وكلما زادت درجة الحرارة قل الرقم الهيدروجيني المناسب للترويب والترغيب، ولذا لتحقيق الاقتصاد في استخدام المروبات تجرى تجارب تعيين الجرعة بجهاز اختبار الفئينة (Jar Test) في درجة حرارة مياه المصدر وليس في درجة حرارة الغرفة. ومع انخفاض درجة الحرارة تقل إمكانية تكوين الزغبات باستخدام المروبات وكذلك متوسط حجم الزغبات. وبصفة عامة فإن ارتفاع درجة حرارة الماء تساعد في زيادة كفاءة المطهرات لقتل الكائنات الجرثومية الممرضة، وكذلك تزداد كفاءة إزالة هذه الكائنات العالقة في عمليات الترغيب والترسيب والتريشيح بسبب النقص في لزوجة المياه. ويقل زمن بقاء الحويصلات وبيض الديدان الطفيلية مع ارتفاع درجة الحرارة، فبيض البلهارسيا يموت بعد ٩ أيام في درجة حرارة من ٢٩-٣٢°م، وخلال ٣ اسابيع في درجة حرارة ١٥-٢٤°م خلال ٣ شهور في

درجة ٧° م، ولكن المياه الراكدة تنشط نمو الكائنات المسببة للمضايقة والتي يمكن ان تؤدي الى ظهور طعم ورائحة كريهين. ويزداد معدل تكوين مركب الترايها لوميثان في مياه الشرب المكلورة مع ارتفاع درجة الحرارة. وزيادة درجة الحرارة تنشط تفاعلات التآكل، ولكن اضافة ايدروكسيد الصوديوم لرفع الرقم الهيدروجيني يؤدي الى خفض هذه الزيادة الى النصف في نفس نطاق درجة الحرارة. ومع ارتفاع درجة الحرارة يقل الأكسجين المذاب في الماء وهو عامل هام في تنشيط التآكل الكهروكيميائي.

وزيادة درجة الحرارة مع انخفاض الرقم الهيدروجيني يعمل على إذابة طبقة الحماية من كربونات الكالسيوم على الجدار الداخلي للمواسير وبالتالي لاتتم ترسيبات جديدة. والجدول (١) يوضح الخواص الطبيعية لمياه الشرب طبقا لدلائل منظمة الصحة العالمية والمعايير التي أصدرتها وزارة الصحة:

جدول (١) الخواص الطبيعية لمياه الشرب

الخاصية	الدلائل التي أعدتها منظمة الصحة العالمية	المعايير التي أصدرتها وزارة الصحة
الطعم والرائحة	مقبول لدى معظم المستهلكين	مقبولان
اللون	--	٢-٣ كحد أقصى بمقياس الكوبالت بلاتين.
العكارة	٥ بمقياس NTU و يفضل واحد لضمان كفاءة التطهير	٥ بوحدات جاكسون أو ما يعادلها للمياه المرشحة، ١٠ للمياه الجوفية و الخليط
الرقم الهيدروجيني	٦,٥ - ٨,٥	٦,٥ - ٩,٢

القسم الثانى

المواد الغير عضوية فى مياه الشرب ذات التأثير على الأستساغة أو الأستخدام المنزلى والتي لا تأثير لها على الصحة العامة

١- الأملاح الكلية المذابة عند ٣٠°م

المياه ذات المحتوى العالى من الأملاح الكلية المذابة تكون اقل استساغة للمستهلك، وطبقاً لنوع الملح الموجود فى الماء يحدث مذاق لاذع فى حالة أملاح الكبريتات والذي يظهر على مستوى أعلا من ٣٠٠ - ٤٠٠ ملجرام / لتر. وتركيز الكلوريدات أكثر من ٢٥٠ ملجرام / لتر يعطى مذاق مالح. ولا يوجد دليل على وجود أضرار صحية فى حالة المياه التى بها أملاح مذابة أكثر من ١٢٠٠ ملجرام / لتر ويبدو ان نتائج بعض الدراسات أظهرت ان الأملاح الذائبة فى مياه الشرب يمكن أن يكون لها آثار صحية مفيدة. قرر بريفلد (Brevelde) وزملاؤه استساغة مياه الشرب لمستوى مجموع المواد الصلبة المذابة على النحو التالى:

ممتاز أقل من	٣٠٠ ملجرام / لتر
جيد بين	٦٠٠-٣٠٠ ملجرام / لتر
مقبول بين	٩٠٠-٦٠٠ ملجرام / لتر
ردىء بين	١٢٠٠-٩٠٠ ملجرام / لتر
غير مقبول أكثر من	١٢٠٠ ملجرام / لتر

كذلك فإن المياه ذات المستوى المنخفض من الأملاح المذابة غير مستساغة للشرب.

٢- الحديد

يأتى الحديد الرابع فى ترتيب اكثر العناصر وفرة من حيث الوزن فى القشرة الأرضية. يوجد الحديد فى مياه المجارى السطحية فى شكل ثلاثي التكافؤ الغير مذاب فى الماء أو فى شكل مركب هلامي من الحديد والمواد العضوية. وفى المياه الجوفية قد يوجد الحديد فى شكل ثنائي التكافؤ من أملاح الحديدوز التى تذوب فى الماء. وتزال مركبات الحديد من المياه السطحية العذبة فى مراحل المعالجة بالمرشحات. وقد توجد أملاح الحديد فى المياه بعد المعالجة والضخ فى الشبكة نتيجة تآكل المواسير الحديدية فى شبكة التوزيع المصنوعة من الصلب أو الزهر. ويرجع وجود الحديد فى مياه الآبار الى وجود أملاح الحديديك فى بعض أنواع التربة الحاملة للمياه الجوفية فى شكل غير قابل للذوبان. وعند تحلل بعض الملوثات العضوية من الكائنات الحية الدقيقة أو النباتية لا هوائيا أثناء رحلة المياه الحاملة لهذه الملوثات الى جوف الأرض يكون من نواتج التحلل ثاني أكسيد الكربون. تختزل أملاح الحديديك من الكربونات والأيدروكسيد الغير مذاب الى أملاح الحديدوز القابل للذوبان فى الماء نتيجة تفاعل ثاني أكسيد الكربون مع أملاح الحديديك. وتركيزات الحديدوز فى المياه الجوفية تتراوح ما بين ٠,١ ملجرام/لتر الى مايزيد عن ٣٠ ملجرام/لتر. ومركبات الحديدوز المذابة لا لون لها وعندما تتعرض المياه الجوفية الى الهواء الجوى تتأكسد أملاح الحديدوز الى أملاح الحديديك الغير مذابة التى تعلق بالمياه فى الشكل الهلامي وتعطى المياه اللون الطوبى الأحمر. ويزال الحديد من مياه الآبار فى حالة وجوده بالاكسدة بالتهوية فقط فى حالة التركيز اقل من ٢ ملجرام/لتر. او بالتهوية والكيمياويات المؤكسدة مثل الكلور فى حالة زيادة التركيز عن ذلك، حيث يتحول الحديدوز الى الحديديك الغير مذاب والذى يرسب ثم يتم التخلص منه بالترسيب والترشيح.

ويوجد الحديد بنسب قليلة جدا في الهواء الجوى. ويختلف محتوى الحديد فى الأطعمة اختلافا كبيرا فمتوسط وجوده فى البقول هو ٢٩,٥ جزء فى المليون، وفى اللحوم ٢٦,٢ جزء فى المليون وهما المصدران الرئيسيان لهذا العنصر أما تركيز الحديد فى معظم الأطعمة الأخرى فهو أقل من ٢٠ جزء من المليون. وقد قدر مدخول الحديد اليومي من الأغذية التقليدية فى الدول المتقدمة من ١٥-٢٠ ملجرام. عادة ماتكون تركيزات-الحديد فى مياه الشرب اقل من ٠,٣ ملجرام / لتر. والمدخول اليومي من الحديد فى الطعام أعلا منه من مياه الشرب. وتختلف تقديرات الحد الأدنى من الاحتياجات اليومية من الحديد من ٧ الى ١٤ ملجرام حسب السن والجنس. فقد تحتاج النساء الحوامل اكثر من ١٥ ملجرام فى اليوم. ويعتبر ١٠ ملجرام هو متوسط الاحتياج اليومي. ويمتص منه حوال ١٠% والباقي يتخلص منه الجسم مع افرازات العرق والبول والبراز. ويستعمل ٦٠- ٧٠% من الحديد الممتص فى إنتاج هيموجلوبين الدم، ٥% فى إنتاج اليوجلوبيين ويخترن الباقي فى الكبد ونخاع العظام والطحال. ولا توجد مشاكل صحية من تناول الحديد مع الطعام، وان كانت حالات الاستهلاك الطويل للأغذية الحمضية المطهية فى الاواني الحديدية ينتج منها كميات كبيرة من الحديد مما يوجد حالة تعرف بالصباغ الدموي حيث الاليات المنظمة الطبيعية لاتعمل بكفاءة وفى هذه الحالة يسبب تراكم حديد تلف للانسجة.

ومن الامور المنفرة لوجود حديد فى امدادات مياه الشرب التى لاصلة لها بالصحة العامة وهو المذاق الغير مستساغ للماء واللون المنفر بالاضافة الى ما تحدثه املاح الحديد الهلامية من التصاق بالاووعية والملابس اثناء الاستخدام المنزلى وعادة ما تنشأ مشكلة حديد فى الماء نتيجة تآكل مواسير الحديد فى شبكة التوزيع. وقد يحدث تراكم لنواتج تآكل الحديد فى الشبكة وتعمل على انسدادها وكذلك قد تنتشط البكتريا المؤكسدة للحديد بما يضيف ملوثات اخرى لوجود هذه الكائنات وتكاثرها.

ولكل ما سبق فإنه من الحكمة حينما امكن المحافظة على مستويات الحديد فى مياه الشرب والاستخدام المنزلى دون القيمة ٠,٣ ملجرام / لتر. وقد اجازت معايير

مياه الشرب فى مصر المحتوى من الحديد بحد أقصى ٠,٣ ملجرام / لتر للمياه المرشحة و ١ ملجرام / لتر للمياه الجوفية او الخليط.

٣- المنجنيز

مصادر المنجنيز المنقولة بالهواء منتشرة انتشارا كبيرا. وعند وجود المنجنيز فى مجارى المياه السطحية يكون فى شكل مذاب والغير مذاب العالق وكثيرا ما تحتويه المياه بنسبة حوالى ٠,٢ ملجرام / لتر او اقل. وقد تصل الى ١٠ ملجرام /لتر فى المياه الجوفية الحامضية. والمنجنيز يوجد عادة مع الحديد ولكن بتركيزات اقل من نصف تركيزات الحديد. وجود المنجنيز فى المياه العذبة يقترن عادة بالتلوث الصناعى ويختلف محتوى المواد الغذائية من المنجنيز حيث توجد تركيزات منخفضة فى منتجات الالبان من صفر الى ١,٩ جزء فى المليون وفى اللحوم من صفر الى ٠,٨ جزء فى المليون وفى الاسماك من صفر الى ٠,٨ جزء فى المليون ويوجد المنجنيز بتركيز اعلى فى الحبوب والقمح بنسبة من ١,٢ - ٣٠,٨ جزء فى المليون. وفى البنقدق من ٠,٤ الى ٣٥,١ جزء فى المليون وفى الخضروات من ٠,٢ - ١٢,٧ جزء فى المليون. وقد وجدت تركيزات مرتفعة فى اوراق الشاي فيمكن ان يحتوى فنجان شاي على ١,٤ - ٣,٦ ملجرام. ويصل المنجنيز الى جسم الانسان عن طريق الاستنشاق وتناول الطعام والماء ولكن الجزء الاكبر يأتى من الاطعمة. ويقدر الاحتياج اليومى من المنجنيز للوظائف الفسيولوجية الطبيعية بمقدار ٣-٥ ملجرام. المنجنيز عنصر ضرورى للانسان والحيوان الا انه لا يمتص سوى ٣% من المنجنيز المتناول والممتص يترك مجرى الدم بسرعة ويتركز فى الكبد. سعة تخزين الكبد للمنجنيز محدودة بحوالى ١-١,٣ جزء فى المليون من الوزن الرطب وعلى الرغم من عدم تأكيد اى اضرار بسبب نقص المنجنيز الا انه من المحتمل وجود علاقة بين نقص المنجنيز وفقر الدم. ويؤدى فقر الدم الى زيادة امتصاص الحديد والمنجنيز ويتناسب تناسب عكسى مع مستوى الكالسيوم فى الغذاء ولكنه يرتبط ارتباطا مباشرا بمستوى البوتاسيوم. درجة ذوبان المنجنيز فى العصارة المعدية منخفض فلا يمتص فى العصارة المعدية سوى ٣-٤ % من القدر المتناول بالفم وينظم المنجنيز أساساً فى الجسم بالإفرازات ويعتبر المنجنيز واحدا

من اقل العناصر سمية ولم تلاحظ اى تأثيرات صحية ضارة بالانسان مع المستويات التالية من تناول اليومى للمنجنيز.

الطعام ما بين ٢-٧ ملجرام بمتوسط ٣ جرام.

الماء ما بين صفر - ١ ملجرام بمتوسط ٠,٠٠٥ ملجرام.

الهواء ما بين صفر - ٠,٠٢٩ ملجرام بمتوسط ٠,٠٠٢ ملجرام.

يمكن ان يكون المنجنيز فى مياه الشرب منفرا لعدد من الاسباب التى لاصلة لها بالصحة العامة. فعند تركيز ٠,١٥ ملجرام /لتر يضىف مذاقا كريها وغير سستساغ كما انه يلتصق بالاجسام المعدنية والغير معدنية والمنسوجات اثناء غسيلها بالماء والمنجنيز المؤكسد يكون ترسيبات عند تركيز حتى ٠,٠٢ ملجرام / لتر. كما يكون تراكمات فى المواسير كرماد اسود. يساعد المنجنيز على نمو بعض البكتريا وتكاثرها بما يحدث تغير فى مذاق ورائحة و عكارة المياه. والمياه المحتوية على اكثر من ٠,٢ ملجرام /لتر غير مرغوبة فى معظم العمليات الصناعية. ويوصى بقيمة المنجنيز فى مياه الشرب والاستخدام المنزلى الاتزيد عن ٠,١ ملجرام /لتر لتجنب الاثار المترتبة على عدم الاستساغة والترسيب على الاجسام الملاصقة عند استخدام المياه فى النظافة. وقد اوصت المعايير المصرية بتركيز ٠,١ ملجرام/لتر لمياه المرشحه، ٠,٥ ملجرام/لتر لمياه الآبار. المنجنيز ثنائى التكافؤ يذوب فى الماء ولا يتأكسد بسهولة بالهواء الجوى كما فى حالة الحديد ولكنه يتأكسد بالكور فى المجال القلوى عند رقم هيدروجينى ٩,٥ وبالمبرمنجنات فى المجال المتعادل. تزال الرواسب الناتجة عن عمليات الاكسدة بالترسيب والترشيح مع أملاح الحديد المرسبة أو فى مرحلة تالية ومنفصلة عنها بعد الأكسدة.

٤- النحاس : ١ ملجرام /لتر

يوجد النحاس فى بعض أنواع التربة وكثيرا ما يوجد فى المياه السطحية. ويتوقف محتوى النحاس فى التربة على عدة عوامل مثل الموقع الجغرافى والقرب من المصانع واستعمالات الأسمدة الغير عضوية والتى تحتوى على تركيزات من النحاس تصل من ٠,٠١ الى ٠,٠٥ جزء فى الألف. ويختلف مقدار

النحاس الموجود في الطعام تبعاً لمحتوى التربة من النحاس. وعادة ما يكون محتوى النحاس في الأطعمة مثل الخضراوات والدقيق ومنتجات الألبان واللحوم أقل من ٠,٠١ جزء في الألف. كذلك تختلف مستويات النحاس في مياه الشرب من ٠,٠٥ الى ٠,٠١ ملليجرام / لتر. وان كان النحاس يزال في عمليات المعالجة بالمروبات الا أن تركيز النحاس في صنوبر المستهلك يمكن ان يكون أعلى مما هو في المياه الخام قبل المعالجة وذلك بسبب تآكل النحاس الذي قد يوجد في شبكات توزيع المياه والسباكة المنزلية. والماء المخزون في أوعيه نحاسية يمكنه المحافظة على النوعية الجرثومية دون تدهور. ومركبات النحاس المذابة في الماء تطفئ لونها وطعماً غير مستساغين لمياه الشرب. والتأثيرات الصحية للنحاس تتمثل في دورة في تكوين كرات الدم الحمراء ونمو الأنسجة والعظام والجهاز العصبي المركزي والنسيج الضام. ولما كان النحاس موزعاً توزيعاً واسعاً في الأطعمة فإنه من غير المحتمل أن يعاني الانسان من نقص النحاس ربما باستثناء الرضع الذين يقتاتون اللبن وحده. النحاس تابع للحديد في علاج فقر الدم الغذائي للرضع. ويؤدي تناول الانسان للنحاس بجرعات مفرطة الى تهيج مخاطي شديد وتلف شعري واسع الانتشار وتلف كبدى وكلوى وتهيج فى الجهاز العصبي المركزي يتلوه إكتئاب. كما يمكن ان يحدث تهيج معوى معدى شديد وتغيرات فى الكليتين والكبد. ويندر أن يحدث تسمم للانسان بالنحاس بسبب المفعول المقوى للنحاس. وللنحاس فى الماء مذاق بغيض وغير مستساغ وقابض ويمكن ملاحظة الطعم فى الماء المقطر عند تركيز ٢,٦ ملجرام / لتر. على الرغم من أن وجود النحاس فى إمدادات المياه لا يشكل خطراً على الصحة العامة الا أنه يمكن ان يتداخل مع الاستعمالات المنزلية بما يسببه من طع زرقاء على الأوانى والملابس الملامسة عند غسلها. والنحاس فى الماء ينشط تآكل الأوانى المنزلية المصنوعة من الألومنيوم والزنك حيث يتآكل الألومنيوم والزنك لكونهما أقل فى الجهد من النحاس. وتركيزات النحاس أكثر من ١ ملجرام / لتر تحدث اللون الأزرق فى الأجسام الملامسة وهذه هى القيمة التى يوصى بها فى معايير مياه الشرب والاستخدام المنزلى.

٥- الزنك : ٥ مليجرام / لتر

الزنك عنصر موجود في الطبيعة بوفرة وهو يشكل ٠,٠٤ جرام في كل كيلو جرام من القشرة الأرضية. أكثر أملاح الزنك شيوعا كبريتيد الزنك والذي يكون مصحوبا بكبريتيد عناصر فلزية أخرى مثل الرصاص والنحاس والكالسيوم والحديد. أملاح الزنك قليلة الزوبان في الماء هي الأكاسيد والكبريتيد والكاربونات. بينما أملاح الزنك القابلة للزوبان في الماء من الكلوريدات والكبريتات تميل الى التحلل لتكوين أيدر وكسيد الزنك وكربونات الزنك. لذلك فانه عادة مايكون تركيز الزنك منخفضا في المياه الطبيعية، كما يزيد من نقص مستويات الزنك المذاب الادمصاص على الرواسب. وقد يكون تركيز الزنك في ماء الصنبور أعلى بشكل واضح عن تركيزه في المصادر العذبة السطحية بسبب تآكل الزنك من المواسير المجفنة في الشبكة والنحاس الأصفر والذي يتكون من ٣٠% زنك و٧٠% نحاس. ويختلف تركيز الزنك في ماء الصنبور بين ٠,٠١ الى ١ ملجرام / لتر وللزنك أهميته الغذائية. أغنى الأطعمة في الزنك هي اللحوم ونواتج الألبان كما تمثل الحبوب والبندق مصادر هامة. وفيما يلي محتوى الزنك في بعض الأطعمة:

- * لحم البقر والضأن ٢٠ - ٦٠ جزء في المليون.
- * اللبن ٣ - ٥ جزء في المليون.
- * الأسماك و الأطعمة البحرية اكثر من ١٥ جزء في المليون.
- * البقول و القمح ١٥ - ٥٠ جزء في المليون.
- * الخضراوات الورقية والفواكه أقل من ٢ جزء في المليون.

والطعام هو المصدر الأكبر لحاجة الإنسان للزنك فهو عنصر ضروري للإنسان والحيوان. يقدر مدخول الزنك الغذائي الموصى به حسب العمر والجنس بين ٤ - ١٥ مليجرام في اليوم ويحتاج الحوامل إلى ١٦ مليجرام في اليوم. وقد لوحظ وجود علاقة بين نقص الزنك بين الشباب في مصر وبطئ النمو والعلامات الأخرى لعدم النضج بالإضافة الى فقر الدم وربما يكون السبب في ذلك انخفاض الامتصاص المعوي للزنك. والزنك لا يتراكم في الأنسجة ويمكن اعتبار الزنك غير

سام ومن غير المحتمل حدوث سميته للإنسان بالزنك من مياه الشرب والمصادر الغذائية الأخرى العادية.

والجرعات العالية اليومية من الزنك التي تبلغ ١٥٠ جرام تتداخل مع المدخول اليومي من جرعات الحديد والنحاس ولا توجد مشكلة. كما تقدم بعض جرعات الزنك العالية بعض الحماية ازاء التأثيرات السامة للكاديوم. وتشمل أعراض التسمم بالزنك في الإنسان القىء والجفاف والام البطن والغثيان والافتقار إلى التوازن العضلى العصبى. وقد أبلغ عن فشل كلوى حاد سببه كلوريد الزنك. والزنك يعطى للماء مذاقا قابضا غير مستساغ، بالإضافة الى انه يضيف عتامة للماء المحتوى على اكثر من ٥ ملجرام / لتر ويكون طبقة طافية عند غلى الماء. ولتجنب اى من هذه المشكلات حددت القيمة الدليله للزنك فى مياه الشرب والاستخدام المنزلى ٥ ملجرام / لتر.

