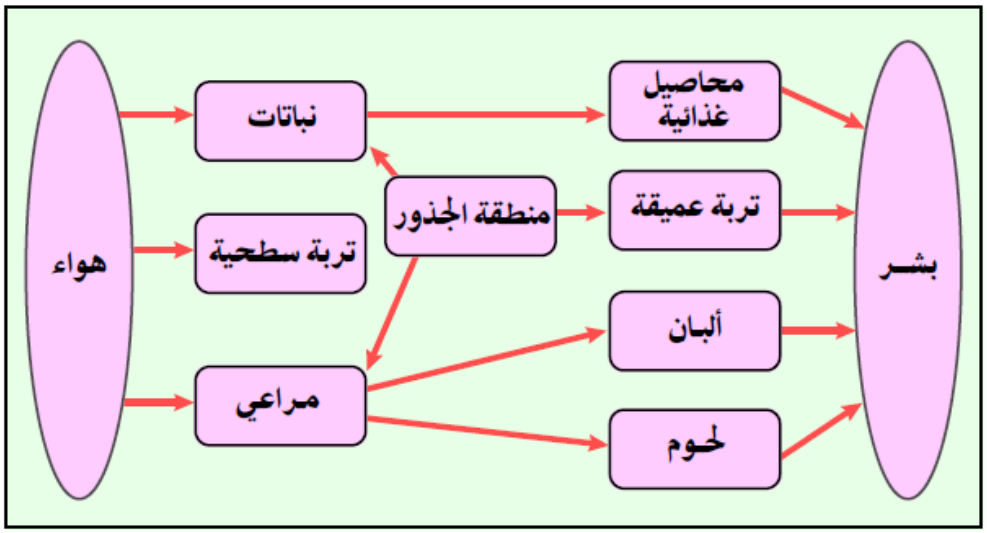
التلوث بالكيماويات الزراعية

تسبب سعي الإنسان الدؤوب لتحقيق كفايته من الطعام في الاستخدام غير الرشيد للكيماويات الزراعية (مبيدات, أسمدة, ...) مما أدى إلى العديد من مشكلات تلوث التربة والمياه والغذاء (شكل1) ويتوفر في الأسواق العالمية الكثير من الكيماويات الزراعية التي تضاف في أكثر الأحيان بطريقة عشوائية لكافة المحاصيل الحقلية، بيد أن أهمها على الإطلاق هي مبيدات الآفات والأسمدة المعدنية. ونتج عن ذلك ظهور نظم جديدة للزراعة، تعرف بالزراعة النظيفة، لا تُستخدم فيها الكيماويات الزراعية وينتج منها غذاء صحي خال من متبقيات الكيماويات الزراعية ومتوازن في محتواه من العناصر الغذائية.



شكل (1) مسار الملوثات في النظم البيئية الزراعية

أولاً: مبيدات الآفات

يقدر العلماء أن هناك ما بين 80–100 ألف مرض يصيب النباتات، تنشأ عن الميكروبات المختلفة، وأن هناك قرابة 1800 صنف من الأعشاب التي تسبب أضراراً اقتصادية للإنتاج الزراعي، وأن هناك نحو 100 ألف نوع من الحشرات تهاجم النباتات وتمرضها. وعندما تُترك تلك الآفات في الحقول بلا مكافحة، فإنها تستهلك نحو ثلث الإنتاج الزراعي العالمي، وهذا أمر لا يمكن

قبوله في عالم يكتظ بالجياع. ومن هذا المنطلق بدأ الإنسان يبحث عن مبيدات تقاوم تلك الآفات وتقلل من تأثيرها الضار على الإنتاج الزراعي.

تُستخدم مبيدات الآفات في عدة مجالات، أهمها على الإطلاق القطاع الزراعي الذي يستهلك نحو 68% من مجمل الإنتاج العالمي. كما تُستخدم مبيدات الآفات أيضاً في رعاية الحيوانات وفي تنظيف المستشفيات، وكمواد حافظة للأخشاب، وفي مكافحة الحشرات المنزلية والحشرات الناقلة للأمراض، مثل بعوضة الملاريا وبرغوث الطاعون وقمل التيفوس وذباب مرض النوم (ذبابة تسي تسي). وتشير الإحصائيات أن 750 مليون نسمة يعانون كل عام من أمراض البلهارسيا والملاريا وغيرها، وأن استخدام مبيدات الحشرات أنقذ ملايين البشر من تلك الأمراض.

