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 جرعة 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.

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**Peroxy Acetyl Nitrate (PAN)** 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** ($CH_3 = CH - CHO$)[1] 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.

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

---

(1) 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.

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

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 **Lime($CaCO_3$)** 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.