٦- العسر الكلى: ٥٠٠ ملجرام / لتر ككربونات كالسيوم

عسر الماء قياس تقليدى لقدرة الماء على التفاعل مع الصابون اذ يتطلب الماء العسر مقدارا كبيرا من الصابون لانتاج الرغوة. ويرجع وجود ترسيبات (Scales) فى مواسير السخانات والمراجل الى الماء العسر. ويسبب عسر الماء وجود أيونات العناصر متعددة التكافؤ المذابة فيه مثل الكالسيوم والمغنسيوم كما تسهم كذلك أيونات الأسترنشيوم والحديد والمنجنيز والباريوم. ويقاس العسر عادة بتفاعل أيونات العناصر متعددة التكافؤ الموجودة فى الماء مع عامل استخلاب (Chelating Agent) مثل مادة EDTA ويعبر عنها بتركيز مكافئ من كربونات الكالسيوم. كما يمكن تعيين العسر بتعيين تركيزات مكونات العسر منفردة حيث يعبر عن مجموعها بالكمية المكافئة من كربونات الكالسيوم. وقد صنفت درجة عسر الماء المستخدم للشرب من حيث المكافئ من تركيز كربونات الكالسيوم على النحو التالي.

- * ماء يسر من صفر - ٦٠ ملجرام / لتر (عسر مقيم ككربونات الكالسيوم).
- * متوسط العسر من ٦٠ - ١٢٠ ملجرام / لتر (عسر مقيم ككربونات الكالسيوم).
- * عسر من ١٢٠ - ١٨٠ ملجرام / لتر (عسر ككربونات الكالسيوم).
- * عسر جدا من ١٨٠ فأكثر ملجرام / لتر (عسر ككربونات الكالسيوم).

وعلى الرغم من أن العسر يسبب الكاتأيونات (Cations) فإنه يناقش كذلك من حيث العسر المؤقت للكاربونات والعسر المستديم للغير كربونات (Permenant Non Carbonate Hardness) ويشير العسر المؤقت للكاربونات إلى مقدار الكربونات والبيكربونات في المحلول الذي يمكن ترسيبه أو إزالته بغلى الماء. وهذا النوع من العسر هو المسئول عن الترسبات في مواسير الماء الساخن والغلايات. والعسر المستديم من كبريتات وكلوريدات وسيليكات الكالسيوم والمغنسيوم ونترات الكالسيوم أو أيونات العناصر ثنائية التكافؤ والتي لا تزال بغلى الماء. القلوية هي قدرة الدرء فى الماء (Buffering Capacity) وتربط ارتباطا وثيقا بالعسر. والقلوية تنتج عادة عن أيون الأيدروكسيد والبيكربونات والكاربونات كما تسهم أيونات أخرى إن وجدت مثل البورات والفوسفات والسيليكات والأحماض العضوية بدرجة صغيرة. ويعبر عن الأن أيونات (Anions) التى تسهم فى قلوية الماء مهما كان نوعها بالكمية المكافئة من كربونات الكالسيوم. وحين تكون قلوية المياه السطحية يسبب وجود كربونات وبيكربونات فإن قيمة القلوية الكلية تكون عادة قريبة من قيمة العسر. والمصدر الرئيس لعسر الماء هو الصخور الرسوبية وعادة ما يوجد الماء العسر فى مناطق بها تكوينات من الحجر الجيرى. المياه الجوفية أكثر عسرا بوجه عام من المياه السطحية. وعادة ما تكون للمياه الجوفية الغنية بحامض الكربونيك (ثانى اكيد الكربون المذاب فى الماء) قدرة على الإذابة للتربة والصخور من الجبس والحجر الجيرى والدولوميت والكالسيت. والمصادر الأخرى للعسر هى الصناعات الكيميائية الغير عضوية، حيث يستخدم اكسيد الكالسيوم فى صناعة بعض مواد البناء وإنتاج لب الورق، وتكرير السكر ودباغة الجلود ومعالجة المياه. ويزال العسر من المياه للأغراض الصناعية أو لإنتاج البخار بالمعالجه الكيميائية بطريقة الجير/الصودا (Soda- lime process). او بالتبادل الايونسى. عسر المياه فى المجارى السطحية العذبة عموما يشبه العسر فى مياه الشرب المنقولة بالمواسير إلى المستهلك فى المنازل. يتراوح عسر المياه ما بين ١٠٠ ملجرام/ لتر الى ما يزيد عن ٥٠٠ ملجرام / لتر وإن كانت القيمة اكبر من ذلك غير شائعة.

وفى الطعام فإن جميع الأطعمة تحتوى على عنصرى الكالسيوم والمغنسيوم. انغذاء النمطي يوفر حوالى ١٠٠٠ ملجرام كالسيوم فى اليوم و من ٢٠٠ - ٤٠٠

مليجرام ماغنسيوم في اليوم. وعادة ما يكون المصدر السائد للكالسيوم والمغنسيوم هو الطعام. وتعتبر منتجات الألبان مصدرا غنيا للكالسيوم أما المغنسيوم فانه اكثر إقتراناً باللحوم والمواد الغذائية ذات الأصل النباتي. على الرغم من إن الهواء والتعرض المهني وتدخين السجائر يمثل مدخلا لتعرض الإنسان إلا أن إسهاماتها قليلة جدا مقارنة بالطعام. الطعام والماء هما المصدران الأساسيان. ويمثل الإسهام النموذجي للماء بالنسبة للمدخول الكلى من الكالسيوم حوالى ٥ - ٢٥ % وللمغنسيوم حوالى من ٥ - ٢٠ %.

ومن ناحية الأثر الصحي فهناك شواهد حول زيادة العسر فى مياه الشرب وزيادة حالات الحصوات البولية وكذا الوفيات بالسكتة القلبية وأمراض الأوعية الدموية إلا إن نتائج تأكيد هذه الدراسات لم تحسم حتى الآن، وقد إفترض ان الماء اليسر هو الذي يسبب المرض نظرا لانه يساعد على التآكل فى المواسير ووصول الملوثات من نواتج التآكل الضارة مثل الرصاص والكاديوم. وعموما مازالت الدراسات التى تقوم بها منظمة الصحة العالمية حول الأثر الصحي لعسر الماء التى لم يتأكد أى منها حتى الان وقد أعطيت قيمة دليhle للعسر الكلى ٥٠٠ مليجرام / لتر ككربونات كالسيوم. للكالسيوم ٢٠٠ مليجرام / لتر و للمغنسيوم ١٥٠ مليجرام / لتر. ومعايير العسر التى أصدرتها وزارة الصحة هى ٥٠٠ مليجرام / لتر. وعلى الرغم من ان ٢٠-٣٠% من الكالسيوم والمغنسيوم فى الغذاء يتم إمتصاصه إلا أنه لم يتأكد حتى الان قدر الامتصاص لهذه العناصر من مياه الشرب.

٧- الكبريتات : ٤٠٠ مليجرام / لتر

معظم الكبريتات تذوب فى الماء باستثناء كبريتات الباريوم والرصاص والاسترينسيوم ويمكن أن تختزل الكبريتات الى الكبريتيد وتتطاير فى الهواء على هيئة كبريتيد الهيدروجين (H_2S) أو ترسب كملح كبريتيد غير مذاب. وتصل الكبريتات الى البيئة المائية من مخلفات الصناعات المختلفة. ويساعد على احتواء الماء من الكبريتات ثانى اكسيد الكبريت الناتج عن احتراق الوقود من الفحم

الحجري أو من بعض العمليات في الصناعات المعدنية والذي يتأكسد إلى ثالث أكسيد الكبريت الذي يتحد مع بخار الماء في الجو مكونا حامض الكبريتيك ويتساقط كمطر حامضى الذى يتفاعل مع المواد العالقة ليكون أملاح الكبريتات. وتركيز الكبريتات في معظم المياه العذبة منخفض جدا ويتراوح ما بين ٢٠ إلى ٥٠ جزء في المليون. ويمكن ان تضيف كبريتات الألومونيوم (الشبة) أو كبريتات الحديد أو الحديدوز من ٢٠ إلى ٥٠ جزء في المليون إلى المياه المعالجة. والكبريتات لا تزال من الماء بالطرق التقليدية لمعالجة المياه. وقد يبلغ / تركيز الكبريتات فى المياه المعدنية المعبأة فى زجاجات إلى ٢٥٠ ملليجرام / لتر أو تزيد. والمدخول الغذائى اليومي من الغذاء شحيح حيث يبلغ فى المتوسط ٤٠٠ جرام. وجرعة الكبريتات من ١ - ٢ جرام لها تأثير مسهل للإنسان. ويؤدى تركيز كبريتات امغنيسيوم ١٠٠٠ ملليجرام / لتر إلى الإسهال فسيولوجيا للشخص العادي والتركيز الأقل من ذلك غير ضار فسيولوجيا. والشخص الحساس يستجيب لمستويات من كبريتات المغنيسيوم ٤٠٠ ملليجرام / لتر ويتكيف الجسم البشرى بمرور الوقت مع التركيزات العالية من الكبريتات فى مياه الشرب. وتركيز الكبريتات الذي يؤثر على الاستساغة والمذاق لمياه الشرب هو ٢٠٠ - ٥٠٠ ملليجرام/ لتر لكبريتات الصوديوم، ٢٥٠ - ٩٠٠ ملليجرام / لتر لكبريتات الكالسيوم، ٤٠٠ - ٦٠٠ ملليجرام/ لتر لكبريتات المغنيسيوم. واقترحت تركيزات الكبريتات فى المياه الشرب لتكون ٤٠٠ ملليجرام/ لتر استنادا إلى المحافظة على الاستساغة والمذاق وتجنباً لتأثيرها المسهل.

المياه المحتوية على أملاح الكبريتات بتركيز اكثر من ٣٠٠ ملليجرام / لتر قد تختزل هذه الكبريتات فى حالة نقص الاكسجين المذاب فى الماء عن ٠,١ ملليجرام / لتر والذي يساعد على نشاط البكتريا اللاهوائية المختزله للكبريتات وتكون نواتج الاختزال هي كبريتيد الهيدروجين الذى يذوب فى الماء محدثا تغير غير مقبول فى رائحة وطعم المياه. وعند توفر الأكسجين بعد ذلك يتحول كبريتيد الهيدروجين إلى حامض الكبريتيك الذى يسبب التآكل للمواسير المعدنية والاسمنتية. ولهذا يلزم المحافظة دائما على وجود الاكسجين فى الماء من خلال المحافظة على معدل ثابت لتدفق المياه فى الشبكة وعدم وجود نهايات ميتة أو مياه راكدة فى الشبكة هذا

بالإضافة إلى أهمية وجود الكلور المتبقى في الشبكة ما يوفر قدر لا يقل عن ٠,١ مليجرام / لتر كلور متبقى في صنوبر آخر مستهلك في الشبكة. وهذا الكلور المتبقى يضمن القتل للكائنات الجرثومية وكذلك أنواع البكتيريا المختزلة للكبريتات. كما يلزم المحافظة على نظافة خزانات المياه من الاتربة والأجسام العالقة والملاصقة لجسم الخزان والتي تعلق بها البكتيريا وتختبئ بما يقلل من تأثير الكلور في التخلص منها. ونسبة ٣٠٠ مليجرام / لتر من الكبريتات في التربة الرطبة تشكل مجال عدوانى اكيد لإفطار التربة للاكسجين (التربة الطينية والطفليه) بما ينشط البكتيريا المختزلة لكبريتات وتسبب التآكل للمواسير.

٨- الكلوريدات : ٥٠٠ جزء فى المليون

توجد الكلوريدات على نطاق واسع فى الطبيعة وتكون عادة فى شكل كلوريد الصوديوم وكلوريد البوتاسيوم وكلوريد الكالسيوم. والكلوريدات تشكل ٠,٠٥ % تقريبا من اليابسة والنسبة الكبيرة من كلوريدات البيئة توجد فى المحيطات. ويرجع وجود الكلوريد فى الماء إلى إذابة رواسب الملح والتلوث الناتج عن الصناعات الكيميائية ومياه الصرف الزراعى والصحى وتسرب مياه البحر فى المناطق الساحلية. ويمكن ان تتلوث المياه السطحية والمياه الجوفية بسهولة حركة ايونات الكلوريدات بما يمكنها من الانتقال الى قاع الخزانات الجوفية. والكلوريدات فى المياه السطحية منخفضة التركيز حيث يمكن ان يصل تركيزها الى أقل من ٥٠ مليجرام / لتر فى المياه الغير ملوثة بينما قد تصل الى ١٠٠٠ مليجرام/لتر فى مياه الصرف الملوثة. وتوجد الكلوريدات فى الأطعمة ذات المنشأ النباتى والحيوانى بمستويات تقل عادة عن ٣٦٠ جزء فى المليون. ويمكن ان يزيد اضافة الملح الى الطعام من مستوى الكلوريدات بشكل واضح. ومدخول الكلوريد اليومى يسبب اضافة الملح الى الطعام من ٦-١٢ جرام بينما مدخول الكلوريد من مياه الشرب ١٠٠ مليجرام تقريبا فى اليوم اما المدخول من الهواء فإنه لا يذكر. والكلوريدات تسهم بشكل كبير فى النشاط الاسموزى (التناضحى) للسائل خارج الخلايا حيث يوجد ٨٨% من كلوريد الجسم خارج الخلايا. ويحتوى جسم الشخص

العادى الذى يزن ٧٠ كجم على ٨١,٧ جرام تقريبا من الكلوريد، ٤٥ لـترا من الماء. وامتصاص الكلوريد يكاد يكون كاملا فى جسم الإنسان.

من الضرورى ان يكون المدخول الغذائى اليومى من الكلوريدات حوالى ٩ مليجرام لكل كيلو من وزن الانسان بما يعادل ٦٣٠ مليجرام للشخص الذى يزن ٧٠ كيلو جرام وبما يعادل أكثر من جرام واحد للشخص العادى فى اليوم.

يبلغ حدود المذاق المستساغ لكلوريد الصوديوم ٢١٠ مليجرام / لتر وكلوريد البوتاسيوم ٣١٠ مليجرام / لتر وكلوريد الكالسيوم ٢٢٢ مليجرام / لتر. ويتأثر مذاق القهوة بصفة خاصة إذا أعدت بماء به ٤٠٠ مليجرام / لتر ككلوريد صوديوم او ٥٣٠ مليجرام / لتر ككلوريد كالسيوم. وعمليات المعالجة التقليدية لا تزيل أيونات الكلوريد من الماء وعلى الرغم من ان مقدار الكلوريد المتناول يوميا من مياه الشرب لايمثل سوى نسبة قليلة من مجموع المدخول اليومى. فانه يوصى بقيمة دليله مقدارها ٢٥٠ مليجرام / لتر استنادا الى اعتبارات المؤثرات العضوية. وتشكل الكلوريدات فى الماء عدوانية على المواسير المعدنية وخاصة الصلب والزهرة فى حالة زيادة الكلوريدات عن ٦٠٠ جزء فى المليون حيث تسبب التآكل الثقيبى، والكلوريدات توفر الحماية من التآكل للمواسير الخرسانية.

٩- الصوديوم: ٣٠٠ مليجرام / لتر

نتج عن زيادة تلوث المياه السطحية والجوفية خلال العقود الماضية زيادة ملموسة فى محتوى مياه الشرب من الصوديوم. كما يمكن ان تسهم فى زيادة مستويات الصوديوم فى مياه الشرب عمليات المعالجة لازالة العسر من المياه باستخدام الصودا آش، وكذلك تلوث مصادر المياه بمياه الصرف المحتويه على كبرينات الصوديوم من صناعات الأصباغ والألوان ولب الورق والورق وصناعات أخرى كثيرة تحتوى مخلفاتها على تركيزات متزايدة من الصوديوم. كما يستخدم ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) فى كثير من الصناعات الغذائية والأطعمة وفى تعبئة اللحوم وصناعات الألبان والأسماك. الصوديوم هو أكثر العناصر القلوية وفرة. تحتوى التربة على الصوديوم فى الحدود ١-١٠ جرام/ كيلو جرام فى شكل

أملاح سيليكات الصوديوم مثل الفيلدسبار. و بعض الخزانات الجوفية تحتوى على تركيزات عالية من الصوديوم بما يزيد من ملوحتها وذلك فى التربة الحاملة للملحية نتيجة شدة زوبان أملاح الصوديوم فى الماء. ويوجد فى المجارى السطحية العزبية بنسب تتراوح ما بين ١٠ - ١٣٠ مليجرام / لتر. ويوجد الصوديوم فى جميع الأطعمة وفى تجهيز الطعام، فالبازلاء الطازجة تحتوى على ٩ مليجرام صوديوم فى الكيلو جرام بينما تقل هذه النسبة فى المعلبة والجافة. وتحتوى الخضروات والفواكة الطازجة على نسب ما بين ٠,٠١ - ١ جرام / كيلو جرام. وتحتوى الحبوب وأصناف الجبن على ما بين ١٠-٢٠ جرام / كيلو جرام. ويتحقق ضبط توازن الماء والصوديوم من خلال سلسلة من العمليات المعقدة حيث يتم الحفاظ بفقد الصوديوم وليس بضبط امتصاصه خلال الأمعاء. ونظرا لأن الجسم يقوم بضبط مستويات الصوديوم فإنه لا يعتبر عنصر حاد السمية. وتشمل أعراض التسمم بالصوديوم التأثير العمومي للجهاز العصبي المركزي وزيادة الحساسية. وهناك دراسات تبين وجود علاقة بين مدخول الصوديوم وارتفاع ضغط الدم فى الانسان ويؤكد هذا أطباء القلب وأن كان هناك دراسات تخالف ذلك. ويعتبر مدخول الصوديوم اليومي ١,٦ - ٩,٦ جرام عموما لا يحدث اى تأثير ضار على صحة الإنسان. و لضمان ان تكون مياه الشرب مستساغة بالنسبة لغالبية المستهلكين فإنه ينبغى أن يكون تركيز الملح فى الماء مقاربا لتركيز الملح فى اللعاب والذى يبلغ فى المتوسط ٣٠٠ مليجرام / لتر. ويعتمد حدود الطعم والإستساغة لأملاح الصوديوم فى مياه الشرب على الآن أيونات (Anions) ودرجة حرارة الماء. كربونات الصوديوم هى صاحبه أدنى مستوى تركيز بالنسبة للإستساغة، فعند درجة حرارة الغرفة تكون فى حدود ٢٠ ملجرام / لتر، لكلوريد الصوديوم ١٥٠ مليجرام / لتر، لنترات الصوديوم ١٩٠ مليجرام / لتر، لكبريتات الصوديوم ٢٢٠ مليجرام / لتر، لبيكربونات الصوديوم ٤٢٠ مليجرام / لتر. والقيمة الدليلة الموصى بها هى ٢٠٠ مليجرام / لتر والتي تستند الى حدود المذاق والاستساغة وليس الى اعتبارات صحية. وإذ كانت جمعية القلب الأمريكية قد أوصت بتركيز ٢٠ مليجرام / لتر مما يتطلب معالجات خاصة للمياه من المجارى السطحية العزبية مثل إزالة الملوحة،

حيث اعتبر من المواد ذات الأثر بالصحة العامة وليس ذات الأثر بالاستساغة كما أوصت به منظمة الصحة العالمية.

١٠- الألومنيوم: ٠,٣ ملليجرام / لتر

توجد مركبات الألومنيوم بوفرة في الطبيعة وكثيرا ما توجد في الماء. وتستخدم مركبات الألومنيوم على نطاق واسع في معالجة مياه الشرب بالمرشحات لإزالة المواد العالقة والعاركة. ومدخول الألومنيوم من الماء صغير إذا قورن بمدخوله من الطعام. ويزيد الألومنيوم في الماء من تغير لون المياه في شبكة التوزيع إذا زاد مستوى الألومنيوم عن ٠,١ ملليجرام / لتر من المياه المعالجة ولهذا يوصى بقيمة دليلية في مياه الشرب لا تزيد عن ٠,٢ ملليجرام / لتر إستناداً الى اعتبارات خاصة بقابلية واستساغة المياه للشرب. الألومنيوم موزع على نطاق واسع في الطبيعة حيث يدخل في تكوين جميع انواع التربة والنباتات وانسجة الحيوان ونتيجة لهذا يوجد الألومنيوم في الهواء والطعام والماء سواء الطبيعي منها أو الملوث. وتحتوي المياه الحامضية بشكل طبيعي على مستويات عالية من الألومنيوم. وعلى الرغم من أن عمليات معالجة المياه تترك أقل مقدار ممكن من الألومنيوم في الماء إلا أن بعضها يبقى في الماء بكميات تتراوح ما بين ٠,١ إلى ٢ ملليجرام / لتر وطبقا لكفاءة عمليات المعالجة والترسيب والترشح. ومن مظاهر ضعف الكفاءة لعمليات المعالجة بالمرشحات زيادة الألومنيوم في المياه المرشحة عن ٠,٣ ملليجرام / لتر. وفي شبكة التوزيع ترسب مركبات الألومنيوم وتتدمج مع مركبات الحديد والسيلكا محدثة إضطراب في تدفق المياه في الشبكة وضعف التصرف بالإضافة إلى التغير في اللون ومذاق المياه نتيجة إحتواء هذه الرواسب على البكتريا حيث يتعدى عندئذ قتلها بالكلور. وتحدث هذه الظاهرة عند تجاوز تركيز الألومنيوم ٠,١ ملليجرام / لتر في المياه المعالجة.