وفي الوقت الحالي تشكل مبيدات الآفات نحو ثلث الإنتاج العالمي للكيماويات الزراعية، رغم تاريخها المشين في إتلاف البيئة وإيذاء البشر. وتتفاوت الكميات المستهلكة منها في الدول المختلفة، حيث تتجه معدلات الاستهلاك إلى الانخفاض في الدول الصناعية الكبيرة، في حين تزداد في الدول النامية التي تستهلك نحو 92% من مجمل الإنتاج العالمي وبالطبع يستحيل مكافحة الآفات في الحقول الزراعية بإضافة المبيدات إليها مباشرة، بل يتحتم رش غطاء واقي فوق المزروعات يضمن تعرض الآفة لفعل المبيد. ومن المعروف أن 90% من مبيدات الآفات المضافة للحقل لا تصل إلى هدفها المنشود، بل تنتشر في البيئة الزراعية ملوثة المياه السطحية والجوفية والتربة والغذاء، وتضر كائنات التربة ومزارع الأسماك. وتتعاظم تلك التأثيرات عندما تُرش مبيدات الآفات باستخدام الطائرات. وهناك من مبيدات الآفات ما يستطيع البقاء في البيئة، مقاوماً للتحلل، لفترات طويلة، يصل إلى الكائنات الحية غير المستهدفة مسبباً لها العديد من الأضرار. وقد تتحلل بعض مبيدات الآفات في البيئة الزراعية إلى مركبات أخرى أشد فتكاً من المركب الأم. وفي الوقت الراهن، يسعى كثير من العلماء إلى تصنيع مبيدات جديدة للآفات تتحلل في البيئة الزراعية إلى مواد غير ضارة بعد أن تؤدي دورها في مكافحة الآفة المستهدفة.

وتصل معظم مبيدات الآفات إلى جسم الإنسان عن طريق الطعام والشراب، حيث يمكن أن يزداد تركيز المبيد خلال مروره بالسلسلة الغذائية. فإذا ما تناولت الأسماك طعامها من مياه ملوثة بمبيدات الآفات، يزداد تركيز بعض المبيدات في أجسامها عن تركيزها في الطعام الذي تناولته. وعندما يتغذى الإنسان على تلك الأسماك الملوثة قد يزداد تركيز المبيدات في جسمه عن تركيزها في

خلايا الأسماك التي تناولها. وقد يصل تركيز مبيدات الآفات إلى مستويات السمية في كثير من الأحيان. وقد أكدت العديد من البحوث ذلك الأمر، عندما تبين على سبيل المثال، أن حليب 1436 من الأمهات في إحدى المدن الساحلية الأمريكية يحتوى بنسب مختلفة على مبيدات الآفات، بسبب كثرة تناولهن للأسماك والروبيان التي تعيش في مياه ملوثة.

تعني **السمية** التأثير الضار أو المعاكس الذي تحدثه أي مادة أو مخلوط من عدة مواد على الكائن الحى وتنقسم إلى:

السمية الحادة Acute Toxicity: وهى التأثير الضار الذي يحدث في الكائن الحي بعد التعرض للمبيد لفترة قصيرة ولمرة واحدة أو مرات متعددة خلال فترة قصيرة.

السمية تحت الحادة Sub-Acute Toxicity : وهى التأثير الضار الذي يحدث للكائن الحي نتيجة لتكرار أو استمرار التعرض للمبيد لمدة 30 إلى 90 يوماً.

السمية المزمنة Chronic Toxicity: وهى التأثير الضار الذي يحدث للكائن الحي نتيجة لتكرار أو استمرار التعرض للمبيد مدة أطول من نصف فترة حياة هذا الكائن.

وبصفة عامة يمكن اعتبار جميع المبيدات مواداً سامةً، وتختلف **درجة سمية** مركب ما تبعاً للجرعة وحساسية الكائن الحي سواء كان إنساناً أو نباتاً أو حيواناً كما تختلف القدرة على إحداث التسمم والخطورة باختلاف العمر والجنس والنوع والحالة الصحية والتغذية وصورة المستحضر. ويتم قياس سمية المادة الكيميائية بمعيار الجرعة النصف مميتة LD_{50} ويعبر عنها بوحدات ميليغرام/كيلوغرام من وزن الجسم وهى الجرعة التي تقتل 50% من مجتمع حيوانات التجارب. وتستخدم فئران المخبر البيضاء كحيوانات تجارب لتحديد تلك الجرعة ويتم مقارنة السمية للمواد المختلفة بناء على قيم LD_{50} لها عن طريق الفم والجلد والاستنشاق.

ومعظم التأثيرات الصحية لمبيدات الآفات حادة، حتى ولو كان التعرض لها لمرة واحدة أو لمرات قليلة متباعدة بطريقة مقصودة أو غير مقصودة. وقد تتطور تلك التأثيرات إلى تأثيرات مزمنة تؤدي في النهاية إلى الإصابة بمرض السرطان والأمراض العصبية والوراثية والإجهاض، وضعف الذاكرة، وضعف القدرة على التركيز واهتزاز الرؤية.

