المحاضرة الاولى

تلوث الهواء Air Pollution

يعتبر الهواء من أساسيات الحياة فانقطاعه لدقائق معدودة يعد كافيا لهلاك الأنسان لذا اصبح موضوع تلوث الهواء في مقدمة الموضوعات التي تثير الأهتمام ليس في اوساط العلماء المختصين فحسب بل في الاوساط والمؤسسات كافة وحتى المواطنين.

وقد انشغل العديد من المتبرعين بسن القوانين المتعددة من أجل المحافظة على نظافة الهواء والوقاية من تلوثه وبالتالي حماية البيئة من التلوث.

ان ما يزيد موضوع تلوث الهواء خطورة تأتي من ضعف الوسائل العلمية المستخدمة للإقلال أو التخلص منه رغم التقدم الكبير الحاصل مؤخراً.

لقد اصبحت مشكلة تلوث الهواء أكثر وضوحاً عندما ازدادت معدلات نمو السكان والمدن والتقدم الصناعي والتكنولوجي.

تكمن خطورة الهواء عند تلوثه في كونه يأخذه الأنسان عن طريق جهاز التنفس وهذا يعطي امكانية وصوله الى الدم ومن ثم الى المراكز الحساسة في الجسم خلال عدة ثوان واحداث تأثير بايلوجي فيه ومن دون ادراك الانسان لذلك.

ان الأثار الضارة للتلوث الهوائي لا تعود الى كمية المواد المنبعثة بقدر ما تعود الى تراكيزها في هذه الأجواء، فقد تنتشر كميات قليلة وبتراكيز عالية ضمن مساحة محددة فتحدث تلوثاً كبيراً تفوق أضراره على الحالة التي لو انتشر فيها لمساحات أوسع.

ويعتبر تلوث الهواء أكثر صور التلوث البيئي انتشاراً نظراً لسهولة تنقله من منطقة الى اخرى في فترة زمنية قصيرة ويؤثر الهواء على الأنسان بإصابته بأمراض كثيرة تؤدي الى انخفاض قدرته الانتاجية كما تؤدي الى وفاته.

طبيعة الغلاف الجوي

يتكون الغلاف الجوي من مزيج من الغازات التي تغلف الكرة الأرضية. فالهواء هو ذلك الجزء من الغلاف الجوي الأقرب الى سطح الأرض والذي عندما يكون جافاً وغير ملوثاً فأنه يتألف من عدة غازات أهمها من حيث النسبة هو غاز النتروجين (N_2) والذي يؤلف (78.9%) ويليه غاز الأوكسجين (O_2) والذي يؤلف (20.94%) من مجموعة كبيرة من الغازات بنسب

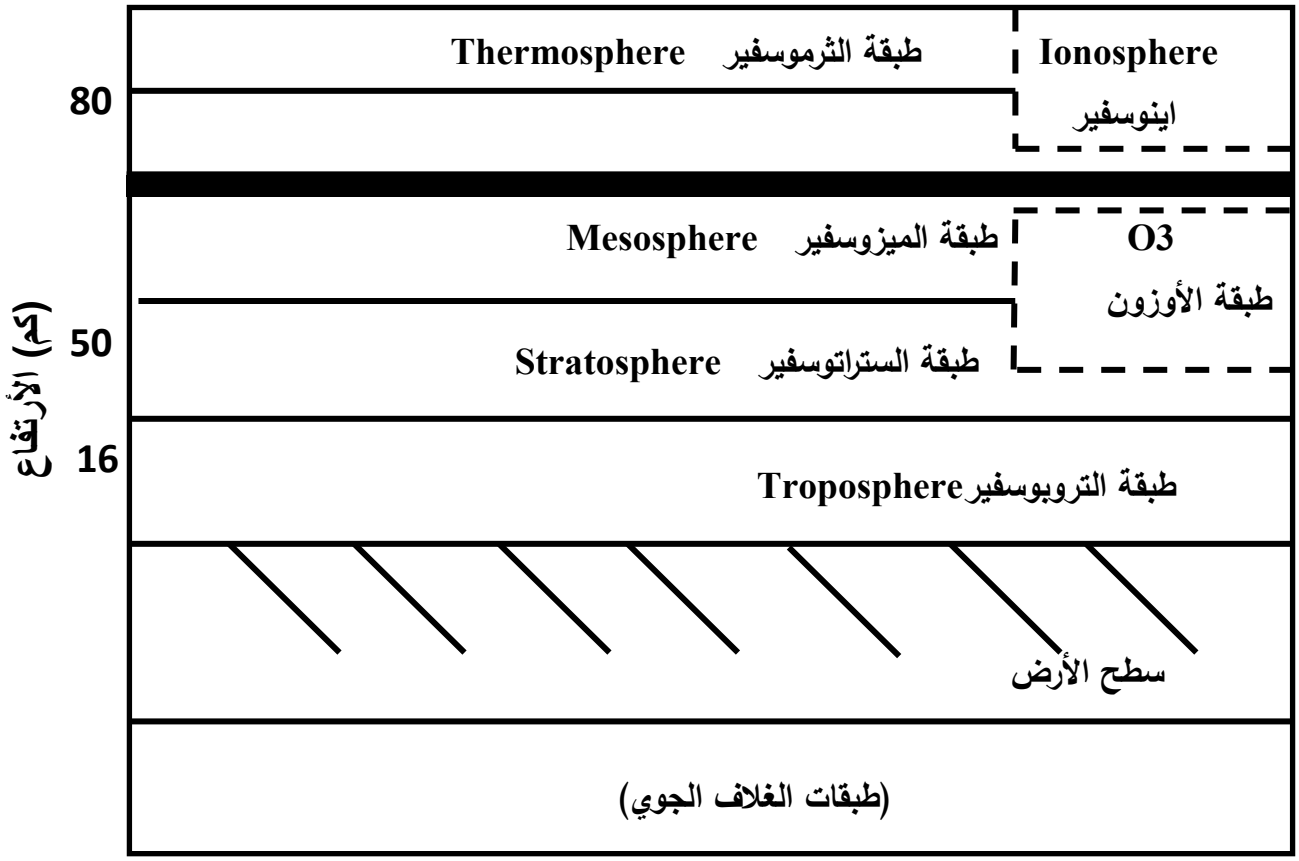
ضئيلة علما بان بخار الماء وغاز (CO_2) يختلفان كمياً حسب ظروف وعوامل معينة. حيث تبلغ نسبته (0.5) جزء بالمليون ونسبة غاز الأوزون (O_3) هي (0.02) جزء بالمليون **PPm**.

ويقسم الغلاف الجوي عادة الى اربعة طبقات هي:-

1. طبقة التروبوسفير **Troposphere**
2. طبقة الستراتوسفير **Stratosphere**
3. طبقة الميزوسفير **Mesosphere**
4. طبقة الثرموسفير **Thermosphere**

وهناك طبقة تتداخل مع الطبقة الثالثة من جهة والطبقة الرابعة من جهة اخرى حيث تشغل الجزء العلوي من طبقة الميزوسفير والجزء السفلي من طبقة الثرموسفير وتدعى هذه الطبقة بطبقة الأينوسفير **(Ionosphere)** ويعود سبب هذه التسمية لوجود الأيونات الحرة فيها.

ومما تقدم يمكن القول ان طبقة التروبوسفير **(Troposphere)** تضم (75%) من كتلة الهواء الكتلية بينما تحوي طبقة الـ **Stratosphere** حوالي(24.9%) من كتلة الهواء. وتتوزع النسبة الباقية (0.01) بين الطبقتين الأخيرتين.



مصادر تلوث الهواء

1- مصادر طبيعية: وهي التي لا دخل للإنسان فيها مثل الغازات التي تبعث من البراكين والغازات الطبيعية التي تتكون في الهواء وغاز الأوزون المنتج طبيعياً أو الغبار.

2- مصادر بشرية: وهي المصادر التي تنتج نتيجة للنشاط الانساني مثل الملوثات الصناعية والغازات الناتجة من الاحتراق غير الكامل للوقود بأنواعه كالفحم والخشب وغيرها، وهذه المصادر زادت بشكل ملحوظ بعد الثورة الصناعية ويضيف النشاط الإنساني غازات ومواد كثيرة الى النظام البيئي الامر الذي يؤدي الى بلوغ الحد الحرج وبالتالي تدهور القدرة الاستيعابية لعناصر النظام.

وفيما يلي جدول يبين نسبة ما تسببه الأنشطة البشرية والعوامل الطبيعية:-

ملوثات الهواء	الأنشطة البشرية	العوامل الطبيعية
ثاني اوكسيد الكبريت	احتراق 70 %	%30
أول أوكسيد الكاربون	سيارات 60%	%40
ثاني اوكسيد الكاربون	%20	%80
أكاسيد النتروجين	%5	%95
غبار ودخان	%20	%80
امونيا	%40	%60

أنواع الملوثات في الهواء

يمكن تقسيم الملوثات في الهواء الى مجموعتين رئيسيتين هما:

أولاً: الدقائقيات **Particulates**

يقصد بالدقائقيات كافة المواد المنتشرة في الهواء سواء كانت دقائق صلبة أو قطرات سائلة عالقة في الهواء.

وتتنوع أشكال الدقائقيات وتركيبها الكيمائي وتأثيراتها السمية أو الصحية وتعتمد حركتها وبقائها في الهواء وكذلك العمق الذي تدخله في الجهاز التنفسي على قطر الدقائق أو القطيرات.

أن القابلية العظمى من الدقائقيات هي ذات منشأ طبيعي مثل الدقائق الترابية والرملية المتطايرة من الأرض الجرداء والصحاري.

أما المصادر غير الطبيعية (البشرية المنشأ) فتشمل عمليات حرق الوقود في الصناعة وانتاج الطاقة وانتاج الإسمنت وطحن الحبوب وغيرها أو في المواصلات وما يبعث عنها من كميات كبيرة من الدقائق الكربونية والتي تدعى بالـ **(Soot)** وقد تصدر من رش المبيدات في الحقول فضلاً عن عمليات الأنشاء والبناء وتعبيد الطرق وغيرها.

أن من اهم أنواع المجاميع الرئيسية للدقائقيات في الهواء هي:

1- الرمال أو الحبيبات الرملية: وهي الدقائق الصلبة العالقة في الهواء والتي يزيد قطرها عن (500) مايكرون أي (0.5) ملم

2- الغبار **Dust** : وهي الدقائق الصلبة العالقة في الهواء والتي يتراوح قطرها بين (25 – 200) مايكرون.

3- الدخان **Smok**:وهي عبارة عن المواد الدقيقة الناتجة عن عمليات الحرق المختلفة والتي تطلق دقائق لا يزيد قطرها عن (2) مايكرون ويشكل الكربون غالبيته العظمى.

4- الهواء الجوي**Aerosol**: وهي الدقائق الصلبة أو السائلة العالقة في الهواء والتي يقل قطرها عن (1) مايكرون.

5- الضباب **Mist**: يشمل الضباب كل من القطيرات السائلة والعالقة في الهواء والتي تصل أقطارها الى (100) مايكرون أحياناً وتسمى كذلك الضباب الدخاني**Smog**.

6- السخام **Soot**: وهو عبارة عن جزيئات الكاربون المتناهية الدقة والتي تتجمع بصورة سلاسل طويلة.

7- حبوب اللقاح **Pollen Grain**: يلاحظ في الربيع كثرة جسيمات تنطلق في الجو من النباتات الزهرية والتي تدعى بحبوب اللقاح وتمتاز دقائقها بكبر حجمها وعند انتشارها قد يتعرض بعض السكان الى اعراض الإصابة بالحساسية الجلدية أو تورم العين أو رشح الأنف وغيرها.

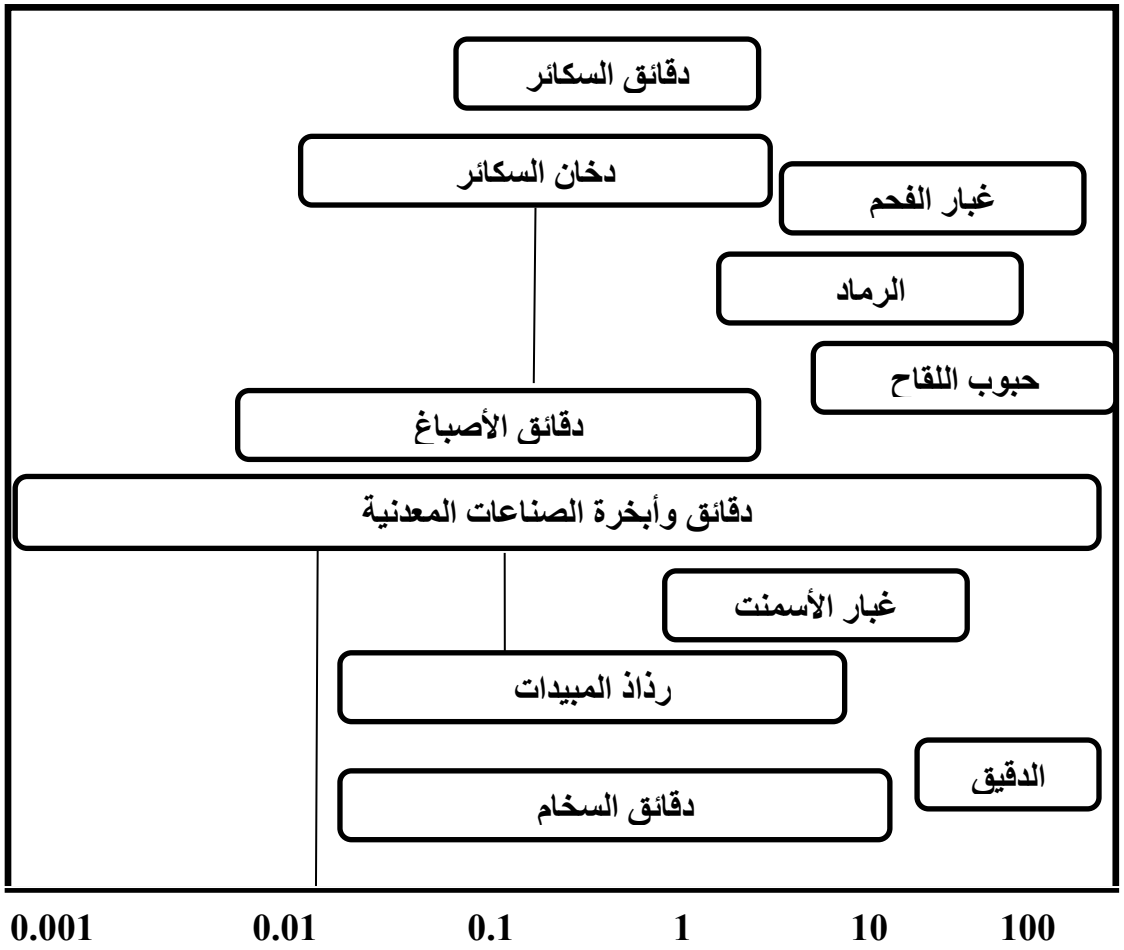
المحاضرة الثانية

الغبار الصناعي Artificial Dust

يصدر من نشاط الصناعات المختلفة مثل صناعة الأسمنت والجبس وعند تقطيع أحجار المرمر لإنتاج قطع البناء وتقطيع جذوع الأشجار في أنتاج الخشب وغيرها مما يتسبب عنه تطاير مركبات من جسيمات دقيقة في الهواء.

