9. <u>الأحياء الدقيقة أو الميكروبات</u>

تنتشر في الهواء أنوع عديدة من البكتريا والفطريات وأبواغهما. إضافةً إلى الفيروسات ويعتبر فيروس الانفلونزا أكثر انتشاراً في الهواء.

بعض الظواهر البيئية الناتجة عن تلوّث الهواء:

1. الأمطار الحامضيّة Acid Rain

تنتج الأمطار الحامضية من تلوث الهواء بثنائي أوكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين وأكاسيد النتروجين الناتجة من حرق كميات ضخمة من الوقود في المصانع حيث تحملها الرياح إلى طبقات الجو العليا، حيث يعتقد أن غازات ثنائي أوكسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين وغيرها من الملوّثات تتفاعل مع بخار الماء الموجود في الجو كما يلي :

$$SO_2 + ½\ O_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

$$NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3$$

$$CO_2 + H_2O \rightarrow HCO_3$$

وتبقى هذه الأحماض معلقة في الهواء على هيئة رذاذ وتسقط مع الأمطار، وفي البلدان قليلة الأمطار تلتصق المركبات الحامضية على سطح الأتربة العالقة في الهواء وتتساقط معها فيما يعرف بالترسيب الحامضي الجاف وأحيانًا يسمى الترسيب الحامضي. وللأمطار الحامضية أو الترسيب الحامضي آثار سيئة على البيئة فهي تتسبب في:

- تلوّث التربة، وتذيب بعض المعادن أو الفلزات الهامة للنبات وتبعدها عن جذور النبات حيث تحملها مياه الأمطار الحامضية بعيدًا عن جذور النباتات إلى المياه الجوفية وبذلك تقل جودة المحاصيل الزراعية.
- تؤدي إلى تفتيت الصخور وترفع من درجة حموضة البحيرات.

- تأثيرها في البحيرات: تؤدي الأمطار الحامضية إلى زيادة الحموضة في مياه البحيرات وبالتالي قد تسبب في عدم صلاحيتها لعيش الأسماك والكائنات الدقيقة.
- تدمير الغابات وإزالة الغطاء النباتي.
- إتلاف المنشآت والأبنية الأثرية وتآكلها.

2. أضرار تلوث الهواء على طبقة الأوزون

الأوزون Ozone: غاز سام وشفاف يمل إلى الزرقة ويتكون الجزيء منه من ثلاث ذرات من الأوكسجين.

ويتواجد الأوزون في طبقتي الجو السفلى **التروبوسفير** وطبقة الجو العليا **الستراتوسفير**.

- اذ يتكون الأوزون في طبقة الجو السفلى **(التروبوسفير)** من أوكسجين الهواء نتيجة تعرضه للشحنات الكهربائية العالية الضغط في المحولات الكهربائية ومحطات القوى الكهربائية، حيث تعمل هذه الشحنات العالية على تحليل جزئيات غاز الأوكسجين إلى ذرات حرّة تتحد كل واحدة منها مع جزئ غاز أوكسجين آخر مكونةً غاز الأوزون. وفي هذه الحالة يعتبر الأوزون من المكونات الخطيرة على صحة الإنسان لأن تنفس قدر ضئيل منه يحدث تهيج في الجهاز التنفسي وقد يحدث الوفاة.
- أما الأوزون الموجود في طبقات الجو العليا **(الستراتوسفير)** فيتكون من تفاعل جزيئات الأوكسجين مع الأكسجين الحر الذي ينتج من هذه انشطار هذه الجزيئات بفعل الأشعة فوق البنفسجية:

$$O_3\ (UV) \longrightarrow O_2 + [O]$$

تعمل كدرع أو مرشح واقي يحمي الكرة الأرضية من تأثير الأشعة فوق البنفسجية الضارة ولا يسمح إلا بمرور جزء يسير من هذه الأشعة . ولولا وجود طبقة الأوزون هذه لانعدمت الحياة على سطح الكرة الأرضية .

ثقب الأوزون Ozone Hole

مع بداية السبعينيات بدأ الاهتمام بالملوثات الصادرة من نشاط الإنسان على طبقة الأوزون فقد وجد أن أكاسيد النيتروجين تعمل على تحطيم جزيئات الأوزون على النحو التالي:

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

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

وبذلك يعود أوكسيد النتروجين إلى حالته الأصلية ليعيد الدورة مرة أخرى وبذلك يختل التوازن الطبيعي.