وتشير تقارير منظمة الصحة العالمية إلى أن أكثر من مليون نسمة يصابون، كل عام، بالتسمم من مبيدات الآفات، ويتوفي منهم ما بين 3–20 ألف نسمة. وتلك هي البيانات الرسمية التي لا تعبر عن الواقع، لأنه من الراسخ أن معظم حالات التسمم لا تسجل بسبب قصور الموارد وصعوبة تمييز أعراض التسمم بالمبيدات. ومع تطبيق أساليب الزراعة الكثيفة تكونت نظم بيئية جديدة مناسبة لانتشار أنواع جديدة من الآفات الزراعية لم تكن معروفة من قبل، وأصبح على الإنسان أن يواجه تلك الأعداد الهائلة والمتنوعة من الآفات درءاً لشرها. غير أن الآفات، بصفة عامة، والحشرات منها بصفة خاصة، أظهرت في الفترة الأخيرة **مقاومة للمبيدات** وأصبحت هذه الحشرات لا تتأثر بنفس الطريقة التي كانت تتأثر بها الأجيال السابقة للحشرة، بل أعادت تركيبها الوراثي على هيئة طفرات جديدة مقاومة لفعل المبيدات فسارع الباحثون الزراعيون و من خلفهم الشركات الزراعية إلى تعديل وتطوير تركيب مبيدات الآفات بما يجعلها أكثر تأثيراً على السلالات الجديدة **المقاومة** من الآفات وأطول مكوثاً وثباتاً في البيئة.

ومع تواصل البحوث العلمية لتصنيع مبيدات جديدة للآفات تتسم بقدرات فائقة في مكافحة الآفة، تعالى صراخ علماء البيئة، حول أن الإنسان يُفسد البيئة. وتتابع عقد المؤتمرات واللقاءات التي تناقش قضية الإنسان والبيئة والمبيدات. وتحولت القضية إلى مناظرة وحوار ساخن بين فريقين، فريق ينادي بمنع استخدام المبيدات حماية للبيئة وصوناً للحياة، وفريق ينادي باستخدامها إنقاذاً للإنسان من الأمراض الفتاكة وضماناً لإنتاج كفايته من الغذاء والكساء، وللأسف لم ينتهِ الحوار إلى رأي قاطع، وأصبحت الأمور مشوشة في انتظار مخرج يرضي الطرفين. وبات مؤكداً للجميع أن تراكم مبيدات الآفات في البيئة له مخاطر متعددة، وأن اجتثاث تلك المخاطر كلية يعتبر ضرباً من الخيال، وكل ما في وسعنا هو أن نقلل بدرجة ما من تلك التأثيرات الضارة, ويتحتم **الموازنة** بين منافع ومضار المبيدات في إطار جدوى اقتصادية وفنية، تحسم الأمر وتمهد السبيل أمام قرار حكيم، ييسر وضع سياسة رشيدة تكفل حماية البيئة من تلك السموم.

وهناك أكثر من محور يمكن الاستناد إليه في وضع سياسة رشيدة لاستخدام مبيدات الآفات حيث يتوجب على الإنسان:

1. جمع المعلومات الدقيقة عن حجم الآفة.
2. تدريب وتوعية المتعاملين على الأسلوب السليم لاستخدام المبيدات.

3. سن التشريعات البيئية التي تكفل الاستخدام الأمثل للمبيدات.
4. البحث عن سبل آمنة جديدة لمكافحة الآفات الزراعية.

ثانياً: الأسمدة الكيميائية

تحتل الأسمدة الكيميائية بكافة أنواعها المرتبة الثانية بين الكيماويات الزراعية التي يؤدي سوء استخدامها إلى تلوث البيئة الزراعية. وقد تزايدت معدلات استخدام الأسمدة الكيماوية في الآونة الأخيرة مع التوسع في تطبيق برامج الزراعة المكثفة، ونشر السلالات المعدلة وراثياً. وتشير تقارير منظمة الأغذية والزراعة **FAO** إلى أن الدول المتقدمة، وخاصة اليابان ودول غرب أوروبا، تستهلك ما يزيد على ستة أضعاف الأسمدة الكيماوية التي تستهلكها الدول النامية.

وهناك ثلاثة أنواع رئيسة من الأسمدة الكيماوية، هي الأسمدة الآزوتية والفوسفاتية والبوتاسية (NPK)، إلى جانب مجموعة رابعة شاع استخدامها مؤخراً وهي أسمدة العناصر الصغرى. ولا تكاد تخلو تلك المخصبات الكيميائية من الشوائب الملوثة التي تتراكم في البيئة، ولاسيما عند استخدامها بمعدلات عالية. وفي أغلب الأحيان، تكون تلك الملوثات على هيئة عناصر ثقيلة تجد طريقها إلى السلسلة الغذائية من خلال النباتات.

