المقدمة

يُواجَه الإنسانُ بعدد لا حصر له من السموم والملوثات من قبل أن يولد وإلى أن يلقى الله تعالى، راضيا بقضائه مسلما بقدره وهذا الكرب، وتلك المعاناة، التى يواجهها الإنسان، ربما كانت إحدى الحقائق المضمرة، فى قول الحق - تبارك وتعالى :

﴿ لَقَدْ خَلَقْنَا ٱلْإِنسَٰنَ فِى كَبَدٍ ﴿٤﴾ ﴾ [سورة البلد: الآية ٤].

إن هذا الكَبَد، وتلك المعاناة شىء متأصل حتى فى طبيعة خلق الإنسان بل والكائنات الحية الأخرى؛ إذ إن الإنسان والحيوان ليس عليهما أن يواجها فقط الملوثات والسموم الموجودة فى البيئة والتى تختلف كما ونوعا باختلاف البيئات وتنوعها، ولكن عليهما أيضا أن يواجها أنواعا من السموم يقوم جسم الإنسان نفسه أو جسم الحيوان بإفرازها؛ وعليه كى تستقيم حياته وتستمر، أن يتعامل معها، ويتخلص منها، بشكل دائم ومستمر، طالما أنه بقى على قيد الحياة، أو قل إنه شرط لاستمرار بقائه وحياته إلى حين تتهاوى فيه آليات التخلص من هذه النفايات والسموم، فيكون ذلك إيذانا بدنو الأجل ونهاية الحياة، وهذه إحدى النظريات، التى تعلل للموت، إن كان لابد له من تعليل!

والعقل الحكيم قد يتفهم الضرورات، التى تجعل الجسم يتعرض لبعض الملوثات والسموم، ولكن أنّى له أن يتفهم أن يأتى المرء - بفعل إرادى واع - بجلب السموم والملوثات إلى جسمه ؟!

كيف يسعى الإنسان لتلويث بيئته وتدمير محيطه الحيوى؟ كيف يتأتى له أن يلوث أرضه ومياهه وهواءه وغذاءه، وهو يعلم أنه الجلاد والضحية فى الوقت ذاته؟! كيف يُقبِل على تلويث جسمه بالمبيدات والسموم والمخدرات؟ كيف يُفْرِطُ فى تناول الكيماويات الدوائية فى غير ما حاجة؟ ألا يعلم أن الدواء بالنسبة للجسم - كما يقولون - كالصابون بالنسبة للملابس ، ينظّفها بيْد أنه يُخْلقها ويُبْليها؟

هذا، وتتعدد صور السموم والملوثات التى يتعرض لها الإنسان، إذ إن التلوث البيئى لا ينحصر فقط فى إطلاق النفايات السامة فى التربة أو الماء أو الهواء. ولا يعنى هذا أننا نقلل من خطورة الكوارث البيئية، فهى تمثل جزءًا فقط من المشكلة. وفى المقابل ، فهناك أنواع أخرى من السموم والملوثات الخطرة، التى يتعرض لها البشر، دون أن يعيرها أحد ما تستحقه من اهتمام، ومن ثَمَ لم تجد مَن يحذر مِن التعرض إليها، بشكل كاف. ومن أخطر هذه السموم والملوثات أشكال معينة من الإشعاع، أو المواد الكيميائية النّشطة كالمركبات القلوية، وكثير من مبيدات الحشائش أو مبيدات الآفات، أو المبيدات الحشرية، التى تستعمل على نطاق واسع، حتى فى المزارع والبيوت والشوارع والمحال التجارية.. إلى آخر ذلك من مواد، تحيط بنا فى كل مكان. إن بيئة الإنسان أضحت واقعة بالفعل فى عملية تشبع بهذه المواد، وعلى سبيل المثال فإن مبيدا حشريا مثل د.د.ت. قد تم رصده فى الألياف العضلية لأجنحة طيور البطريق، فى منطقة بعيدة جدا عن استعمال هذه المادة، وهى منطقة ألاسكا. وفضلا عن ذلك، فإننا نمتص بعض العقاقير والمخدرات، بشكل مباشر وطواعية، ولَكَ أن تُلقى نظرة سريعة، على إحصاء لعدد مدمنى تدخين التبغ أو معاقرة الخمر، أو مدمنى المخدرات، لترى مدى خطورة هذه المشكلة فى العالم كله! بل إن العقاقير الدوائية نفسها، من مسكنات الآلام، أو المضادات الحيوية، أو حتى العقاقير المعالجة لبعض الحالات المَرَضية، فإن إساءة استعمالها، يعرِّضُ صحة الإنسان للخطر، أما إذا استعملتها الحامل، فإن الخطر فى هذه الحالة، يتعدى الأم إلى جنينها، وربما أصابه بالتشوهات الخطيرة، التى قد تصل إلى حد القتل!