ولايسهم الألومنيوم في مياه الشرب إلا بنسبة صغيرة جدا من المدخول اليومي للإنسان حيث النسبة الأكبر تكون من الطعام. ويقدر المدخول اليومي من الغذاء بـ ٨٠ ملليجرام في اليوم، ومن الماء ٤% من المدخول اليومي من الغذاء. والألومنيوم

غير ضروري للإنسان فلا تمتص أملاح الألومونيوم عادة في الطعام ولكنها تكون مركبات معقدة مع الفوسفات وتفرغ مع البراز. والاستعمال المزمّن لكميات كبيره من الألومنيوم (مثل إيدركوسيد الألومنيوم المضاد للحموضة) يتسبب في فقد الفوسفات من الجسم بما يعمل على ضعف وألام العظام. والألومنيوم لا يتراكم في الأنسجة باستثناء العظام في حين تتراكم مركبات الألومنيوم المستنشقة في شكل غبار في الرئة والعقد الليمفاوية.

وقد اقترن الألومنيوم ببعض الاضطرابات العصبية مثل مرض الزهايمر الذي يصيب كبار السن بفقد الذاكرة، إلا أنه لم يتأكد إذا كان الألومنيوم هو السبب أم أنه عامل مساعد لأسباب أخرى. والقيمة الدليّة الموصى بها لتركيز الألومنيوم لمياه الشرب هي ٠,٢ ملليجرام / لتر وان كانت وكالة البيئة الأمريكية قد أوصت بقيمة دليّة ٠,٠٥ ملليجرام / لتر لتأكيد إزالة مواد الترويب من الألومنيوم (الشبة) قبل دخول المياه إلى الشبكة.

جدول (٢) القيم الدليّة والمعايير للمواد غير العضوية ذات التأثير على الاستساعد

والاستخدامات المنزلية

م	الخاصية	دلائل منظمة الصحة العالمية	المعايير التي أصدرتها وزارة الصحة
١	الأملاح الكلية المذابة	١٠٠٠ ملليجرام / لتر	١٢٠٠ ملليجرام / لتر
٢	الحديد	٠,٣ ملليجرام / لتر	٠,٣ ملليجرام/لتر للمياه المرشحة، ١ملليجرام/ لتر لمياه الآبار
٣	المنجنيز	٠,١ ملليجرام / لتر	٠,١ ملليجرام للمياه المرشحة
٤	النحاس	١ ملليجرام / لتر	١ ملليجرام / لتر
٥	الزنك	٥ ملليجرام / لتر	٥ ملليجرام / لتر
٦	العسر الكلي	٥٠٠ ملليجرام/لتر.	٥٠٠ ملليجرام/لتر
٧	الكالسيوم	---	٢٠٠ ملليجرام /لتر
٨	المغنيسيوم	---	١٥٠ ملليجرام/لتر
٩	الكبريتات	٤٠٠ ملليجرام /لتر	٤٠٠ ملليجرام /لتر
١٠	الكوريدات	٢٥٠ ملليجرام/لتر	٥٠٠ ملليجرام/لتر
١١	الألومنيوم	٠,٢ ملليجرام / لتر	٠,٢ ملليجرام / لتر

القسم الثالث

المواد الغير عضوية ذات التأثير على الصحة العامة

١- الرصاص : ٠,٠٥ ملليجرام / لتر :

يوجد الرصاص فى الطبيعة ضمن مكونات القشرة الأرضية بتركيز متوسط ١٦ جزء فى المليون ويكون غالبا فى شكل كبريتيد الرصاص. ويوجد الرصاص فى الشكل الغير عضوي عموما (فى البيئة فى الهواء والطعام والماء والتربة). كما يحدث تلوث نتيجة عمليات التعدين والصبهر أو استعمال المنتجات المصنوعة من الرصاص. وتنتج مقادير صغيرة من الرصاص العضوي نتيجة استعمال الجازولين المحتوى على الرصاص نتيجة عمليات الأكله (Alkylation) التي تنتج ميثيل الرصاص. ويستخدم الرصاص فى صناعة مراكم الأحماض ومواد اللحام والاصباغ والذخيرة وتغليف الكابلات وعازل للأسقف وصناعة مواسير الصرف وفى توصيل المياه من البريزة (Saddle) المركبة على ماسورة التغذية الى وصلة المياه بالمنزل وذلك لسهولة تشكيلها وتم إيقاف استخدامها لأسباب بيئية واستبدلت بوصلات من البلاستيك الأقل فى التكلفة. ومحتوى المياه الطبيعية فى المحارى السطحية العذبة من الرصاص يتراوح بين ١ - ١٠ جزء فى المليون. المعالجة بالمروبات تزيل نسبة كبيرة من املاح الرصاص بما يقلل من نسبة فى المياه المعالجة عن الموجود فى المياه الطبيعية. ولكن يمكن أن تصل الملوثات من املاح الرصاص من خلال شبكة توزيع المياه عند استخدام مواسير من الرصاص أو اللحام باستخدام الرصاص. عندئذ يزداد تركيز الرصاص فى الماء المعالج

وخاصة عندما يقل عسر المياه او ينخفض الرقم الهيدروجيني. وعلى اساس استهلاك لترين من الماء فى اليوم فان المدخول اليومى من الرصاص يتراوح ما بين ٠,٠٢ الى ١ ملجرام / لتر على اساس استهلاك جميع الرصاص.

وعند استعمال الماء فى الطهى تكون فرصة اضافية لتناول الرصاص من الماء. ويوجد الرصاص فى كثير من المواد الغذائية وخاصة المعلبة عند استخدام اللحم من الرصاص كما يوجد الرصاص فى الخضروات الطازجة والحبوب والفواكه بمقادير صغيرة طبقا لتركيز الرصاص فى التربة والامتصاص المحدود بواسطة النبات. وقد يوجد الرصاص فى المواد الغذائية نتيجة ترسيبات الرصاص من الهواء الجوى عند تركها معرضة وخاصة الالبان ومنتجات الألبان. ويمكن أن يحدث تلوث إضافى من الطعام عند الطهى فى أوانى بها لحامات من الرصاص أو الأنية الخزفية التى يدخل الرصاص فى صنعها. ولذا فان المصدر الأكبر للرصاص بصفة عامة هو الطعام. وفى الريف تكون تركيزات الرصاص فى الهواء حوالى ٠,١ ملجرام / م^٣ بينما تصل فى المدينة من ٠,٥ إلى ٢ ملجرام / م^٣. ويرجع تلوث الهواء بالرصاص إلى كثافة حركة مرور السيارات المستخدمة للجازولين المحتوى على الرصاص. معظم الرصاص الموجود فى الهواء يكون على شكل جسيمات دقيقة وعند استنشاق هذه الجسيمات لايرسب منها فى الجهاز التنفسى سوى ٢٠ - ٦٠%. وعلى أساس حجم تنفس يومى من الهواء قدره ٢٠ م^٣ فى المتوسط يكون المدخول اليومى لسكان المدينة المعرض لواحد ملجرام / م^٣ من الرصاص فى اليوم وبمعدل إمتصاص ٤٠% هو ٨ ملجرام. ويمكن أن تكون مستويات الرصاص فى مناطق العمل الصناعى أعلى كثيرا عن مستويات البيئة العامة. مصدر التعرض للرصاص من التبغ صغير نسبيا. وقد عرفت الجرعات العالية من الرصاص بأنها سم تراكمى عام. ومن أعراض التسمم الحاد التعب والإرهاك والتوعك المعوى وفقر الدم والرصاص يتداخل فى تنظيم نقل الاكسجين وتحقيق الطاقة، وترتبط زيادة الرصاص فى الدم طبقا لمستوى الرصاص فى مياه الشرب. كما وجد أن مستويات الرصاص العالية فى الدم (٤٠٠ ملجرام /لتر) فى الأطفال ذوى التخلف العقلى.

والرصاص يؤثر على تكوين الدم والجهاز العصبي والكلوى والقلبي والتناسلي ولم يثبت للرصاص ضرورة لقيام الأجهزة الحيوية بوظائفها مما يتطلب أن يكون التعرض للرصاص منخفضاً قدر الإمكان وبما لا يتعدى ٣ ملجرام فى الأسبوع (بمعدل ٠,٠٥ / ملجرام / كيلو جرام من وزن الانسان) وتقل هذه النسبة للأطفال نظرا للنمو السريع وأن امتصاص الرصاص لديهم أعلى عما هو عند البالغين وأنهم أكثر استعدادا للتأثر. والرصاص يسبب ارتفاع فى ضغط الدم مع احتمال انه مسرطن عند الجرعات العالية وقد أوصت وكالة البيئة الأمريكية (usepa) بأقصى مستوى للتلوث بالرصاص ٠,٠٠٥ ملجرام / لتر فى مياه الشرب وأن كانت منظمة الصحة العالمية قد أقرحت نسبة ٠,٠٥ ملجرام / لتر وهى المعايير المأخوذة بها فى مصر.

٢- الزرنيخ: ٠,٠٥ ملجرام / لتر

يوجد الزرنيخ بشكل طبيعي فى جميع الأوساط البيئية وعادة ما يوجد فى شكل مركبات متحدا مع الكبريت ومع فلزات كثيرة عند صهر خاماتها وخاصة خام النحاس والكوبالت والرصاص والزنك. وقد يوجد الزرنيخ فى مجارى المياه نتيجة النحر فى الصخور السطحية.

ويبلغ تركيز الزرنيخ فى القشرة الأرضية ٢ جزء فى المليون. ويوجد الزرنيخ فى شكل الغير عضوى أو قد يكون متحدا مع مركبات عضوية. كثيرا من مركبات الزرنيخ تذوب فى الماء وتلوثه. الزرنيخ موجود فى معظم المواد الغذائية بتركيز اقل من واحد جزء فى المليون من وزنها الجاف وان كانت الاسماك البحرية تحتوى على مستويات اعلى من ذلك فقد يحتوى المحار على مستويات تزيد عن ٥٠ جزء فى المليون. ويوجد الزرنيخ فى الاطعمة البحرية أساساً فى شكل عضوى ويصل المدخول اليومي من المصادر الغذائية فى المتوسط ٣٠ جزء فى المليون من وزن الانسان. يحتوى الهواء فى المناطق الريفية وغير الحضرية على مستويات منخفضة جدا من الزرنيخ اقل من ٠,٠١ ملجرام / م^٣. وقد يبلغ متوسط التعرض للزرنيخ المنقول بالهواء ٠,٢ ملجرام / م^٣ على شكل زرنيخ غير

عضوى أساساً كما تزداد مستويات التعرض للزرنِيخ من الهواء والتربة حيث توجد مصانع صهر المعادن. ويحتوى التبغ على بعض الزرنِيخ وان كانت مستويات الزرنِيخ انخفضت الآن نتيجة التقليل من استخدامه فى رش نباتات التبغ. كما توجد بعض المستحضرات الدوائية المحتوية على الزرنِيخ. وبمقارنة المدخول الكلى نجد ان اسهام الماء قليل نسبة الى التعرض الشامل فعند مستوى ٠,٠٥ مليجرام /لتر من مياه الشرب فانه يساوى او يزيد عن اجمالى المدخول عن غير طريق التعرض المهني.

ويؤثر الشكل الكيميائى للزرنِيخ على امتصاصه، فنرى أن عنصر الزرنِيخ يمتص بمعدل منخفض جدا بينما مركبات الزرنِيخ اللاعضوية ثلاثية وخماسية التكافؤ تمتص بسهولة. وعند التعرض للزرنِيخ فانه يدخل إلى الدم ثم إلى الكبد أساسا والكلى والطحال والعضلات والجلد. كما توجد كميات صغيرة منه فى الرأس والقلب والرحم والدرقية والبنكرياس والشعر والأظافر. إفراغ مركبات الزرنِيخ يتم عن طريق البول. لا يوجد دليل حاسم على أن الزرنِيخ بأى من أشكاله الكيميائية ضرورى للإنسان وان كانت بعض مركباته مفيدة لنمو الحيوانات. وتتوقف كمية الزرنِيخ على الشكل الكيميائى والفيزيائى للمركب وطريقة دخوله إلى الجسم والجرعة ومدة التعرض والعمر والجنس للفرد المتعرض.

الزرنِيخ الغير عضوى اكثر سمية من الزرنِيخ العضوى. الزرنِيخ الغير عضوى ثلاثى التكافؤ اكثر سمية من خماسى التكافؤ ولذا يوصى عندما يتبين أن الماء يحتوى على زرنِيخ بمستويات ٠,٠٥ مليجرام /لتر التأكد من تكافؤ العنصر الزرنِيخى وشكله الكيميائى، حيث أن الزرنِيخ الثلاثى يمكن أن يضعف كثيرا من أجهزة الإنسان.

ويشمل التسمم الحاد بالزرنِيخ إصابة الجهاز العصبى المركزى كما يمكن أن يصاب الجهاز الهضمى والعصبى والتنفسى والجلد بإصابات شديدة. ويظهر التسمم مع جرعات تبلغ فى الانخفاض من ٣-٦ مليجرام /اليوم على مدى فترات طويلة حيث الإصابة بالضعف العضلى العام وفقد الشهية والغثان والتسهاب الأعشبية المخاطية فى العين والأنف والحنجرة كما يمكن أن تحدث أمراض جلدية وأورام

خبثة وكذلك الإصابة بسرطان الجلد عند تركيز ٠,٢ ملليجرام / لتر من مياه الشرب.

وتؤدى الجرعات من ٧٠-١٨٠ ملليجرام / لتر إلى الوفاة كما أن التعرض المهني العالى يسبب الإصابة بسرطان الرئة. ومعايير الزرنيخ فى مياه الشرب هى ٠,٠٥ ملليجرام / لتر.

٣- السيانيد: ٠,٠٥ ملليجرام / لتر

يوجد السيانيد حيثما توجد الحياة والصناعة فى شكله العضوى والغير عضوى واكثر أشكال السيانيد شيوعا هو سيانيد الهيدروجين (HCN) وأملاح السيانيد تتحلل فى الماء لتعطى حامض الهيدروسيانيد. أيون السيانيد يمكن أن يتفاعل ويتحد مع أيونات الفلزات الثقيلة لتكوين مركبات معقدة (Complex) بعضها شديد الثبات. السيانيد يستخدم فى كثير من العمليات الصناعية مثل إنتاج البولى الأكليرك (Polyacrylonitrile) وهى بلمرات لها استخدامات كثيرة كما يستخدم السيانيد فى استخلاص الذهب والفضة كمذيب وفى عمليات الطلاء الكهربى للمعادن بالذهب والفضة وغيرها ويمكن أن يلوث الماء والهواء من خلال هذه العمليات الصناعية كما أن الاستخدام العرضى للسيانيد فى إبادة الهوام يمكن أن يكون مصدرا لتلويث المياه. معظم أملاح السيانيد تذوب فى الماء وكذلك سيانيد الهيدروجين مكونا حامض. وتذوب معادن الذهب والفضة والزئبق والرصاص فى محلول سيانيد الصوديوم مع امتصاص الأوكسجين وكذلك تذوب معادن النحاس والنيكل والحديد والزنك والألومنيوم والمغنيسيوم مع إنتاج هيدروجين. أملاح السيانيد التى تذوب فى الماء هى سيانيد الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم، الذهب. الزئبق ولكن كلاً من سيانيد الفضة وسيانيد النحاس لا يذوبا فى الماء. تكون أيونات السيانيد مركبات معقدة مع البوتاسيوم والحديد ومع النحاس والحديد ومع بعض الأحماض مثل حامض (Thiocianic Acid-HCNS) ومع الايسترات. ويتحول السيانيد إلى السيانات الأقل سمية بكثير عند رقم هيدروجيني ٨,٥ فأكثر.

ويمكن القول أن السيانيد فى الماء الخام منخفض لأقل من ٠,١ ملليجرام / لتر. إلا فى حالة التلوث الخطير الذى يرجع إلى صرف مخلفات الصرف الصناعى فى المجارى المائية وخاصة صناعات معالجة المعادن والكوك والغاز وغزل الصوف وصناعات كيمياوية كثيرة. إضافة الكلور لمياه الشرب يساعد فى المجال المتعادل على خفض السيانيد فى الماء وعند إضافة جرعات عالية من الكلور عند رقم هيدروجينى منخفض يتحول السيانيد إلى سيانات غير ضارة ثم إلى ثانى أكسيد الكربون والنيتروجين. تحتوى معظم الأطعمة على آثار من السيانيد وبعضها يحتوى على نسبة مرتفعة وخاصة ذات الأصل النباتى مثل اللوز كما يمكن أن يوجد السيانيد فى الأسماك التى تعيش فى المياه الملوثة. تتحلل أملاح السيانيد عند التسخين وإذا فإن الأطعمة المطهية تحتوى على مستويات قليلة جداً. المدخول اليومى من السيانيد عن طريق الأطعمة منخفض جداً.

أيون السيانيد يمتص بسهولة وسرعان ما تحدث تأثيرات شديدة السمية والتى تعيق عمليات الأكسدة حيث يشبط امتصاص الخلايا للأكسجين. والتعرض المنخفض للسيانيد ليس مميتاً لمن لديهم جهاز مقاومة قوى لازالة السمية والذى يحول السيانيد إلى النيترو سيانات الغير ضاره مع المستويات المنخفضة من ٢,٩ - ٧,٤ ملليجرام / اليوم. عادة ماتكون جرعة واحدة من ٥٠ - ٦٠ ملليجرام مميتة للإنسان نظراً لأن المدخول اليومى من السيانيد عن طريق الأطعمة منخفض جداً وعلى أساس أن المصدر الرئيسى للسيانيد هو مياه الشرب فقد تحدد معيار السيانيد فى مياه الشرب بما لايزيد عن ٠,٠٥ ملليجرام / لتر.

٤- الكاديوم: ٠,٠٠٥ ملليجرام / لتر

يوجد الكاديوم فى أنحاء معينة من العالم وبمقادير ضئيلة فى القشرة الأرضية. كما يوجد خام الكاديوم والذى يسمى جرينوكيت (Greenockite) بكميات صغيرة مع خام الزنك. وخام الكاديوم يتكون من كبريتيد الكاديوم، كبريتات الكاديوم ويوجد مختلطاً بخام الزنك من كبريتيد الزنك وكربونات الزنك. عادة ماينتج الكاديوم كمنتج ثانوي عند استخراج الزنك.

وقد تزايد استخدام الكاديوم وزادت أهميته خلال النصف الثاني من القرن العشرين، وبذلك بدأ في تلوث البيئة حيث يوجد في التربة والهواء والماء والطعام. والاستعمال الرئيسى للكاديوم هو فى صناعة السبائك المعدنية ومواد اللحام وطلاء المعادن وفى مواد الصباغة وصناعة البطاريات وكمثبت لمنتجات البلاستيك. وعادة ماتكون مستويات الكاديوم فى إمدادات مياه منخفضة جداً حيث لا توجد سوى مقادير ضئيلة جداً فى إمدادات المياه الخام، وفى حالة ارتفاع المستويات بعض لشيء فإن كثيراً من الكاديوم يزال باستخدام المروبات عند المعالجة بالمرشحات. ويتأثر ذوبان الكاديوم فى اطار طبيعة مصدر الكاديوم وحموضة الماء. المياه السطحية المحتوية على ميكرو جرامات قليلة فى اللتر تكون نتيجة التلوث بمياه لصرف الصناعى أو من مقابل القمامة. وتقتزن المستويات المرتفعة من الكاديوم فى مياه الصنبور بالمواسير المنزلية أو المواسير المجفنة بالزنك وكذلك سبائك اللحام و تآكل مهمات السباكة من الصلب والنحاس الذى يدخل الكاديوم فى مكوناتها أو طلائها بما يعطيها اللون الفضى.

وتحتوى مياه الشرب عادة على تركيز منخفض جداً من الكاديوم وان كانت مياه الابار تحتوى على تركيزات مرتفعة من الكاديوم. ويزداد تركيز الكاديوم فى المياه اليسر وذات الرقم الهيدروجينى المنخفض حيث ان حالة المياه هى التى تساعد على تآكل طلاء المواسير ومادة الجلفية من الزنك الذى يحتوى على الكاديوم وكذلك معدن الكاديوم من مكونات سبائك الصلب المقاوم وبعض سبائك النحاس والكاديوم المستخدم فى طلاء المهمات المعدنية.

يزداد التلوث مع بطئ حركة المياه وزيادة زمن وجودها فى الشبكة. ويتراح التعرض اليومى للكاديوم عن طريق الماء على اساس استهلاك ٢ لتر فى اليوم الى اقل من واحد ملجرام / لتر او اكثر الا انه يمكن ان يكون جميع الكاديوم غير مستهلك نظرا لالتصاقه بأسطح الأنية فى اعداد مشروبات معينة مثل الشاي. معظم المواد الغذائية تحتوى على أثار من الكاديوم وتحتوى المحاصيل المنتجة فى التربة الملوثة بالمخلفات الصناعية أو رويت بمياه ملوثة على تراكيز أكبر وكذلك لحوم الماشية التى ترعى فى مزارع ملوثة. وكلية الحيوانات وأكبادها تركيز الكاديوم

ومن يتناول هذه الأطعمة يتناول جرعات زائدة من الكادميوم. والمحار يميل إلى تكديس الكادميوم، ومصدر اضافي آخر للكادميوم هو سماد الفوسفات.