وتتسبب الإضافات المتكررة للأسمدة الكيميائية إلى تراكم الملوثات في التربة ومنها تنتقل إلى موارد المياه الجوفية والسطحية مع مياه الري والمطر. وفي أغلب الدول العربية يضيف المزارعون، تقليدياً، ما بين ضعف إلى ثلاثة أضعاف كمية المخصبات التي تحتاجها النباتات، وفي أغلب الأحيان، تكون الإضافات بطريقة عشوائية غير سليمة وفي توقيت غير مناسب.

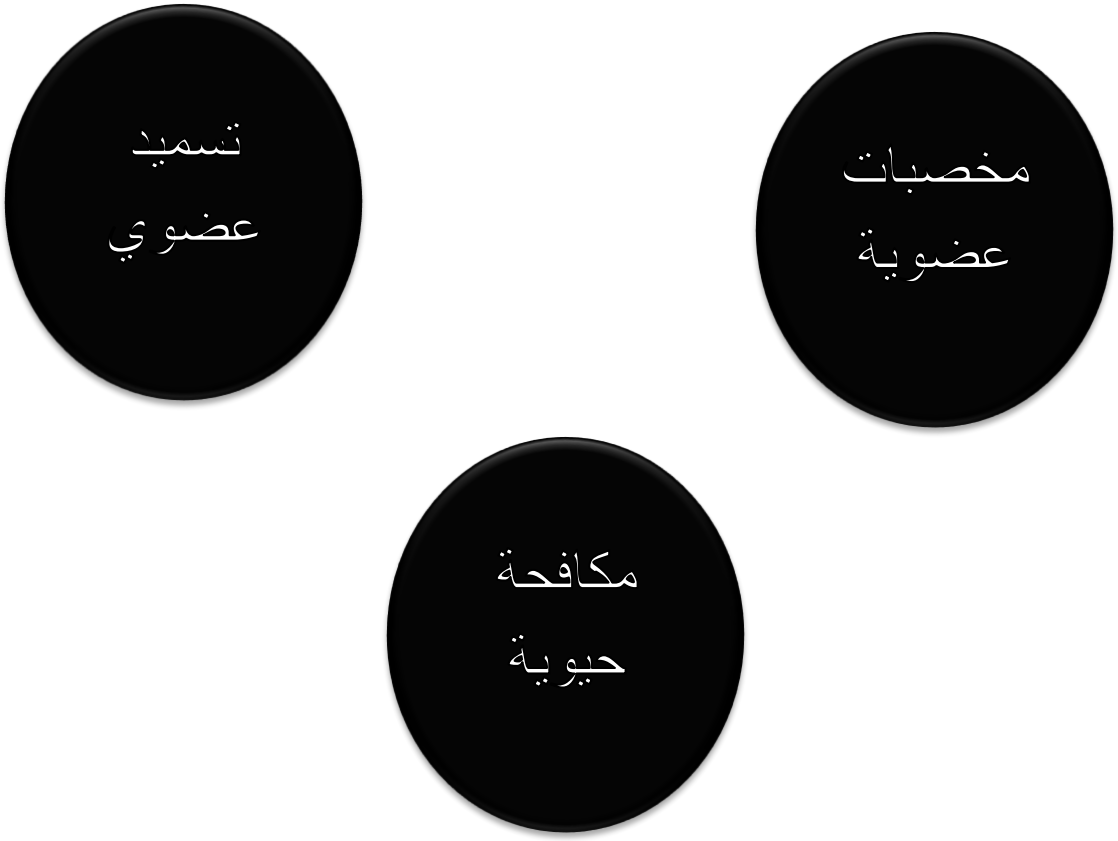
ويعتبر عنصر الآزوت N، أهم عنصر في تغذية النبات، أكبر ملوث للبيئة. ومن هنا، يجب توخي الحذر الشديد عند تسميد المحاصيل بالأسمدة الآزوتية، لأن المعدلات العالية التي تزيد عن استهلاك النبات تنتقل داخل النظام البيئي وتلوثه. وتحتوي معظم الأسمدة المعدنية على عناصر ملوثة للبيئة. فعلى سبيل المثال يحتوي سماد نترات الأمونيوم NH_4NO_3 على كميات ملحوظة من عنصر البورون B، ويحتوي سماد اليوريا $CO(NH2)2$ على البيوريت Biuret ($C_2H_5N_3O_2$)، ويحتوي سماد كبريتات النشادر $(NH_4)_2SO_4$على عناصر النحاس والزنك والرصاص والكادميوم، كما يحتوي سماد السوبر فوسفات على تركيز مرتفع من عنصر الكادميوم وبصفة عامة تحتل العناصر الثقيلة، مثل الرصاص والنحاس والكادميوم والزنك والكروم والمنجنيز والنيكل والحديد