وكذلك وجد أن مركبات الكلوروفلوروكاربون (بعضها معروف صناعيًا الفريون) أيضاً لها نفس التأثير على طبقة الأوزون. حيث يكمن خطر هذه المركّبات انبعاثها في الهواء وصعودها إلى طبقات الجو العليا حيث يتحرر الكلور بفعل الأشعة فوق البنفسجية من مركبات الكلوروفلوروكاربون وهذا الكلور هو الذي يعمل على تحطيم الأوزون وهو أحد أسباب ثقب الأوزون وتقليل نسبته في الغلاف الجوي.

$$Cl + O_3 \rightarrow ClO + O_2$$

$$ClO + [O] \longrightarrow Cl + O_2$$

وتجدر الإشارة إلى أن غاز الكلوروفلوروكاربون له عمر طويل وهناك غازات أخرى لها تأثير مماثل كعوادم الطائرات النفاثة والطائرات الأسرع من الصوت وان إطلاق الصواريخ للفضاء يخلف أطنانًا من الغازات الضارة بطبقة الأوزون.

إن تآكل طبقة الأوزون تنتج عنه أضرار كثيرة هي :

1. انتشار سرطان الجلد.
2. التأثير في مركب الـ DNA.
3. حدوث المياه البيضاء في العين.
4. حدوث اختلال في جهاز المناعة في جسم الإنسان.

5. يلحق أضرار بالمحاصيل الزراعية وقد يقلل من إنتاجها حيث أن الحيوانات تتغذى على النباتات والأعشاب وهذا يعني أن الضرر سيلحق بها نتيجة تضرر النباتات.
6. يقلل من الطحالب التي تتغذى عليها الأسماك مما يهدد الثروة السمكية.
7. تغيير المناخ: لأنه يزيد من نسبة غاز الأوزون في طبقة التروبوسفير، حيث يعتب غاز الأوزون في هذه الطبقة إحدى غازات الدفيئة.

حماية الهواء من التلوث:

- زيادة الوعي البيئي لدى مختلف الأفراد بتعريفهم بحجم المشكلة وأضرارها والإحساس بالمسؤولية نحو الحفاظ على البيئة.
- استخدام أنواع الوقود الأقل تلويثاً للبيئة مثل الغاز الطبيعي في المنازل والمصانع والسيّارات.
- إلزام المصانع بتنقية العادم من الأتربة والغازات الضارة باستخدام فلترات على المداخن الخاصة بها.
- نشر وتعميم استخدام طاقة الشمس في مختلف النواحي الحياتية.
- المحافظة على المساحات الخضراء داخل المدن والعمل على إكثارها.
- إنشاء المصانع والمعامل خارج المدن، مع أخذ جميع الاحتياطات الصحية اللازمة.

التلوّث بالضجيج Noise Pollution

تعريف الضجيج: أبسط تعريف **للضوضاء :** هي أصوات غير مرغوب في سماعها.

والتعريف الشامل للضجيج هو: مجموعة أصوات متنافرة غير مرغوب في سماعها وتسبب إزعاجاً للإنسان وتضر بصحته ورفاهيته الاجتماعية والنفسية.

لقد عرف الضجيج قديماً، ومع تطور الصناعة والتكنولوجيا الحديثة وصلت إلينا أمراض العصر وما تحمله من أخطار بشكل مفاجئ دون أخذ الحيطة للأخطار الناجمة عنها, ومن أهم هذه الأخطار التي يعاني منها مجتمعنا الحاضر هي مشكلة الضجيج أو الضوضاء.

وقديماً كان يُمنع في المدن الإغريقية والرومانية إصدار الأصوات ليلاً (منع ممارسة الضجيج) في الأماكن التي يسكنها الفلاسفة حيث كانوا يعتبرون أن الضوضاء تحد من قدرة الفلاسفة على التفكير والعطاء.

وفي منتصف القرن الماضي بدأ الضجيج يشغل اهتمام العالم بعد معرفة العلاقة بين الضجيج والأمراض المهنية الناتجة عنه مثال نقص السمع عند الحدادين. ومنذ ذلك الوقت والضجيج يثير الاهتمام من جهة وتزداد شدته من جهة أخرى.