وتنطلق من العديد من الصناعات المعدنية جسيمات تكون أدق حجماً عادةً وتتألف أما من دقائق المعدن نفسه والتي تنتج عن عمليات القطع أو الصقل وغير ذلك أو تكون مكونة من أملاح المعدن نفسه كما هو الحال في صناعة البطاريات السائلة التي تنبعث عنها دقائق أوكسيد الرصاص أو كبريتاته.

هناك علاقة بين نوعية الدقائقيات وقطرها وتأثيراتها في البيئة وفي صحة الانسان، ويوضح الشكل الآتي أكثر الأنواع شيوعاً من الدقائقيات العالقة في الهواء والمدى المتمثل لأقطارها.

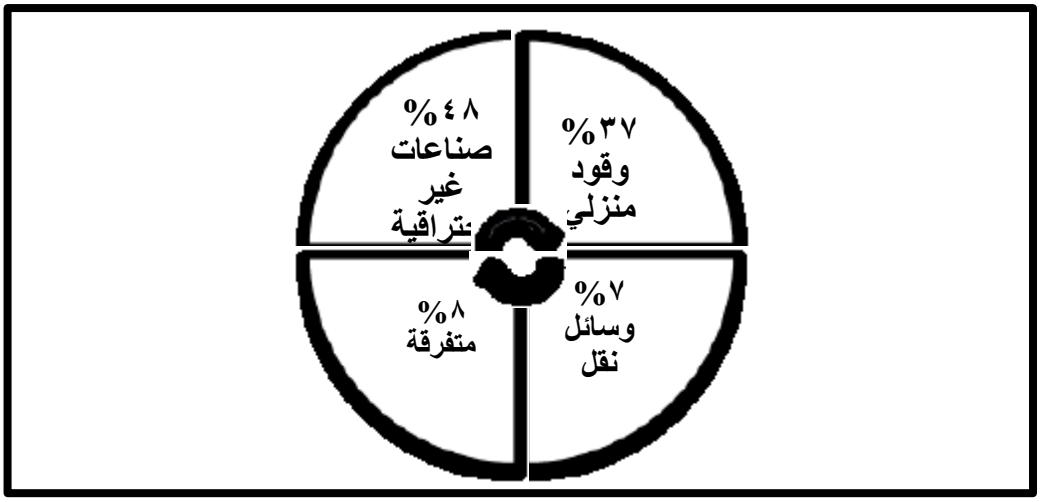


شكل (1) يوضح بعض انواع الشائعة من العوالق الصلبة في الهواء ومديات أقطارها مقدرة بالمايكروميتر

حيث أن من وجهة نظر التلوث الهوائي فان الدقائق الأكثر أهمية هي تلك التي تتراوح أقطارها بين **0.1 – 10** ميكرون والتي يكون تقريباً بحجم البكتريا والتي لا تميزها بالعين المجردة.

حيث ان عين الانسان يمكن ان تميز الدقائق التي قطرها يزيد عن 55% ميكرون حيث ان الجزيئات التي هي أصغر من 1 ميكرون تنتج عن الأكثر من تكثف المواد المتبخرة بعد الاحتراق. أما الدقائق الأكثر من (10) ميكرون فأنها تنتج على الأكثر من العمليات الآلية مثل الطحن.

كما ذكرنا سابقاً فان القابلية العظمى من الدقائقيات هي ذات منشأ طبيعي أما المصادر غير الطبيعية (البشرية المنشأ) فتشمل عمليات حرق الوقود في الصناعة وانتاج الطاقة ومعامل انتاج السمنت وطحن الحبوب وغيرها وفي المواصلات وما ينبعث منها من كميات من الدقائق الكربونية التي تدعى بالسخام(**Soot**).



شكل (1) النسب المؤية لمساهمة المصادر الرئيسية الملوثة للهواء بالدقائقيات

وتقوم الجسيمات في الغلاف الجوي بعكس وتشتيت افق الشمس كما يمكن ان تمتصها. وكذلك فأنها يمكن ان تؤدي الى خفض الرؤية والتأثير على الظروف الجوية للكرة الأرضية وبشكل عام تتسلم المدن الكبيرة منها خاصة الإشعاع الشمسي بنسبة 15 – 20 % أقل مما تتسلمه المناطق الريفية.

وتصل نسبة الانخفاض في أشعة الشمس التي تصل الى المدن بنحو الثلث في فصل الصيف وبنحو الثلثان في فصل الشتاء ، وترتبط هذه الحالة ارتباطاً وثيقاً بعملية حرق الوقود لأغراض الصناعة وعمليات التدفئة في المنازل والمباني المختلفة.

ان ظهور اللون الأزرق للغلاف الجوي لا سيما في الأيام الصاحية حاصل من تشتت الموجة الزرقاء من الطيف الشمسي أكثر من اللون الأحمر كما ان ظهور افق الشمس بلون أقرب الى الأحمر ناجم من تشتت اللون الأحمر من الحزمة الضوئية ويؤدي الى تشتت الطاقة الضوئية وامتصاص جزء منها الى خفض درجة الحرارة ، وهذا يفسر انخفاض درجة الحرارة عند هبوب عاصفة ترابية كما ان الكميات الهائلة من الجسيمات الصلبة والسائلة التي تنطلق من البراكين الى الغلاف الجوي تؤدي الى التأثير الفاعل في درجة الحرارة.

والمعروف ان هذه الجسيمات لا سيما الصغيرة منها تتمكن من الوصول الى التفرعات القصبية للجهاز التنفسي وكلما كانت الجسيمات صغيرة انتقلت بدرجة أكبر من تلك الجسيمات الكبيرة (5 ميكرون فأكثر) في داخل المجرى التنفسي.

ومن الحقائق العلمية كذلك ان الجسيمات الصغيرة تحمل المركبات الكيميائية بنسبة أكبر من الجسيمات الكبيرة الحجم. ومن تلك المركبات الخطرة غاز ثاني أوكسيد البلوتونيوم (PUO_2) يمكن ان يسبب سرطان الرئة.

وقد لوحظ ان الجسيمات الصغيرة تقوم بفعل المنشط للتفاعلات الكيميائية لعدد من الملوثات في الغلاف الجوي ومنها تحويل SO_2 الى SO_3 والى H_2SO_4 وتسبب الجسيمات الصغيرة أيضا أمراض الحساسية التنفسية أو ما يدعى بالربو.

تأثير الجسيمات على الكائنات الحية

ان الجسيمات التي تتساقط من الجو على النباتات تحدث تسمماً في الأنسجة النباتية وهذا يتلخص بخفض عملية التركيب الضوئي ومنع عملية النتح بعمل غطاء للأجهزة الزهرية المختلفة.

كما ان جسيمات الأسمنت تكون ذات تفاعل قاعدي ويؤدي سقوطها على الأوراق الى إحداث التبقع الناتج من فقدان صبغة الكلوروفيل.

ان صحة الانسان تتأثر بشكل حاد نتيجة تلوث الهواء بالغبار. ومن حسن الحظ ان جسيمات الغبار الكبيرة يمكن ان ترشح في البلعوم والقصبة الهوائية بينما تتمكن الجسيمات الصغيرة ذات الأقطار بحدود (6 ملم) من الوصول للتفرعات القصبية بينما تصل الجسيمات بقطر أقل من (1 ملم) من الوصول الى القصبات وبعد وصول هذه الجسيمات الى التفرعات الرئوية الدقيقة مجموعة من الظروف الصحية الخطرة يمكن إحصائها فيما يأتي:-

1. الحساسية:-عدة انواع من الحساسية يمكن ان تسببها الجسيمات التي يتعرض لها الجهاز التنفسي ولكن أكثرها تأثيراً هي التي تسبب (الربو) والتي تكون على شكل جسيمات صلبة تكون أقطارها بين (1 – 80) ملم.
2. التهاب القصبات المزمن:- ويحدث عادة بسبب التعرض الدائم الى مختلف الغازات أو الجسيمات الملوثة الصلبة وتشمل أعراض المرض (السعال الجاف، وافرازات قصبية يتبعها حالة ضيق في مجال التنفسي ويتبع ذلك في مرحلة متقدمة حصول حالة عجز في القلب). وقد وجد من خلال مجموعة من البحوث والمسح البيئي الصحي ان هذه الحالة المرضية تحدث في المناطق التي يكون فيها الهواء ملوثاً بتركيز الجسيمات بحدود (100 كغم/م^{3}هواء).
3. سرطان الرئة:- ان اسهام الغبار في إحداث سرطان الرئة لغير المدخنين يكون بسبب وجود مركبات هيدروكاربونية متعددة الحلقات مع مركبات أخرى مشابهة لها في التأثير موجودة في الغبار ايضاً فمثلا عند فحص عينات مأخوذة من الهواء في مدينة باريس على أحداث سرطان في جلد الفئران باستعمال هذه النماذج التي تم جمعها.
4. التليف التنفسي:- ويحدث نتيجة لاستنشاق السليكا أو السليكات اذ يكون محصلة لتأثير هذه المواد على الجهاز التنفسي وخزن جسيمات المعدن في السايتوبلازم التي تتحول الى حويصلات متليفة مسببة تصلب الحويصلات الهوائية ثم فقدانها لمرونتها في الحركة والنشاط.

المحاضرة الثالثة

الأسبستوس Asbestosis

يعد الأسبستوس من أهم العوامل المهنية المسرطنة، ويتسبب في نحو نصف الوفيات المتعلقة بالسرطان الناجم عن مزاولة المهنة. وفي عام 2003، أوصت الدورة الثالثة عشرة للجنة المشتركة في منظمة العمل الدولية ومنظمة الصحة العالمية والمعنية بالصحة المهنية، بضرورة إيلاء اهتمام خاص للتخلص من الأمراض المتعلقة بالأسبستوس.

ويطلق مصطلح «أسبستوس» على مجموعة معادن ليفية طبيعية المنشأ تنتمي إلى مجموعة السربنتينات أو الأمفيبولات، لها فائدة تجارية حالية أو سابقا نظرا لمقاومتها الاستثنائية للشد، ولضعف توصيلها للحرارة، ومقاومتها النسبية لتأثير المواد الكيميائية، وتتمثل أنواع الأسبستوس الرئيسية في الكريسوتيل، وهي مادة سربنتينية، والكروسيدوليت والأموريت والأنثوفيليت والتريموليت والأكتينوليت، وهي من الأمفيبولات ويؤدي التعرض للأسبستوس بما في ذلك الكريسوتيل، إلى الإصابة بسرطان الرئة والحنجرة والمبيض وورم المتوسطة (وهو سرطان غلاف الجنبة والصفاق) وداء الأسبستوس (تليف الرئتين)

كثرة التعرض للأسبستوس وعظم أثره على الصحة العمومية يحدث التعرض للأسبستوس عن طريق استنشاق أليافه المنتشرة في الهواء الملوث خاصة في بيئة العمل، فضلا عن استنشاقها من الهواء المحيط المنتشر في المناطق المجاورة لمصادره، أو من الهواء الموجود داخل المساكن والمباني التي تحتوي على مواد أسبستوسية قابلة للتفتت.

ويحدث أعلى مستويات التعرض للأسبستوس أثناء إعادة تغليف حاويات الأسبستوس وخلطه بغيره من المواد الخام، والتقطيع الجاف للمنتجات المحتوية على الأسبستوس باستخدام أدوات ساحجة[1]، كما يمكن أن يحدث التعرض أثناء تركيب و استخدام المنتجات المحتوية على الأسبستوس و صيانة المركبات، ولاتزال المواد المحتوية على الكريسوتيل و/ أو الأمفيبولات

[1] مادة السحج أومادة السنفرة (بالإنجليزية:abrasive) هي مادة معدنية ذات صلابة عالية يستخدم مسحوقها لتسوية وتنعيم وتلميع الأسطح التي قد تكون معدنية أو خشبية أو زجاجية. وقد تستخدم في ذلك الغرض أقمشة الساتان أو الألياف.
ميكانيكية السحج
تعتمد عملية السحج على أن تكون المادة المستخدمة للسحج أشد صلادة من الشيء المراد تنعيمه وتلميعه. وفي المعتاد تستخدم مواد معدنية ذات صلادة أعلى من 7 (تصنيف موس لصلابة المعادن)، كما يمكن استخدام الأحجار الاصطناعية في السحج. والماس هو أشد المواد صلابة ويوجد طبيعيا، ويمكن تصنيعه معمليا. وعادة يستخدم معدن الكورويند الذي يوجد أيضا طبيعيا ويمكن تحضيره من البوكسيت. كما تستخدم كربونات الكالسيوم للتلميع. ولغرض استخدام تلك المواد لا بد من سحقها أولا بحيث يصغر حجمها إلى حبيبات بحجم 2 مليمتر أو إلى درجة سحق أعلى بحيث يصل حجم الحبيبات إلى نحو 0,001 مليمتر، وذلك يعتمد على الغرض المراد استخدامها فيه. وتتميز الحبيبات الناتجة بحروف حادة وتصبح مدببة الجوانب مما يساعدها على زيادة ضغط احتكاكها بالأسطح المراد سحجها وتلميعها.