إن الإفراط فى استعمال كيماويات معينة، فى وقت ما من الأوقات، فى القطاع الزراعى قد كلف الدولة والشعب الكثير والكثير، من نواح شتى متعددة، بعضها صحى، وبعضها الآخر بيئى، وبعضها الثالث مالى اقتصادى عام؛ فمن الناحية الصحية تندرج حالات كثيرة متنوعة كالتأثيرات الضارة على الكبد والكلى

والجهاز العصبى والجهاز التناسلى والجهاز المناعى وعلى الصحة العامة بل وعلى حياة الإنسان والحيوان، إذ تعددت حالات الأورام الخبيثة، بشكل لم يسبق له مثيل. حيث كانت هذه الحالات هى السبب الرئيسى لحالات كثيرة من الوفيات.

ومن الناحية البيئية، فقد أدى الاستخدام العشوائى الجائر للمبيدات الكيماوية، إلى إحداث خلل بيئى واضح، من جرّاء القضاء على بعض الحيوانات، خاصة تلك التى نسميها الحيوانات صديقة الفلاح، كالهدهد وأبى فصادة وأبى قردان والحدأة والصقر والغراب، وغيرها من صور الكائنات الأخرى. وقد يذكّرنا ذلك بمؤلّف رائد، فى هذا المجال، حذر من ذلك بشدة، وكأنما كانت صاحبته تقرأ الغيب بشفافية هائلة، حتى لقد حدث ما حذرت منه راشيل كارسون فى كتابها ذائع الصيت: «الربيع الصامت» The Silent Spring، التى ترمز فيه المؤلفة للتأثيرات الضارة القاتلة للمبيدات باختفاء الطيور وغيرها من الكائنات، ومن ثم يتلاشى – مع اختفائها – غناؤها وأصواتها وحركاتها. فماذا ننتظر بعد ذلك سوى أن يأتى الربيع علينا مقفرا صامتا كئيبا!

وقد كنا نعانى، فى ذلك الوقت، نتيجة لهذا الخلل، فى التوازن البيئى الذى خلقه الله بقَدَر ومِقدار دقيقين، أقول بتنا نعانى من آفات لم نكن نعرفها من قبل، فى ظل التوازن البيئى الطبيعى، كتنامى الجرذان والفئران، بحيث أصبحت أعدادها الغفيرة مشكلة تبحث عن حل عاجل، بأى شكل، حتى إن بعضها كان بالفعل مُضْحكا، مثل تصريح بعض المسئولين: إن من يأتى بعشرة فئران حية أو ميتة سيتقاضى جائزة قدرها كذا وكذا.. ، كذلك تنامت أعداد بعض الطيور كالعصافير، فى فترة تالية، وأحدثت تأثيرا تدميريا مماثلا لما أحدثته الفئران!

لابد للإنسان من وقفة.. بل من وقفات مع النفس.. للتأمل فى سلوكه وتصرفاته وردود أفعاله.. وهل هى فى صالحه أو ضده ؟ وله فى النهاية مطلق الاختيار، فالقرآن الكريم يلفت نظرنا إلى قاعدة هامة وعامة هى:

﴿إِنْ أَحْسَنتُمْ أَحْسَنتُمْ لِأَنفُسِكُمْ وَإِنْ أَسَأْتُمْ فَلَهَا﴾ [سورة الإسراء: آية ٧].