معظم المواد الغذائية تحتوى على اقل من ١, مليجرام / كيلو جرام رطب وتتراوح المدخلات الغذائية النمطية من ١٥ - ٦٠ مليجرام كادميوم فى اليوم. أما عن الكادميوم فى الهواء فيمكن القول بصفة عامة أن مستوياته منخفضة وقد تصل تركيزاته أقل من ٠,٠٠١ الى ٠,٠٥ مليجرام / م^٣ تبعاً لوجود الصناعات الباعثة للكادميوم. فقد تصل إلى ٣,٥ مليجرام / م^٣ للقيم العالية للتلوث. والجسيمات التى ترسب و تحتجز فى الرئة ٢٥ % من الجسيمات الموجودة فى الهواء الجوى.

ويوجد الكادميوم فى التبغ فالسيجارة تحتوى على ١-٢ مليجرام. ولما كان الكادميوم يتطاير عند درجات الحرارة المرتفعة فإن بعضه يستنشق أثناء التدخين. عادة ما يستنشق ٢-٤ مليجرام من الكادميوم لكل ٢٠ سيجارة ويحتمل ان يرسب ٥٠% منها فى الرئتين.

والكادميوم يمتص بسهولة عند تناول فى الغذاء أو الماء أو من خلال الرئتين. ويتأثر الامتصاص الغذائى بعدد من العوامل مثل السن ونقص الكالسيوم والحديد والزنك والبروتين والشكل الكيميائى. الكادميوم المتناول كما هو الحال مع الرصاص من المحتمل أن تؤثر حالة المعدة على الكمية الممتصة كما أن نقص الحديد والكالسيوم والبروتين يزيد من معدل الامتصاص المعدى المعوى. ويتوقف الإمتصاص الرئوى على حجم وزوبان الجسيمات المحتوية على الكادميوم حيث يحتبس فى الرئة مايقرب من ٥٠% من الجسيمات التى يبلغ حجمها ٠,١ ميكرومتر بالمقارنة بـ ٢٠% من الجسيمات التى يبلغ حجمها ٢ ميكرومتر وقدرت نسبة ٢٥ الى ٥٠% من الجسيمات تحتبس فى كل من حالات الهواء العمام ودخان التبغ.

ونظراً لأن التعرض للكادميوم وارد من الماء والطعام والهواء والتعرض المهني فقد أوصت منظمة الصحة العالمية ألا يزيد المدخول الأسبوعى من الكادميوم عن ٠,٥ ملجرام للشخص. يدخل الكادميو الممتص الى الدم ويتركز فى

أجزاء معينة من الجسم وتعمل الكلى والكبد كمخازن للكاديوم (حيث يحتوى هذين العضوين على ٥٠% من الكاديوم المتراكم).

والكاديوم يزداد تراكمه مع العمر ولقد وجد ان المشيمة تعمل كحاجز فعال الى حد ما للكاديوم لهذا فان المواليد يكونون خاليين تماما منه (مايقرب من واحد ملجرام فقط) بينما من هم فى الخمسينيات يمكن ان يخزنوا فى اجسامهم ٥٠-٦٠ ملجرام. وعادة ما تكون مستويات الدم اقل من ٢٠ ملجرام فى النتر بالنسبة لغير المدخنين، وعملية افرغ الكاديوم بطيئة عادة وتتم عن الطريق البول اساسا. وعن التأثيرات الصحية فقد ظهرت تأثيرات حادة حينما تلوث الطعام عند استخدام الأتية المطلية بالكاديوم وهذه التأثيرات هى امراض معدية ومعويه شديدة. وتأكدت التأثيرات الصحية بالنسبة للعمال المعرضين لأدخنة وغبار اكسيد الكاديوم حيث ظهرت حالات التهاب فى القصبة الهوائية وفقر الدم وحصوات فى الكلى نظرا لان الكلى هى العضو الاساسى لتراكم الكاديوم فى جسم الانسان.

وتقترن التأثيرات الكلوية للتسمم بظهور البروتين والسكر والاحماض الامينية فى البول. كما ان هناك دلائل على حدوث ضغط الدم المرتفع بعد تعرض غذائى منخفض طويل المدى، وكما ان الكاديوم فى مياه الشرب يقلل من امتصاص الحديد فى المعدة والامعاء. والتعرض الشديد للكاديوم والممتد يشكل خطرا متزايدا لاصابة بسرطان البروتستاتا ولقد اتفق فريق دراسة لمنظمة الصحة العالمية على قبول قيمة ١٠ ملجرام / لتر فى الدم كمستوى لعدم حدوث تأثير ضار، وهذا يتطلب ألا يزيد مدخول الكاديوم للشخص البالغ فى اليوم عن ٥٠-٧٠ ملجرام. وقد قدرت الجرعة المميته بعدة مئات من المليجرامات. وقد أوصى ألا يزيد محتوى الكاديوم فى مياه الشرب عن ٠,٠٠٥ ملجرام / لتر.

٥- السيلينيوم: ٠,٠١ جزء من المليون

السيلينيوم من العناصر التي يحتاجها جسم الإنسان بمقادير معينة. يوجد السيلينيوم فى خامات معدنية مختلفة أساسا فى خام الفضة والنحاس كما يوجد السيلينيوم مع الزنك والنحاس. والمصدر الرئيسى للسيلينيوم هو استخلاص

النحاس حيث يحتوى أنود النحاس الذى يتم ترسيبه على الكاثود بنسبة ٩٩,٩% حوالى من ٠,٠٣ الى ٠,١٤% من السيلينيوم، وكذلك الخبث الناتج من صهر النحاس قد يحتوى على ٩,٨% سيلينيوم.

ويستخلص السيلينيوم من النحاس بمعدل ٠,٦٦ رطل من كل طن من النحاس أو عند تحميص خام كبريتيد الحديد لانتاج حامض كبريتيك حيث يتكون أكسيد السيلينيوم الذي قد يذوب فى الماء مكونا حامض ($H_2Se_4O_4$) وكلا من الحامض والاكسيد يذوبان فى الماء. وأملاح السيلينيوم مع الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والكبريت لاتذوب فى الماء ومركباته مع الكلور والبروم والفلور تذوب فى الماء. ويستخدم معدن السيلينيوم فى الخلايا الضوئية وكمثبت للتيار الكهربائى ويضاف السيلينيوم الى مسبوكات الصلب والنحاس لتحسين خصائص التشغيل الميكانيكى للسبائك.

وتستخدم سبائك السيلينيوم مع النحاس لانتاج سبيكه عاليه التوصيل الكهربى وكذلك فى صناعة الزجاج لازالة اللون الأخضر للحديدوز وتستخدم سيلينات الصوديوم لانتاج الزجاج الاحمر النظيف وكذلك لعمل التزجيج باللون الاحمر. اضافة ١-٣% من السيلينيوم يزيد مقاومة البرى للمطاط ويستخدم فى كيماويات التصوير والطبع ورغم ان معدن الفلز يعتبر غير سام الا ان كثيرا من مركباته تعتبر سامة مثل غاز سيلينيد الهيدروجين وهو ذو رائحة كريهة. التربة المحتوية على السيلينيوم تسبب السمية للإنسان والحيوان الا انه قد ظهرت أمراض متوطنة لحيوانات الزراعة فى مناطق ذات مستويات منخفضة من السيلينيوم وعلى الجانب الأخر ترتب على جرعات العاليه من السيلينيوم ظهور أمراض أخرى فى حيوانات الزراعة. من الدراسات التى أجريت على الإنسان وجدت أدله ان السيلينيوم ضرورى لصحة الانسان وان المدخول المنخفض يسبب مرض عضله القلب عند الأطفال ومع المدخول المرتفع تحدث اضطرابات معديه معويه وتلون للجلد ومرض الأسنان وتسوسها.

وباستثناء من يتعرضون مهنيا حيث يتعرض من خلال الهواء والتلامس الجلدى فان تعرض عامة السكان للسيلينيوم يكون عن طريق الطعام ومستوياته.

الأغذية الخضروات والفواكه تمثل مصدرا غذائيا ضعيفا على نقيض الحبوب واللحوم وخاصة لحوم الأعضاء الداخلية. والتركيبة الكيماوى للتربة ومحتواها من السيلينيوم له تأثير واضح على محتوى السيلينيوم فى الحبوب والذى يتراوح ما بين ٠,٤ حتى ٢٠ جزء فى المليون. يتراوح المدخول الغذائى من السيلينيوم للأشخاص الأصحاء حوالى ٢٠ جزء فى المليون. وتقدر الأغذية النموذجية حوالى ١٠٠-٢٠٠ ملجرام / اليوم للسكان البالغين وقد تزداد فى بعض البلدان الى ٣٦٠ ملجرام / اليوم. التعرض التنفسى لايسهم كثيرا فى المدخول اليومى للسيلينيوم سواء عن طريق الهواء او عن طريق التدخين. املاح السيلينيوم القابلة للذوبان فى الماء مثل سيلينات الصوديوم تمتص بسهولة بنسبة ٩٥%. السيلينيوم الممتص يوزع على نطاق واسع فى الاعضاء والانسجة مع وجود مستويات عالية فى الكبد والكلية. والسيلينيوم ينفذ من خلال المشيمة وكذلك إلى اللبن ويتوقف ذلك على شكله الكيماوى. وفى ظروف التعرض السائد بين السكان يسود افراغ السيلينيوم البولسى. ويتوقف معدل التخلص على الشكل الكيماوى للسيلينيوم المأخوذ. وتبين المعطيات المتاحة عن الانسان ان السيلينيوم المعطى على هيئة سيلينات يفرغ من الجسم بمعدل اسرع مما لو اعطى على شكل عضوى مثل السليوميترين. وتوجد بعض التناقضات عن تأثيرات السيلينيوم العاليه فى مياه الشرب فقد افادت بعضها أن السيلينيوم الزائد عن الضرورى للغذاء واق ضد ظهور السرطان فى حيوانات التجارب. وقد افترضت وكالة البيئه الأمريكية مستوى ٠,٠١ ملجرام / لتر فى مياه الشرب وعدل ليكون ٠,٠٥ ملجرام / لتر. والمعدل المقرر فى مصر حاليا هو ٠,٠١ ملجرام / لتر.

٦- الزئبق: ٠,٠٠١ ملجرام / لتر

الخام الرئيسى لعنصر الزئبق هو كبريتيد الزئبق أو السينابار (Cinabar- HgS) و يوجد خام الزئبق فى عدد قليل من دول العالم وهى امريكا، روسيا، الصين، أسبانيا، المكسيك، ايطاليا، يوغوسلافيا، الفلبين. والسينابار يوجد نتيجة الأنشطة البركانية. والزئبق يستخدم فى صناعة الأجهزة الكهربائية وفى انتاج الكلور والصودا الكاوية بالتحليل الكهربى حيث يستخدم كاثود، كما يستخدم فى منع التراكم

البيولوجي (Anti Fouling) وفي أجهزة القياس والتحكم وفي الصناعات الدوائية وفي علاج الأسنان وفي صناعة المبيدات وصناعة الورق ولب الورق وفي بعض الصناعات الكيميائية. ويستخدم كملمع في الصناعات المعدنية.

ويحدث التسمم بالزئبق في مناجم إنتاج الخام وعمليات التصنيع لإنتاج الزئبق أو مستحضراته. الزئبق يمكن أن ينتشر إلى جسيمات متناهية في الصغر. كما يمكن الحصول على بودرة الزئبق الرمادية يرج الزئبق مع الدهون أو التباشير أو السكر أو الكحول وكذلك مع عدد من المواد الأخرى. يحدث التسمم عند تناول مع عدم الحذر من قدرة الزئبق على التشتت. ولما لهو من كثافة نوعية عالية ١٣,٦ ولذا يلزم الحذر عند تناول واستخدام الزئبق مع البحث عن بدائل لإستخداماته حيث يمكن استخدام النحاس وعدد كبير من المركبات العضوية فى عدد كبير من الصناعات ومنها الزراعية وغيرها. وقد أستبدل فى صناعة العقاقير الدوائية بعقاقير الكبريت واليود والمطهرات كما استبدل مملع الزئبق فى طب الأسنان بمسحوق المعادن والبورسلين والبلاستيك وأصبحت مفضلة. والزئبق يذوب كثيراً من المعادن مكونا مملع (Amalgam) عدا معدن الحديد ومعدن البلاتين. معظم مركبات الزئبق لاتذوب فى الماء عدا كلوريد الزئبق وأيدروكسيد الزئبق. وقد يوجد الزئبق فى البيئة فى شكل الفلز والأملاح أحادية وثنائية التكافى والزئبقيات العضوية وأهمها هو ميثيل الزئبق، والذي يمكن أن يتكون عند تفاعل الزئبق مع غاز الميثان الناتج من التحلل اللاهوائى للمخلفات العضوية.

الأسماك والتدييات تمتص ميثيل الزئبق وتحتبسه مدى أكبر من الزئبق الغير عضوى. ويوجد الزئبق فى البيئة فى الغازات المتصاعدة من الأنشطة الصناعية المتصلة مباشرة بإنتاج الزئبق أو استخدامه بالإضافة إلى الغازات الصناعية المتصاعدة من القشرة الأرضية الملوثة بمخلفات مركبات الزئبق أو المحتوية على خاماته. وفى معظم مياه المجارى السطحية نجد أن الأيدروكسيد والكلوريد هما النوعان السائدان من مركبات الزئبق وعادة ما تكون مستوياتهم أقل من ٠,٠٠١ ملجرام / لتر وقد تصل إلى ٠,٠٣ ملجرام / لتر. ومستويات الزئبق فى مياه الشرب المعالجة بالمرشحات عادة ما تكون منخفضة جدا نتيجة لإستخدام مواد

الترويب. وحيثما لا يوجد دليل على التلوث بالزئبق تكون مستويات الزئبق فى مصادر المياه العذبة أقل من ٠,٠٠٠٢ ملجرام / لتر والتي تنخفض إلى أقل من ذلك أثناء معالجة المياه بالمرشحات.

الطعام هو المصدر الرئيسى للزئبق لدى السكان المعرضين بشكل غير مهنى، وميثيل الزئبق الموجود فى الطعام يعود معظمه إلى الأسماك ومنتجات الأسماك. نسبة إمتصاص الزئبق عن طريق الطعام ٨% وعن طريق الهواء تبلغ نسبة الإحتياس ٨٠% وعن طريق الماء يبلغ نسبة الإمتصاص ١٥%. وإمتصاص ميثيل الزئبق فى الطعام والماء يكاد يكون تاما. الزئبق لا يخدم أى وظيفة فسيولوجية نافعة للإنسان ولكل من مركبات الزئبق خواصها الذاتية كمادة سامة. تتراكم مركبات الزئبق اللاعضوية بسرعة فى الكلى التى هى العضو المستهدف الرئيسى لهذه المركبات وسرعان ما يظهر ميثيل الزئبق $(CH_3)_2 Hg$ فى الدم حيث يرتبط ٨٠ - ٩٠% بالخلايا الحمراء فى الإنسان. وتتم عملية التحويل من ميثيل الزئبق إلى الزئبق اللاعضوى بمعدل بطيئ. وترجع السمية الذاتية الكبيرة لميثيل الزئبق مقارنة بالزئبق اللاعضوى الى زوبانه فى الدهون وبذلك يسهل عبوره الأغشية البيولوجية الى الرأس والنخاع الشوكى والأعصاب المحيطية وعبر المشيمة. وتفرغ أملاح الزئبق من الكلية والكبد والغشاء المخاطى المعوى وغدد العرق والغدد اللعابية وخلال اللبن واهم سبل الأفرارغ هى البول والبراز. وتأخذ التأثيرات الهامة للتسمم بالزئبق شكل الإضطرابات العصبية والكلىة التى تقترن أساساً بمركبات الزئبق العضوية واللاعضوية، حيث ان مركبات الزئبق اللاعضوية لا تمتص بسهولة فى الجهاز الهضمى وبالتالي لا تخترق الخلايا مثل ميثيل الزئبق العضوى.

لم تقترح منظمة الصحة العالمية قيمة دليلة للملوثات من مركبات الزئبق فى مياه الشرب ولكن وكالة البئية الأمريكية قد أقترحت ٠,٠٠٢ ملجرام / لتر. اللجنة العليا لمياه الشرب فى مصر قد اوصت بمعايير للزئبق فى مياه الشرب لا تزيد عن ٠,٠٠١ ملجرام / لتر وهو المستوى المقرر.

٧- الكروم: ٠,٠٥ ملليجرام / لتر

الخام الرئيس للكروم هو كرومات الحديدوز وينتج بتسخين الخام فى فرن كهربى لإنتاج الفيروكروم الذى يستخدم فى صناعة سبائك الصلب. يتفاعل الكروم مع الكلور والبروم. تستخدم أملاح الكروم مثل كبريتات الكروم فى صناعة النسيج والصباغة ودباغة الجلود وفى أحواض التثبيت والطباعة للصور الفوتوغرافية وفى صناعة السيراميك. ولايتأثر الكروم بالرطوبة أو الماء عند درجات الحرارة العادية. ولايذوب اكسيد الكروم فى الماء. وأملاح الكروم عوامل اختزال قوية. ويستخدم اكسيد الكروم فى صناعة الزجاج الأخضر والأصفر. أما الاستخدام الرئيسى للكروم فهو فى صناعة السبائك مع معادن كثيرة، حيث يستخدم فى إنتاج الصلب لزيادة الصلابة. ويوفر الكروم فى سبيكة الصلب المقاومة للتآكل (Stainless Steel) وارتفاع درجات الحرارة ومقاومة الكيمياويات. ويضاف الكروم فى صناعة سبائك النحاس كذلك. والاستخدام الأخر الرئيسى للكروم هو فى تغطية أسطح المعادن بالترسيب الكهربى بما يعطيها اللون الجميل ومقاومة التآكل والبرى والاحتكاك كما فى حالة تغطية سبيكة النحاس مع النيكل. ولتغطية الزنك والكاديوم والألومنيوم والمغنيسيوم والنحاس فإنها تتم بغمر هذه المعادن فى محلول محتوى على الكروم السداسى شديد السمية.

والكروم فى التربة قد يوجد فى الشكل الثلاثى التكافؤ ونادرا ما يوجد فى الشكل السداسى التكافؤ. والكروم فى الطبيعية غير مذاب فى الماء الا ان تأثير الطقس والآثار الناتجة عن النشاط البيولوجى قد تحوله الى المركب المذاب بنسبة قليلة. ولذلك فان معظم مركبات الكروم التى تذوب فى المياه تكون ناتجة عن التلوث بمخلفات الصناعة وخاصة الكروم السداسى. والشكل الثلاثى التكافؤ هو الثابت نظرا لسهولة اختزال الكروم السداسى التكافؤ بظروف بيئية مختلفة من المواد العضوية. ومستويات الكروم الموجود فى الماء عموما منخفض نظراً لقلّة ذوبانه فى الماء. تلوث المياه فى بعض الحالات يرجع الى الصرف الصناعى الغير معالج الذى يحتوى على مركبات الكروم فى المجارى المائية. ويكون الكروم فى الشكل الثلاثى أو السداسى التكافؤ فى شكل جسيمات عالقه او كملح مذاب وكثيرا ما

يكون كمركب كيماوى معقد. يتحول الكروم الثلاثى التكافؤ الى ايدروكسيد الكروم الغير مذاب فى المجال القلوى. وتفترن المستويات العالية للكروم فى الماء بدرجعة العسر حيث تزداد مع زيادة عسر المياه. وقد تصل مستويات الكروم الكلى فى الماء الى ١٠ ملليجرام / لتر. عادة ماتكون المياه المعالجة بالمرشحات اقل فى محتواها من الكروم من المياه الخام، ولذلك فان محتوى مياه الشرب من الكروم يكون بمقادير منخفضة جدا. قد يزداد التركيز فى مياه الشرب بسبب التصاق المياه فى المواسير والسباكة المحتوية على الكروم. ويندر وجود الكروم ثلاثى التكافؤ فى مياه الشرب المكوره حيث يتأكسد الى سداسى الكلور. تختلف المواد الغذائية فى محتواها من الكروم. وبعض الأطعمة البحرية تحتوى على مستويات مرتفعة تبلغ من ٠,٠٢ - ٠,٢ ملليجرام / لتر. ويوجد الكروم فى الخمور وفى المواد الغذائية فى شكلية الثلاثى والسداسى التكافؤ أو نتيجة التلوث من الأنينة المطلية بالكروم او المصنعة من الصلب الذى لا يصدأ. يصل المدخول الغذائى من الكروم ما بين ١٠٠ - ٣٠٠ ملليجرام / فى اليوم. تبلغ مستويات الكروم فى الهواء فى المتوسط فى المدن ٠,٠٢ ملليجرام / م^٣. ومعظم الكروم الموجود فى الهواء يأخذ شكل جسيمات دقيقة، ويترسب نصف ما يستنشق منها فى الجهاز التنفسى، وتبلغ الكمية المترسبة فى الرئتين ٠,٢ ملليجرام / يوميا. تحتوى السجائر على آثار من الكروم تبلغ حوالى واحد ملليجرام للسيجارة الواحدة. وقد المدخول اليومى من الكروم على اساس امتصاص ١٠% من الكروم عن طريق الطعام و الماء، ٥٠% من الكروم العالق فى الهواء الجوى الذى يمتص ويحتجز. (متوسط الكروم فى الهواء الجوى ٠,٠٢ ملليجرام / م^٣). يمتص الكروم من خلال الجهازين الهضمى والتنفسى وتختلف الكمية الممتصة فى كل من الجهازين وطبقا لشكل الكروم. والكروم ثلاثى التكافؤ ضرورى للإنسان للوقاية من بعض الأمراض مثل مرض السكر وهو عديم السمية. الكروم سداسى التكافؤ سام. يبلغ معدل امتصاص الكروم سداسى التكافؤ ٩ أمثال امتصاص الكروم ثلاثى التكافؤ المنقولين بالماء. والكروم سداسى التكافؤ المنقول والمذاب فى الماء هو من مسببات اضرار الكروم فعند ١٠ جزء فى المليون من وزن الانسان يحدث نخر فى الكبد والتهاب الكلى والوفاه أما الجرعات الأقل فإنها تسبب تهيج الغشاء المخاطى للمعدة والأمعاء. توجد دلائل لكون الكروم سداسى

التكافؤ يسبب السرطان الرئوى وسرطان البروستاتا وحدوث التهابات جلدية وقرحات فى الغشاء المخاطى. اكبر مخازن للكروم فى جسم الانسان هسى الجلد والعضلات والدهون. ومستوياته فى الأنسجة دالة للجنس والسن والموقع الجغرافى. وهناك الية فى الجسم تمنع تراكم مقادير زائدة من الكروم ثلاثى التكافؤ. ويفرغ الكروم ببطئ فى البول وكذلك فى البراز والمستوى المقرر للكروم الكلى الا يزيد عن ٠,١ ملليجرام / لتر من مياه الشرب ولذلك فان المعايير التى اصدرتها وزارة الصحة لمحتوى مياه الشرب من الكروم الكلى هو ٠,٠٥ ملليجرام / لتر.