القابلة للتفتت موجودة في العديد من المباني، ومازالت تسبب التعرض لكل من الكريسوتيل والأمفيبولات عند إجراء أعمال صيانة المباني وتعديلها وإزالتها وهدمها. كما قد يحدث التعرض نتيجة للكوارث الطبيعية التي تصيب المباني بأضرار .

ويبلغ حاليا عدد الأشخاص الذين يتعرضون للأسبستوس في أماكن العمل نحو 125 مليون شخص في العالم. ووفقا للتقديرات العالمية، يلقى 107000 شخص على الأقل حتفهم سنويا نتيجة لإصابتهم بسرطان الرئة وورم المتوسطة وداء الأسبستوس الناجم عن التعرض المهني. وفضلا عن ذلك، تعزى نحو 400 حالة وفاة إلى التعرض غير المهني للأسبستوس، ومازال عبء الأمراض المتعلقة بالأسبستوس يزداد، حتى في البلدان التي حظرت استخدامه في بداية تسعينيات القرن الماضي. ونظرا لطول فترة الكمون التي تستغرقها هذه الأمراض، فإن التوقف عن استخدام الأسبستوس الآن لن يؤدي إلى خفض عدد الوفيات الناجمة عن الأمراض المتعلقة به سوى بعد عدة عقود من الزمان.

جميع أنواع الأسبستوس تسبب السرطان للإنسان صنفت الوكالة الدولية لبحوث السرطان الأسبستوس (الأكتينوليت والأموريت والأنثوفيليت والكريسوتيل والكروسيدوليت و التريموليت) ضمن المواد التي تسبب السرطان للإنسان. ويؤدي التعرض للأسبستوس من نوع الكريسوتيل والأموريت والأنثوفيليت والخلائط المحتوية على الكروسيدوليت إلى زيادة مخاطر الإصابة بسرطان الرئة، ولوحظت حالات الإصابة بورم المتوسطة بين الأفراد بعد تعرضهم المهني للكر وسيدوليت والأموريت والتريموليت والكريسوتيل، كما لوحظت بين عامة السكان المقيمين بجوار مصانع الأسبستوس و مناجمه، وبين المقيمين مع عمال الأسبستوس وترتبط الإصابة بالأمراض المتعلقة بالأسبستوس بنمط ألياف الأسبستوس وحجمها وجرعتها كما ترتبط بنوع المعالجة الصناعية التي خضعت له هذه الألياف. ولم تحدد أية عتبة للمخاطر السرطانية للأسبستوس بها في ذلك الكريسوتيل. ويزيد تدخين السجائر من مخاطر الإصابة بسرطان الرئة الناجم عن التعرض للأسبستوس.

مازال الكريسوتيل يستخدم على نطاق واسع يستعمل الأسبستوس في صناعة آلاف المنتجات في عدد كبير من التطبيقات، مثل قراميد الأسقف، وأنابيب الإمداد بالمياه، وأغطية إطفاء الحريق، ومواد العزل، واسطوانات التعشيق وتيل المكابح، وحشوات رأس الاسطوانة والبطانات الخاصة بالسيارات، وقد تراجع استعمال الأسبستوس في العديد من البلدان نتيجة لما يثيره من مخاوف

صحية، وبعد استعمال الكروسيدوليت والمنتجات المحتوية على اليافه، ورش الأسبستوس بجميع أشكاله، محظورة بموجب اتفاقية منظمة العمل الدولية (رقم 162) الصادرة في عام 1986 بشأن مأمونية استعمال الأسبستوس، غير أن الكريسوتيل مازال يستعمل على نطاق واسع، ويستعمل 90٪ منه في مواد البناء المصنوعة من الأسمنت الأسبستي، والبلدان النامية هي الأكثر استعمالا له. أما الاستخدامات الأخرى للكريسوتيل فتتمثل في المواد الاحتكاكية والمنسوجات وغيرها من التطبيقات وحتى يومنا هذا قام أكثر من 50 بلدة، بما فيها جميع الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي، بحظر استعمال جميع أشكال الأسبستوس، بما في ذلك الكريسوتيل، وعمدت بلدان أخرى في هذا الصدد إلى فرض قيود أقل صرامة، بيد أن بعض البلدان الأخرى قد واصلت إنتاجها أو استخدامها للكريسوتيل في السنوات الأخيرة أو حتى زادت منه ، وشهد إقليم آسيا والمحيط الهادئ أكبر قدر من زيادة استخدامه، واتسم الإنتاج العالمي للأسبستوس خلال الفترة 2000–2012 بالاستقرار النسبي، وبلغ نحو مليوني طن سنويا.

توصيات المنظمة بشأن الوقاية من الأمراض المتعلقة بالأسبستوس

في ضوء عدم توافر بيانات تثبت وجود عتبة لحدوث الآثار المسرطنة للأسبستوس بما في ذلك الكريسوتيل، وزيادة مخاطر الإصابة بالسرطان التي رصدت في صفوف الفئات السكانية التي تتعرض لمستويات منخفضة جدا منه ، تتمثل الوسيلة الأنجع للتخلص من الأمراض المتعلقة بالأسبستوس في الإقلاع عن استعمال جميع أنواعه، ويثير استمرار استخدام الأسمنت الأسبستي في صناعة البناء المخاوف بصفة خاصة، وذلك نظرا لكبر حجم القوى العاملة وصعوبة مكافحة التعرض للأسبستوس، ونظرا لأن المواد التي استخدمت بالفعل قادرة على أن تتحلل وتشكل خطورة على القائمين بأعمال تعديل المباني وصيانتها وهدمها. ويمكن الاستعاضة عن الأسبستوس في مختلف تطبيقاته ببعض المواد الليفية وبمنتجات أخرى أقل خطورة على الصحة أو لا تشكل أي خطر عليها وينبغي تغليف المواد المحتوية على الأسبستوس، ولا يوصى عموما بإجراء أعمال من شأنها أن تقلل أليافه، وعند الضرورة، ينبغي عدم إجراء هذه الأعمال إلا بعد اتخاذ تدابير وقائية صارمة لتجنب التعرض للأسبستوس:

مثل التغليف، واستخدام الطريقة الرطبة في العمل، واستخدام التهوية الموضعية المزودة بمرشحات لطرد الانبعاثات، والتنظيف بانتظام. ويقتضى الأمر أيضا استخدام معدات الوقاية الشخصية – كأجهزة التنفس الخاصة، ونظارات الأمان، والقفازات والملابس الواقية – وتوفير

مرافق مخصصة لتطهير هذه المعدات من التلوث وتلتزم المنظمة بالعمل مع البلدان من أجل التخلص من الأمراض المتعلقة بالأسبستوس من خلال التوجهات الاستراتيجية التالية:

- التسليم بأن أنجع طريقة للتخلص من الأمراض المتعلقة بالأسبستوس هي التوقف عن استعمال جميع أنواع الأسبستوس.
- توفير معلومات عن الحلول المتاحة للاستعاضة عن الأسبستوس ببدائل أكثر مأمونية، ووضع آليات اقتصادية وتكنولوجية تحث على الاستعاضة عنه.
- اتخاذ تدابير لتجنب التعرض للأسبستوس المستخدم بالفعل والتعرض له أثناء إزالته (التخلص من الأسبستوس).
- تحسين التشخيص المبكر للأمراض المتعلقة بالأسبستوس وعلاجها وتقديم خدمات التأهيل للمصابين بها، وإعداد سجلات بأسماء الأشخاص الذين تعرضوا للأسبستوس في الماضي و / أو المعرضين له في الحاضر. وتوصي المنظمة بشدة بتخطيط هذه التدابير وتنفيذها بوصفها جزءاً من نهج وطني شامل للتخلص من الأمراض المتعلقة بالأسبستوس، وينبغي أيضا أن يتضمن هذا النهج إعداد مرتسمات وطنية، وإذكاء الوعي، وبناء القدرات، ووضع إطار مؤسسي وخطة عمل وطنية للتخلص من الأمراض المتعلقة بالأسبستوس وستتعاون منظمة الصحة العالمية مع منظمة العمل الدولية على تنفيذ القرار المتعلق بالأسبستوس، والذي اعتمده مؤتمر العمل الدولي في دورته الخامسة والتسعين ، وستعمل منظمة الصحة العالمية مع سائر المنظمات الحكومية الدولية وهيئات المجتمع المدني من أجل التخلص من الأمراض المتعلقة بالأسبستوس في جميع أنحاء العالم.

اذن **Asbestosis** يشمل مجموعة من الحالات المرضية الحادة وكلها ترتبط باستنشاق أو التهام غبار الأسبست وتضم معادن الأسبست مجموعة هي سليكات المغنسيوم مع تراكيب ليفية.

ويتكون الأسبست عادة بواسطة التحلل الميكانيكي لضفائر من الألياف المعدنية الموجودة في الصفائح المعدنية. في الوقت الحاضر هناك عدد كبير من الاستعمالات الصناعية اذ ان هذه المادة تدخل في البناء والأنشاءات وفي تصنيع الجدران المتحركة وفي السقوف وفي مواد العازل الحراري في البنايات السكنية الصناعية. ان الاسبست يتسبب في احداث عدد من أنواع السرطانات أهمها سرطان الحويصلات الرئوية ويعاني عمال المعادن لهذه المادة مشاكل

صحية كثيرة بسبب التعرض لهذه المادة في الهواء عن طريق التنفس أو من خلال سقوطها على المياه والمواد الغذائية التي يتناولها هؤلاء العمال. ويوضح الجدول الأتي عدد الوفيات بين هؤلاء وعلاقة ذلك بعادة التدخين.

جدول (1) يبين علاقة عدد الوفيات بين العاملين في مناجم الاسبست بسبب سرطان الرئة وعلاقة ذلك بالتدخين.

عادات التدخين	عدد العمال	عدد الوفيات	الاحتمالات النظرية للوفيات مقارنة بمجموع السكان.
العمال غير المدخنين	48	صفر	0.05
مدخنو السكائر أو الغليون	139	صفر	0.13
مدخنو السكائر	283	24	3.16

الكوارث والظواهر البيئية المسببة لتلوث الهواء

لقد سبقت ملوثات الهواء كوارث متعددة في أنحاء متفرقة من العالم أدت بحياة المئات والآلاف من البشر والحيوانات والنباتات والأحياء الأخرى، وتحدث هذه الكوارث باستمرار ولأسباب مختلفة ومن هذه الكوارث والحوادث واشهرها قد ظهرت في القرن الماضي (العشرين) ومنها:

- ما حدث في مدينة(كلاسكو وسكوتلندا، عام 1909) كمثال يضرب لحد الآن حيث تسببت الأثار الناجمة عن تكثف الضباب الدخاني فوق هاتين المدينتين أعداد من القتلى في الحالتين معا وقد وصلت الى حدود 1063 شخصاً حيث تم نشر تقرير عن هذه الحادثة بعد عامين من وقوعها حيث يعتبر أول تقرير موثق عن حالة تلوث بالضباب الدخاني.
- في عام 1930 كارثة (وادي ميوز في بلجيكا) وهو من أكثر الوديان ازدحاماً بالسكان وهو منطقة صناعية حيث غطت الملوثات غير المنتشرة بسبب ركود الهواء ووجود الضباب مما أدى الى وفاة (60) شخصاً من السكان في هذا الوادي فضلاً عن عدد كبير من المواشي والحيوانات وقد بينت الدراسات اللاحقة ان السبب وراء حالات تخديش الحنجرة والسعال وضيق التنفس يعود الى تراكم غاز (SO_2) بكميات ملوثة حيث وصلت الى حوالي (9.6– 38.4 **ppm**). وتعد الوديان من أكثر المناطق خطورة عند حدوث حالات تلوث الهواء بسبب الازدحام الحاصل فيها.
- ان ما حدث في مدينة (دونورا) في ولاية بنسلفانيا الامريكية عام 1948 يعد خير دليل حيث كان فيها الهواء راكداً في ذلك الوادي فان المعامل المتواجدة تطلق ملوثات الهواء وتكون

ضباباً كثيفاً مع وجود (ظاهرة التدرج الحراري المقلوب) حيث من المعلوم ان التوزيع الحراري الطبيعي في منطقة (**Troposphere**) يعتمد الانخفاض التدريجي كلما ازداد الارتفاع عن سطح الأرض وبذلك يتم تصريف الملوثات في الظروف الطبيعية نتيجة للحركة العمودية للهواء، فالهواء القريب من سطح الأرض يسخن وتصبح كثافته قليلة مما يساعد على ارتفاعه الى الأعلى ليحل محله الهواء البارد من الطبقات العليا ذات الكثافة الأعلى. وقد أصيب (43%) من الموجودين في ذلك الوادي في حينها وكانت الإصابات مختلفة الشدة أدت الى وفاة (60) شخصاً واستمر الحال ليومين بقي خلالها الدخان كثيفاً الى درجة يصعب الرؤيا لبضعة أمتار.

عند حصول ظاهرة التدرج الحراري المقلوب فان مثل هذا الانخفاض التدريجي لدرجة الحرارة مع الارتفاع يتوقف عند ارتفاع معين تبدأ الحرارة بالانخفاض مرة ثانية، وعند ركود الهواء يحصل ثبوت مؤقت لهذه الطبقة الهوائية الحارة فوق منطقة هوائية باردة أي تصبح الحالة طبقة هوائية واقعة بين طبقتين باردتين لذا فأن الهواء الحار المحمل بالملوثات يرتد عند وصوله الى الطبقة الدافئة (طبقة الانقلاب)، وبذلك تنحصر الملوثات في أجواء المدينة مؤثرة على حياة الناس وبقية أشكال الحياة.

ونظراً لأن ظاهرة التدرج الحراري المقلوب تحدث في أجواء الصحو فأن ذلك يسمح بمرور مقادير عالية من الأشعة الضوئية التي تصل الى مناطق تراكم الملوثات حيث تتعقد المشاكل البيئية بسبب التفاعلات الضوئية المضافة لبعض الملوثات الأمر الذي يعمل على تكوين ملوثات جديدة لم تكن موجودة أصلاً مثل الأوزون والهايدروكاربونات المؤكسدة وغيرها.

- تعد كارثة مدينة لندن من اشهر الكوارث على الأطلاق ولا تزال تسمى باسم المدينة أو باسم كارثة الطبقات السوداء (**Black Fog**) وحدثت هذه الكارثة نهاية عام 1952 وادت الى زيادة عدد الوفيات الطبيعي في تلك المدينة بحدود (3500) وفاة فوق المعدل الطبيعي المعروف لمدينة لندن.