والزئبق، مكان الصدارة بين الملوثات الموجودة في الأسمدة الكيميائية، وتعتبر أهم ما يصل إلى التربة من ملوثات، وهي عادة ما تتراكم في التربة لقلة ذوبانها. وقد يمتص النبات منها كميات تكفي للإضرار بالإنسان والحيوان. ومن ناحية أخرى، يحتاج النبات في نموه إلى مجموعة من العناصر تعرف بالعناصر الصغرى التي يحتاجها بكميات بسيطة ومنها الحديد والزنك والنحاس والمنجنيز. لذا، يجب إمداد النبات بتلك العناصر حتى يستطيع إتمام دورة حياته، بشرط أن يكون ذلك بكميات محسوبة بدقة، بحيث لا تلوث البيئة الزراعية. وبصفة عامة لا تتوفر حتى الآن تقنيات مجدية اقتصادياً في التصدي لمشكلة تلوث التربة بالكيماويات الزراعية.

نظم الزراعة النظيفة

في العقود القليلة الماضية ظهرت بارقة أمل في نظم جديدة للزراعة تعرف **بالزراعة النظيفة clean agriculture**، يقل فيها بدرجة كبيرة استخدام الكيماويات الزراعية، وتستند بصفة رئيسة على التوازن مع البيئة وتسخير الميكروبات لتوفير بيئة مناسبة للإنتاج الزراعي. وتتضمن تلك النظم ثلاثة محاور رئيسية هي :

1. تحويل النفايات العضوية إلى أسمدة عضوية وتدويرها في البيئة الزراعية.
2. تخصيب التربة بالميكروبات المفيدة.
3. تطبيق نظم المكافحة الحيوية للآفات. (شكل 2)



شكل (2) المكونات الرئيسية لنظم الزراعة النظيفة

التربة هي العنصر الأساسي في الإنتاج الزراعي طالما توفرت مياه الري، وهي المهد الذي يستقبل البذرة الصالحة ويوفر لها متطلباتها حتى تعطي محصولاً وفيراً. وتتكون التربة من أربعة مكونات رئيسة: هي المواد المعدنية والمواد العضوية والماء والهواء. وفي الظروف المثالية، تحتوي التربة على 25٪ مياه و25٪ هواء و45٪ مواد معدنية و 5٪ مواد عضوية. وتتدرج المواد المعدنية حسب أحجامها بين الحصى والرمل الخشن والناعم والسلت حتى الطين، في حين تتدرج المواد العضوية بين المواد العضوية غير المتحللة والدبال كامل التحلل. ويعتبر المكون الغروي (الحبيبات التي يقل قطرها عن 2 ميكرون وهو يساوي واحد على ألف من المليمتر) هو المؤثر الرئيس في نشاط التربة، ويتكون من الطين والدبال والميكروبات. وتهتم نظم الزراعة النظيفة بدعم المكون الغروي في التربة، من خلال تخمير النفايات العضوية من مخلفات الإنتاج الزراعي النباتي والحيواني وتحويلها إلى أسمدة عضوية تضاف للتربة بدلاً من الأسمدة الكيميائية، وتمد النباتات النامية بمتطلباتها من الطاقة والعناصر الغذائية، وفي نفس الوقت تحسن من صفات التربة مما ينعكس كماً ونوعاً على إنتاجها من المحاصيل الزراعية.

وقد يبدو للوهلة الأولى أن التربة مجرد خليط من المواد المعدنية والعضوية، يسبح في محلول مائي تتخلله بعض الغازات. بيد أن تلك الصورة لا تعبر عن الواقع فالتربة بيئة تعيش فيها ملايين متنوعة من الكائنات الحية، ويتم فيها العديد من التفاعلات الحيوية المسؤولة عن إتمام دورات العناصر في الكون. وتعتبر الميكروبات من أهم الكائنات الحية التي تقطن التربة، حيث يحتوي الجرام الواحد منها على ما بين عدة ملايين إلى عدة بلايين من الميكروبات. وتلعب الميكروبات دوراً هاماً في خصوبة التربة وتغذية النبات. وقد بدأ العلماء مؤخراً في عزل الميكروبات المفيدة لتخصيب التربة واستخدامها على هيئة مخصبات حيوية في إطار النظم الزراعية النظيفة، مما يقلل، بدرجة محسوسة، المعدلات العالية التي تستخدم حالياً من الأسمدة المعدنية.

ويتضمن المحور الثالث في نظم الزراعة النظيفة الاستفادة من علاقات التضاد بين الكائنات الحية في المكافحة الحيوية للآفات الزراعية. فعلى سبيل المثال، تستخدم حشرة أبو العيد في مكافحة آفة المن، وتستخدم أنواع مختلفة من الميكروبات لمكافحة الحشرات. وقد نجحت تلك الأساليب المتنوعة مع غيرها في الحد من استخدام مبيدات الآفات على المستوى العالمي بدرجة واضحة. بيد أن الطريق مازال طويلاً، وما زلنا ننتظر المزيد من الإنجازات التقنية للعلماء في هذا المجال.

