إجهاد التلوث Pollution Stress:

يمكن تعريف التلوث: بأنه أي تغير في الصفات الكيميائية أو الفيزيائية أو الحيوية للبيئة، ويحدث بفعل انتقال الملوثات من مصادرها المختلفة بكميات مختلفة مسببة ضرراً صحياً واقتصادياً للإنسان وللكائنات الحية الأخرى بما فيها الحياة النباتية.

كما هو معلوم أن النباتات هي المصدر الأساس لتغذية الإنسان وبعض الكائنات الحية الأخرى لما تتمتع به من قدرة على صنع الغذاء وتخزينه في الأجزاء النباتية المختلفة، ولهذا فقد كان الاهتمام عليها منصبا منذ القدم، حيث تمت تهيئة الظروف المناسبة التي تساعدها على أداء وظائفها وخدمتها بالري و التسميد وعمليات الخدمة الأخرى، لكن النباتات تعرضت للتلوث عبر مختلف المصادر، وأحدث ذلك أضرارا متباينة في النبات بشكل كامل، أو في أجزاء منه في المناطق التي تتعرض للتلوث. وقد تظهر الأضرار بشكل مباشر أو غير مباشر درجات التلوث البيئي. حدد العلماء ثلاث درجات للتلوث البيئي هي:

أ. التلوث المقبول: حيث لا تكاد تخلو منطقة من مناطق الكرة الأرضية من هذه الدرجة من التلوث نظرا لسهولة نقل التلوث بأنواعه المختلفة من مكان إلى آخر سواء كان ذلك بواسطة العوامل المناخية أو البشرية والتلوث المقبول هو درجة من درجات التلوث التي لا يتأثر بها توازن النظام البيئي (الإيكولوجي) ولا يكون مصحوبا بأي أخطار أو مشاكل بيئية رئيسية.

ب. التلوث الأخطر: هو في الدرجة الثانية وتعاني منه كثير من الدول الصناعية ويعود بالدرجة الأولى إلى النشاط الصناعي وزيادة النشاط التعديني والاعتماد بشكل رئيسي على الفحم والبترول كمصدر للطاقة وهذه المرحلة تعتبر مرحلة متقدمة من مراحل التلوث حيث أن كمية ونوعية الملوثات تتعدى الحد المقبول، و يبدأ معه التأثير السلبي على العناصر البيئية الطبيعية والبشرية كما وتتطلب هذه المرحلة إجراءات سريعة للحد من التأثيرات السلبية ويتم ذلك عن طريق المعالجة باستخدام وسائل تكنولوجية حديثة كإنشاء وحدات معالجة كفيلة بتخفيض نسبة الملوثات لتصل إلى الحد المسموح به دوليا أو عن طريق سن قوانين وتشريعات وضرائب على المصانع التي تساهم في زيادة نسبة التلوث.

ج- التلوث المدمر: يمثل المرحلة التي ينهار فيها النظام البيئي ويصبح غير قادر على العطاء نظرا لاختلاف مستوى الاتزان بشكل جذري ولعل حادثة (تشرنوبل) التي وقعت في المفاعلات النووية في الاتحاد السوفيتي سابقا خير مثال للتلوث المدمر حيث أن النظام البيئي انهار كليا

ويحتاج إلى سنوات طويلة لإعادة اتزانه بواسطة تدخل العنصر البشري وبتكلفة اقتصادية باهظة، ويجدر هنا ذكر ما أشار إليه تقرير لمجموعة من خبراء البيئة في الاتحاد السوفييتي سابقا حيث أكدوا أن منطقة تشرنوبل والمناطق المجاورة لها تحتاج إلى حوالي خمسين سنة لإعادة توازنها البيئي وبشكل يسمح بوجود قسم من أنماط الحياة.