وسببت الكارثة وجود حالات من الأنقلاب الحراري مع انبعاث شديد لملوثات الهواء الغازية ومن اهمها غاز (SO_2) والدقائقيات والجسيمات المادية العالقة وبالأخص قطرات الحوامض ودقائق الكربون والرماد وغبار المواد الصناعية ورماد المتطاير وغيرها.

- وفي مدينة سفيزو في ايطاليا عام 1976 حدث خلل في مصنع للمبيدات الذي يعود الى شركة (هوفمان لا روش السويسرية، **Hoffmann–La Roche**) وسبب هذا الخلل هو فقدان السيطرة على درجة الحرارة وارتفاع الضغط داخل المنظومة مما ادى الى انفجارها وانطلاق غمامة كيمياوية من مادة تراي كلوروفينول (**Trichlorophenole**) الملوثة بمادة (**Dioxin**) التي قدرت كميتها (10 كغم)، علما بان مادة (**Dixoin**) لها القابلية على احداث تشوهات في الأجنة البشرية مما أدت الكارثة الى حالات هذه التشوهات فضلا عن اصابات جلدية.
- ومن الكوارث الكيمياوية الكبيرة ما حدث في مدينة (بوبال الهندية، عام 1984) التي تملك مصنعاً للمبيدات يعود الى شركة (يونيون كارباید) حيث انفجر خزان يحوي على مادة كيمياوية هي (مثيل ايزوسيانات، **Methyl Isocyanate**) حيث تعتبر مركبا وسيطاً لأنتاج المبيد وقد انطلقت هذه المادة نتيجة للأنفجار الى الهواء وساعد سكون الهواء بقاء هذه المادة فوق المدينة مسببة كارثة راح ضحيتها أكثر من (2000) شخصاً لقو حتفهم حال حدوث الكارثة. كما نفقت فور حدوث الكارثة جميع الحيوانات الداجنة فيها وغير الداجنة مثلاً عن الطيور البرية والحشرات علماً بان الأيام التالية توفى حوالي (1500) شخصاً أخر. أما السكان الناجون ويقدر عددهم حوالي (200) الف نسمة فقد عان معظمهم من مشاكل صحية مختلفة أو عاهات مستديمة مثل فقدان البصر والعقم والتهاب الكلى والكبد وصعوبات في التنفس وغيرها.
- كما شهدت الكامرون كارثة تلوث هواء مزرعة عام (1986) حيث حدث انفجار طبيعي في باطن الأرض أعقبه تسرب بالغازات السامة في الجزء الغربي من الدولة. وكان الحادث يقع بالقرب من بحيرة ذات منشأ سكاني وهي بحيرة نيوس ، **Nyos Lake** وكان الأنفجار هو الأول من نوعه في هذه المنطقة وادى الحادث الى مقتل أكثر من (1500) شخص فضلاً عن الإصابات المختلفة تشمل حروقا جلدية واصابات رئوية وقد وصل عدد من المتضررين من الناجين أكثر من (20) الف مصاب. وقد أجمع المتخصصون بوجود غاز (CO_2) الذي يعتبر ساماً ولكنه يزيح غاز O_2 من الجو وغاز (H_2S) الذي له رائحة البيض الفاسد وكلا الغازين يكثران في مناطق النشاط البركاني. وتسرب هذه الغازات من الشقوق الأرضية

دون أن تحدث أضراراً بالحياة. وقد تصاحب الغازين المذكورين غازات أخرى مثل غاز سيانيد الهيدروجين وغاز (**CO**) التي تعد ذات منشأ طبيعي.

- ولا بد هنا من ذكر الكارثة البيئية الكبيرة التي وقعت في العراق بسبب العدوان العسكري عام 1991 من قبل الولايا ت المتحدة الأمريكية وحلفائها. وفي مجال تلوث الهواء يمكن ذكر بعض الأمثلة منها ما تم أطلاقه من متفجرات تقدر بأكثر من (140) ألف طن التي شملت غازات سامة وجسيمات مادية وهذا الكم الكبير من المتفجرات يعادل (سبع قنابل ذرية) من تلك التي تم رميها على اليابان في مدينتين (هيروشيما وناكازاكي). ومن الغازات الملوثة والسامة (أكاسيد الكبريت) والكربون والنيتروجين المثبت من أية عملية احتراق خاصة الأحتراق غير التام. فضلا عن الحرائق التي نشأت في منشآت مختلفة كالمخازن والمستودعات والمصانع في مناطق مختلفة من العراق. وانبعاث كميات كبيرة من الملوثات وكذلك كميات الوقود الرئيسة المحترقة خلال فترة العدوان العسكري.

وكما سجلت حالات الأمطار السوداء والأمطار الحامضية خلال الوقود المحترق بصورة عشوائية التي تسببت في اطلاق كميات كبيرة من الملوثات الغازية وكذلك الجسيمات المادية التي هي دقائق السخام (**Soot**) وعند ذوبانها في مياه الأمطار تكون ما يعرف الأمطار السوداء) التي سببت أخطاراً واضحة على نوعية البيئة ونظافة المباني فضلاً عن الأنتاجية الزراعية. وقد تم تأليف عدد من الكتب ونشر عدد من الدراسات والأبحاث لتوضيح مدى التلوث البيئي للعدوان العسكري على العراق من أهمها الحفيظ والسعدي (1993) والعمر (2001 – 2000).

مواضيع للمناقشة

- تعريف الاسبستوس ، مكوناته ، استخدامات الاسبستوس ، اثاره البيئية والصحية ، طرق الوقاية منه؟
- اهم الكوارث البيئية في العالم، اسباب هذه الكوارث، واثارها على المجتمع
- ظاهرة التدرج الحراري المقلوب كيف تتكون هذه الظاهرة وما هي اثار هذه الظاهرة؟

المحاضرة الرابعة

الاحتباس الحراري Global Warming

ان تركيز غاز CO_2 في زيادة مستمرة ورغم ان هذه الزيادة ضئيلة وليس لها تأثير صحي على الانسان والأحياء الأخرى ولكن خطر هذه الزيادة ستؤدي الى تقليل انتشار الحرارة في جو الكرة الأرضية الى الفضاء الخارجي بفعل تأثير ظاهرة البيت الزجاجي **green house effect** مما يتسبب في ارتفاع معدلات درجة الحرارة على سطح الكرة الأرضية.

ان اصطدام الأشعة المرئية بأي حاجز يؤدي الى تحولها الى حرارة.

يعمل كل من غاز CO_2 وبخار الماء الى امتصاص الأشعة المنعكسة من سطح الأرض ويمنعان من تسرب الأشعة المنعكسة من سطح الأرض الى الغلاف الجوي.

ويحتمل ان تنخفض درجة الحرارة للكرة الأرضية الى (– 40 م°) بدلاً من المعدل الحراري لدرجة الحرارة وهو نحو (15 م°).

ان ارتفاع معدل درجة الحرارة المتوقع لها على سطح الكرة الأرضية يؤدي في المحصلة النهائية الى التأثير في سقوط الأمطار غالباً وزيادة التصحر وانخفاض معدلات الإنتاج الزراعي كما ان رفع درجة حرارة الأرض يؤدي الى ذوبان الكتل الثلجية في القطبين ويؤدي الى ارتفاع مستويات المياه في المحيطات وحدوث الفيضانات المدمرة.

آن حرارة الشمس جزء اساس في تقلبات المناخ من حرارة وامطار وعواصف وظواهر كونية اخرى، وذلك نتيجة ما يحدث من تأثيرات لما يسمى دورة بقعة الشمس **Sunspot Cycle** التي تحدث تقريبا كل 11 سنة. من البديهي أن هناك عوامل داخلية (على الأرض) لها علاقة بتقلبات المناخ، من بينها الغازات المختلفة وبخار الماء والغبار وحركة تيارات المحيطات. هنالك تعبيران شائعان، كثيرا ما يتصدران نشرات الأخبار في وسائل الاعلام العالمية المختلفة، وهما **Elnino** و **Lanina** ، وهما ظاهرتان فيزياويتان تحدثان فوق المناطق الاستوائية اذ تتحرك رياحهما باتجاهات متعاكسة. تمثل ظاهرة النينو تحرك الماء الساخن من غرب المحيط الهادئ نحو الشرق ، ويصحب ذلك حركة رياح تنتقل الى عدة مناطق في العالم قريبة منها وبعيدة. اما ظاهرة لنينا ، فهي بعكس النينو من حيث اتجاه حركة المياه، اذ تتحرك فيها من الشرق إلى الغرب ، وتبقى تأثيرات أي من هاتين الظاهرتين مستمرتين ما بين 3 الى 5 سنوات. عرفت هاتان الظاهرتان عام 1970، وهما تتكرران منذ ذلك الوقت باستمرار، مؤديان الى تغيير درجات الحرارة في مساحات واسعة من دول العالم ، وما يترتب على ذلك من عواصف وتغيرات في الضغط الجوي وانعكاسات ذلك على طبيعة المناخ في تلك المناطق وتأثيراتها في الانسان والنبات والحيوان.

ثانياً: طبقة الأوزون في الغلاف الجوي:-

طبقة الأوزون عبارة عن غاز O_3 غاز ثلاثي الأوكسجين وهو أحد الغازات الطبيعية للهواء اذ تبلغ نسبته الحجمية (0.02) جزء بالمليون وله القابلية على امتصاص الأطياف الموجية الأقصر من (300) نانوميتر أو ملي ميكرون (الأشعة فوق البنفسجية) القادمة من الشمس.

وعلى الرغم من تركيز غاز الأوزون الضئيل لكنه يعد كافياً وضرورياً لحماية الكائنات الحية على سطح الكرة الأرضية ويتواجد هذا الغاز في أعلى طبقة الستراتوسفير وأسفل طبقة الميزوسفير. ويبلغ أعلى تركيز لهذا الغاز (0.02) **ppm** على ارتفاع (16 – 25) كم.

وقد ظهرت خلال عقد السبعينات من القرن العشرين ظواهر تثير القلق حول مصير هذه الطبقة وذلك بسبب مجموعة من ملوثات التبريد التي سببت أطلاق الانسان للكميات الكبيرة من الغازات الملوثة للغلاف الجوي ومن هذه الملوثات:-

1. المركبات الكلورية العضوية مثل مبيدات **DDT** والفلوردين والألدرين.
2. مركبات الكلوروفلوروكاربونات المعروفة تجارياً باسم غاز الفريون المستعمل في أجهزة التبريد والثلاجات والمجمدات وفي قناني العطور والكولونيا.
3. غاز أحادي أوكسيد النتروجين الذي ينطلق من الطائرات النفاثة العملاقة ولا سيما طائرات النقل البري.

ان هذه الملوثات قد أسهمت في تلاشي طبقة الأوزون من خلال تفاعلات كيميائية متعددة تعمل على تحويل غاز الأوزون الى اوكسجين.

لقد تم اكتشاف وجود فجوة (ثقب) في هذه الطبقة فوق القطب الجنوبي ومن ثم فوق القطب الشمالي وان هذا الاكتشاف دق ناقوس الخطر للمهتمين بسلامة البيئة البشرية ومن بعدهم لعموم البشر.

ان تلوث الهواء بالغازات المنطلقة من الطائرات الضخمة سيؤدي حتماً الى احداث آثار خطيرة لا تخص بلداً معيناً وإنما ستجعل البشرية معرضة الى مضار الأشعة فوق البنفسجية القاتل لخلايا النبات والحيوان ثم الإخلال الشديد بالتوازن البيئي فضلاً عن المشاكل الصحية الناجمة عن هذه الحالة المتمثلة بزيادة الإصابة بالأمراض السرطانية.

المحاضرة الخامسة

التدخين **Smoking**

يعد التدخين ضمن التلوث الذاتي **Personal Pollution** اذ ان الشخص المدخن يقوم بتلويث ذاته بصفة طوعية وعلى ذلك تؤدي عملية التدخين الى تلويث الأماكن التي يرتادها المدخنون وكذلك يتعرض الذين يعيشون أو يقيمون مع المدخنون وقتياً أو ذاتياً الى التلوث بدخان التبغ المحترق دون رغبتهم.

يحتوي دخان نبات التبغ على أكثر من (3800) مادة كيمياوي سامة ومنها **CO**، **H_2S** ، الأمونيا **NH_3** الفورمالديهايد **(HCHO)** والأستيلدهايد **(CH_3CHO)** وسيانيد الهيدروجين **(HCN)** وحامض الكربونيل وكربون ورق السكائر وبعض الأحماض مثل حامض النتريك **HNO_3** وحامض الخليك **(CH_3COOH)** وحامض الفورميك **(HCOOH)**.والجدول التالي يبين المكونات الغازية الناتجة عن احتراق التبغ في السكائر.

المكونات الغازية	الكمية لكل سيكارة	الاستخدام
ثاني أوكسيد الكربون	20 – 60 ملغم	
أحادي أوكسيد الكربون	10 – 20 ملغم	غاز سام ينبعث من عوادم السيارات
غاز الميثان	1.3 ملغم	غاز المجاري
البروبان / البروبين	0.5 ملغم	
كلوريد المثيل	650 مكغم	
الفيوران المثيلي	20 مكغم	
سيانيد الهيدروجين	مختلفة	يؤدي الى تلف الشعيرات الصغرى في الرئة التي تساعد على اخراج السموم من الرئة
الأمونيا	8 – 42 مكغم	منظف ارضيات
بيريدين	32 مكغم	
النتروز أمين ثنائي المثيل	65 مكغم	
الاسيتونترل	120 مكغم	
البيكولين– 3	24 مكغم	
النتروز بيرولدين	10 – 35 مكغم	
عدد اخر من النواتج الغازية الأخرى الأقل تركيزاً		

- ويشارك في الدخان غازات تحمل ذرات صغيرة من القطران وتحتوي كثير من هذه الذرات على مواد سرطانية ومنها مادة **(Benzobyrane)** التي تعد من أقوى المواد السرطانية المعروفة حيث تدمر الخلايا المنتجة للاهداب والخلايا المنتجة للسعال.