الصوت والضجيج:

ينتقل الصوت على شكل موجات متتالية حيث تهتز جزيئات الهواء وتنتشر الموجات في جميع الاتجاهات المحيطة بمصدر الصوت عبر الهواء أو السوائل أو الأجسام الصلبة, وتسمع عند وقوعها على جهاز السمع في الأذن، ولا ينتقل الصوت بواسطة الفراغ، ولولا وجود الغلاف الجوي لساد هدوء مخيف على كوكبنا, حيث لا بد من وجود وسط مادي لانتقال الصوت من خلاله.

الصوت طاقة لها شدة وتردد:

شدة الصوت: هي القدرة المارة خلال وحدة مساحات عمودية على اتجاه انتشار الموجة. تقاس وحدة شدة الصوت بالواط لكل متر مربع. كما تستخدم وحدة ديسيبل للتعبير عن شدة

الصوت، حيث أن الديسيبل يسهّل مقارنة أعداد كبيرة جداً بأعداد صغيرة جداً، حيث تتغير شدة الصوت تغيرات كبيرة بين الهمس والضوضاء، وكلها يمكن أن تسمعها الأذن.

كلما زاد الديسيبل بمقدار 10 زادت شدة الصوت الضعف .

الترددات الصوتية أو الترددات المسموعة: اهتزاز دوري تردده مسموع بالنسبة للإنسان العادي. والمعيار المقبول عموما للترددات مسموعة هو من 16 إلى 20.000 هيرتز. ونحن قد نشعر بالترددات الأقل من 16 هرتز ولكن لا نسمعها، ويمكن للشباب أحيانا الإحساس بالترددات فوق 20.000 هيرتز، ولكن الترددات العالية تسبب فقدان السمع.

أنواع الضجيج:

للضجيج أو الضوضاء أنواع منها:

1. **ضجيج متجانس(مستمر)** مثال صوت المكيف الكهربائي، الذي يبدأ سماعه عند بدء تشغيله ثم يتباطأ السمع ويسمى هذا النوع بالضوضاء البيضاء.
2. **ضوضاء متقطعة غير منتظمة** مثل الأصوات في الطرقات وحدادة السيارات وبكاء طفل ويسبب هذا النوع من الضجيج ضغطا وشدة نفسية.
3. **ضوضاء عالية مفاجئة** مثال انفجار عجلة سيارة, خرق جدار الصوت في الطائرات النفاثة، انفجار بالون, قنابل ذكية تحدث أصوات عالية، وتؤدي هذه الأنواع من الضوضاء إلى إحداث ترويع وتسبب قلقاً، يؤدي إلى عدم الرغبة في النوم.

مصادر الضجيج:

مصادر الضجيج عديدة حيث يمكن أن نسمعها في كل مكان حولنا, في الشارع وفي العمل وفي المنزل وغيرها, ونظرا لتقدم وسائل التقنية الحديثة (التكنولوجيا) لرفاهية الإنسان من أدوات منزلية كالراديو والتلفاز والمكيف وأدوات المطبخ المختلفة فقد غزا الضجيج حتى أماكن الراحة والهدوء ولم يجد الإنسان مكانا يلجأ إليه في أي بقعة هادئة . ويمكن حصر مصادر الضجيج بالاتي:

1. ضجيج الآلات الصناعية.