أنماط التلوث البيئي:

1- تلوث الهواء: يحدث عندما تتواجد جزيئات أو جسيمات عضوية أو غير عضوية في الهواء وبكميات كبيرة لا تستطيع الدخول إلى النظام البيئي وتشكل ضررا على العناصر البيئية، وهو من أكثر أشكال التلوث البيئي انتشارا نظرا لسهولة انتقاله وانتشاره من منطقة إلى أخرى وبفترة زمنية قصيرة نسبيا، ويؤثر هذا النوع من التلوث على الإنسان والحيوان والنبات تأثيرا مباشراً ويخلف آثاراً بيئية وصحية واقتصادية واضحة متمثلة في التأثير على صحة الإنسان وانخفاض كفاءته الإنتاجية كما أن التأثير ينتقل إلى الحيوانات ويصيبها بالأمراض المختلفة ويقلل من قيمتها الاقتصادية، أما التأثير على النباتات فواضحة وجلية متمثلة بانخفاض الإنتاجية الزراعية للمناطق التي تعاني من زيادة تركيز الملوثات الهوائية، وهناك تأثيرات غير مباشرة متمثلة في التأثير على النظام المناخي العالمي حيث أن زيادة تركيز بعض الغازات مثل ثاني أوكسيد الكربون يؤدي إلى الاحتباس الحراري الذي يزيد من حرارة الكرة الأرضية وبالتالي يزيد من إنتاج محاصيل الأرز وفول الصويا والقمح في بعض المناطق ولكن ذلك يقلل من القيمة الغذائية لهذه المحاصيل لأنه في الوقت الذي تنتج فيه النباتات بذوره أكثر مع ارتفاع نسبة ثاني أوكسيد الكربون تكون هذه البذور تحتوي على نسبة من النيتروجين اقل، النيتروجين مهم لبناء البروتين في جسم الإنسان والحيوان وأكثر ما يحرص عليه العلماء هو زيادة النيتروجين في المحاصيل . ويمكن تصنيف ملوثات الهواء إلى ثلاث مصادر رئيسية و ذلك حسب مصدر وطبيعة الملوثات وهي:

أ. مصادر ثابتة: وهي من صنع الإنسان والناجمة عن المصانع و المنازل وغيرها من الأماكن الثابتة فعلى سبيل المثال تؤدي صناعة النفط إلى تلوث الهواء بغازات أوكسيد الكبريت و النيتروجين و الأمونيا وأول أوكسيد الكربون و كبريتيد الهيدروجين كما و تنبعث غازات الميثان و أول أكسيد الكربون والأمونيا وكبريتيد الهيدروجين من النفايات العضوية. وتنبعث أكاسيد الحديد من مصانع الحديد و الصلب وغيرها الكثير من الأمثلة لصناعات تؤدي إلى انبعاث غازات ضارة بالبيئة و الإنسان.

ب مصادر متحركة: تشمل وسائل النقل من سيارات و مركبات وطائرات و قطارات و سفن وغيرها حيث تطلق هذه الوسائل العديد من الغازات الضارة مثل أول أوكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين والكبريت وأكاسيد وكلوريدات الرصاص وغيرها.

ج. مصادر طبيعية: هي الناتجة عن أشعة الشمس مثل الأوزون و الغبار والشوائب الناتجة عن العواصف و الغازات الناجمة عن البراكين و الإشعاعات المنطلقة من التربة وكذلك ما ينتج عن حبوب اللقاح و الميكروبات مثل (البكتيريا والفطريات و الفيروسات).

2- **تلوث المياه:** للنظم البيئية المائية علاقات مباشرة وغير مباشرة بحياة الإنسان، فمياهها التي تتبخر تسقط في شكل أمطار ضرورية للحياة على اليابسة، ومدخراتها من المادة الحية النباتية والحيوانية تعتبر مدخرات غذائية للإنسانية جمعاء في المستقبل، كما أن ثرواتها المعدنية ذات أهمية بالغة ونظرا لأن الغلاف المائي يمثل أكثر من 70 % من مساحة الكرة الأرضية وله أهمية كبيرة كون المياه مصدر رئيس للحياة على سطح الأرض لذا علينا الحفاظ عليه من أجل توازن النظام الإيكولوجي الذي يعتبر في حد ذاته سر استمرارية الحياة ومن اخطر أشكال هذا التلوث من المنظور العلمي إحداث خلل وتلف في نوعية المياه ونظامها الإيكولوجي بحيث تصبح المياه غير صالحة لاستخداماتها الأساسية وبالتالي يبدأ اتزان هذا النظام بالاختلال حتى يصل إلى الحد الحرج والذي تبدأ معه الآثار الضارة بالظهور على البيئة.