ان غشاء الأهداب المخاطي الواقي وجهاز التنظيف يجعل سعال المدخن أمراً لا بد منه للتخلص من البلغم وما يحتويه من ذرات كبيرة تؤثر معها عملية السعال هذه في الممرات الهوائية مما يجعل خلايا الممر التنفسي للإنسان المدخن معرضة للتلف وبالتالي تؤدي الى التهاب في القصبات الهوائية.

جدول الأتي يوضح تأثير التدخين على اجزاء الجسم المختلفة:-

أجزاء الجسم المختلفة التي تتأثر بالتدخين	تأثير التدخين
الفم	• **سرطان الفم حيث ان نسبة 70 % من الحالات تعود الى التدخين** • **سرطان الشفة حيث ان 70 % من الحالات سببها التدخين.**
الجهاز التنفسي	• **سرطان الحنجرة حيث ان نسبة 84% من الحالات سببها التدخين** • **سرطان الرئة حيث ان نسبة 90% من الحالات سببها التدخين** • **الالتهاب الشعبي المزمن حيث ان نسبة 90% من الحالات سببها التدخين** • **الانتفاخ الرئوي حيث ان نسبة 85% من الحالات سببها التدخين.**
القلب والجهاز الدوري	• **جلطات القلب، التدخين مسؤول عن 70 من الحالات.** • **جلطات الأوعية الدموية** • **ضيق الشرايين**
الجهاز الهضمي	• **سرطان البلعوم** • **سرطان المريء** • **سرطان البنكرياس** • **قرحة المعدة والاثنى عشري**
الجهاز البولي	• **أورام المثانة** • **سرطان المثانة البولية حيث ان التدخين السبب الرئيسي الأكثر من 60% من الحالات.** • **سرطان الكلى.**
الجهاز التنفسي	• **ضعف القدرة الجنسية** • **سرطان عنق الرحم عند النساء** • **سرطان البروستات عند الرجال.**

كما ان مركبات النيكوتين يعد منبهاً للجهاز العصبي المركزي ويسبب تغيرات فسيولوجية ونفسية متميزة في الانسان.

ويؤثر في الدورة الدموي التي تؤدي الى أمراض القلب كزيادة في نبضاته ورفع ضغط الدم.

كما يؤثر على الغدد (الاديرنيالية) محدثة انفعالات في الجهاز العصبي علماً بان الجرعة القاتلة من النيكوتين هي (60 ملغرام) حيث تكون مميته اذا حدثت في دم الانسان.

لذا فالتدخين يعد سبباً في هلاك الانسان حيث تقدر منظمة الصحة الدولية ان هناك ما لا يقل عن 2.5 مليون شخص يموتون سنوياً بسبب أمراض متسببة عن التدخين أو مرتبطة باستخدام النيكوتين مثل سرطان الرئة والالتهاب التنفسي المزمن والانتفاخ الرئوي وامراض القلب والشرايين التاجية والانسداد الرئوي المزمن علماً بان آخر احصائية في حزيران 2002 عن عدد من يموتون سنوياً بسبب التدخين وصل الى (4 ملايين) شخصاً.

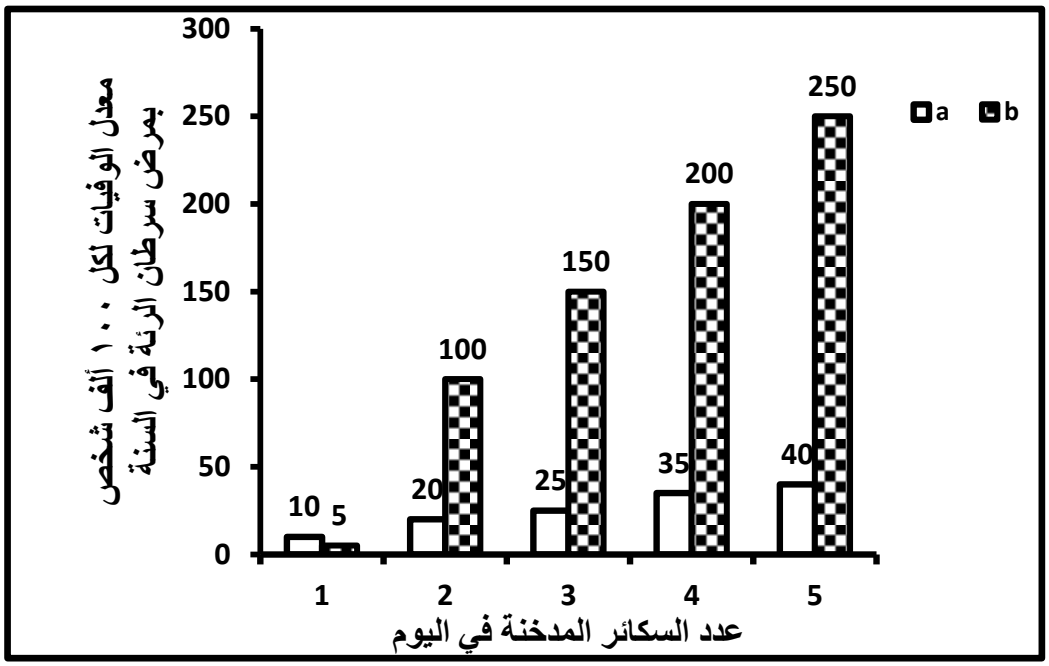
علماً بان التدخين السلبي الناتج عن مخالطة غير المدخنين للأشخاص المدخنين مخاطر كبيرة وتؤكد بعض الدراسات ان مخالطة المدخنين تسبب في زادة الوفاة بكل من سرطان الرئة وأمراض القلب بنسبة 30 % عن معدلاتها.

- تؤكد منظمة الصحة الدولية ان المرأة هي اكثر حساسية للتأثير بدخان السكائر من الرجل ويعود ذلك الى اسباب فسلجية بحتة ورغم ذلك فان شركات صناعة التبغ وتسويقه تستهدف المرأة في اعلاناتها عن منتجاتها.

ويحذر الأطباء عادة من التدخين وبخاصة المرأة وخاصة اثناء مدة الحمل لما له من تأثيرات جسيمة على الجنين. جدول يبين أهم مكونات التبغ والمواد الناتجة عن التدخين:-

المادة	النسبة المؤية	تأثيرها السام
1- النيكوتين	1- 40%	تسبب انطلاق هرمون الكظرين من الغدة الكظرية مما يؤدي الى زيادة عدد ضربات القلب
2- الكاربوهيدرات	2 – 40%	
3- البروتينات	1 – 13%	
4- الأحماض العضوية	5 – 17%	
5- الزيوت الطيارة	1- 1.5%	
6- القطران ، الفينول، الفورمالديهايد الكيروزول، مواد أروماتية، الاستيلديهايد	مواد شديدة السمية اذ يكفي عدة نقاط للتسبب في الوفاة	
أول أوكسيد الكاربون ينتج عن حرق التبغ	يتحد غاز CO مع الهيموكلوبين بمقدار (210) صنفاً أكثر من O_2 واذا وصلت نسبة الاتحادCO-HPالى 70% فأنها تؤدي الى موت الانسان.	
الكحول المثيلي	ينتج عن احتراق التبغ وقد يتسبب بحدوث عمى مؤقت ، عمى دائم في حالة مرض السكري من المدخنين	

شكل يوضح الموت بسرطان الرئة وعلاقته بعدد السكائر المدخنة يومياً



اذ ان **a**عدد السكائر المدخنة في اليوم.

b معدل الوفيات لكل 100 ألف شخص بمرض سرطان الرئة في السنة.

لذا من الضروري توعية المواطنين من الامتناع عن التدخين ليس بسبب اقتصادي وانما لما له من اضرار صحية جسيمة له ولعائلته من ضمنهم اطفاله فالمطلوب منع التدخين في القاعات العامة ووسائط النقل العام ومراقبة الشباب (بخاصة في سن المراهقة) من التقرب لهذه الآفة الخطيرة.

المحاضرة السادسة

ثالثاً: التلوث الاشعاعي Radiation Pollution

يعتبر الإشعاع ظاهرة طبيعية تحيط بالإنسان في كل مكان في حياته اليومية وقد ادى نشاط الإنسان الى زيادة تراكيزه في بعض المواقع إما بسبب حوادث عرضية أو مشاكل صناعية معينة أو سوء إدارة مما تؤدي الى حالات تلوث خطيرة. فالتسرب الإشعاعي خلال الحوادث التي تحدث في المفاعلات النووية اما بسبب التجارب النووية أو النفايات المشعة التي تتسرب من خزانات الصواريخ والمركبات والأقمار الصناعية أو بسبب القمامة الخطرة الناتجة من المصانع التي تستعمل الكيماويات المعاملة اشعاعياً حيث تصل هذه الإشعاعات الى الأرض ملوثة الهواء والماء والتربة والغذاء مما يؤدي الى مخاطر معينة وقاتلة للإنسان والكائنات الحية الأخرى او احداث تشوهات أو اختلالات في النظم الحيوية وحسب مستوى الجرعات الإشعاعية ونوعها.

ويعرف التلوث الإشعاعي: بأنه أنبعاث إشعاعات خطيرة نتيجة حوادث تحصل في المفاعلات النووية أو من النفايات المشعة أو أي مصدر يستعمل في الإشعاع لجرعات ضارة تعمل على تدمير خلايا الكائن الحي بشكل مباشر عند التعرض للإشعاع بشكل مباشر أو غير مباشر خلال تركيزها في الهواء أو الماء أو التربة أو الغذاء.

أنواع الجسيمات الإشعاعية: هناك ثلاثة أنواع رئيسية من الجسيمات الإشعاعية هي:

1. جسيمات الفا **Alpha Particles (α)**

تتكون هذه الجسيمات من زوج من البروتونات مع زوج من النيترونات وتكون موجبة الشحنة، مصدرها عنصر الراديوم والثوريوم. وتتميز هذه الجسيمات بكتلتها الكبيرة قياساً بأنواع الإشعاع الأخرى ولكن حركتها أقل منها وأقل منها في القدرة على اختراق الأجسام التي تصطدم بها فقد يتعذر عليها اختراق ورق كتابة اعتيادي وانها لا تمكن من اختراق الجلد ولكن الضرر الفعلي يحدث عندما يتم دخول جسيمات هذه الأشعة عن طريق الجهاز الهضمي أو التنفسي الى داخل أجهزة الأنسان والحيوان وبهذين الطريقين تصبح هذه الجسيمات في حالة تماس مباشر مع أنسجة واعضاء الجسم الداخلية وبذلك تسبب اضطراب لخلايا هذه الأنسجة.

2. جسيمات بيتا **Beta Particles (β)**

تبعث هذه الجسيمات من أنوية المخلفات النووية الانحلالية لليورانيوم وتتألف من الكترونات فقط وبذلك فهي أصغر من جسيمات ألفا بحوالي سبعة آلاف مرة تقريباً وبذلك تزداد قابليتها للاختراق الحواجز. تتميز بسرعتها الكبيرة جداً فضلاً عن طاقتها العالية وكلا الصفتين تجعلانها ذات قوة تدميرية كبيرة جداً ومن صفاتها ايضاً قدرتها على اختراق الأجسام الحية بعمق (1 سم) وتكون هذه الجسيمات مشحونة بشحنة سالبة.

3. أشعة كاما **Gamma Ray (γ)**[2]

تختلف أشعة كاما اختلافاً تاماً عن بقية انواع الإشعاع كونها ذات مصدر نووي فهي عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية تنتشر في الفراغ بسرعة (1×10^{10}) م/ثا ولها القدرة على اختراق الأجسام الكبيرة بدرجة أكبر من إشعاعات ألفا وبيتا. وهي تحمل شحنة متعادلة تشبه النيوترون وتمتاز بأنها ذات طبيعة فوتونية عالية.

مصدرها الصناعي الكوبلت 60 والسيزيوم 137 واليود المشع 131.

تشبه أشعة كاما الأشعة السينية **(X- Ray)** وكلا النوعين من الإشعاع (كاما والسينية) يتميزان بقوة اختراق عظيمة أذ يتمكنان من اختراق جسم الانسان بشكل كامل.

جدول 1 يوضح أهم خصائص الجسيمات الإشعاعية

ت	الخاصية	دقائق ألفا (α)	دقائق بيتا (β)	أشعة كاما (γ)
1	السرعة	100 م/ثا	$10^{3} \times 100$ميل /ثا	3×10^{8} ميل /ثا
2	الشحنة	موجبة (نواة ذرة الهليوم)	سالبة (شحنة الإليكترون)	عديمة الشحنة
3	القدرة على تأين الغازات	كبيرة (100)	صغيرة (10)	أصغر (1)
4	القدرة على	صغيرة (1)	كبيرة (100)	أكبر (100)

([2]) أشعة جاما هي إشعاع كهرومغناطيسي بطول موجات قصير، تنبعث من نواة الذرة أثناء التفاعل الذري، وتتكون من فوتونات عالية الطاقة، وينقصها الكتلة والشحنة الكهربية ، وهي تسير بسرعة الضوء. هي أشعة لها أصغر طول موجي وأكبر قدر من الطاقة من أي موجة أخرى في الطيف الكهرومغناطيسي. أشعة جاما أخطر أنواع الأشعة المنبعثة من الانفجار النووي، لأن من الصعب وقفها، ولا يمنعها الجلد من اختراقه. وهي تغير الحمض النووي بالتدخل في المواد الوراثية في الخلية وتسبب كسر الشريط المزدوج له، وهذا يعتبر أهم سبب في إنتاج السرطان وابيضاض الدم.

	النفاذية			
5	الكتلة	كتلة أيون الهليوم أو أربع مرات كتلة نواة ذرة الهيدروجين	$\frac{1}{1840}$ كتلة البروتون	موجبة أو لا كتلة لها (كهرومغناطيسية)

وحدات قياس الإشعاع/ وجد أكثر من وحدة قياس الجرعات الإشعاعية الممتصة وهي:-

1. الراد **Rad**: وهي عبارة عن كمية الأشعة التي يمتصها كيلوغرام من المادة المعرضة للإشعاع
2. الريم **Rem**: عبارة عن كمية الطاقة الإشعاعية التي تحدث تأثيراً بايلوجياً يعادل تأثير (1) راد
3. الكراي**Gray**: الذي يعادل 100 راد.
4. السفرت **Sievert**: الذي يساوي 100 راد ويعادل كتلة (100) ريم أي ان الكراي والسفرت متساويان كوحدة قياس الأشعة.
5. الكوري **Curie**: تستخدم هذه الوحدة لوصف فعالية المصدر المشع أي معدل الانحلال المتسلسل الإشعاعي في الثانية الواحدة.
6. الرنتجن **Roentgen**: وحدة تستخدم لوصف مقدار التعرض للأشعة السينية أو أشعة كاما.