٨- النترات و النيتريت: (NO_3, NO_2) ، ١٠ ، ٠,٠٠٥ ملليجرام / لتر

النترات موجودة على نطاق واسع وبكميات كبيرة فى التربة فى معظم المياه والنباتات والخضروات. والنيتريت موجود كذلك على نطاق واسع الى حد ما ولكن عادة بمستويات أقل كثيرا من النترات. كلا من النترات والنيتريت يتحول احدهما الى الآخر فى الطبيعة. وعادة ماتكون التأثيرات الصحية للنترات نتيجة لسهولة تحولها الى النيتريت فى الجسم. والنترات ناتجة اكسدة النيتروجين العضوى ببكتريا التربة والماء حيثما وجد قدر كاف من الأوكسجين، وتسمى البكتريا التى تقوم بهذا الدور بالبكتريا المؤكسدة للنيتروجين العضوى.

واحد الاستعمالات الاساسية للنترات يكون فى شكل السماد النيتروجينى، وكذلك فان معظم الاسمدة الأخرى المحتوية على نيتروجين تتحول الى نترات فى التربة. وتستعمل النترات فى صناعة الاسمدة وكموامل مؤكسدة فى الصناعات الكيمائية وصناعة المفرقات والاستعمال الرئيسى لأملاح النترات من الصويوم والبوتاسيوم هو لحفظ الاطعمة. وتنتج النترات والنيتريت فى التربة نتيجة لتحلل البكتريا للمواد العضوية سواء كانت نباتية أو حيوانية. ونظرا للانتشار الواسع للنترات والنيتريت فى البيئة فإنها توجد فى معظم الاطعمة وفى الجو وفى كثير من مصادر المياه. ويرجع وجود النترات والنيتريت فى الماء إلى إستعمال الأسمدة والمواد النباتية والحيوانية والصرف الصحى والزراعى فى الماء أو فى التربة، وهذه تحدث تلوث للمياه السطحية والجوفية. مستويات النترات فى المياه الملوثة

أعلا كثيرا من مستويات النيتريت. مستوى النيتريت في المياه المكلورة أقل من وجوده في المياه الخام حيث يكون حوالي ٠,٠٠٥ ملليجرام / لتر. توجد معظم المستويات العالية للنترات في المياه الجوفية. وفي المياه السطحية فإن النترات تستنفذ بواسطة النباتات المائية. وتركيز النترات لا يتغير بشكل واضح في شبكة التوزيع حيث المستوى في الماء الخام هو في شبكة التوزيع. كما يوجد في الطعام كميات من النترات وكميات من النيتريت أقل منها في أطعمة معينة. ومدخول الانسان الرئيس من النترات والنيتريت هو الطعام. وقد يصل تركيز النترات في محاصيل مثل الكرنب والكرفس والخس والبطاطس والسبانخ والعديد من الخضروات الجذرية الى ١٠٠ جزء في المليون. وهذه تحتوي على مستويات عالية من النترات لكنها لا تحتوي إلا على قدر صغير من النيتريت. ومصدر آخر لتناول النترات والنيتريت وهو اللعاب. فالانسان يفرز حوالي ١٠ ملليجرام نيتروجين نترات في اليوم ويختزل منها الى النيتريت حوالي ٢ ملجرام في اليوم. والنترات مشتقة أساسا من الطعام وخاصة الخضروات. بالنسبة لمختلف الأفراد، يمكن أن يكون هناك مدى واسع من التعرض المحتمل للنترات والنيتريت في الماء والطعام والهواء من خلال إحتراق الفحم والوقود والغاز ومصادر أخرى. وإن كان يبدو أن تلوث الهواء العام يمثل مصدرا غير ذي أهمية نسبيا. كلا من النترات والنيتريت سهل الامتصاص جدا في الجسم حيث نسبة الامتصاص ١٠٠%.

النترات في مياه الشرب لها آثار سلبية على صحة الانسان وذلك لاختزال النترات الى النيتريت بواسطة بعض البكتريا ثم امتصاص النيتريت للاكسجين بما يعيق تكون كرات الدم الحمراء عند الأطفال والرضع، كما أن هناك احتمالات لحدوث سرطان المثانة. وقد أوصت معايير الملوثات في مياه الشرب على ألا يزيد محتوى المياه من نيتروجين النترات ($N-NO_3$) عن ١٠ ملليجرام / لتر، من نيتروجين النيتريت ($N-NO_2$) عن ٠,٠٠٥ ملليجرام/لتر. وألا يزيد مجموع كليهما عن ١٠ ملليجرام / لتر. وكذلك يلزم عند تحضير الأطعمة للأطفال عدم المبالغة في تسخين المياه تحاشيا لزيادة البخر وزيادة التركيز في الماء.

٩- الفلوريدات: ٠,٨ مليجرام / لتر

الفلور عنصر شائع الى حدما ويوجد على شكل الفلوريد في عدد من الخامات مثل الفلورسبار والكريوليت والفلورابانيت كما يوجد في كثير من الصخور. والفلوريدات موجودة في أسمدة الفوسفات وفي الطوب والخزف والقرميد. وخام الفلور هو الفلورايت ويسمى كذلك الفلورسبار (Flour Spar) وتركيبه الكيميائي هو فلورايد الكالسيوم (CaF_2). والخام له بريق حاد وقد يكون شفاف أو شبه شفاف، وهو غير متجانس ويتغير اللون فقد يكون بنفسجي أو أخضر أو أصفر أو قرمزي أو أزرق أو بني أو أسود أو لالون له. ويوجد الخام في شكل كتل بلورية (Crystals) أو في شكل كتل عادية. وقد يوجد الخام ومعه خام الرصاص والفضة أو الزنك أو مع خامات الكاليسيت ($CaCO_3$) والكوراتز والبايريت $BaSO_4$ وقد يوجد بدون اي من هذه الملوثات. والخامات عموماً توجد في الصخور الرسوبية. والفلوريدات تستخدم في صناعة الألومنيوم وفي الصناعات المعدنية عموماً لقدرتها على تقليل لزوجة الخبث كما يستخدم في صناعة السيراميك. توجد آثار من الفلوريد في كثير من المياه كما توجد التركيزات العالية في المياه الجوفية. وقد يصل التركيز في مياه الآبار إلى ١٠ مليجرام / لتر وفي مياه المجارى السطحية إلى حوالي ١ مليجرام / لتر.

ومستويات الفلوريد في الماء صغيرة تشبه إلى حد كبير نفس المستوى الموجود في مياه المصدر. وقد تزيد هذه النسبة في حالة إضافة الفلوريد للماء ليصل تركيز الفلوريد إلى ٠,٦ - ١,٧ مليجرام / لتر لأسباب صحية منها تقوية الأسنان والعظام. ومع تناول لترين من الماء يومياً فإنه يمكن عندئذ تناول ١,٢ - ٣,٤ مليجرام فلوريد يومياً من مياه الشرب.

توجد المركبات المحتوية على الفلوريد في الهواء الناتجة عن العمليات الصناعية وخاصة عمليات صهر الألومنيوم وصناعة الزجاج حيث يصل التركيز إلى عدة مليجرامات / م^٣ ويعتبر التعرض التام لأقل من واحد مليجرام / م^٣ مقبول. وفي الغذاء فإن جميع المواد الغذائية تقريباً تحتوي على آثار من عنصر الفلور وكذلك جميع النباتات التي تمتصه من التربة والماء. ويمكن أن يحتوى الشاي

والأسماك وبعض الخضروات على مستويات عالية. فقد يصل التركيز في بعض الأسماك إلى ١٠٠ جزء في المليون وفي الشاي أكثر من ضعف هذا التركيز مقارنة بالمواد الغذائية الأخرى التي نادراً ما يزيد محتواها عن ١٠ جزء في المليون. ويزداد مستوى الفلوريد في المواد الغذائية المحضرة عند استعمال الماء المغلى حيث قد يصل إلى الضعف في بعض الصناعات الغذائية. ولا يعتبر ان تعرض للفلور بالتدخين مصدراً هاماً مقارنة بالمصادر الأخرى. كما يمكن أن يتعرض عامة السكان لمنتجات شتى تحتوي على الفلور مثل معجون الأسنان ومسحوق الأسنان وغسولات الفم ولبان المضغ وبعض الفيتامينات التكميلية والأدوية من الفلوريد الغير عضوى والذي يذوب في الماء. وعادة ما تضاف هذه المركبات إلى مستحضرات الأسنان بتركيز واحد في الألف. وقد أظهرت الدراسات أن إمتصاص الفلور يتم بكميات كبيرة عن هذه الطرق، حيث يمكن أن يصل إلى ٥٠ مليجرام فلور لكل غسلة بفرشاة الأسنان. كما توجد الأقراص التي تحتوى على فلوريد الصوديوم المضاد للتسوس والإستعمال المنتظم لهذه الأقراص يصل إلى حوالى مليجرام واحد من الفلوريد فى اليوم.

الفلوريد المتناول مع الماء يكاد يكون إمتصاصه كاملاً أما الفلورايد الغذائى فإن إمتصاصه ليس كاملاً. وفى حالة أغذية معينة مثل الأسماك واللحوم لا يمتص سوى ٢٥ % من الفلوريد. الفلوريد الممتص يتوزع بسرعة فى أنحاء الجسم ويحتجز أساساً فى الهيكل العظمى ونسبة صغيرة فى عظام الأسنان. تتراكم كمية الفلور فى العظام حتى سن ٥٥ سنة. ويقل معدل إحتجاز الفلوريد مع التقدم فى السن ويكون متاحاً للإفراز الكلوى.

كثير من اعراض التسمم بالفلوريد نتيجة إرتباطه بالكالسيوم. وفى الجرعات العالية يكون شديد السمية وتشمل الأعراض المرضية الإلتهاب المعدى المعوى والنزيف والتهاب الكلى الحاد وشتى درجات إصابة الكبد وعضلة القلب. وتبلغ الجرعة المميتة الحادة خمسة جرامات على شكل فلوريد الصوديوم بما يعادل ٢ جرام فلور. وقد تظهر علامات التسمم الأولى مثل القيئ وآلام البطن والغثيان والإسهال. وقد تبين أن المغولية (Mongolism) والسرطان يقترنان بالمستويات

المرتفعة من الفلوريد في الماء. وتظهر الحساسية من الفلور لدى الملايين من شاربى الشاي أحياناً وخاصة الكميات الكبيرة من نقيع الشاي (المغلى).

وقد نص في معايير مياه الشرب ألا تزيد نسبة الفلوريدات عن ٠,٨ ملليجرام / لتر. وفي مدارس الأطفال حيث بدء ظهور ونمو الأسنان تكون مياه الشرب لهم محتوية على ١,٥ ملليجرام/لتر من الفلوريد.

١٠- المواد الغير عضوية ذات التأثير على الصحة العامة والتي لم ينص عليها في معايير مياه الشرب والإستخدام المنزلى ، والتي نص عليها في دلائل مياه الشرب التي أعدتها منظمة الصحة العالمية . وهذه تشمل الفضة ، النيكل ، البريليوم والأسبستوس .

أ- الفضة: ٠,٠٩ ملليجرام / لتر

توجد الفضة في جميع أنحاء العالم ومن خاماتها كلوريد الفضة وكبريتات الفضة وتوجد كذلك في خامات النحاس والرصاص والزنك. ويعاد إستخلاص كمية كبيرة من الفضة من أفلام التصوير ومحاليل الطبع والتحميض ومن التحف الفنية والصناعات الفضية وصناعات أخرى. وتوجد الفضة في القشرة الأرضية بتركيز يبلغ ٠,١ جزء في المليون. وتستعمل الفضة في سبائك كثيرة وفي مواد اللحام وفي التصوير الضوئي والمعدات الكهربائية والطلاء الكهربى بالفضة. كما تستخدم الفضة في حشو الأسنان من سبيكة مكونة من ٧٠% فضة، ٢٦% قصدير، ٣% نحاس، ١% زنك، كما تستخدم مع الزئبق لتكوين مملغم (Amalgam)، كما تستخدم بودرة السبيكة (حالياً ترزيز - Atomized) بنسبة ٥% من السبيكة، ٥-٨ جزء من الزئبق.

نسبة الفضة في الماء الخام او المعالج ترجع إلى مصادر طبيعية أو من الملوثات في مياه الصرف الصناعى، كما أن تآكل بعض المعادن والسبائك فى شبكات المياه التى تحتوى على آثار من الفضة يزيد من الفضة فى المياه بعد المعالجة. ومحتوى المواد الغذائية من الفضة تافه جداً والإستثناء الوحيد هو "عيش

الغراب" الذى قد يحتوى على أكثر من مائة جزء فى المليون. وشتى الأغذية توفر من ١ - ٨٠ ملليجرام من الفضة فى اليوم، وكذلك الخضروات التى تعد بماء يحتوى على الفضة فإنها تمتص الفضة بشكل كبير. والقيم التقديرية لمدخول الفضة من الأطعمة عموماً يتراوح ما بين ٢٠-٨٠ ملليجرام فى اليوم. مستويات الفضة فى الهواء منخفضة ولا تزيد عن ٠,٠٥ ملليجرام / م^٣ والتعرض فى هذه الحالة ليس له تأثير.

لا يوجد دليل على أن الفضة ضرورية لكيان الانسان. وقد سجلت حالات تسمم مميت مع الجرعات المرتفعة. يكمن التأثير الرئيسى للفضة فى إزالة لون الجلد والشعر والأظافر (ظاهرة التفضض) ويحدث نفس الشئ للعمال المعرضين مهنيًا للفضة. وليس للفضة علاقة بالسرطان. الكبد والطحال يركزان الفضة كما تؤثر الفضة على ترسيب البروتينات وتعطل بعض النظم الفسيولوجية. معظم الفضة الممتصة تفرغ مع البراز ولا يحتبس فى الأنسجة إلا كميات صغيرة جداً باستثناء الجلد. منظمة الصحة العالمية حذفَت الفضة كملوث لمياه الشرب وذلك لندرة وجودها. ولكن وكالة البيئة الأمريكية أوصت بقيمة دليلية للفضة فى مياه الشرب لا تزيد عن ٠,٠٩ ملليجرام / لتر.

ب- النيكل :

خام النيكل الشائع هو البنتلاندايت وهو أصفر برونزى اللون ويحتوى على ٣٤% نيكل، ويوجد هذا الخام فى مناجم الكبريت التى تحتوى على كميات كبيرة من الحديد والنحاس مع النيكل. وتوجد أنواع أخرى من خام النيكل متحدة مع الكبريت أو الزرنيخ أو السيلكا وهذه تكون قريبة من القشرة الأرضية ولكن بنسب قليلة من خام النيكل مقارنة بخام النيكل فى مناجم الكبريت. ويستخدم النيكل فى كثير من سبائك الصلب وفى سبائك النحاس وخاصة البرونز - ويستخدم النيكل فى الطلاء المعدنى وفى التفاعلات الكيميائية لتنشيطها كعامل وسيط (Catalyst) وفى بعض مبيدات الفطريات. وعند استخدام النيكل فى الطلاء للأوانى المنزلية المستخدمة فى تجهيز الأطعمة قد يسبب بعض التلوث لهذه الأطعمة.

كثيراً من أملاح النيكل ءذوب فى الماء ولذلك فإن صرف المخلفات الصناعية السائله الغير معالجة يمكن أن بسبب التلوث لمجارى المياه السطحية والمياه الجوفية. المعالجة التقليدية بالمرشحات تزيل بعضاً من النيكل وهذا يجعل النيكل فى المياه المعالجة أقل منه فى المياه الخام. ويعتبر تركيز النيكل فى مياه الصنبور ٢-٥ مللجرام / لتر مقبولاً إلا أنه يمكن زيادته بسبب الطلاء بالنيكل لبعض مهمات السباكة المنزلية. يوجد النيكل فى معظم المواد الغذائية فقد يصل فى النيذ إلى ٥٠ مللجرام / لتر. ويبلغ تركيز النيكل فى هواء المدن الصناعية فى الحالة النموذجية إلى حوالى من ١٠-٢٠٠ مللجرام / م^٢ - وتركيزه فى المياه قد يصل إلى ٠,٢ مللجرام / لتر.

والسجائر تحتوى على ٣ مللجرام من النيكل فى السجارة على هيئة مركب نيكل منطاير يسمى كربونيل النيكل. ويمكن إستنشاق ١٠ - ٢٠% من محتوى النيكل فى السجارة. النيكل المستنشق يمتص بنسبة ٥٠% والمبتلع يمتص بنسبة ١% أو قد يزيد قليلاً. ويكاد يكون النيكل ضرورى لتغذية الحيوان ومن المرجح أن يكون كذلك بالنسبة للإنسان. لا يوجد دليل على تراكم النيكل فى الأنسجة فهو يفرغ فى البراز أساساً مع كميات أصغر فى البول كما يمكن أن تفرغ كميات كبيرة فى العرق.

النيكل عنصر غير سام وأكثر الأمراض شيوعاً مع التعرض الصناعى هو إلتهاب الجلد والدوار وضيق التنفس ومشكلات فى الدم والكلى. وقد إعتبر النيكل من العناصر المسرطنة بسبب الإستنشاق ولم تحدد نسب أو معايير للنيكل فى مياه الشرب.

ج- البريليوم

هو العنصر الوحيد خفيف الوزن والذى يذوب عند درجة حرارة مرتفعة حوالى ١٢٧٧° م، ومعدن البريليوم رمادى ويكتسب لمعان قوى لعدة سنوات مع التلميع. البريليوم لا يتأثر بالمياه العادية ولكنه يتأكل بالمياه المحتوية على ٠,٥ جزء فى المليون من الهالوجينات ومنها الكلور الذى يستخدم فى تطهير مياه الشرب.

يوجد البريليوم عادة في تراكيب خام الفيلد سبار المعدنية (Feldspar). والمصدر الرئيسي للتلوث بالبريليوم في البيئة هو حرق الفحم وهذا التلوث عادة يكون طفيفاً. وبسبب خفة الوزن للبريليوم وارتفاع مقاومته للشد أصبح له قيمة كمكون في سبائك خاصة تستخدم في صناعة مركبات الفضاء ونوافذ الأشعة السينية وبعض مكونات في الأجهزة الكهربائية والمفاعلات النووية. ويدخل البريليوم إلى المجارى المائية عن طريق عوامل طبيعية لتفتت الصخور والغيار الجوى والنفايات الصناعية. ومستوياته في المياه العذبة بالغة الإنخفاض حيث تصل إلى أقل من ٠,١ ملليجرام / لتر، ٠,٢ ملليجرام / لتر في الدول الصناعية. ومحتوى الطعام من البريليوم بين ٠,١ - ٠,١٢ جزء في المليون. ومستوى البريليوم في هواء المدن الصناعية بالغ الانخفاض ويبلغ ٠,٣ الى ٣ نانو جرام / م^٣. مركبات البريليوم لا يمتص منها سوى ١% في المعدة أما المركبات المستنشقة فتمتص في الرئتين وتجد طريقها إلى الدم والمركبات الغير مذابة تحتجز في الرئتين. البريليوم الممتص إما أن يفرغ في البول أو يرسب في الكلى والعظام. وإستنشاق البريليوم مضر للإنسان حيث يحدث إتهابات في الأنف والبلعوم والرئة والقصبه الهوائية. ونظراً لعدم إمتصاصه في المعدة والأمعاء فإن سميته منخفضة إلا أن دراسات أجريت تقيد بان إستنشاق البريليوم يحتمل أن يكون من مسببات السرطان للإنسان والحدود العيارية الوحيدة للبريليوم في الماء وهى تلك التى أصدرها الإتحاد السوفيتى، حيث حدد أقصى تركيز مسموح به في مياه الشرب ٠,٢ ملليجرام / لتر.