3- **تلوث التربة:** تتلوث التربة نتيجة استعمال المبيدات والأسمدة المختلفة و إلقاء الفضلات الصناعية، وينعكس ذلك على الكائنات الحية في التربة، وبالتالي على خصوبتها وعلى النبات والحيوان، مما ينعكس أثره على الإنسان في نهاية المطاف.

ومن أهم الملوثات التي يمكن الإشارة إليها:

1. الهيدروكربونات: وهي مركبات عضوية طيارة تشمل مدى واسعة من الكيماويات التي يدخل في تركيبها الكربون (C) والهيدروجين (H)، وتوجد بصورة طبيعية في الغلاف الجوي ومنها الميثان CH_4 وتركيزه 1.68 جزء بالمليون، والمستويات الطبيعية منه لا تسبب أي ضرر، وتنتج الهيدروكربونات من الاحتراق غير الكامل للكازولين في محركات السيارات ومن المذيبات المستعملة في الصناعات المختلفة فضلا عن انبعاثها من معامل الكيمياويات والمصافي النفطية.

2. **مركبات الكبريت:** يدخل الكبريت في الغلاف الجوي بصورة طبيعية على هيئة ،SO من انفجارات البراكين، وكذلك من تحلل المواد العضوية لا هوائيا.

3. **المواد العالقة:** وهي أجزاء صلبة خفيفة وقطيرات من سوائل قد تكون معلقة في الغلاف الجوي، ومصادر انبعاثها من رذاذ أملاح البحار، وتعرية التربة، وأنشطة البراكين. وأغلب المواد العالقة هي غبار وسخام (Soot) تصدر من تأثير الرياح والفعاليات الزراعية على التربة.

4. **المصادر الحيوية (الهيدروكربونات الحيوية):** هي بارافينات تحتوي عددا فرديا من ذرات الكربون وتقوم النباتات بتخليقها بسلاسل كربونية C15 وC17 وC19 ، وهذه المركبات تشمل جميع الهيدروكربونات الطبيعية في أنسجة الكائنات الحية بفعل البناء الحيوي لها.

5. **التسرب النفطي:** الذي يقدر بأكثر من 0 . 7 مليون طن سنويا. والكائنات الحية لها القدرة على مراكمة الملوثات العضوية في أنسجتها بتراكيز أعلى مما هو موجود في البيئة، ويعرف التراكم الحيوي (Bioaccumulation) بأنه قابلية الكائنات الحية على أخذ الملوثات العضوية وتركيزها في أنسجتها بتراكيز أكبر مما هو موجود في بيئتها، وتؤثر عدة عوامل على التراكم الحيوي للهيدروكربونات النفطية داخل أنسجة الكائنات الحية، منها درجة الحرارة، والأوكسجين، وPH ، والملوحة. وتخزن الهيدروكربونات النفطية في الأنسجة الغنية بالدهون (Fats)، لذا فإن هناك علاقة بينها وبين كمية أو نسبة الدهن في الأنسجة.

التلوث بالغبار والمواد العالقة:

تتعرض غالبية مناطق الوطن العربي للتعرية الريحية التي تحدث بفعل عدة عوامل وهي المناخ الجاف، غياب الغطاء النباتي الطبيعي الملائم، خشونة قوام معظم الترب، شدة الرياح، الاستعمال السيئ للأراضي)، وهذا يؤدي إلى حدوث العواصف الغبارية بين فترة وأخرى وهذه العواصف محملة بدقائق التربة مما تسبب أضرار صحية وعند زيادة تأثيرها في الجو يكون لها تأثير ترافقي مع عدد من ملوثات الهواء مثل أكاسيد النيتروجين والكبريت مما يسبب ضررا كبيرا على صحة الإنسان. وتعد هذه الظاهرة من أكثر المشاكل البيئية انتشارا في الوطن العربي، سواء من حيث فقدان التربة السطحية الخصبة أو المشاكل التي يسببها انتقال الرمال وزحفها وتساقطها على المناطق السكنية، أو تجمعها على طرق المواصلات والسكك الحديدية، بالإضافة إلى تأثيرها الضار على الإنسان والحيوان والنبات.