2. الضجيج المنزلي: وهو ناتج عن استخدام الأجهزة المنزلية المختلفة كأجهزة الراديو والمسجلة والتلفاز والمكيف والغسالات والخلاطات والمكانس الكهربائية.
3. ضجيج الجوار: مثل الضجيج الذي يأتي من الشارع والسكن المجاور والطائرات أو المصانع المجاورة لأماكن السكن.
4. مصادر أخرى (طبيعية- عائلية- حروب)
5. وسائل النقل المختلفة: حيث تزداد شدة الضوضاء في المدن الكبرى من العالم الثالث وذلك لعدم تنبه الناس إلى خطورتها من جهة, ولزيادة مصادرها من جهة ثانية ففي وسط مدينة دمشق مثلا تصل شدة الضوضاء في ساعات الازدحام إلى 95-100 ديسبل
6. ضجيج القطارات: وهو أقل من ضجيج السيارات بسبب أن السكك الحديدية تكون بعيدة عن المدن, أما المباني الواقعة على جانبي السكك الحديدية تعد مزعجة جراء الضجيج الذي يحدثه القطار سواء من الصفارة أو نتيجة احتكاك العجلات الفولاذية بالقضبان الحديدية, وقاطرات الديزل أكثر ضجيجا من قاطرات البخار والقاطرات الكهربائية, ولا يتجاوز الضجيج الصادر عن القطارات 100 ديسيبل.
7. ضجيج الطائرات: حيث يبلغ الضجيج في المطارات الكثيفة الحركة 110 ديسيبل, وتسعى الشركات الصانعة لتخفيف ضجيج الطائرات الحديثة حتى أصبحت طائرات اليوم أقل ضجيجا بنسبة 50- 70 % مما كانت على الطائرات السابقة. كما ينجم عن الطائرات النفاثة عند اختراق حاجز الصوت دوي يشبه الرعد لأن سرعتها أسرع من الصوت (تسبب تكسير زجاج النوافذ).

الفرق بين التلوث بالضجيج والملوثات الأخرى:

1. آثار الضجيج وقتية حيث ينقطع تأثيرها بمجرد توقف مصدرها بينما يكون تأثير الملوثات الأخرى مستمراً في الأحياء والبيئة.
2. ينحصر تأثر التلوث بالضجيج في المنطقة القريبة من المصدر ولا تنتقل آثاره إلى أماكن بعيدة كما هو الحال في تلوث الهواء والماء.
3. قلة الوعي الكافي لمشاكل التلوث بالضجيج والناس لم يدركوا خطورتها كما يميلون إلى الاحتجاج حول مشكلات تلوث الماء والهواء أكثر من الضجيج.

4. مستويات التلوث بالضجيج تكون مستمرة أو متقطعة كما في ضوضاء السيارات التي تقدر ب(80) ديسيبل إذا كانت متقطعة على فترات أو إقلاع الطائرات النفاثة وتقدر بـ (120) ديسيبل.

مخاطر التلوث بالضجيج (الآثار السلبية على الإنسان والحيوان والنبات):

لقد عرف الإنسان قديما أن الأصوات المرتفعة هي مصدر خوف, وارتبطت بمظاهر الطبيعة المخيفة كالأعاصير والزلازل والرعد لارتباطها بالأذى والموت.

حيث ميّز العالم غاديك Gadeke عام 1964 أربعة مستويات من الضجيج المؤثرة في الإنسان وهي:

1. مستوى شدة الضجيج 40- 50 ديسيبل له آثار نفسية (قلق- توتر) وخاصة عند الأطفال .
2. مستوى شدة الضجيج 60 – 80 ديسيبل له آثار سيئة على الجملة العصبية.
3. مستوى شدة الضجيج 90 – 100 ديسيبل له آثار على انخفاض شدة السمع.
4. مستوى شدة الضجيج فوق 120 ديسيبل له آثار مؤلمة على الجهاز السمعي وآثار على الجهاز القلبي الوعائي وغيرها.

ومن الجدير بالذكر أن شدة الضجيج في المدن الكبرى تصل إلى 95- 100 ديسيبل أي تشمل المستويات الثلاثة الأولى. وتصبح شدة الصوت مضرا عند حدود 75 ديسيبل وما فوق ومؤلماً عندما يصل إلى 120 ديسيبل.

الآثار السلبية للضجيج:

1. الآثار النفسية.
2. الآثار الجسمية.
3. الآثار السمعية.
4. الآثار الاقتصادية.
5. آثار سلبية على الإنتاج النباتي والحيواني

1. **الآثار النفسية:** تتبع الآثار النفسية للتلوث بالضجيج عند الإنسان بحسب خصائص الضجيج والمتعلقة بالعوامل التالية:

أ–شدة الصوت فكلما كانت شدة الصوت أعلى كان أثر الضجيج أكبر.

ب– طول مدة العرض (الزمن) كلما طال الزمن ازداد تأثير الضجيج.

ج– حدة الصوت: الأصوات الحادة أكثر تأثيرا من الأصوات الغليظة كما أن الأصوات المرتفعة والمفاجئة أكثر خطرا من الضجيج المستمر.