التلوث بالضوضاء

الضوضاء هي الصوت غير المرغوب الذي يسمعه الإنسان في الشارع أو المنزل أو مكان العمل أو أي مكان أخر. وقد تضرر الإنسان من الضوضاء منذ أمد بعيد. فقد جاء في النقوش على جدران معابد قدماء المصريين ما ينبذ الضوضاء، ويطلب الهدوء والسكينة. وقد استخدمت الضوضاء كأداة موجعة لتنفيذ أحكام الإعدام في المجرمين إبان القرن الثالث قبل الميلاد. وعلى مر الزمن منعت كثير من الدول أعمال الحرفيين الذين يتسببون في إزعاج الناس في المناطق الآهلة بالسكان. ويتوقف تأثير الضوضاء على حالة المتلقي، ومدى رغبته في الاستمتاع بالهدوء. ففي حين يقبِل بعض الشباب على الاستمتاع بالموسيقى الصاخبة ويجدون في ذلك متعة كبيرة، يبغضها البعض الآخر ويرى فيها مصدراً للإزعاج. غير أن هناك بعض الأصوات التي لا يرتاح إلى سماعها الغالبية العظمى من الناس مثل ضجيج المرور والطائرات وأصوات المعدات في المصانع وورش الحرفيين.

ويستطيع الناس تمييز الأصوات بدرجات مختلفة تتوقف على مقدار ترددها (عدد الذبذبات في الثانية) مقدراً بوحدة الهرتز. ويمكن للأذن البشرية أن تسمع، بوضوح تام، الأصوات ذات الترددات الواقعة بين 20 – 16000 هرتز. وتتوقف حدة السمع على عدة عوامل: أهمها عمر الإنسان وحالته الصحية ومستوى شدة الصوت (يقاس مستوى شدة الصوت بوحدات ديسيبل) ومدى استمرارية الصوت أو لحظيته.

وتشير نتائج البحوث العلمية إلى أن **أقصى حد لشدة الصوت** يجب ألا يتعدى خلال النهار **45** وحدة ديسيبل خارج المنشآت والمناطق السكنية و **60** وحدة ديسيبل حول مناطق تقديم الخدمات، وألا يتعدى خلال الليل **50** وحدة ديسيبل حول المناطق السكنية والمناطق الصناعية و**53** وحدة ديسيبل حول المستشفيات.

مستويات الضوضاء

يتفاوت مستوى الضوضاء المنبعثة من مختلف المصادر تفاوتاً كبيراً. فعلى سبيل المثال تصل شدة الضوضاء المنبعثة من الدراجة البخارية إلى 110 وحدة ديسيبل، ومن الجرار الزراعي إلى 98 وحدة ديسيبل، ومن الخلاط الكبير إلى 93 وحدة ديسيبل، ومن المكنسة الكهربائية إلى 70 وحدة ديسيبل، ومن السيارة إلى 90 وحدة ديسيبل، ومن الحديث الهامس إلى 20 وحدة ديسيبل، ومن حفيف الأشجار إلى 10 وحدات ديسيبل.

وتصدر عن آلات التنبيه في المركبات ضوضاء تصل شدتها إلى حوالي 90 وحدة ديسيبل على بعد 8 أمتار. وهناك أيضاً الضوضاء الصادرة عن أنابيب العادم، وتقدر بحوالي 100 وحدة ديسيبل على بعد نصف المتر، ناهيك عن الضوضاء المنبعثة من مراوح التبريد والمصاحبة لاستخدام الكوابح. ويعتبر القطار وعربات الترام والمترو من أكثر أنواع المركبات المولدة للضوضاء التي تقدر شدتها بنحو 80 وحدة ديسيبل عند مركز العربة التي تسير بسرعة 120 كيلومتراً في الساعة. وعلى جانبي الطرق السريعة تصل شدة الضوضاء إلى 100 وحدة ديسيبل.

وتستطيع **الأذن البشرية** أن تتحمل الضوضاء حتى مستوى **120** وحدة ديسيبل، يتحول الإحساس بالضوضاء بعدها إلى ألم في الأذن، كما في حالة سماع طلقة مسدس (170 وحدة ديسيبل) وصوت المدفع (180 وحدة ديسيبل) وأزيز الطائرة النفاثة (150 وحدة ديسيبل):

وقد اختلفت الآراء حول تأثير الموسيقى الصاخبة، ويرى كثير من العلماء أن الموسيقى بمستوى ضوضاء 110 وحدة ديسيبل تؤدي إلى نقص مؤقت في السمع، في حين يرى البعض الآخر أن الاستماع إلى الموسيقى الصاخبة لمدة ساعة ونصف الساعة ينقص السمع بنحو 15 وحدة ديسيبل ويزداد النقص بزيادة فترة الاستماع.