التأثيرات البيولوجية للإشعاع

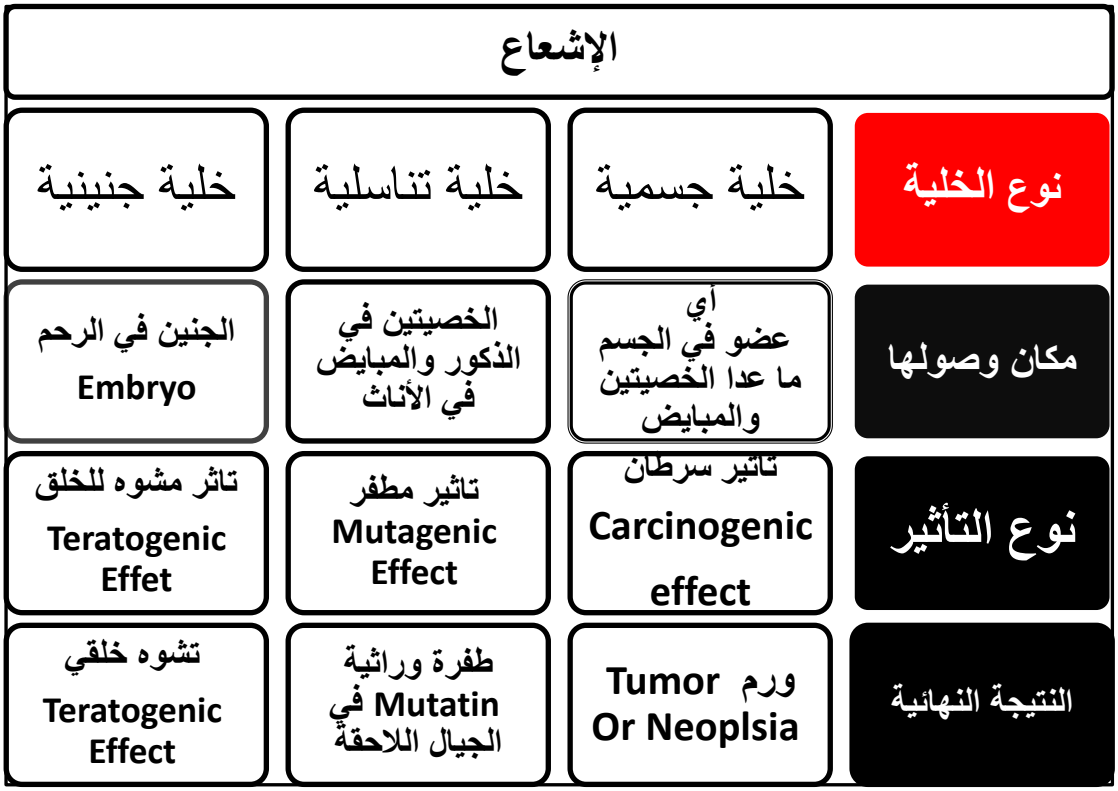
تعتمد التأثيرات البيولوجية للإشعاع على شدة التعرض ومدته، كما تعتمد خطورة الإشعاع على نوع الخلايا المصابة في عموم الجسم. ففي الخلايا الجسمية على سبيل المثال تفقد سيطرتها على آلية الأنقسام مما يؤدي الى تكون ورم سرطاني. أما الخلايا الجنسية التي تتعرض الى الإشعاع فأنها قد تؤدي الى تشوهات خلقية.

ان الجرعة السمية من الإشعاع هي بحدود (10000) راد وتكون نسبة الوفاة (100%) وعندما يتعرض الجسم الى (100000) راد فالموت يكون في الحال أو بعد دقائق من التعرض بسبب تدمير عدد كبير من الأنزيمات والفعاليات الحيوية للخلايا والانسجة.

يؤدي الإشعاع المؤين الى تكوين سرطان الدم **Leukemia** في الإنسان والمتمثل في زيادة عدد كريات الدم البيضاء ويسمى أيضاً مرض ابيضاض الدم كما يسبب الإشعاع مختلف

الأضرار في طبيعة الكروموسومات وتكوينها وعددها في داخل الخلية. كما يسبب الإشعاع سرطان الثدي.

تؤثر الأشعة في الخلايا فعند وصولها الى الدورة الدموية فأنها تظهر أعراض مثل الصداع المصحوب بارتفاع الحرارة والإسهال وآلام البطن ولها تأثير على الأنسجة المكونة كالنخاع العظمي والكبد والطحال. وفيما يلي شكل يبين تأثير تعرض خلايا الجسم الى الإشعاع



جدول(2) التأثيرات المختلفة للجرعات الإشعاعية على عموم الجسم

شدة التعرض (رام)	التأثيرات المختلفة
25-0	من الصعب ملاحظتها بالفحوص الطبية
100 -25	تغيرات طفيفة على الدم ، غثيان
200 - 100	غثيان وقتي اختزال بعض خلايا الجسم
300 - 200	غثيان وقتي خلال اليوم الأول، فقدان الشهية، نزيف دموي ونحول ، الوفاة خلال أسبوع بنسبة 30% الى حد 400 رام.
600 <	غثيان وقتي وإسهال يعقبه نزيف رئوي ونحول عام مع التهابات في الفم والبلعوم وارتفاع درجة الحرارة، الوفاة خلال اسبوعين والموت بنسبة 100%.

الظواهر البيئية في التلوث الإشعاعي:-

- لا بد من ذكر كارثة ناكازاكي وهيروشيما في اليابان عندما ألقت أمريكا عليها قنبلتين ذريتين عام 1945 راح ضحيتها (100000) شخصاً وجرح 2/1 مليون آخرون من المواطنين اليابانيين وكانت الإصابات 20% منهم بالأمراض الإشعاعية كما تم تدمير 5% من المباني بأكملها. وما زالت آثار التشوه الخلقي نتيجة لهذه الكارثة لحد الآن.
- ومن أهم الكوارث الإشعاعية ما حدث في كارثة مفاعل تشرنوبل ومحطة (تشرنوبل) الكهرونووية هي محطة روسية لإنتاج الكهرباء بواسطة التفاعلات النووية حيث أدى عطل هذه المحطة الى انفجارها في 26 نيسان 1986 وانطلاق المواد المشعة الى الهواء مسببة حالة تلوث بيئي خطير شمل العديد من الدول الأوربية ووصل تأثيره الى بعض دول الشرق الأوسط مثل العراق.
- ووصل مستوى الإشعاعات النووية في سواحل السويد الى درجة يفوق المستوى الطبيعي بمائة مرة ومستوى الإشعاع في هولندا وصل أكثر من مستواه الطبيعي بحوالي (500) مرة ووصلت نسبة الإشعاع في هولندا الى 80 ضعفاً.
- نجم عن كارثة تشرنوبل عدة آثار صحية خطيرة منها آثار حادة مبكرة وأخرى آثار متأخرة.

ومن آثار الإشعاع الناجمة عن أشعة (كاما) التي تخترق الجسم وآثار عن أشعة (بيتا) المختزلة للجسم. وأدت أشعة (كاما) قصور حاد في نخاع العظم فضلاً عن أعراض معوية حادة في حين أدت أشعة (بيتا) حروق شديدة بالإضافة الى التأثيرات الوراثية على الأجنة في الأرحام ذات العمر 8 – 15 أسبوعاً.

وتحدث نسبة احتمال الإصابة بالتخلف العقلي الحاد الى 40% من كل 100 راد أثر التعرض لتشعيع لحظي حاد.

ووصلت تراكيز الأشعاعات الى حليب الأبقار وأن خطورة الإشعاع سواء هذا الإشعاع ينتشر الى بلدان أخرى أم يستقر في نفس بلد الكارثة فأن ما ينتج من مواد غذائية التي تصدر الى

بلدان أخرى سوف تحمل تراكيز من هذا الإشعاع. فاللحوم والبيض والحليب والمعلبات باختلاف أنواعها عادة ما تصدر من دول منتجة الى دول مستوردة.

- مثال آخر هو كارثة التلوث الإشعاعي في العراق حيث ارتكبت جريمة أخرى خلال عدوانها العسكري عام 1991 من خلال استخدامها لنوع جديد من القذائف المصنوعة من معدن ثقيل الوزن بشكل استثنائي وهو اليورانيوم وكان أكثر المناطق تضرراً في العراق هي منطقة الزبير وصفوان وحقول الرميلة في محافظ البصرة جنوب العراق ولسيادة الرياح الشمالية فقد تأثرت كل من الكويت والسعودية فضلاً عن تأثر الجنود الأمريكان المرابطين على أراضي الكويت والسعودية.

ومن الأضرار الصحية التي سجلت في المواطنين العراقيين بسبب التلوث الاشعاعي من استخدام اليورانيوم المنضب هي أضرار الجهاز المناعي للجسم بدرجة كبيرة وارتفاع نسب ظهور بعض انواع الطفح الجلدي والحبة الجلدية وظهور حالات غير معروفة (مفهومة) طبياً مثل اعتلال وظائف الكبد والكليتين. وزيادة حالات سرطان الدم وفقر الدم والأورام الخبيثة والتشوهات الخلقية. ولا تقتصر هذه التشوهات على الإنسان وإنما تم تسجيلها على الأغنام.

وتأثرت النباتات وبذلك قد تصل الى الإنسان جرعات من الإشعاع خلال السلسلة الغذائية في غذائه.

المحاضرة السابعة

تأثير تلوث الهواء على البيئة

1. الضباب الدخاني الكيموضوئي **Photochemical**

الضباب الدخاني الكيموضوئي هو عبارة عن خليط من الملوثات ينتج من تفاعل الهيدروكاربونات مع أكاسيد النتروجين في ضوء الشمس ينتج عنه نواتج ثانوية سامة.

والنواتج الرئيسية للضباب الدخاني هي:-

1. الأوزون **Ozone** وتتكون بتركيزات تصل الى **PPM 0.4** وهذا التركيز يعتبر سام للإنسان والنبات.
2. نترات بيروكسيد أسيل **Peroxy Acetyl Nitrates** واهم مركب ينتج يتبع هذه المجموعة هو نترات بيروكسي أستيل**(PAN) Peroxy Acetyl Nitrate** ويتكون بتركيزات تصل الى **(ppm 0.5)**

$$CH_3 - \underset{\underset{O}{\|}}{C} - O - O - NO_2$$

ولم تثبت سمية هذا المركب للأنسان ولكنه سام للنبات

3. الألدهايد **Aldehydes** مثل ذلك الفورمالدهيد **(HCHO)** الأستيلدهايد **(CH_3CHO)** والـ **Acrolen** **($CH_3 = CH - CHO$)**[3] وهذه المركبات ذات رائحة وتسبب تهيج العيون
4. نترات الكيل مثل نترات ميثيل **Methyl Nitrate (CH_3ONO_2)**
5. الأيزوسول وهي المسؤولة عن خفض الرؤية في الضباب الدخاني والأيزوسول هو عبارة عن كبريتات الأمونيوم **NH_4SO_4** ، نترات الأمونيوم **(NH_3NO_3)** وهذه المركبات تتكون نتيجة معاملة حامض الكبريتيك وحامض النتريك بالأمونيا التي تنطلق الى الهواء الجوي نتيجة لتحلل بول الحيوانات.

([3]) الأكرولين هو أبسط الألدهيدات غير المشبعة وهو سائل عديم اللون ذو رائحة نفاذة تنتج من الأغذية الغنية بالدهون عند معاملتها بالحرارة العالية يتواجد في الضباب الدخاني في المدن يسهم الى حد كبير في تهيج العين والرئة. يعتقد أنه مسبب لمرض السرطان كما انه يسبب تهيج الأغشية المخاطية للأنف والعين كما انه هذه المادة توجد في السجائر وهي تعمل على منع نقل الرواسب الدهنية الى الكبد مما يؤدي الى ارتفاع مستوى الكوليسترول في الدم.

ويتكون حامض الكبريتيك وحامض الستريك من تفاعلات كيميائية ضوئية:-

$$H_2SO_4 + 2NH_3 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$$
$$HNO_3 + NH_3 \rightarrow NH_4NO_3$$

تكون الضباب الدخاني: يبدأ تكون الضباب الدخاني عن طريق تكون ذرة أوكسجين نتيجة التحلل الضوئي لثاني أوكسيد النتروجين NO_2

$$NO_2 + hv \rightarrow NO + O$$

وانفراد ذرة الأكسجين في التفاعل السابق يؤدي الى تكون الأوزون

$$O + O_2 + M \rightarrow O_3 + M$$
$$O_3 + NO + M \rightarrow NO_2 + O_2$$

ويجب التنويه عن وجود ذرات أوكسجين ذات قوة تفاعلية عالية مع الأوزون باستمرار وبتركيزات منخفضة ولذلك يحدث تفاعلات بينها وبين الهيدروكاربونات ويهاجم ذرة الأوكسجين البروبين (Alkens) وينتج

$$CH_3CH = CH_2 + O \rightarrow C_2H_5 + CHO$$

كما يمكن ان يهاجم الأوزون مركب Butene منتجاً استيلدهايد

$$CH_3CH = CHCH_3 + O_3 \rightarrow CH_3CHO_2 + CH_3CHO_2$$

Butene استيلديهايد

أول أوكسيد الكربون في الحقيقة يزيد من سرعة تكون الضباب الدخاني وذلك عن طريق سلسلة من التفاعلات وذلك بدون استهلاك الأوزون

$$OH + CO \rightarrow CO_2 + H$$
$$H + O_2 \rightarrow HO_2$$
$$HO_2 + NO \rightarrow NO_2 + OH$$

2- المطر الحامضي Acid Rain

لفت العلماء في أوربا وأمريكا نظر العالم الى زيادة حموضة الأمطار في السنوات الأخيرة فالرقم الهيدروجيني للأمطار في المناطق غير الملوثة هوائياً هو (5.6) وذلك لتكون حامض الكربونيك من ثاني أوكسيد الكربون الجوي CO_2.