د– نوع النشاط الذي يعرقله الضجيج والحساسية الشخصية للضجيج.

كما أنّ مستويات الضجيج إذا كانت فوق 60 ديسيبل فإنها تؤثر على قشرة المخ مما يؤدي إلى القلق واستثارة الغضب والتوتر وعدم الارتياح الداخلي وقلة التركيز الفكري وغيرها.

كما ينتج عن ارتفاع مستوى الضجيج زيادة نسبة الأدرينالين وانخفاض نسبة السكر في الدم ويفسر ذلك بأن الجسم يأخذ وضعاً دفاعياً ضد تأثير الضجيج.

2. **الآثار الجسمية:** يسبب التلوث بالضجيج

- اضطرابات في الجهاز العصبي والجهاز القلبي الوعائي حيث يلاحظ عدم انتظام النبض وارتفاع ضغط الدم وتضيق الشرايين وزيادة ضربات القلب
- وانقباض العضلات واضطرابات في الهضم وأمراض في المعدة كالقرحة المعدية
- فقدان تدريجي للذاكرة وتقل القدرة على التركيز الذهني
- سوء إفراز الغدد الصم
- ويصبح الجسم أقل مقاومة للأمراض وخاصة العصبية منها بالإضافة للإصابة بالأمراض الخبيثة مما تسبب الشيخوخة المبكرة.

3. **الآثار السمعية:** إن طول فترة سماع الضجيج وشدته العالية تؤدي إلى:

- نقص في السمع أو فقدانه
- كما أن الأصوات القوية والمفاجئة تؤدي إلى فقدان السمع المؤقت عقب التعرض للضجيج ولكن يعود السمع إلى الشخص المصاب به في الساعة الأولى والثانية بعد

توقف الضجيج. ويزداد احتمال الإصابة بالصمم المهني كلما ازداد مستوى الضجيج وطالت مدة التعرض للضجيج وخاصة المستمر منه.

- اضطراب التوازن.

4. الآثار الاقتصادية (نقص القدرة على العمل وقلة الإنتاج):

يؤثر ارتفاع مستوى الضجيج إلى نقص القدرة على العمل وقلة الإنتاج حيث أشارت بعض الدراسات إلى أن إنتاج العاملين في أوساط تبلغ فيها شدة الضجيج نحو 70 ديسيبل يزيد مرتين على إنتاج العاملين (نفس المهنة) في أوساط شدة الضجيج فيها 100 ديسيبل وأكثر.

كما أن الأشخاص الذين يعملون في أجواء يعد مستوى الضجيج فيها مرتفعاً يعانون من أمراض الجملة العصبية أكثر بثلاث مرات ممن يعملون في الأجواء الهادئة. مثال: ضارب الآلة الكاتبة تكثر أخطاؤه وتقل سرعته بازدياد الضجيج خلال عمله. وفي الأوساط شديدة الضجيج يزداد الوقوع في الخطأ ويقل الانتاج نتيجة إصابة العمال بأمراض الجهاز العصبي والصداع والتعب السريع إضافة إلى الشعور بالضيق والانقباض وهذا كله ينعكس على قدراتهم على العمل والإنتاج. وفي الولايات المتحدة قُدرت الخسائر الإجمالية الناجمة عن الحوادث المهنية والتغيب عن العمل والتعويضات المرضية وانخفاض الإنتاج بسبب الضجيج الصناعي بنحو أربعة مليارات دولار وذلك عام 1971م.

4. الآثار السلبية للضجيج على الإنتاج الحيواني والنباتي:

- **الإنتاج الحيواني:**

دلت التجارب التي أجريت على مزارع للإنتاج الحيواني في مناخل لتربية النحل وعلى مزارع لتربية الأبقار وعلى المداجن التي أقيمت قرب مطار يصدر الضجيج العالي فتبين:

* إن **النحل** أخطأ في مساره ولم يعد إلى مكانه كما أن يرقات النحل ماتت.
* وفي **الأبقار** لوحظ نقص في كمية الحليب ثم أصابها هزال ثم انقطاع كلي من الحليب.
* وفي مزرعة **المداجن** وجد امتناع الدواجن عن وضع البيض ثم سقوط الريش ثم الموت.