التأثيرات الصحية للضوضاء

تؤدي الضوضاء، إلى جانب تأثيراتها المباشرة على الأذن ومستوى السمع، إلى أضرار أخرى غير مباشرة لا تقل خطورة: منها **الشعور بالقلق والتوتر العصبي وفقدان القدرة على النوم الهادئ لفترة كافية**. وتنعكس تلك التأثيرات على فقد القدرة على التركيز، وعدم التمكن من التمييز بين

الأصوات المختلفة، ومن أهمها أصوات التحذير في أماكن العمل، ويصاحب الانزعاج من الضوضاء تعذر الحديث بين المتعرضين مما قد ينعكس على تصرفاتهم ويرتبط مستوى الضرر العضوي والنفسي والعصبي بشدة الصوت وتردده ومدى انتظامه والقدرة على قبوله والتعايش معه، إلى جانب بعض العوامل الأخرى مثل العمر والحالة الصحية. ومع طول فترات التعرض للضوضاء يتحول الشعور بالقلق إلى حالة من الإجهاد تظهر أعراضها في سرعة معدل التنفس وسرعة التمثيل الغذائي والشد العضلي وارتفاع ضغط الدم واضطراب نبضات القلب ونشوء القرح في الجهاز الهضمي وتتدرج مؤشرات ومقاييس تأثر الناس بالضوضاء في **ثلاث مراحل**، تبدأ بشكوى المتعرض من بعض الأعراض العضوية والنفسية، وتمر بظهور اضطرابات في مختلف أعضاء جسمه ولاسيما السمع، وتنتهي بانخفاض إنتاجيته ومستوى كفاءته. وقد أظهرت نتائج إحدى الدراسات الميدانية على عينة من العمال، المتعرضين وغير المتعرضين للضوضاء، أن نسبة ظهور الأعراض وحوادث العمل بين المتعرضين للضوضاء كانت ضعف نسبتها بين غير المتعرضين، وتسببت الضوضاء في 92% من حوادث العمل، وكانت الأيام المفقودة نتيجة حوادث الضوضاء ثلاثة أضعاف تلك المفقودة من الحوادث الأخرى، وبلغ انخفاض معدل الإنتاجية 14% بين العمال المتعرضين للضوضاء.

وفي دراسة أجريت عن تأثير الضوضاء على رجال المرور وسائقي مركبات النقل العام والموسيقيين وضباط المراقبة الجوية في المطارات، تبين أن 62% من العاملين في المطارات و14% من الموسيقيين و 6.8 % من رجال المرور و 8% من السائقين مصابون بعلامات مميزة لفقد السمع ارتبطت طرداً مع طول فترة التعرض للضوضاء. وأكدت النتائج وجود علاقة بين مستوى ضغط الدم الانقباضي والانبساطي وبين العمر وزمن التعرض للضوضاء ومستوى فقد السمع. وكانت حالات الإصابة بارتفاع ضغط الدم حوالي 18% بين السائقين و 13% بين العاملين في المطارات و10% بين الموسيقيين و9.5% بين رجال المرور. وتشير النتائج إلى علاقة طردية بين ارتفاع ضغط الدم وطول فترة الخدمة، تمثلت في 6٪ بين من تقل فترة خدمتهم عن ست سنوات، و 20% بين من تتراوح فترة خدمتهم بين 10–25 سنة، و50% بين من تزيد فترة خدمتهم على ذلك.

وطبقاً لارتفاع مستوى الضوضاء، يقسم العلماء تأثيراتها على الإنسان إلى أربع مجموعات تشمل التأثيرات النفسية والعصبية، وضعف السمع، والتأثيرات العضوية : وتظهر التأثيرات النفسية عندما

يكون مستوى الضوضاء عند حوالي 30 وحدة ديسيبل، وتختلف حدتها باختلاف نوع الصوت ونوعية المعلومات الواردة به. وعندما تتجاوز شدة الصوت 56 وحدة ديسيبل تظهر التأثيرات العصبية، وقد يمتد الضرر إلى الحالة الصحية. وتتعرض الأذن الداخلية للضرر عند التعرض لمستوى ضوضاء أكثر من 90 وحدة ديسيبل، وفي بعض الحالات يصاب المتعرض بصمم كلي، وهو من الأمراض المستعصية التي يصعب علاجها. ومع ارتفاع مستوى الضوضاء لأكثر من 120 وحدة ديسيبل تظهر الأعراض العضوية مثل الأرق وعدم القدرة على النوم والإجهاد وتدني التركيز الذهني والصداع والرغبة في التقيؤ وصعوبة التحدث والخدر وضعف السمع اللحظي وفقد السمع والصمم الكلي وزيادة معدل نبضات القلب وانقباض العضلات والإضرار بالجنين في بطن أمه وزيادة الضغط الداخلي للجمجمة.