ولكن تلوث الهواء بالنتروجين والغازات المحللة للكبريت المتصاعدة من المصانع ومحطات الكهرباء أدى الى خفض (pH) الأمطار في هذه المناطق الى (4) أي أن تلوث الهواء بالغازات أدى الى زيادة حموضة الأمطار ولذلك يطلق عليه بالمطر

الحامضي (**Acid Rain**) والمطر الحامضي هو ناتج أكسدة الغازات المحللة بالنتروجين والكبريت وذوبان ناتج الأكسدة في بخار الماء ليتكون حامض النتريك والكبريتيك كما في المعادلات التالية:-

$$2NO + O_2 \xrightarrow{H_2O} 2NO_2 \rightarrow HNO_3 + HNO_2$$

Nitric Oxide Nitrogen Dioxid Nitric acid Nitric Oxide

$$2SO_2 + O_2 \xrightarrow{2H_2O} 2SO_2 \rightarrow 2H_2SO_4$$

Sulfur Dioxid Sulfur trioxid Sulfuric acid

تأثير الأمطار الحامضية

يعتقد بعض العلماء ان المطر الحامضي هو السبب في زيادة حموضة مياه بعض البحيرات وحيث أن الأسماك لا تتحمل درجات الـ **pH** المنخفضة **(4.5)** فالنتيجة هو تناقص اعداد الأسماك في هذه البحيرات والحقيقة أن تأثير المطر الحامضي على المياه أكبر من تأثيره على التربة وذلك للقوة التنظيمية للتربة **Buffering Capacity** ولكن استمرار تساقط الأمطار الحامضية بدرجة كبيرة سوف يكون له تأثير معنوي على **pH** التربة وبالتالي تقل ويمكن الحد من تأثير المطر الحامضي عن طريق:-

أ- خفض كميات الغازات الحاملة للنتروجين والكبريت والمتصاعدة في المصانع ومحطات الكهرباء

ب- اضافة كاربونات الكالسيوم **($CaCO_3$)Lime** الى التربة الحامضية.

وباستخدام الطريقتين معاً يكون أفضل الحلول للحد من التأثير الناشئ عن المطر الحامضي.

3. **تأثير Green House Effect**

يطلق على الظاهرة التي تؤدي الى رفع درجة حرارة الأرض **Earth** بظاهرة **Green House Effect** وسبب هذه الظاهرة هو انبعاث غاز **CO_2** والغازات المتطايرة من البيوت الزجاجية والمسماة **Green House Gasses** وهي **CH_4** و **N_2O** و **Chlorofluorocarbons** من سطح الأرض الى طبقات الجو حيث تمتص هذه الغازات طاقة الإشعاع الشمسي وتعود ثانية الى الأرض على صورة اشعاع حراري مما يؤدي الى زيادة درجة حرارة الكرة الأرضية.

أي ان هذه الغازات تعمل عمل الزجاج في البيوت الزجاجية، وفي السنوات الأخيرة ونتيجة للثورة الصناعية الهائلة نجد أن غازات البيت الزجاجي قد زادت في الجو بدرجة كبررة ومثال ذلك:

1. زيادة تركيز غاز CO_2 في طبقات الجو العليا من **280 PPM** الى **350** خلال الثلاثين سنة الأخيرة.
2. زيادة **Nitrous Oxide N_2O** حوالي **25%** نتيجة أحتراق الفحم والبترول والممارسات الزراعية حيث ينطلق N_2O بكميات كبيرة خلال عملية عكس النترجة **(Denitrification)** نتيجة للتسميد الزائد بالأسمدة النتروجينية.
3. زيادة استعمال الأيزوسول أدى الى ارتفاع تركيز غازات **Chlorofluorocarbons**، ان زيادة غازات البيت الزجاجي وما تبعه من ارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضية له تأثير خطير ليس فقط على القطب الجليدي ولكن أيضاً على أماكن أخرى كثيرة قد تتحول فيها التربة المنتجة الى أراضي صحراوية نتيجة لتغير المناخ.

المحاضرة الثامنة

طرق المعالجة والحد من تلوث الهواء

ان من اهم ملوثات الهواء هي أول اوكسيد الكاربون وثنائي أوكسيد النتروجين و SO_2 والدقائقيات والهيدروكاربونات ويجب ان تؤخذ ثلاثة أمور بنظر الاعتبار عن هذه المصادر الملوثة:-

أولاً:- أياً من المصادر ينبعث أكبر من الملوثات في الهواء.

ثانياً:- أياً من المواد الملوثة يكون وجودها بأعلى كمية.

ثالثاً:- ما هي السرعة التي تتراكم فيها الملوثات وزيادة تركيزها.

يتم التركيز حالياً على عامل التأثير للملوث اذ لا يكفي الاعتماد على عامل الوزن الكلي للملوث ومهما كانت طرق إزالة ملوثات الهواء الناتجة عن المصانع المتطورة فليس بإمكانها إزالة جميع هذه الملوثات بسبب الحجم الكبير نسبياً لقذف ملوثات الهواء بخاصة المصانع الكبيرة الأمر الذي يستدعي نشر هذه الملوثات على مساحة أكبر. وبذلك فقد تولدت فكرة تصميم المداخن الضخمة وفقاً للحسابات العلمية الدقيقة التي تأخذ بنظر الاعتبار الأرتفاع المطلوب وسرعة قذف الملوثات من المدخنة وسرعة واتجاه الرياح السائدة في المنطقة والخواص الفيزياوية للملوثات المعلقة بسرعة انتشارها ولكي يكون نشر الملوثات وتخفيفها في الجو بصورة فعالة وآمنة فأن الأمر يتطلب أن تكون ارتفاعات المداخن **(2.5)** مرة ارتفاع اعلى بناية مجاورة للمصنع كما يجب أن تؤخذ سرعة قذف الملوثات بنظر الأعتبار.

بالنسبة للملوثات الناجمة من صرف الوقود في محركات الأحتراق الداخلي للسيارات وما شابهها فقد تضمنت الطرق الأولية التي استنبطت لخفض الانبعاثات الملوثة حيث ان اعادة تدوير الغازات العادم أو احتجازها في غرفة تفاعل حراري لمدة زمنية أطول وعند درجات حرارة اعلى للوصول الى تأكسد أفضل وقد خفض ذلك بكميات **CO** والهيدروكاربونات المنبعثة الى حد ما ولم تحل مشكلة اكاسيد النتروجين والرصاص وقد برزت في السبعينات من القرن العشرين فكرة حل هذه المشكلة للتخلص من أكاسيد النتروجين والرصاص من خلال توفير وتهيئة ما يلي:-

1. **محركات اصغر**
2. **محركات أكثر كفاية**
3. **محولات محفزة كالطاقة الشمسية**
4. **كازولين خالي من الرصاص**
5. **تصنيع محركات تعمل ببدائل غير ملوثة.**

وتلجأ الدول الصناعية والمتقدمة الى سن قوانين للحد من تدهور نوعية الهواء كما تسن قوانين للسلامة المهنية والمحافظة على الصحة من خلال وضع مواصفات للحد الأدنى من أخطار التعرض للمواد السامة والخطرة أثناء العمل في المصانع والمهن الصناعية المختلفة.

كذلك يمكن السيطرة على الانواع المختلفة لملوث الهواء بواسطة طرق التنقية الحديثة رغم أن التكاليف تكون باهظة حيث سيتحملها الجمهور بصيغة أسعار أعلى للبضائع المنتجة من ذلك المصنع مع ضرائب أعلى وحدود ارباح منخفضة للصناعة مع وضع قيود أكثر حزماً كنشاط حرق النفايات واستخدام السيارات وقد لا تعطي الفوائد تحسينات في نوعية البيئة فحسب بل تتعداها الى الصحة والزراعة في الإنتاج النباتي والثروة الحيوانية.

يمكن التحكم في التلوث الدقائقي بواسطة المرسبات الكهروستاتيكية القادرة على خفض كمية الدخان والغبار المنبعث الى الجو.

أما الملوثات الغازية فان التخلص منها يكون بواسطة الطريقة الكيماوية المعتمدة في احدى نظمها على القابلية التفاضلية لذوبان الغازات في الماء ويمكن عن طريق الذر الدقيق للماء في جهاز يعرف بجهاز غسل الغازات.

ان تعزل الغازات ويجري التخلص منها بالترشيح او الأمتصاص خلال الكربون المنشط كما يمكن التخلص من انواع أخرى من الغازات بتحويلها كيماوياً الى مواد خاملة أو مترسبة أو غير ضارة وفي بعض الأحيان يمثل التخلص من هذه المواد مشكلة اذ تصبح جزء من دورة نفايات صلبة أو سائلة اذ لا بد من التعامل معها بصورة صحيحة عكسه تكون قد تغيرت من مجرد ملوثات غازية الى أخرى مائية أو صلبة غير ان التقنيات الحديثة وتطور اساليب معالجة الملوثات كفيلان بحل هذه المشاكل. وتحيد بعض الدول نفسها مضطرة لتخطيط القطاع الصناعي بصورة افضل مما هو عليه وذلك من خلال مراعات الأمور التالية:-

1. اختيار مواقع المنشآت الصناعية بعيداً عن المناطق السكنية وعلى ان لا تكون في ظل الرياح السائدة.
2. معالجة النفايات الصناعية المختلفة الصلبة والسائلة والغازية قبل اطلاقها الى البيئة وتلجأ الدول لعزل المناطق الصناعية عن المدن بأحزمة من الغابات والأشجار مما يدعى بالحزام الأخضر.

3. انشاء مراكز ومحطات القياس والتحذير والتي تمارس دورها في الإبلاغ عن مديات التلوث ومراقبتها.
4. نشر الوعي البيئي بخاصة التلوث بين الجمهور واشراكهم بعملية اتخاذ القرارات عن الحد من التلوث مثل استخدام السيارات الخاصة المستهلكة منها واستخدام المواصلات العامة لتقليل عوادم المركبات من جهة وتوفير الطاقة من جهة اخرى. وقد اتبع عدد من الدول هذه التدابير كاليابان والدنمارك والسويد وايطاليا واليونان وقد ادى مثل هذه الأجراء في مدينة بروكسل في بلجيكا الى خفض نسبة NO_2 في أيام العطل الى **75%** وغاز CO_2 الى **90%** من قيمها السابقة.
5. وضع القوانين التي تجبر اصحاب المصانع على تحويل جزء من الأرباح الى عمليات الإصلاح والتحسين البيئي في مناطق وجودها للحفاظ على مستوى معين من نوعية البيئة.
6. التخطيط لاستغلال مصادر أخرى للطاقة البديلة النظيفة غير الملوثة كالطاقة الشمسية والحرارة الأرضية والرياح والمد والجزر واتجهت الجهود بالآونة الأخيرة ليس لتقليل الحد من استهلاك الوقود بل والى تطوير استخدام الطاقة الأخرى. ومن الأمثلة التي قامت به فرنسا بعمل محطة كهربائية في خليج (رانس) شمال غرب فرنسا منذ عام **1969** لتوليد الطاقة الكهربائية من المد وبطاقة انتاجية تصل الى **(4)** ميكاواط كما ان اليابان لها تجربتها باستغلال التيارات المائية في البحار لإنتاج الطاقة.
7. تخطيط المدن بصورة أفضل وفق اسس بيئية ومراقبة نموها السكاني ونمو النشطة الاقتصادية وخاصة الصناعية وتخطيط حركة المرور وزيادة المساحات الخضراء في المدن وانشاء الحدائق وتشجير الشوارع والأراضي غير المستعملة اذ يجب ان لا تقل المساحة الخضراء في المدينة عن **(51%)** من مساحتها الكلية. ان زيادة المساحات الخضراء تعني زيادة انتاج O_2 وزيادة استهلاك CO_2 خلال عملي البناء الضوئي للنبات فضلاً عن الأنظمة الجمالية والترفيهية وتعديل المناخ للمدينة بما يعرف بالتنمية البيئية، كما تتضمن عملية تخطيط المدن أيضاً تشجع بناء المدن الصغيرة بدلاً من الاستمرار في توسيع المدن الكبيرة وعدم السماح بإقامة أنشطة صناعية جديدة مع ضرورة تحديد المساحات المناسبة بين المدن المتجاورة.

8. عقد المؤتمرات والندوات واللقاءات العلمية والاجتماعية والاعلامية للوصول الى برنامج واهداف مشتركة تبني بلدان العالم المختلفة. وان التلوث الهوائي ليس له حدود وخبرة في أحداث ما توصل اليه العلماء والباحثون في مجالات الحد من التلوث وحماية البيئة وتحسينها.

المحاضرة التاسعة

تلوث المياه Water Pollution

يعتبر الماء عصب الحياة اذ بدون الهواء والماء لا توجد حياة وللماء أهمية بالغة في حياة الأنسان وباقي الكائنات الحية وتصل نسبته حوالي (60 – 90%) من الوزن الطري لمعظم الأحياء وقد ترتفع الى أكثر من 98% كما في ثمار بعض النباتات كالخيار والرقي

ويعرف تلوث المياه: بأنه تغير واضح في الخواص الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية للمياه بحيث تصبح غير صالحاً للأستخدام البشري ولا يشكل بيئة ملائمة لبناء الكائنات الحية.

وهناك عدد من الظواهر التي تدل على تلو**ث الم**ياه هي:-

1. قلة الأوكسجين المذاب
2. زيادة درجة حرارة الماء
3. زيادة المواد المغذية الذائبة
4. زيادة الكدرة وتأثيرها على تخلخل الضوء
5. وجود فضلات صحية في الماء
6. تغير خواص القاع
7. انتاج أو نمو غير مرغوب فيه للأحياء المائية أي الأثراء الغذائي.
8. المحتوى البكتيري العالي ووجود الطفيليات بحيث تكون مصدراً للأوبئة والأمراض
9. زيادة تركيز الأملاح الذائبة في الماء

الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه:

تؤدي الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه دوراً مهماً ومباشراً في توزيع الأحياء وسلوكها ومن اهم هذه الخواص التي لها علاقة بتلوث المياه هي:-

1. التوصيل الكهربائي electrical conductivity

ويعتمد التوصيل الكهربائي للمياه على الأملاح الذائبة به حيث تتناسب التوصيل الكهربائي طردياً مع هذه الأملاح ويعبر عن التوصيل الكهربائي بوحد (مليموز/سم) **أو** (**م**يكرو موز/سم)

2. الملوحة salinity

تعود ملوحة المياه الى وجود مختلف الأيونات كالكاربونات والكبريتات والكلوريدات و **Na** ، **Mg** ، **Ca**، **K** وغيرها.