د - الأسبتوس

الأسبتوس مصطلح عام يطلق على خامات السيليكا اللبفية. وهذه الخامات تتكون من حوالى ستة عناصر منها السيليكون، ومن خام الأسبتوس أنواع الكريزوبيتل، الأموزيت والأكتينوليت. وخام الأسبتوس يحتوى على ٥٠-٦٠% سيليكاً إلى جانب أكاسيد المغنيسيوم والكالسيوم وغيرها من العناصر. يوجد منجم لخام الأسبتوس في الصحراء الشرقية في مصر ولكن هذا الخام لا يصلح للعمليات الصناعية مثل صناعة المواسير من المونة الأسمنتية والأسبتوس والتى تستخدم في نقل المياه. يدخل الأسبتوس في المياه الطبيعية نتيجة إزابة المعادن

والصخور المحتوية على خام الأسبستوس وكذلك من مياه الصرف الصناعي للصناعات المستخدمة للأسبستوس.

المعالجة التقليدية بالمرشحات تزيل كثيراً من ألياف الأسبستوس إلا أنه قد يصل إلى صنوبر المستهلك عند استخدام مواسير الأسبستوس في نقل المياه. يستخدم الأسبستوس في صناعة الصابون الحجري (Soap Stone) والبيروفيليت المستخدم كمادة حاملة لرزاز ميديات الهوام. كما تستخدم ألياف الأسبستوس كوسط ترشيحي في الصناعات الكيميائية وقد تناقص استخدامه كوسط ترشيحي في صناعة البيرة. وتوجد تركيزات للأسبستوس في الهواء حوالى ٠,٠٠٠٦ ملليجرام / م^٣ ويتوقف التعرض طبقاً للقرب من المناطق الصناعية المستخدمة للخام أو من مناجم الخام. مدخول الأسبستوس من الهواء أكبر منه من الماء. ألياف الأسبستوس تبتلع مع الطعام و المشروبات، لم يتأكد أختراق ألياف الأسبستوس لجدار المعدة و الأمعاء فى الظروف الطبيعية، إلا أنه وجد أن هذه الألياف قادرة على اختراق جدار المعدة والأمعاء والوصول الى الدم والأنسجة خلال بعض التجارب على حيوانات التجارب وذلك بعد تناول جرعات عالية تحوى على ٥% من الطعام لمدة سنتين.

والأسبستوس يمكن أن يرسب فى المسالك الهوائية للجهاز التنفسى بالنقل أو بالعرض ويتحدد الترسيب بالثقل بقطر الليفة وبالعرض بطول الليفة. والمقادير الصغيرة من ألياف الأسبستوس تزال بواسطة الأهداب المخاطية. وفي عدة دراسات وجد عدد قليل من ألياف الأسبستوس فى رئة المرضى العاديين. والفرضية القائلة بأن ألياف الأسبستوس المتناوله تسبب السرطان لا يمكن إستبعادها كما ينتج عن التعرض المهني للأسبستوس المنقول بالهواء تليف رئوى وسرطان بالقصبة الهوائية وبالجهاز الهضمى وسرطان المبيض والحنجرة.

وتدل الشواهد بشده على وجود علاقة بين التدخين والأسبستوس فى حدوث سرطان الحنجرة والقصبة الهوائية. كما أبلغ أن سرطان المعدة والأمعاء يمثل ثلث الأورام الخبيثة لدى العمال فى مناجم وطواحين الأسبستوس. ولم تعلن معايير قدر الأسبستوس الملوث لمياه الشرب فى إصدارات منظمة الصحة العالمية أو فى معايير مياه الشرب فى مصر.

جدول (٣) القيم الدليلية والمعايير لمواد الغير عضوية ذات التأثير على الصحة العامة

المادة	دلائل منظمة الصحة العالمية	معايير وزارة الصحة	المادة	دلائل منظمة الصحة العالمية	معايير وزارة الصحة
الترصاص	٠,٠٥ ملليجرام/ لتر	٠,٠٥ ملليجرام / لتر	النترات	١٠ ملليجرام /لتر	١٠ ملليجرام /لتر
النترينخ	٠,٠٥ ملليجرام/ لتر	٠,٠٥ ملليجرام / لتر	النيتريت	٠,٠٥ ملليجرام /لتر	٠,٠٥ ملليجرام/لتر
السيانيد	٠,١ ملليجرام/ لتر	٠,٠٥ ملليجرام/لتر	الفلوريدات	٠,٨ م ملليجرام/لتر	٠,٨ م ملليجرام/لتر
الكاديوم	٠,٠٠٥ ملليجرام/ لتر	٠,٠٠٥ ملليجرام /لتر	بريليوم	٠,٠٠٥ ملليجرام/ لتر	٠,٠٠٥ ملليجرام /لتر
اسبيلينيوم	٠,٠١ ملليجرام/ لتر	٠,٠١ ملليجرام/ لتر	فضه	٠,٠١ ملليجرام/ لتر	٠,٠١ ملليجرام/ لتر
الزئبق	٠,٠٠١ ملليجرام/ لتر	٠,٠٠١ ملليجرام/ لتر	الباريوم	٠,٠٠١ ملليجرام/ لتر	٠,٠٠١ ملليجرام/ لتر
الكروم	٠,٠٥ ملليجرام/ لتر	٠,٠٥ ملليجرام /لتر	الأسبستوس	٠,٠٥ ملليجرام /لتر	٠,٠٥ ملليجرام /لتر

القسم الرابع

المواد العضوية ذات التأثير على الصحة العامة

١- مبيدات الهوام: (Pesticides)

مبيدات الهوام تشمل الهيدرو كربونات الكلورة ومبيدات الحشائش (Herbicides) ومبيدات حشرات التربة (Insecticides) وقد تتراكم مبيدات الهوام في الغذاء بتركيزات مختلفة فالمبيد د. د. ت يتراكم بيولوجياً في الأسماك بتركيزات تزيد على عشرة آلاف ضعف الموجودة في الماء. والعديد من مبيدات الهوام بما في ذلك المبيدات المستخدمة في الزراعة ومكافحة الامراض لها خاصية التواجد الحر (Residue) وقد اوصى بقيم دليلية لهذه المبيدات نظراً لما هو معروف عن وجودها كمتبقى عرضي في الماء. مبيدات الهوام من الهيدروكربونات الكلورة اعتمد لها مدخول يومي مقبول قدره ١% كأساس لتفادي الاثار المرضية المسرطنة في مياه الشرب وهذه تشمل:

أ- ال د. د. ت

أل د. د. ت مركب عضوي من الهيدرو كربونات الكلورة ولا يذوب في الماء ولكن يذوب في المذيبات العضوية وقد استعمل في المواقع العسكرية للحماية من الملاريا والتيفوس والبعوض اثناء الحرب العالمية الثانية ثم استخدم في الزراعة بعد ذلك ثم توقف استخدامه بسبب مقاومة الهوام له. د. د. ت مبيد حشري ثابت في

مختلف الظروف البيئية ويقاوم التحلل الكامل وقد أمكن استخلاص اثار من د.د.ت في الغبار لمسافة ١٠٠٠ كيلو متر. يمكن ان يزداد التركيز في المناطق التي تكافح البعوض ببرنامج الضباب (Fogging Programme) ويوجد د.د.ت في ماء المطر في المناطق الزراعية وغير الزراعية كما يتوقف تركيزه في المياه السطحية على تركيزه في مياه الامطار وفي التربة وعلى طبيعة التربة. الطعام هو المصدر الرئيسي ل د.د.ت في جسم الانسان حيث اكثر من ٩٠ % من المخزون في جسم الانسان من د.د.ت مستمد من الطعام ويمتص د.د.ت عن طريق الاستنشاق والابتلاع يبلغ تركيزه في الدم لدى عامة السكان ما بين ٠,٠١ الى ٠,٠٧ ملجرام /لتر. التأثير الرئيسي ل د.د.ت هو على الجهاز العصبي كما ان الكبد هو العضو الوحيد الذى يتاثر بأل د.د.ت وقد قدرت القيمة الدليلة التي اعدتها منظمة الصحة العالمية بمدخول يومية مقبول مقداره من صفر الى ٠,٠٠٥ ملجرام / كيلو جرام من وزن الانسان ونصت معايير وزارة الصحة على ٢ ملجرام / لتر فى مياه الشرب.

ب- الالدرين والدايلدرين: (Dieldrin- Aldrin)

وهذه المبيدات استخدمت لمعالجة التربة ضد شتى حشرات التربة ولمعالجة البذور واكبر استعمال لها الآن هو مقاومة النمل الابيض والالدرين يتحول بسهولة الى ديلدرين فى النباتات والحيوانات ونادرا ما يوجد كما هو فى التربة والطعام والماء وقد يوجد بتركيز منخفض جدا فى الهواء بينما يصل تركيزه فى مياه الامطار الى ٥ ملجرام / لتر. ويخترن الدايلدرين فى الانسجة الدهنية والعضلات والراس للتدييات والطيور والاسماك حيث قد يصل الى عدة مليجرامات فى الكيلو من الاسماك والموقع الرئيسى لفعل الالدرين هو الجهاز العصبي المركزى بما يسبب الوفاة فى حالة التسمم الحاد بالاضافة الى ما يحدثه من اورام فى الكبد. والالدرين والدايلدرين ليس لهم علاقة باسباب السرطان والمدخول اليومى المقدر من كل من الالدرين والدايلدرين هو ٠,٠٠١ ملجرام / لتر فى مياه الشرب.

ج- الكلوردين : Chlordine

والكلوردين مبيد حشرى من الهيدروكربونات المكلورة متعددة الحلقات وقد استعمل على نطاق واسع خلال السنوات الماضية لمكافحة النمل الابيض وكذلك كمبيد حشرى للمنازل والحدائق وحشرات التربة عند انتاج بعض المحاصيل مثل الذرة وقد انخفض استعماله قريبا فى الخارج. والكلوردين يذوب فى الماء بنسبة ٩ ملجرام /لتر لم يثبت تلوث الهواء بالكلوردين. يمكن ان يمتص الكلوردين من خلال الجلد فينتج تأثيرات سامة وخاصة بالنسبة للعاملين فى صناعة او المستخدمين له. يعتبر الهواء وماء الشرب مصدرين قليلي الاهمية بالنسبة للكلوردين. وهذا المركب يسبب بياض شديد للدم، وهو مسبب للسرطان فى حيوانات التجارب وقد قدر مدخول يومى مقبول لشخص يزن ٧٠ كيلو جرام ٠,٠٧ ملجرام والقيمة الدليلة للكلوردين هي ٠,٣ ملجرام / لتر ونصت معايير وزارة الصحة على نسبة ٠,٢ ملجرام / لتر فى مياه الشرب.

د- سداسى كلورو بنزين : (Hexa Chlorobenzene)

سداسى كلورو البنزين مادة صلبة بيضاء تذوب بمعدل منخفض فى الماء ولكنها تذوب فى المذيبات العضوية ويوجد كرزاز فى هواء المناطق الصناعية او فى مواقع استخدامه كمبيد كما يوجد فى انواع كثيرة من الاطعمة وفى مياه المصارف ومياه الشرب فى بعض الحالات وكذلك فى لحوم الحيوانات المنتجة للألبان. وقد أجريت دراسات أفادت بأنه مسرطن وذلك لأنه يحدث أورام فى الكبد وفى بطانة الاوعية الدموية والدرقية. وقد اوصى بقيمة دليلة لسداسى كلوروبنزين لا تزيد عن ٠,٠١ ملجرام / لتر فى مياه الشرب وقد أصدرت وزارة الصحة المعايير بنفس القيمة.

هـ - اللندين : Lindane

اللندين مادة صلبة بيضاء (Hexachlorocyclohexane) تتصهر عند درجة حرارة ١١٢°م ويذوب الى حد ما فى الماء بمعدل ١٠ ملجرام / لتر ولكنه اكثر

إذابة فى المذيبات العضوية. اللندين ميبد حشرى ويستعمل على نطاق واسع لمقاومة الطفيليات الخارجية للانسان والحيوان والمبانى والملابس والنباتات والبذور كما يستخدم اللندين فى صناعة الشامبوهات ومقاومة حشرات الرأس وهو يتحلل ببطيء فى المجال اللاهوائى للتربة وقد يستخدم فى المياه من أجل مكافحة الناموس بما يحدث تلوث للمياه وقد يتطاير ويرسب مع مياه الامطار. واللندين يمتص بعد التعرض الفمى عن طريق الجهاز الهضمى أو التعرض الجلدى ويعتبر الكبد والكلى هما الهدف الاول لتاثير اللندين السام بالاضافة الى تاثيرات جانبية سامة اخرى كالغثيان والقى والتشنجات وضعف التنفس عند استخدامه لعلاج الجرب فى الانسان بجرعات تحتوى على ١٠ جرام فى الكيلو لمستحضرات علاج الجرب. وقد قدرت القيمة الدليلة ٣ ميكرو جرام / لتر من مياه الشرب واوصت معايير وزارة الصحة بقيمة ٢ ميكرو جرام / لتر.

و-الألاكور : Alachlor

يستخدم كمبيد للحشائش فى زراعات القمح وفول الصويا وهو مادة قليلة الذوبان فى الماء ويمكن حدوث تلوث لمياه المجارى السطحية وكذلك مياه الخزانات الجوفية نتيجة استعمالاته. الألاكور تم تقييمه كمادة يحتمل ان يكون مسببا للسرطان بالاضافة الى ما يسببه من أمراض العيون والجهاز التنفسى والهضمى وقد اوصى بقيمة دليلة ٠,٠٠٢ ملجرام / لتر وأوصت وزارة الصحة نفس القيمة فى مياه الشرب.

ز- الديكارب : (Aldicarb)

وهو ميبد حشرى للهوام ويشمل مجموعة من الكيماويات منها (Aldicarb Sulfonate) وهو يستخدم أساسا فى زراعات القطن لمقاومة دودة وأفات يرقات القطن. الديكارب شديد الذوبان فى الماء ويمكن ان يحدث تلوث للمياه السطحية والجوفية من هذه المادة ويعتبر الديكارب اكثر المواد سمية عن باقى المبيدات والتعرض الرئيسى له خلال الاستنشاق لعمال الزراعة. وقد اقترحت وكالة البيئة

الامريكية قيم دليلية لمركبات الديكارب ٠,٠٦ ملجرام/لتر وأوصت وزارة الصحة بألا يزيد عن ٠,٠٠٢ ملجرام / لتر من مياه الشرب.

ح - أترازين : Atrazine

يستخدم الاترازين كمبيد للحشائش فى زراعات القمح وفول الصويا وهو مركب قليل الذوبان فى الماء وقد وجدت اثار منه فى مجارى المياه السطحية وفى مياه الجوفية وقد تم تقييم الاترازين كمسبب محتمل للسرطان وقد وضعت منظمة لصحة العالمية قيمة دليلية للاترازين ٠,٠٠٣ ملجرام / لتر وأوصت وزارة لصحة بما لا يزيد عن ٠,٠٠٢ ملجرام فى مياه الشرب.

ط - الميثوكسى كلور : Methoxychlor

الميثوكسى كلور مرتبط كيميائيا بمركب د.د.ت ويستخدم كمبيد حشرى وان اصبح استخدامه شبه معدوم. وهذا المركب قليل الذوبان فى الماء ولكن يوجد فى مياه المصارف واستخدامه الأساسى كمبيد لحشرات المنازل والحدائق وعند التعرض للميثوكسى كلور يصاب الانسان باضطرابات فى بعض الاجهزة الفسيولوجية وقد اوصت منظمة الصحة العالمية بقيمة دليلية مقدارها ٠,٣ ملجرام / لتر كما اوصت معايير وزارة الصحة بقيمة لاتزيد عن ٠,٢ ملجرام / لتر فى مياه الشرب.

ى - هبتا كلورو ايبوكسيد الهبتا كلور

وهذه المادة بيضاء وصلبة لها رائحة تشبه الكافور. وهى قليلة الذوبان فى الماء بيضاء إلا أنها تذوب فى كثير من المذيبات العضوية الغير ايونيه. وهذا المركب مبيد حشرى من الهيدروكربونات الكلورة المسماة بمبيدات حشرات السيكلودين. واستخدم لمكافحة حشرات التربة الزراعية ومكافحة النمل الابيض وللأغراض المنزلية وبعد ان تأكد الأثر السرطانى فى بعض انواع حيوانات

التجارب فقد اوصت لجنة مشتركة من منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية بقيمة دليلة لهذا المركب في مياه الشرب ٠,٠١ ملليجرام / لتر.

ك- ثنائي كلوروفينوكسي حمض الخليك

يستعمل هذا المركب الكيميائي (Dichlorophenpxy Acetic Acid) في مكافحة للنباتات عريضة الأوراق ويستخدم كذلك كمنظم لنمو النباتات. وقد أبلغ عن تأثيرات ضارة نتيجة التعرض الصناعي منها الإجهاد والصداع وآلام الكبد وفقد الشهية. ويمكن إكتشاف المادة بالطعم والرائحة عند مستويات تركيز تبلغ ٠,٠٥ ملليجرام / لتر. وقد أعطيت له قيمة دليلة ٠,٣ ملليجرام/لتر في مياه الشرب.

٣- البنزينات الكلورة: (Chlorinated Benzenes) (C₆ H₅ CL_x)

يستعمل أحادي كلوروبنزين كمذيب واسع الانتشار كما يستخدم في كثير من الصناعات الكيميائية مثل مبيدات الحشرات وصناعة الفينول (C₆ H₅ OH) أما ثنائي كلوروبنزين فهو مادة وسيطة هامة في صناعة الصبغات. ويستعمل دايكلوروبنزين كمذيب وكمبيد للهواء. ويستعمل ٤,١ دايكلوروبترين كطارد للعتة ومزيل للرائحة. كذلك يستعمل ٤,٢,١ ترايكلوروبنزين كمذيب وكسائل عازل للكهرباء (Dielectric) وكوسط ناقل للحرارة وكمبيد للحشرات. ومن بين مركبات رباعي كلوروبنزين يستعمل ٥,٤,٢,١ تتراكلوروبنزين كمادة وسيطة في الصناعات الكيميائية ولإنتاج ترايكلوروفينول. ولا يستخدم بنتا كلوروبنزين. وبعض الكلوروبنزينات الأدنى تتكون كمنتج ثانوي عند كلورة المياه. وأحادي الكلوروبنزين مهيج للجهاز التنفسي كما انه مخمد للجهاز العصبي المركزي. ولم تتوفر المعلومات التي تفيد بأنه مسرطن. وقد وضعت القيمة الدليلة لهذا المركب في مياه الشرب على اساس تأثير الرائحة والمدخول اليومي من مياه الشرب. وقدرت القيمة الدليلة بـ ٣ ملليجرام/لتر.

ويتكون دايكلوروبنزين من ثلاثة مركبات عطرية وهي ٢,١ دايكلوروبنزين، ٣,١ دايكلوروبنزين هما سائلان عند درجة الغرفة بينما ٤,١ دايكلوروبنزين مادة صلبة. وجميع هذه المواد متطايرة نسبيا والاستعمال الرئيسي للمركب ٢,١

دايكلوروبيزين كمذيب وكعامل وسيط فى تخليق مواد الصباغة ومبيدات الأعشاب ومزيلات الشحوم وأهم الاستعمالات هو كمبيد للهوام.

استعمال ٤،١ دايكلوروبيزين فهو كمزيل للرائحة والهوام وكمبيد حشرى وكطارذ للعتة. وأما باقى انواع الكلوروبيزينات تكون كمنتج ثانوى فى صناعة الموتوكلوروبيزين (C_6H_5CL). وتصل مركبات الكلوروبيزين عن طريق الجهاز التنفسى والهضمى والجلد حيث تمتص، هذه المركبات تذوب فى الماء وفى الدهون بما يجعل انتشارها عالى فى معظم الأغشية والرئة والمعدة والأمعاء والكبد والكلى وتكون الاصابات السامة عن طريق الاستنشاق اساسا والتعرض المهنى وذلك فى حالة الاسراف فى الاستخدامات المنزلية.

وكثيرا ما تصل هذه المواد الى المياه السطحية والجوفية ومياه الشرب والأطعمة. أجهزة الجسم المستهدفة من هذه المواد هى الكبد والدم والجهاز الشبكي الذى يشمل نخاع العظام ومكوناته المناعية والجهاز العصبى المركزى والمسالك التنفسية والجلد. ولهذه المواد أعراض سمية عامة مثل الضعف وفقد الشهية والغثيان والصرع وأعراض أخرى. ولا توجد أدلة لكون هذه المواد مسرطنة والقيم الدليلة للدايكلوروبيزين ٢،١ هى ٠،٠٣ ملجرام /لتر ٤،١ دايكلوروبيزين هى ٠،١ ملجرام / لتر من وزن الانسان ونصت معايير وزارة الصحة على ٢ ملجرام / لتر فى مياه الشرب. وذلك مع الأخذ فى الاعتبار حدود الرائحة لهذة المواد.

٣- بيزنات مكلورة أخرى ذات أسماء تجارية وهى مبيدات للحشاش والحشرات وهى:

أ- سيمازين : Simanize

سيمازين مبيد للحشاش ويستخدم لإزالة النباتات المائية والطحالب وفى الحقول لبعض الحاصلات الزراعية. وهو مركب غير متطاير وقليل الذوبان فى الماء يوجد فى المياه السطحية وكذلك يتسرب الى المياه الجوفية ولهذا المركب تأثيرات صحية محدودة ومازالت الدراسة حول كونه مسرطن من عدمه على حيوانات

التجارب. ولم تحدد له قيمة دليلية. وقد حددت وزارة الصحة معايير السيمازين. فى مياه الشرب الا تزيد عن ٠,٠٢ ملجرام / لتر.