وهناك من الشواهد ما يؤكد أن الضوضاء تتلف الخلايا الشعرية المجهرية التي تنقل الصوت من الأذن إلى المخ. وقد يتسبب انفجار مفاجئ في تلف الآلاف من تلك الخلايا في لحظة واحدة مما يسبب الصمم غير القابل للعلاج. وتشير نتائج البحوث الحديثة إلى وجود علاقة مؤكدة بين زيادة الضوضاء وارتفاع نسبة الإصابة بأمراض القلب الناشئة عن تصلب الشرايين التاجية، والتي يشيع ظهورها حالياً على هيئة جلطة القلب والسكتة القلبية. ومن المعروف أن مكونات الدم تتعرض لكثير من التغيرات الفيزيائية والكيميائية في الأشخاص الذين يعانون من التوتر العصبي. وتشمل تلك التغيرات زيادة نسبة الدهون والكوليسترول والأنسولين، وزيادة إفراز هرمون الأدرينالين ومشتقاته والهرمون المنشط لإفراز هرمون الكورتيزون، وزيادة قابلية الصفائح الدموية للالتصاق ببعضها البعض مكونة جلطة، ونقص قدرة كريات الدم الحمراء على نقل الأكسجين نتيجة للتغيرات في مستوى حموضة الدم، ونقص تركيز عنصر البوتاسيوم في عضلة القلب بسبب زيادة إفراز هرمون الكورتيزون. وتؤدي تلك التغيرات إلى ارتفاع ضغط الدم ونبضات القلب، مما ينعكس على زيادة احتمالات تصلب الشرايين التاجية وجلطة القلب والسكتة القلبية.

أساليب مكافحة الضوضاء

تستند أساليب مكافحة الضوضاء إلى مجموعة من المحاور تشمل التشريعات البيئية والتقنيات المناسبة ومراعاة الاعتبارات البيئية في التخطيط العمراني والصناعي والتوعية البيئية ويتطلب الأمر استصدار تشريعات بيئية تحدد أعلى مستوى يسمح به من الضوضاء في مختلف الأماكن. ويجب عدم استصدار تراخيص للمصانع والورش الحرفية وأماكن اللهو بمزاولة أعمالها إلا بعد توفر التقنيات التي تحد من انبعاث الضوضاء منها إلى المناطق المجاورة. وفي أماكن العمل يجب إلزام كافة المؤسسات التي تصدر عنها مستويات مرتفعة من الضوضاء بمتابعة القياسات الدورية في جميع مرافقها وتحديد الأماكن التي يتحتم فيها استخدام تقنيات تكبح جماح الضوضاء الصادرة عنها. ويمكن تقليل الضوضاء المنبعثة من مصدر معين بتغيير أساليب التشغيل، وتجنب الاهتزازات، وفصل مصدر الضوضاء بحواجز عازلة للصوت أو عزله في مواقع بعيدة، أو اكساء جدرانه بمواد مانعة لانتقال الصوت. كما يجب توفير الأجهزة الواقية للعاملين في تلك المواقع وتنظيم فترات العمل بما يكفل عدم تعرضهم لفترات طويلة إلى مستويات ضارة من الضوضاء. وفي الشارع قد يكون من المفيد وضع خطة تكفل سيولة وانسياب المرور وتحول دون الاختناق الذي يعد من أهم أسباب ضوضاء الطرق، وبصفة عامة ينبغي أن يراعي في التخطيط العمراني للمناطق الجديدة تشييد المرافق والمؤسسات والمصانع والمطارات، التي تنبعث منها مستويات ضارة من الضوضاء، في مواقع بعيدة عن المساكن ومن المفيد في هذا المجال أن تتبنى أجهزة الإعلام المقروءة والمسموعة والمرئية خطة لتعريف الناس بمختلف التأثيرات البيئة والصحية والنفسية والعصبية المرتبطة بالتعرض لمستويات ضارة من الضوضاء.

وخارج المدن، تستند أساليب مكافحة الضوضاء إلى التحكم في الضوضاء عند مصدر الانبعاث وتحديد مساراتها ومناطق استقبالها. ويمكن، في هذا الصدد، التحكم في انتقال الضوضاء باستخدام الحواجز والحوائط والأشجار، ولا تقتصر فائدة الأشجار على الحد من الضوضاء بل تمتد إلى حجز الأتربة ونشر الخضرة وتنقية الهواء. وقد أظهرت البحوث فاعلية كثير من الأشجار في هذا المجال مثل أشجار *Ficus Nitida* التي تقلل من الذبذبات المرتفعة في مدى الترددات بين 3100 إلى 100000 هرتز وأشجار (الدورنتا) *Duranta sp.* التي تقلل الضوضاء في مجال الترددات المنخفضة.