3. الأوكسجين الذائب Dissolved Oxygen

يعد الأوكسجين الذائب من بين العوامل الكيميائية الحرجة في التأثير على البيئة المائية اذ أن الأحياء باستثناء (اللاهوائية) تحتاج لهذا الغاز الحيوي لأجل تنفسها وتختلف نسبة الـO_2 المذاب في المياه حسب نوع وطبيعة المسطح وتيارات المياه كما ان لنوعية الكائنات الحية نباتية وحيوانية تأثيرها من حيث الأستهلاك والأنتاج.

وهناك مصطلحين مهمين في قياس كمية الأوكسجين المستهلك وهما:-

أ- المتطلب أو الأحتياج الكيمياوي للأوكسجين **Chemical Oxygen Demand** ويرمز له **COD** ويعرف بأنه كمية الأوكسجين اللازمة لإتمام الأكسدة الكيمياوية للمواد الثقيلة على التأكسد الكيماوي في المياه ويعبر عنه بوحدة ملغمO_2/لتر ماء.

ب- المتطلب أو الأحتياج البايوكيميائي للأوكسجين **Biochemical Oxygen Demand** ويرمز له بالرمز **(BOD)** والذي يعرف كذلك بالمتطلب أو الأحتياج البيولوجي للأوكسجين **Biological Oxygen Demand**.

4. الأس الهيدروجيني **pH** تختلف الأحياء المجهرية فيما بينها اختلافاً واسعاً من حيث حاجتها الى التراكيز لأيون الهيدروجين حيث تتراوح قيم الأس الهيدروجيني للمياه الطبيعية بصورة عامة بين (5 –9) واغلبها ما بين (6.5 – 8.5) في المياه العذبة. علماً بأن معظم أحياء المياه العذبة تستطيع التحمل ما بين (3.2 – 10.7) دون أي ضرر ظاهر ولكنها لا تتواجد في هذا المدى بصورة واسعة.

5. **كبريتيد الهيدروجين: H_2S** تحتوي بعض المصطلحات المائية في طبقاتها القاعدية كميات متميزة من هذا الغاز كما في بعض البحيرات والبرك ومياه الأنهار وينتج هذا الغاز بالطبقات التحتية الغنية بالمواد العضوية المتحللة وتؤدي الى تدمير أشكال الحياة باستثناء البكتريا اللاهوائية. ويعد وجود غاز H_2S أحد الأدلة للتلوث العضوي.

6. **اللون: Colour** تعد المياه النقية عديمة اللون وعكسه يعد ملوناً بمواد ذائبة وقد يرجع اللون الى ذوبان المواد العضوية الناتجة عن تحلل وتفسخ الأحياء المائية ويعرف بالدبال.

7. **الكدرة: Turbidity** :- أن وجود المواد العالقة من الطين والغرين فضلاً عن البقايا النباتية والحيوانية يسبب كورة في المياه مما يعرقل وصول الطاقة االضوئية الى أعماق معينة في المياه مما يؤدي الى تثبيط عملية البناء الضوئي للهائمات النباتية.

تكون الكدرة أكثر في المياه الجارية كالأنهار بسبب تيار المياه مقارنة بالمياه الساكنة كالبحيرات وتقاس الكدرة من خلال قياس مجموع الدقائق الصلبة العالقة ويرمز لها (TSS).

العوامل الرئيسية التي تؤدي الى تلوث المياه:-

1. الكثافة السكانية
2. كثافة المؤسسات الصناعية وتوزيعها وقربها من مسطح مائي معين
3. التطور التكنولوجي في الصناعة والزراعة والطب والعلوم الأخرى
4. اهمال الأنسان للحد من التلوث وعدم معاملة المواد الملوثة قبل رميها في المياه.

الوسائل والطرق التي تؤدي الى أدخال الملوثات الى البيئة المائية

1. طرح فضلات المجاري المنزلي
2. طرح المخلفات الصناعية من خلال رميها مباشرة الى الأنهار أو البحار.
3. طرح الفضلات من البواخر ووسائل النقل النهرية
4. مياه المبازل
5. عمليات التفريغ للمواد الملوثة من قبل البواخر.
6. استثمار قاع البحر للنفط أو المعادن الأخرى.
7. سقوط المواد الملوثة من الجو الى المياه
8. التجارب والمعامل والأنفجارات الذرية.
9. فضلات المستشفيات.

المحاضرة العاشرة

أنواع ملوثات المياه Water Pollutants

هناك العديد من الملوثات التي تعمل على تغيير الصفات الفيزيائية أو الكيميائية أو البايلوجية للمياه بحيث تجعله غير صالح للاستخدامات المعروفة وهذه الملوثات هي:-

1. الأملاح المغذية 2. الفضلات العضوية 3. المخلفات الصناعية

4. مخلفات العمليات الزراعية 5. **التلوث الحراري** 6. **التلوث بالنفط**

والأن سوف يتم شرح تأثير كل ملوث من هذه الملوثات وكالأتي:-

1. **الأملاح المغذية:** وهي تلك المواد التي تكون ضرورية لنمو الأحياء المائية وخاصة النباتات المائية ولكن هذه المواد تصبح مصدراً للتلوث عند زيادة تركيزها في المياه عند الحد الطبيعي وتسبب زيادة في انتاج وازدهار الهائمات النباتية التي تؤدي يالى ظاهرة الاثراء الغذائي **Eutrophication** ومن هذه المواد أملاح الفوسفات والنترات والتي تنتج من استخدام مساحيق الغسيل والمنظفات وأن المياه التي تستقبل هذه الأملاح يميل لونها الى الأخضرار أو الأخضر المزرق.
2. **الفضلات العضوية:** تشكل هذه الفضلات الجزء الأكبر من مخلفات المنازل وتشمل المركبات العضوية القابلة للتحليل الحيوي والتي تتواجد في مياه المجاري المنزلية وعندما تتحلل هذه المركبات عن طريق البكتريا وخاصة الهوائية سوف تعمل على تقليل كمية O_2 الذائب في الماء وبذلك تتأثر الأحياء المائية.

ومن المعلوم أن هناك أربعة عمليات تؤثر في نسب الـO_2 المتواجد في الهواء هي:-

أ- التهوية ب- البناء الضوئي ج- التنفس د- أكسدة الفضلات العضوية.

3. **المخلفات الصناعية:** هناك انواع كثيرة من ملوثات المخلفات الصناعية تختلف باختلاف نوع الصناعة. ومن الصناعات التي تكون مصدراً للملوثات هي الصناعات الكيميائية مثل صناعة الأسمدة والورق والنفط والمطاط واستخراج المعادن من خاماتها وصناعة الحديد والصلب والأسمنت والكبريت والفوسفات وصناعة السكر ومحطات الطاقة الكهربائية وغيرها. **تحوي الفضلات الصناعية أساساً المواد الأتية:-**

1. **مواد طافية:** وهي المواد التي تطفو فوق سطح الماء كالزيوت والدهون والرغوة.
2. **مواد عالقة:** وهي المواد التي تبقى عالقة في عمود الماء ولا تترسب إلا ببطئ شديد وتسبب الكدرة خصة في الأنهار ومصباتها وما ينتج عن ذلك من تأثير سلبي.\

أنواع الملوثات الصناعية حسب تأثيرها على المياه تقسم الى:-

أولاً:- ملوثات الصناعية التي تؤثر على الصفات الفيزيائية للمياه وتشمل على:-

1. **ملوثات اللون:** وهي عبارة عن ما ترميه مصانع الورق والأصباغ من مواد كيمياوية مختلفة كما يؤدي الى تكون لون غير طبيعي للمياه المستقبلة لها.
2. **ملوثات الطعم والرائحة:** يرجع مصدر الروائح المنبعثة من المياه بصورة رئيسية الى الغازات مثل H_2S والمركبات العضوثة المتطايرة. اما الطعم فأنه يعتبر مؤثراً آخر لوجود المواد الكيميائية كالأملاح الذائبة مثل أملاح الحديد والمنغنيز والنحاس والصوديوم والـ**K** والمواد العضوية.
3. **ملوثات الكدرة:** يعود سبب الكدرة في أي مسطح مائي الى عدة عوامل منها وجود المواد العالقة القادمة من الفضلات الصناعية وكذلك الدقائق الغرينية الطينية وبعض الأحياء المائية كالهائمات النباتية وبعض الحيوانات وبقايا ميته.
4. **ملوثات درجة الحرارة:** ترمي بعض المصانع مخلفات مائية ذات درجات حرارة أعلى مما هو موجود في المياه مما يؤدي الى ارتفاع درجة المياه المستقبلة
5. لهذه المخلفات وبالتالي يؤدي الى موت عدد الأحياء المائية أو تؤثر على أداء العمليات الأيضية.

ثانياً: الملوثات الصناعية التي تؤثر على الصفات الكيميائية للمياه وتشمل على:-

1. ملوثات درجة تركيز ايون الهيدروجين **(pH)** حيث تطرح المصانع مثل معامل انتاج الأسمدة مواد كيميائية ذات طبيعة حامضية أو قاعدية عالية بحيث تؤثر على درجة تركيز الهيدروجين للمسطح المائي مما يؤثر على المكونات البيئية للمنطقة أو على صلاحية هذه المياه للشرب.
2. ملوثات المواد العضوية:- يرمي عدد من المصانع الفضلات الحاوية على مواد عضوية تعمل هذه المواد على تقليل كمية **o2** الذائب عند تحللها من قبل الكائنات الحية الدقيقة كالبكتريا والفطريات ومن الأمثلة مخلفات العضوية ما يطرح من فضلات معامل الورق حيث تحتوي عجينة الورق على المواد السليلوزية.
3. العناصر الثقيلة:- يطرح عدد من المصانع نفايات محتوية على عدد من العناصر الثقيلة ذات التاثيرات الضارة والسامة لعدد من الأحياء المائية مثل الزئبق والمنغنيز والنحاس والزنك والكادميوم الذي يدخل في صناعة الأطارات والبطاريات وانتاج الأصباغ.

4. الأملاح المغذية:- تطرح بعض الصناعات عدد من الأملاح التي تعتبر مغذية للكائنات الحية ولكنها تكون مصدراً للتلوث المسطح المائي مثل النترات والأمونيا والكبريتات وغيرها.

ثالثاً:- الملوثات البايلوجية (الحيوية):- ان بعض الصناعات تطرح فضلات حاوية على عدد من انواع البكتريا المرضية والطفيليات المعدية والميكروبات الأخرى مثل معامل الدباغة في الجلود والمجازر بأنواعها وصناعة الألبان ومعامل تعليب المواد الغذائية.

4. مخلفات العمليات الزراعية:-

تصل الى بعض المسطحات المائية القريبة من الأراضي عدد من المواد الكيماوية كأملاح الفوسفات والنتروجين من خلال عملية التسميد للأراضي الزراعية وريها وبزلها. فقد تتلوث الأنهار مباشرة من هذه الأملاح التي تساعد على ازدهار النبات وتؤدي الى ظاهرة الأثراء الغذائي. كما قد يحدث تلوث للبيئة المائية من خلال استخدام المبيدات الحشرية ومبيدات الأدغال والمبيدات المستخدمة لمكافحة الأوبئة مثل **DDT** وغيرها من الملوثات.

5. التلوث الحراري Thermal Pollution

ان استخدام المياه في محطات توليد الطاقة الكهربائية ومصانع الحديد والصلب ومعامل التكرير النفط وغيرها من الصناعات التي تؤدي الى طرح كميات هائلة من المياه الساخنة في المسطحات المائية القريبة منها مما يؤدي الى رفع درجة الحرارة لتلك المياه وبالتالي التأثير على الاتزان البيئي لذلك المسطح المائي ومن الملاحظ ان قابلية المياه في الاحتفاظ بالـO_2 تقل كلما ارتفعت درجة حرارة الماء.

6. التلوث بالنفط oil pollution

يعتبر النفط من اكثر الملوثات الضارة في المحيطات والبحار ينتج تلوث المياه بالنفط من خلال تسرب زيوت النفط ومشتقاته الى المياه نتيجة لحدوث ثقب في الناقلات البحرية او انفجار الناقلات أو بسبب خرق بعض البواخر أو تنظيف خزاناتها وتسرب النفط منها.

طرق المعالجة والحد من تلوث المياه

1. التقليل من كميات مياه الفضلات المنسابة الى المسطحات المائية.
2. عدم القاء المياه الملوثة في الأنهار قبل تنقيتها وتعقيمها.

3. ضرورة انشاء شبكات مياه المجاري الثقيلة في المناطق السكنية التي تحول دون تسرب المياه الملوثة بالبكتريا والفطريات والسموم الكيمياوية والفسفور والفضلات الأخرى الى مياه المجاري.
4. اعادة استخدام المياه المستغلة في الصناعة مرة اخرى بعد معاملتها ومعالجتها بالطرق الحديثة.
5. ضرورة الحفاظ على التربة من الأنجراف المائي اذ ان ازدياد كمية الرواسب في النهر يزيد من كمية الملاح في مياه النهر فضلاً عن ما تسببه من كدرة المياه.
6. انشاء محطات مركزية لتنقية مياه المجاري مزودة بمختبرات تعمل على فحص المياه الخارجة من المحطة قبل ارجاعها الى المسطحات المائي.
7. ضرورة عمل دورة داخلية للمياه الصناعية قبل وصولها الى الأنهار او البحيرات ثم اتلاف المياه الملوثة جداً من خلال حقنها الى أعماق كبيرة داخل التربة.
8. منع القاء المياه الملوثة في البحيرات الراكدة والأهوار والخزانات المائية.
9. تجنب القاء مياه مبازل الأراضي الزراعية نحو الأنهار ومعاملة مياه المبازل للتخلص من املاح الفوسفات والنترات.
10. العمل على زيادة الوعي البيئي لدى المواطنين وبكافة السبل والوسائل المتاحة واصرار التعليمات والتشريعات الرادعة للحد من التلوث البيئي.