ب- سيلفكس : Silvex

سيلفكس مبيد للحشائش و استخدم لإزالة النباتات المائية فى المجارى المائية وقد ألغى استخدامه فى العالم منذ عام ١٩٧٩ وهو مركب قليل الذوبان فى الماء وبسبب اعراض مرضية مثل ضعف العضلات والارهاق كما ان له تأثير على الكبد والكلية وقد وضعت له معايير وزارة الصحة كحدود قصوى ٠,٠٥ ملجرام / لتر فى مياه الشرب.

ج - توكسا فين : Toxa phene

استخدم التوكسافين كمبيد حشرى على نطاق واسع وقد قل استخدامه حاليا لما ثبت من أنه مسرطن لحيوانات التجارب وأعطيت له قيمة دليلية فى مياه الشرب ٠,٠٠٥ ملجرام / لتر ولم يرد ذكره فى معايير وزارة الصحة الخاصة بالملوثات فى مياه الشرب.

٤- كيمواويات أخرى

أ- الفينولات الكلورة والبنثاكلوروفينول (Chlorinated Phenols)

يستخدم خماسى كلورو فينول على نطاق واسع كمبيد للفطريات ولحفظ الاخشاب. وهو مادة صلبة تنصهر عند ١٩٠° م وهو قليل الذوبان فى الماء عند درجة الحرارة العادية. يمتص خماسى كلوروفينول من خلال الجهاز الهضمى ومن الجلد. وتبلغ الجرعة المعوية الفاتلة ٢٧ ملجرام / كيلو جرام من وزن الانسان. وأعراض التسمم غزارة العرق والعطش وارتفاع فى الحرارة وسرعة النبض والتنفس. وقد يحدث تليف فى الكبد والكليتين وحسبت له قيمة دليلية ٠,١ ملجرام / لتر فى مياه الشرب. وهذا المركب هو احد مركبات الفينولات الكلورة التى قد

توجد فى مياه الشرب نتيجة تلوث مصادر المياه الخام او نتيجة كلورة المياه المحتوية على مركبات فينولية. يمكن ان توجد الفينولات المكلورة فى المياه الخام نتيجة افرغ الصرف الصناعى الغير معالج من عمليات تقطير الكوك وصناعة البتر وكيمواويات والعديد من الصناعات المستخدمة لمادة الفينول ($C_6 H_5 OH$) كمادة وسيطة. عند كلورة المياه المحتوى على ملوثات من مادة الفينول تكون نواتج التفاعل الرئيسية ٢ أو ٤ مونوكلوروفينول، ٤ دا يكلورفينول ٢،٤،٦ ترايكلوروفينول وتنتج مادة ٢،٤،٦. تراى كلورفينول كمبيد للفطريات، ٢،٤،٦ تراى كلورفينول كمطهر. والاستعمالات الرئيسية ٢،٤،٦ تتراكلوروفينول كمبيد للحشرات لحفظ الاخشاب ويمكن ان تحتوى المياه الخام السطحية والجوفية على الفينولات المكلورة وان كان مؤشر وجود هذه الكيمواويات فى الماء هو التغيير فى الطعم والرائحة ولكن يجب عدم الاعتماد عليها كلية. وتوجد الفينولات المكلورة فى الطعام نظرا لاستخدامها كمطهرات فى صناعة الألبان وقد توجد كذلك فى مياه الشرب المكلورة المحتوية على ملوث الفينول ولهذا فقد نصت المعايير التى اصدرتها وزارة الصحة بخصوص صرف المخلفات السائلة على المجارى المائية العذبة الا يزيد تركيز الفينول عن ٠,٠٢ ملجرام / لتر. ويوجد الفينول فى مواد الحماية للمواسير من التآكل مثل مادة الكولتار والكولتار ايبوكى ولهذا يلزم الحذر وعدم استخدام هذه المواد للحماية الداخلية لمواسير نقل المياه حيث فى مثل هذه الحالات يتفاعل الكلور الحر مع الفينول الموجود فى مادة القار مكونا مادة الكلور فينول الضارة وذات الرائحة الغير مقبولة هذا بالإضافة الى تلف طبقة الحماية من الكولتار لفقد مادة الفينول منها. ونظرا لان هذه الملوثات من الفينولات المكلورة بعضها يصل الى المعدة عن طريق الطعام وبعضها عن طريق الاستنشاق ليصل الى الجهاز التنفسى. ولتفادى اثارها السلبية على صحة الانسان بعد ان ثبت على حيوانات التجارب زيادة حدوث معدل الاورام وأبيضاض الدم واصابات فى نسيج نخاع العظام والسرطانات الكبدية واورام الغدد ولهذا كانت التوصية بقيمة دليلة لهذه الملوثات من الفينولات المكلورة لتكون ٠,١ ملجرام / لتر فى مياه الشرب.

ب- الإندرين : Endrine

الأندرين من مجموعة المبيدات مثل الألدرين والكلوردين والهيبتاكلور وهو مبيد حشري شائع الاستعمال قليل الذوبان في الماء. الإندرين مثل باقي المبيدات الكلورية حيث يتراكم في المواد الغذائية وقد أوقف استعماله في الولايات المتحدة الأمريكية منذ عام ١٩٧٦ وقد يوجد في الماء وله آثار ضارة على الصحة العامة ولم تحدد له قيم دليلية لكونه غير مسرطن.

ج- ايبوكلوروهيدرين : Epichloro hydrin

وهو مركب من الالكيلات الكلورية ويستخدم في صناعة المروبات المخلفة كما يستخدم في صناعة راتنجات الإيبوكسي بتفاعله في ظروف خاصة مع مادة البنزوفينول كما تستخدم هذه المادة كمذيب للراتجات والبويات والمواد الصمغية واللاكيهات وهو مركب قليل الذوبان في الماء وهو يمتص بسرعة ويتراكم في الكبد والكلى والبنكرياس كما أن التعرض بالنسبة للمستخدمين يسبب حساسية للعين والحنجرة والصداع وصعوبة التنفس وهذا ينتهي بتلف الكلى وقد ثبتت آثاره المسرطنة مع الاستنشاق أو الابتلاع وقد تحددت له معايير في مياه الشرب صفر مع اخذ الاجراءات الفنية اللازمة عند استخدامه كمروب في بعض الصناعات الغذائية.

د- رابع كلوريد الكربون : Carbon Tetrachloride

يستخدم رابع كلوريد الكربون في حماية البذور وفي اطفاء الحرائق ومذيب في استخدامات النظافة الجافة. وهو قاتل عند استنشاق ٢سم^٣ منه. وهذا المركب يحدث امراض للدم والكلى مع احتمال كونه مسرطن للانسان طبقا للنتائج التي اجريت على حيونات التجارب وذلك مع احتمال تغير في انزيمات الدم ومرض النقرص ويحدث التلوث للمياه الخام نتيجة تلوثها بسوائل الصرف الصناعي ومياه النظافة من المغاسل الجافة واوصى بقيمة دليلية من صفر إلى ٠,٠٠٥ ملجرام / لتر واوصت معايير وزارة الصحة بقيمة ٠,٠٠٢ ملجرام / لتر في مياه الشرب.

٥- أحماض الخليك المهلجنة

أ- ثنائي كلورو حامض الخليك : Dichloro Acetic Acid

يذوب في الماء ويستخدم كمادة وسيطة في بعض الصناعات الدوائية وفي بعض الصناعات الكيميائية الأخرى وله آثار ضارة على هيموجلوبين الدم وأمراض العيون وضعف الأطراف والام الرأس ولم يثبت انه مسرطن ويصل الى الموارد لمائية عن طريق الصرف الصناعي الغير معالج.

ب- ثلاثي كلور حامض الخليك : Trichloro Acetic Acid

يستخدم مييد للحشائش كما يستخدم في كثير من الصناعات الدوائية وهو سام لحيوانات التجارب ولم توضع له قيمة دليلة.

ج- الأستونيتريالات المهلجنة : Haloacetonitriles

هذه تشمل كلورو أستونيتريل، ودايكلورو أستونيتريل، ترايكلورو أستونيتريل، كلورو برومو أستونيتريل، دايبرومو أستونيتريل. وهذه المركبات الكيميائية تستخدم كمبيدات حشرية وكمبيدات للفطريات ولها تأثير على الرئة والكبد والكلية كما تقلل من الكوليسترول في الدم. ولم تحدد لها قيم دليلة او معايير.

٦- الميثانات المكلورة : (الترايهاالوميثان) Trihalomethanes

توجد ميثانات الهالوجينات الأربع (الكلور، الفلور، البروم، اليود) في مركبات شائعة هي الكلوروفورم ودايكلوروبروموميثان ودايبروموكلوروميثان والبروموفورم. يمكن أن يصل مجموع هذه الميثانات المكلورة أو المهلجنة في مياه الشرب إلى ١٠٠ ملجرام / لتر. وقد تأكد أن الكلوروفورم يسبب السرطان في حيوانات التجارب. توجد الميثانات ثلاثية الهالوجين في الماء نتيجة التفاعل بين الكلور أو الوجود العارض لأيونات البروم مع المواد العضوية المذابة في الماء. ومن هذه

الهالوجينات الثلاثية التي تتكون نتيجة وجود الكلور فى الماء الترايكلوروميثان. (Trichloromethane) والذي يزداد تركيزه مع زيادة درجة الحرارة والرقم الهيدروجيني. وكذلك مادة الكلوروفورم الذى هو مخمد للجهاز العصبى المركزى ويؤثر على وظائف الكبد والكلى. والتأثير الفورى للكلورفورم هو فقد الوعى ثم الوفاة. وتعتبر الجرعة المميته ٠,٦٣ جرام/كيلوجرام وزن الإنسان. وتناول مقدار صغير ٠,٤ جرام يسبب تهيج معوى وزيادة فى إنقباض الإمعاء وكذلك التخدير الموضعى فى القناة المعوية. ولا توجد سوى معلومات ضئيلة عن التأثيرات السامة للميثانات ثلاثية الهالوجين الأخرى إلا أنه لوحظ الاقتران بين معدل وفيات سرطان المثانة ومستوى الميثانات ثلاثية الهالوجين. وقد أوصى بقيمة دليلة للميثانات الكلورة ٠,١ ملجرام / لتر وأهمها هو الكلورفورم الذى يوجد فى مياه الصرف الغير معالج لصناعة الايروسولات والمبردات وكمذيب ولمقاومة الحشرات وصناعة المطاط والزيوت والراتنجات.

القسم الخامس

الأشعاعات النووية : Radionuclides

الأشعاعات النووية عبارة عن ذرات مشعة و التي عند انقسامها تتطلق الطاقة (النشاط الإشعاعي) والطاقة المتولدة تكون في أحد من ثلاث اشكال و هي:

- * اشعاعات الفا وهي تتكون من عدد كبير من نواة الهليوم.
- * اشعاعات بيتا وهي تتكون من الكترونات او بروتونات.
- * اشعاعات جاما وهي عبارة عن اشعة مغناطيسية مشابهة لاشعة اكس.

وأى من هذه الأشعاعات الثلاث له تأثيره على جسم الانسان فأشعة الفا ذات السرعة العالية التي تصل الى ١٠ مليون متر في الثانية وهي مدمرة عند ابتلاعها واشعة بيتا لها سرعة تماثل سرعة الضوء ونظرا لصغر كتلتها فانها ذات قدرة اختراق اكبر ونسبة تدمير اقل من أشعة الفا وأشعة جاما لها قدرة اختراق عالية ولكن تأثيرها محدود عند المستويات المنخفضة.

والإشعاعات تقاس بوحدات الكورى (ci) والرادز (rads) أو بالرمز رمز (rems) وحدة الكورى تساوى ٣,٧ × ١٠^{١٠} تحركات ذرية في الثانية. جرام واحد من الراديوم له نشاط واحد كورى وبالمقارنة فان واحد جرام من اليورانيوم ٢٣٨ = ٠,٣٦ × ١٠^٦ كورى والراد هو مقياس للجرعة الممتصة فى الانسجة أو المادة، وراد من جسيمات الفا يسبب تدمير أكثر من راد من جسيمات بيتا. الرم (Rem) هو مقياس لتأثير الجرعة الاشعاعية فالاشعاعات المتساوية عند تقييمها

بالرم تحدث نفس التأثير البيولوجي بصرف النظر عن نوع الإشعاعات المؤثرة. وخروج اشعاعات الفا وبيتا من العنصر يؤدي الى عنصر اخر بينما لا يحدث ذلك عند خروج جاما. والعنصر المشع الذى يتحول ويتآكل يسمى النظير او الايزوتوب (isotope) او الاب او الاصل (Parent) والعنصر الجديد يسمى بالمولود او الناتج (pregny). تتآكل النظائر المختلفة بمعدلات مختلفة. نصف العمر للنظير المشع هو الزمن اللازم لتآكل نصف عدد الذرات الموجودة ويتراوح ما بين ملايين السنين الى ملايين الثوان. النظائر ذات نصف العمر الاطول لديها نشاط اقل (مقيم كوحدة الكورى) والنظائر ذات النصف العمرى القصير جدا ليست هامة لانها لا تؤثر على شبكات توزيع المياه ولا تحدث بها اى تحول. النشاط الاشعاعى قد يحدث فى المياه اما طبيعيا او صناعيا بفعل الانسان والإشعاعات الطبيعية ترجع لوجود عناصر فى التربة أو من الأشعة الكونية (Cosmic) المنتشرة فى الفضاء اما الإشعاعات بفعل الانسان تعود الى ثلاث مصادر وهى الانشطارات النووية من التجارب النووية، الإشعاعات من المستحضرات الطبية وكذلك امتلاك واستخدام الوقود النووى. وتوجد اكثر من مائة نوع من الأشعات النووية بفعل الانسان فى المياه ولكن لم يستدل منها إلا على الاسترشيوم والتريتيوم وتشمل سلسلة التآكل الطبيعى اشعاعات الفا بينما سلسلة التآكل بفعل الانسان تقتقد الى اشعاعات الفا مع بعض الاستثناءات البسيطة مثل (الامريكين ٢٤١ البلوتينيوم ٢٣٩) ويستقبل الانسان جرعة بسيطة مقدارها ٢٠٠ مليريم من جميع المصادر.

وقد قدرت وكالة البيئة الامريكية ان مياه الشرب تمثل من ٠,١ الى ٣ % من الجرعة السنوية للشخص الواحد. وقد تؤثر الظروف المحلية على هذه النسبة وتوجد مصادر لمياه الشرب توفر جرعة سنوية مؤثرة تعادل ١٠٠ مليون ريم فى العام. وطبقا للتأثيرات الصحية والتواجد فى الماء فان المواد المشعة ذات العلاقة الاكيدة هى راديسوم ٢٢٦، راديوم ٢٢٨، يورانيوم وراون ٢٢٢. وهذه كلها نظائر مشعة موجودة فى الطبيعة والراديوم ٢٢٨ باعث لاشعة بيتا والتى تتآكل نتيجة سلسلة من السلالات الباعثة لاشعة الفا بينما الباقي جميعا باعث للفا واليورانيوم الطبيعى يحتوى على اليورانيوم ٢٣٤، يورانيوم ٢٣٥ يورانيوم ٢٣٨ ولكن يمثل يورانيوم ٢٣٨ حوالى ٩٩,٢٧% من النسبة الكلية لليورانيوم الطبيعى.

النشاط الإشعاعي له تأثير مباشر على جسم الانسان وكذلك تأثير بعيد المدى أو الوراثة والذي يؤثر في نسل الشخص المعرض. والتأثيرات الجسمانية تشمل السرطنة وترجع الآثار المسرطنة للإشعاعات ألفا وبيتا وجاما على الخلية الى تحلل مكونات الخلية وحدث تغييرات غير عادية. وتعتبر كل المواد المشعة مسرطنة. ورغم هذا فان هدفها يختلف حيث يتعامل الراديوم ٢٢٦ مع العظام والراديوم ٢٢٦ مع الراس اما الراديوم ٢٢٢ فهو غاز يمكن استنشاقه أو الوصول الى الامعاء وتوجد علاقة بينه وبين سرطان الرئة. واليورانيوم مثل الراديوم يتراكم في العظام وغير مسرطن وان كان هناك اتجاه لاعتبارهما مسببان للسرطان. اليورانيوم سام ويسبب الفشل الكلوي. المعالجة لمياه الشرب في حالة التعرض الزائد للراديوم هي في عمليات ازالة العسر باستخدام الصودا الجير (Soda-Lime process) أو بالتبادل الأيوني أو التناضح العكسي (Reverse-Osmosis) وبالنسبة للرادون الذي يوجد في الطبيعة في بعض الخزانات الجوفية فان التهوية للمياه الجوفية تحقق نسبة ازالة عالية والمعالجة التقليدية بالمرشحات باستخدام المروبات تحقق ازالة مقبولة كذلك بالنسبة للراديوم ولذلك يجب التخلص الامن من الروبة (Sludge) الناتجة عن معالجة المياه بالمرشحات وكذلك راتنجات التبادل الأيوني المستهلكة بطريقة تتفق مع معايير السلامة البيئية والتي حددتها منظمة الصحة العالمية للراديوم ٢٢٦ - ٣ × ١٠^{١١} كوري والاسترنيوم ٩ - ١٠ × ١٠^{١٢} كوري.

القسم السادس

الملوثات من الكائنات الحية الدقيقة

مقدمة :

إن أكبر الأخطار المصاحبه لمياه الشرب انتشاراً هو التلوث المباشر او الغير المباشر بمياه الصرف الصحى او غيرها من الملوثات التى تحمل غائط الانسان أو الحيوان أو الطيور اى ذوات الدم الحار (Warm Blooded Animals). فاذا كان هذا التلوث حديثاً وكان من اسهم فيه حملة الأمراض المعدية السارية فإن شرب المياه الملوثة على هذا النحو أو استعماله فى إعداد أطعمة معينة قد ينجم عنه حالات من العدوى والأوبئة.

والتلوث الغائطى لمياه الشرب يعمل على ادخال كثير من الامراض المعدية – الجرثومية والفيروسية والطفيلية والذى يرتبط وجودها بما هو موجود فى ذلك الوقت فى المجتمع المحلى من الأمراض التى تسببها هذه الكائنات ومصادرهما كما هو فى الجدول الموضح. والذى يشمل انواع البكتريا والفيروسات المعوية والبروتوزا والطحالب.

جدول (٤) الكائنات الحية الدقيقة والأمراض التي تسببها ومصادرها

المصادر الرئيسية لهذه الكائنات	الامراض التي تسببها	انواع الكائنات الحية الدقيقة
غائط الانسان الحامل للمرض غائط الانسان الحامل للمرض غائط الانسان والحيوان	حمى التيفود و الباراكوليرا والدسنتاريا امراض معوية وتنفسية و رئوية	<u>البكتريا</u> سالامويتلا الشيجيلا انواع اخرى
غائط الانسان	تسبب امراض شلل الاطفال والالتهاب السحائي وامراض الجهاز الهضمي وامراض الجهاز التنفس والتهاب معوي والتهاب كبدى وبائى	<u>الفيروسات</u> أنواع مختلفة من الفيروسات
غائط الانسان و الحيوان	التهاب المخ والتهاب سحائى والدسنتاريا، الالتهاب المعوى، امراض معوية	<u>البروتوزوا</u>
المياه الطبيعية	امراض النزلات المعوية	<u>الطحالب</u>

وكذلك قد تسبب كائنات حية دقيقة اخرى توجد بشكل طبيعى فى البيئة ولا تعتبر من الممرضات أمراضا عرضيه يغلب انتشارها بين من يعانون من اختلال فى مراكز المخ والأرجح أن يكون ذلك مع المتقدمين جدا فى السن والاطفال الصغار. ومن هذه الامراض امراض الجلد والاعشبة المخاطية للعين والانف والاذن والحنجرة.

وتشمل طرق نقل الممرضات من الكائنات الحية الدقيقة. تناول المياه والاطعمة الملوثة ومخالطة المرضى من الانسان او الحيوان. وتختلف أهمية الماء فى انتشار العدوى المعدية اختلافا كبيرا طبقا لنوع المرض والظروف البيئية وعلى الرغم من أن مرض الدسنتاريا والامراض المعويه الاخرى الذى تنقله بكتريا الشجيلا قد ينتقل من شخص إلى آخر فى الظروف المعيشية المزدحمة. الكوليرا

تنتقل عن طريق الماء وحمى التيفود والبارا تيفود تنقلها بكتريا السلا مونيلا عن طريق الطعام.

ويوجد مدى واسع من المستويات الصغرى للجرعة المعديه اللازمة لآحداث العدوى عند الانسان فان قدرا ضئيلا من بكتريا السلا مونيلا الحاملة يسبب عند تناولة مرض التيفود وكذلك يختلف حجم الجرعة المعديه لدى مختلف الأشخاص تبعاً للسن والحالة الصحية وقت التعرض.

ويجب ان يؤخذفى الاعتبار العوامل الاخرى للإنتقال غير مياه الشرب نظرا لأن استخدام ماء الشرب المأمون فى حد ذاته لا يمنع العدوى بالضرورة دون أن يصاحب ذلك تحسن فى السلوكيات والعادات الشخصية بما يعطى ضرورة هامة بالتعلم البسيط لحفظ الصحة.

١- أنواع الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض

أ - البكتريا

البكتريا كائن حى وحيد الخلية وليس له معالم النواه وهذه الخلية خالية من الكلورفيل وتتكاثر بالإنقسام. والبكتريا تستطيع ان تتشكل فى جميع الصور فمن مجرد الشكل المستدير الى المستطيل وكذلك ذات الاطراف الشعبية وتسبب بعض انواع البكتريا امراض كثيرة وخطيره للانسان والبكتريا الخاصة بمياه الشرب هى الشيجيلا والسلا مونيلا والفيبرو كوليرا.