التلوث بالهيدروكربونات النفطية:

الهيدروكربونات النفطية تتراكم على أوراق النباتات، وتعد طبقة الكيوتكل الشمعية مستودعا لها، مما يؤدي إلى زيادة تراكيزها في الأنسجة النباتية. ومن تحليل الأنسجة النباتية يمكن معرفة مصدر وتراكيز الهيدروكربونات سواء كانت حيوية أو نفطية، وان تحليل الدهون المستخلصة

من الأنسجة النباتية يوضح ما يحتويه الدهن من هيدروكربونات، ويمكن معرفة تراكيزها ومكوناتها. إن معظم المادة الدهنية تكون في الطبقة الشمعية المغلفة لثمار وأوراق النباتات، وإن نسبتها تختلف حسب تأثير العوامل البيئية والوراثية ومرحلة النمو وتلعب طبقة الكيوتكل الشمعية دورا كبيرا في حماية النبات من الظروف البيئية غير الملائمة كالتقلبات الجوية، وفقدان الماء، كما أنها تكسب الثمار لمعانا وبريقا طبيعيا. وترتبط الهيدروكربونات الحيوية عادة بالشموع، وهي من المكونات الأساسية لتلك الشموع، خاصة سلاسل الألكانات الاعتيادية التي تبلغ ذرات الكاربون فيها C17 إلى أكثر من C34، وبوساطتها يمكن التعرف على مصادر الهيدروكربونات إذا كانت ناتجة من منشأ أحيائي أو من النشاطات البشرية من خلال التلوث النفطي.

أضرار التلوث:

1- تتعرض النباتات للغبار و الأتربة والمواد العالقة وتجمعها على الأوراق والمجموع الخضري مما يؤدي إلى تقليل تعرضها لأشعة الشمس وهذا يسبب انخفاض معدل البناء الضوئي وقلة الكربوهيدرات في الأوراق ونقص كميتها الواصلة إلى القمة النامية والثمار الأمر الذي ينعكس على قوة النمو وعلى وزن الثمار وحجمها.

2- استمرار تراكم الغبار وخاصة في المراحل الأولى من عمر الأوراق سيؤثر على تكون المادة الشمعية على الأوراق وعلى نسبة الدهون فيها مما يؤثر على فقد الماء ويزيد من كميته المفقودة وهذا يؤثر على العمليات الحيوية في النبات.

3- زيادة تركيز العناصر الثقيلة والسامة في الأجزاء النباتية وترسبها عليها أكثر من الحدود المسموح بها يعرضها إلى حالة من التسمم والضعف والإجهاد واختلال العمليات الفسيولوجية.

المصادر:

أبو ضاحي، يوسف محمد و مؤيد احمد اليونس. 1988.دليل تغذية النبات. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد. العراق.

صقر، محب طه.2006. أساسيات كيموحيوية وفسيولوجية النبات. كلية الزراعة-جامعة المنصورة. مصر. ع ص230.

عواد. حسن عودة. 2009. وراثة وتربية المحاصيل للإجهاد البيئي (الجفاف-الحرارة العالية-التلوث البيئي). الجزء الأول. المكتبة المصرية. للطباعة والنشر والتوزيع. الإسكندرية. جمهورية مصر العربية.

المعيني، أياد حسين علي ومحمد عويد غدير العبيدي. 2018. الأسس العلمية لإدارة وإنتاج وتحسين المحاصيل الحقلية . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي- العراق. ع ص 1067.