ب - الفيروسات

الفيروسات ليست خلايا ولكنها أجسام بروتينية تحيط بحامض نووى (Nucleic- Acid) ومن خصائص الفيروسات انها تعتمد كليا على الخلايا الحيه فى التكاثر. ويوجد أكثر من ١٠٠٠ نوع من الفيروسات منها مجموعة الفيروسات المعوية التى تصيب الجهاز المعوى للانسان واحيانا الحيوان نتيجة التلوث بافرازات الانسان او الحيوان الحامل للمرض واهم هذه الفيروسات فى مياه الشرب

هو فيروس الالتهاب الكبدى الوبائى. وعملية التعرف على الفيروسات بالتحاليل المعملية المختلفة ليست سهلة. الفيروسات تزال بنسبة كبيرة جدا فى عمليات معالجة المياه بالمرشحات. حيث تزال مع الاجسام العالقة والتي تختبئ فيها الفيروسات. فيروس الالتهاب الكبدى الوبائى اكثر مقاومة لعملية التطهير بالكلور مع زيادة زمن المكث (Contact-time) وزيادة الجرعة وهناك العديد من الفيروسات منها فيروس الانفلونزا، وشلل الأطفال، الإيدز، التهاب الدماغ، امراض جلدية... الخ.

ج - البروتوزوا

هى كائنات حيه وحيدة الخلية وليس للخلية جدار وهى دائمة الحركة وتوجد أنواع كثيرة منها وتسبب البروتوزوا أمراض للإنسان. ومن بين البروتوزوا الضارة الجiardا لامبلا، الانتامبيا هستوليبكا، والجiardا طفيل وحيد الخلية يتحرك بالاسواط ويعيش فى الامعاء الدقيقة والغليظة للإنسان ويبلغ طواله ٩-١٦ ميكرون عرضة ٩-١٢ ميكرون وتحدث الأصابة به نتيجة ابتلاع الطور المعدى وهو الطور المتحوصل (Cyst) عن طريق شرب الماء أو الطعام الملوث. والجiardا تحدث اضطرابات فى القناة الهضمية. أما الأنتامبيا هستوليبكا المعروفة بالدوسنتاريا الأميبية فهو ضئيل مجهرى يبلغ قطره ٢٠ - ٤٠ ميكرون ويتكون من خلية واحدة وتحدث الإصابة عند تناول الإنسان ماء أو طعام ملوث ويأخذ الطفيل الذى يعيش أساسا فى الأمعاء الغليظة للإنسان فى مهاجمة الغشاء المخاطى المبطن للأمعاء الغليظة ويفرز خمائر تذيب جدار الأمعاء، ويسبب أمراض للأمعاء والكبد والغشاء البريتونى. وعمليات المعالجة بالمرشحات تزيل كالممن البروتوزوا بانواعها والحويصلات (Cysts) بكفاءة تصل الى ٩٩% وخاصة اذا كانت قياسات العكارة أقل من واحد نيفيلومتري.

د - الديدان

اكتشفت انواع كثيرة من بيض الديدان وبرقاتها فى مياه الشرب وهى تنتقل بطرق أخرى غير مياه الشرب الى جسم الانسان ويمكن ليرقة واحدة ناضجة او بيضه مخصبه أن تحدث العدوى ولذلك يجب أن تكون مياه الشرب خالية منها

جميعاً ويمكن تحقيق ذلك على أفضل وجه بحماية المصدر المائي من التلوث الغائطي وهذه الديدان لا يمكن عمل الفحص الروتيني لها. أما إذ وجدت طريقها إلى المياه الخام فإنها تزال بنسبة عالية عند المعالجة بالمرشحات وخاصة عند إستعمال مرشحات الرمل البطيئة في حين ان جميعها مقاومة نسبيا للكلور لاسيما دودة الاسكارس.

هـ - الكائنات حرة العيش : Freelifving Organisms

وتشمل الكائنات حرة العيش ذات الاهمية بوجه عام فى امدادات المياه العوالق (Plankton)، اللاققرات الكبرى. وتتكون العوالق من كائنات عالقة فى الماء منها العوالق النباتية والعوالق الحيوانية. أما العوالق النباتية فتشمل الجراثيم والفطريات والطحالب حرة العيش ذات الكلوروفيل والتي تنمو بالتمثيل الضوئى ولها ألوان مختلفة وهى ذاتية التغذية وتتكون من خلية واحدة أو مستعمرة من الخلايا وتكون متحركة او غير متحركة. الفطريات والجراثيم غير ذاتية التغذية اى حد كبير. والعوالق الحيوانية تتكون من البروتوزوا وكائنات اخرى كثيرة وتشمل كذلك يرقات بعض الحشرات المائية والاسماك فى اطوار حياتها الاولى.

وكائنات العوالق لها اهميتها فى المياه لأنها تتداخل مع عمليات المعالجة للمياه وتنتج مواد سامة للانسان وتحمى وتأوى الجراثيم الممرضة وتفرز مواد عضوية يمكن ان تتحد مع الكلور فى الماء مكونه مواد عضوية مكلورة (الهالوميثانات المكلورة). وقد تثير الطحالب مشكلات بسبب وجودها فى مجارى المياه السطحية وكذلك فى خزانات المياه المعالجة والمعدة للشرب والاستخدام المنزلى وكذلك يمكن ان توجد هذه العوالق فى ابار المياه السطحية المكشوفة.

وبعض الطحالب له تأثير على الصحة العامة وتوجد الانواع السامة فى مجموعتين هما الخضراء التى تميل إلى الإصفرار والخضراء التى تميل إلى الزرقة والتي هى أكثر سمية. المواد السامة التى تطلقها الطحالب قد لا يوقف تأثيرها عمليات المعالجة بالمرشحات وإستخدام الكلور. كذلك لم تتجح عمليات امعالجة فى حالة إستخدام الكربون المنشط. الطحالب الخضراء التى تميل إلى

الزرقة تسبب التهاب المعدة والإمعاء كما يمكن أن تكون مصادر الكيماويات التي تتحد مع الكلور مكونة الميثانات الكلورة. وجود الطحالب فى إمدادات مياه الشرب غير مقبول من الناحية الجمالية، وقد تتداخل الطحالب مع معالجة المياه بزيادة الكلور المطلوب فتسبب مشكلات تتعلق بالطعم والرائحة وانسداد فى المرشحات بما يقلل من كفاءتها.

وقد يشكل نمو الطحالب النباتية أو الحيوانية مصدرا طبيعيا للرائحة والطعم، وفى المياه السطحية تمثل الطحالب المشكلة الرئيسية بينما قد تتكاثر الأشكال الحيوانية فى المياه السطحية وفى خزانات المياه وكذلك فى شبكات المواسير. وكثيراً من الطحالب يفرز زيوتا عند نشاطها التتموى أو عندما تتحلل خلاياها الميتة وهذه الزيوت تضيف مزاقا ورائحة للمياه بالإضافة إلى ما تسببه من أمراض معوية للإنسان وأمراض الحساسية وكذلك فإن تكاثرها له تأثير كبير على الثدييات والطيور والأسماك حيث يمكن أن تؤدي إلى الوفاة أو المرض. ونظرا لما تسببه الكائنات حرة العيش من تأثيرات ضارة بالصحة ومشاكل خاصة بالمذاق والرائحة والشكل الجمالى للمياه، ولم يتم التوصل الى معايير بخصوصها. لذلك فإنه يوصى بازالة الكائنات حرة العيش من مياه الشرب حيثما كان ذلك ممكنا، ويتم ذلك بحماية المصدر المائى وإتخاذ اجراءات جيدة لحماية المصدر ومعالجة المياه وتنظيف الشبكات ومراقبة نوعية المياه.

٣- الكشف عن تلوث المياه بالكائنات الحية الدقيقة

ان التعرف والعزل لكائنات حيه دقيقة معينة هو خارج إمكانيات معظم معامل محطات إنتاج مياه الشرب ولذلك فإن حماية الصحة العامة تتم من خلال التطبيق الجيد لتقنيات المعالجة. ونظرا للصعوبات الفنية ولان الكائنات الحية المسببة للامراض قد تكون بكميات قليلة جدا مقارنة بباقي الكائنات الحيه الدقيقة الموجودة فى الماء لذلك استخدمت بعض انواع الكائنات الحية الدقيقة كمؤشر لقياس اثر عمليات المعالجة اى تقييم كفاءة عمليات المعالجة وصلاحيته لمياه الشرب والمهمة

الأولى للكائنات الدقيقة كمؤشر هو توفير دليل للتلوث الغائطي الحديث من ذوات الدم الحار. ومعايير استخدام الكائنات الحية الدقيقة كمؤشر هي:

١- أن يكون هذا الكائن الحى الدقيق موجودا دائما طالما وجدت كائنات حيه ممرضة.

٢- أن يكون موجودا فى المواد الغائطية بكميات كبيرة.

٣- ألا يكون موجودا فى المياه النظيفة والغير ملوثة بكائنات ضارة.

٤- أن يتأثر بالظروف البيئية وبعمليات المعالجة بنفس الدرجة التى تحدث للملوثات من الكائنات الدقيقة الممرضة.

٥- ان تكون النسبة بين الكائن الدقيق المؤشر الى الكائنات الدقيقة الممرضة عالية.

٦- ان يتوفر كلا النوعين من الكائنات الدقيقة المؤشر والمرضه فى مصدر واحد وقد تم تقييم للكائنات الدقيقة كمؤشر وذلك لكل من الكائنات القولومية (Coliform) الكلية والقولونيات الغائطية (Fecal Coliform).

٧- أن يكون من السهل عزلة والتعرف عليه وعدة.

وقد ثبت مناسبة استخدام الكائنات القولونية الكلية كمؤشر.

أ- البكتريا القولومية الكلية : Total Coli Form

وهذه تشمل جميع البكتريا الهوائية والمختلطة ذات الشكل العصى والتى تخمر اللاكتوز مع تكوين غازات عند درجة حرارة ٣٥° م لمدة ٤٨ ساعة. والقولونيات الكلية تشمل بكتريا الاشريكية القولونية (E.Coli) والتى هى متعددة فى غائط ذوات الدم الحاربالاضافة الى انواع اخرى موجودة بكثرة فى مياه الصرف معظم مصدرها التربة والنبات.

ولا يوجد كائن حي وحيد دقيق يصلح كدليل أو مؤشر لوجود البكتيريا سوى البكتيريا القولونية، وسليبات القولونية الكلية هو إعادة نموها في الماء وكذلك في حالة وجود البكتيريا الممرضة (Hepatitis) بأعداد كبيرة فإنها تعيق نشاط البكتيريا القولونية. وأخيراً فقد يبدو أن عدداً من الكائنات الجرثومية الممرضة تكون أكثر مقاومة من الكائنات القولونية سواء أثناء المعالجة للمياه أو في المياه الطبيعية وخاصة حويصلات البروتوزوا (Cysts) والفيروسات الممرضة. ورغم هذه السلبيات فإن قياس القولونيات الكلية كمؤشر مازال أكبر دليل مفيد وعملي عن النوعية البكتيرية لمياه الشرب وأن عدد القولونيات في المياه يمكن عدّه.

ب - البكتيريا القولونية الغائطية (Fecal Coliform)

أن وجود البكتيريا الغائطية يعطى دلالة على وجود البكتيريا الممرضة الغائطية (fecal pathogens) أكثر من البكتيريا القولونية الكلية. والبكتيريا الغائطية هي أحد مكونات البكتيريا القولونية الكلية ويمكن التعرف عليها بعمل إختبارات ارتفاع درجة الحرارة (٤٣ - ٤٤,٥ م°). ورغم أن هذا الإختبار يعطى دلائل بوجود البكتيريا ذات المصدر الغائطي إلا أنه لا يميز بين مصادر التلوث سواء كان آدمياً أو حيوانياً. عدد البكتيريا القولونية الغائطية أقل من عدد البكتيريا القولونية الكلية، وهي ليست مستعملة كمؤشر لمعايرة التلوث في المصدر المائي أو كفاءة التطهير أو التلوث بعد المعالجة النهائية.

ج - العقديات الغائطية : Fecal Streptococci

وهذه يمكن الاسترشاد بها كدليل للتلوث الغائطي حيث تفيد أحياناً في تحديد مصدر التلوث الغائطي وفي تقييم مدى فعالية عمليات المعالجة.

٤ - الكشف على الكائنات الحية الدقيقة و التخلص منها

تستخدم طريقة الانانبيب المتعددة أو الترشيح الغشائي للكشف عن البكتيريا القولونية الكلية والقولونية الغائطية وهذه الطرق تستغرق فترة زمنية حوالى ٤٨ ساعة وهناك طرق سريعة لاكتشاف القولونيات الغائطية في شبكة المياه عند حدوث

الإصلاح فى المحطات او الشبكات. وفى هذه الطريقة يستخدم فى الترشيح العشائى مستنبت لاکتوز / منتول عالى الدرئ (Mannital meduimHighly Buffered Lactose).

ولحماية مياه الشرب من الفيروسات التى يمكن ان تسبب امراضا معدية فان ذلك يتم من خلال استخدام مصدر مائى خالى من مياه الصرف ومحقق له الحماية من التلوث الغائطى او المعالجة الملائمة. إلا أنه لايمكن تقييم كفاءة الرصد والتحليل والمعالجة لخلو المياه من الفيروسات بالدرجة التى تحمى من غياب الفيروسات. ومع ذلك فان المياه تعتبر عولجت معالجة كافية إذا تم استيفاء الشروط التالية:

* الوصول فى مراحل المعالجة إلى درجة عكارة أقل من وحدة عكارة بمقياس نيفيلو مترى (NTU)

* تطهير المياه بجرعة كلور تحقق كلور حر زائد مقدارة ٠,٥ ملجرام / لتر مع زمن التصاق (Contact Time) مقدارة ٣٠ دقيقة فى مجال رقم هيدروجينى أقل من ٨.

وقد تبين ان الأوزون مطهر فعال بالنسبة للفيروسات وهو يفضل للمياه النظيفة اذا وجد أوزون متبقى قدره ٠,٣ - ٠,٤ ملجرام / لتر لمدة اربع دقائق. ولأوزون مزايا تفوق الكلور بالنسبة للمياه المحتوية على النشادر والتى يؤكسدها الأوزون الى غاز النيتروجين ولكن لسوء الحظ لا يمكن الاحتفاظ بأوزون متبقى فى شبكة التوزيع. ولاتزال استعمالات الطرق الروتينية لرصد الملوثات القولونية والفيروسية قائمة حيث ان الرصد للفيروسات يتطلب إمكانيات معملية لاختبار كميات من المياه قد تصل من ١٠٠ الى ١٠٠٠ لتر على سبيل المثال.

وقد ثبت كما سبق ان اشرنا انه يمكن الحصول على ماء خالى تماما من الفيروسات من مصادر ملوثة بالغائط عندما يكون تركيز الكلور المتبقى ٠,٥ ملجرام / لتر على الاقل لمدة التصاق لاتقل عن ٣٠ دقيقة وعند رقم هيدروجينى أقل من ٨، على اساس اختبار العكارة بمقياس النيفيلو مترى أقل من واحد وكذلك

الاحتفاظ بكلور حر متبقى في شبكة التوزيع قدره ٠,٢ الى ٠,٥ ملجرام / لتر لتقليل أخطار النمو البكتيرى ولتوفير الدليل بعدم وجود ملوثات بعد المعالجة. ونظرا للمقاومة الكبيرة لحوصلات (cyst) أو البيضة للجارديا اللامبيلا وغيرها من البروتوزوا المسببة للأمراض المعوية للكلور وهذه الحوصلات تمثل الاطوار الاولى للبروتوزوا ولذلك فان عدم وجود البكتريا القولونية لا يعتبر دليل بعدم وجود هذه الحوصلات وهذه الاطوار الاولى للجارديا (الحوصلات) يمكن التخلص منها في معالجة المرشحات حيث ان كفاءة الاداء للمرشح واختبار الوسط الترشيحي المناسب وتنظيم الغسيل العكسي هي اهم طرق التخلص من هذه الحوصلات وكذلك فان البروتوزوا في مراحل النمو المتقدم تزال في المرشحات وتقتل بالكلور ويستمر قتلها في الشبكة بالكلور المتبقى.

المياه الجوفية على اعماق متوسطة اى حوالى ٥٠-٦٠ متر او اكثر من سطح الارض تكاد تكون خالية تماما من الملوثات الجرثومية فالبكتريا القولونية والغائطية والبروتوزوا والطحالب أما أن تحتجز في مسام التربة أو ان تموت وتحلل لا هوائيا لعدم وجود اكسجين في مسام التربة. والفيروسات تعيش اساسا على الخلايا الحية التى تحتضنها وهذه كذلك تموت وتحلل لا هوائيا في التربة وبعد موت الخلية سواء النباتية او الحيوانية فان الفيروس يموت بعد ذلك بفترة زمنية من ٣٠ - ٦٠ دقيقة. وحوصلات الجارديا كذلك اما ان تحتجز في مسام التربة أو أن تتحلل او تحتجز كذلك اطوارها المتقدمة ولذلك فان طبيعة التربة ومسامها لها تأثير كبير فى حجز والتخلص من الكائنات الدقيقة الحية الممرضة قبل وصولها الى الخزانات الجوفية على اعماق اكثر من ٦٠ متر. ولهذا فان حماية البئر وحرمة البئر من تسرب مياه الصرف وكذلك التنفيذ الجيد للبئر بما يمنع من تسرب مياه الرشح فى الفاصل بين قطر الحفر والجسم الخارجى للقيسون ومن ثم منع وصول الملوثات البكتيرية الى المياه الجوفية التى يتم سحبها. ولكن يمكن ان تصل هذه الملوثات الى شبكة التوزيع فى حالات الاصلاح والصيانة ووصول المياه فى التربة الى الشبكة وهذا يتطلب الغسيل الجيد للشبكة بعد الاصلاح بتدفقات مياه عالية لازالة الرواسب الملتصقة بالسطح الداخلى للمواسير التى تحتضن الكائنات الدقيقة وتحميها لتتكاثر هذا مع الاهتمام باستخدام جرعة زائدة من الكلور مع زمن التصاق ١-٣ ساعة ثم

غسيل الشبكة بمياه الشرب المعالجة مع مراعاة وجود كلور متبقى فى الشبكة من ٠,٢ الى ٠,٥ ملجرام / لتر. لهذا فانه رغم خلو المياه الجوفية على اعماق تزيد عن ٦٠ متر من الكائنات الممرضة الا ان هذا لا يمنع من اضافة جرعة الكلور قبل ضخها فى الشبكة مع المحافظة على كلور متبقى على طول مسار الشبكة بما قيمته ٠,٢ ملجرام / لتر عند صنوبر اخر مستهلك.

٣- القيم الدليلة لجودة مياه الشرب وخلوها من الكائنات الحية الدقيقة

القيم الدليلة الموضحة فى الجدول الاتى هى دليل للاخذ به طبقا لتوصيات منظمة الصحة العالمية نحو جودة مياه الشرب ولضمان سلامة الامدادات بها وخلوها من الكائنات الحية الدقيقة الممرضة سواء كان الامداد من خلال شبكة المواسير او بغيرها او معبأة فى زجاجات.

جدول (٥) معايير الكائنات الحية الدقيقة مسببة الامراض التى اصدرتها وزارة الصحة

المعايير	الوحدة	الكائنات الحية الدقيقة
صفر	العدد فى ١٠٠ سم ^٣	القولونيات الكلية (الكوليفورم)
صفر	العدد فى ١٠٠ سم ^٣	القولونيات الغائطية (Fecal)

جدول (٦) القيم الدليلة من الكائنات الحية الدقيقة لجودة المياه

ملاحظات	العدد فى ١٠٠ سم ^٣	الكائنات الدقيقة
العكارة واحد بمقياس نفيلومترى التطهير بالكلور يفضل رقم هيدروجينى ٨، الكلور المتبقى ٠,٢ - ٠,٥ ملجرام / لتر مع زمن التصاق لا يقل عن ٣٠ دقيقة.	صفر	١- المياه المنقولة فى المواسير أ- الماء المعالج الداخلى الى الشبكة. * الكائنات القولونية الكلية * الكائنات القولونية الغائطية

تابع جدول (٦) القيم الدليلية من الكائنات الحية الدقيقة لجودة المياه

ملاحظات	العدد في ١٠٠ سم ^٣	الكائنات الدقيقة
في عينة احيانا وليس في عينات متعاقبة في ٩٥% من العينات خلال سنة	٣ صفر	ب-الماء غير المعالج الداخل الى الشبكة. * الكائنات القولونية الكلية * الكائنات القولونية الغائطية
في عينة احيانا وليس في عينات متعاقبة في ٩٥% من العينات المختبرة خلال السنة	٣ صفر	ج- الماء غير المعالج فى شبكة التوزيع * الكائنات القولونية الكلية * الكائنات القولونية الغائطية
يجب الايتكرر وان تكرر يتم البحث عن بديل	١٠ صفر	٢- امدادات غير منقولة فى المواسير: * الكائنات القولونية الكلية * الكائنات القولونية الغائطية
يجب خلو المصدر من اى تلووث غائطى	صفر صفر	٣- مياه الشرب المعبأة فى زجاجات * الكائنات القولونية الكلية * الكائنات القولونية الغائطية
ينصح الاهالى بغلى الماء اذا لم يمكن التوصل الى القيم الدليلية	صفر صفر	٤- موارد مياه فى حالة الطوارئ * الكائنات القولونية الكلية * الكائنات القولونية الغائطية