وإذا كانت مسئولية الفرد تجاه نفسه، مسئولية فردية، فليست هكذ مسئولية المجتمع بأسره، ذلك أن المجتمع يتألف من مجموع أفراده، وليسو كلهم على شاكلة واحدة، وعلى ذلك فلابد أن يَهُب البعض ليبصر ويحذر، وفى بعض الأحيان قد يكون لهذا البعض مسئولية وولاية أن يمنع، بل وأن يعاقب. وإن لم يقم بهذا الدور فسيهلك ويهلك الجميع، فالكل فى مركب واحد، فإن نجت فسينجو الجميع، وإذا غرقت – لا قدر الله – فلن ينجو أحد. ومن ثمّ كانت ضرورة التوجه إلى الجماهير، من خلال وسائل الإعلام المختلفة، ومنها هذه السلسلة العلمية الثقافية القيمة، التى أنشأتها « دار المعارف»، والتى هى – فى نظرى – بمثابة جامعة شعبية راقية، على كل المستويات.

أما من الناحية المالية والاقتصادية، فقد أدى استعمال مئات الآلاف من الأطنان من مبيدات الآفات المختلفة إلى إرهاق الموازنة العامة من خلال استنزاف العملات الصعبة لاستيراد هذه المبيدات القاتلة. ولما كان الجزء الأكبر من تكلفة برنامج المكافحة إنما يتحملها الفلاح المسكين، فقد أدى ذلك إلى إرهاق ميزانية الفلاح المصرى فى وقت من الأوقات.

أما من الناحية الاقتصادية العامة، فإن كل ما سبق يعلل لها ويدل عليها. ويضاف إلى ذلك أنه إذا كان الهدف من تطبيق برامج المكافحة المكثفة زيادة الإنتاج الزراعى بهدف التصدير، فإن معظم دول العالم كانت تحجم عن استيراد المحاصيل والمنتجات الزراعية بسبب احتوائها على متبقيات المبيدات التى أسفرت التحاليل عن وجودها بما يتجاوز بكثير الحدود المسموح بها من النواحى الصحية والغذائية الآمنة، وقد استمر ذلك لعدة سنوات متصلة حتى اضطرت وزارة الزراعة من خفض استعمال المبيدات الكيماوية فى مكافحة الآفات الزراعية، فى بعض الأحيان أو الامتناع التام عن استعمالها فى ظروف أخرى مما أدى إلى إعادة فتح الأسواق العالمية أمام المنتجات الزراعية المصرية مرة أخرى.

ومن ناحية أخرى فإن كل ساعة عمل تهدر نتيجة معاناة الأيدى العاملة من الآثار الضارة للسموم والملوثات ومنها المبيدات، وكل جنيه مصرى يتم إنفاقه على علاج هذه الآثار ، كل ذلك يتم خصما من الناتج القومى كما يتم خصمه من ميزانية كل أسرة مصرية على حدة. إذن فالتكلفة الاقتصادية بهذه المثابة عالية جدا!

وفى النهاية أرجو أن يكون هذا الكتاب إسهاما متواضعا منى للتعريف بمشكلات التعرض للسموم والملوثات، فى بلدنا، التى أتمنى أن تكون من أنظف وأجمل بلاد الدنيا قاطبة، لاسيما وأنها صاحبة حضارة عريقة ومجد تليد.

والله من وراء القصد ﴿إِنْ أُرِيدُ إِلَّا ٱلْإِصْلَٰحَ مَا ٱسْتَطَعْتُ ۚ وَمَا تَوْفِيقِىٓ إِلَّا بِٱللَّهِ ۚ عَلَيْهِ تَوَكَّلْتُ وَإِلَيْهِ أُنِيبُ ﴿٨٨﴾﴾ [سورة هود: آية ٨٨]. وهو الهادى إلى سواء السبيل.

د. محمد فتحى فرج
أستاذ الفسيولوجيا
جامعة المنوفية

الفصل التاسع

السموم الحيوية

أولا : السموم النباتية

تحتوى بعض النباتات على مواد فعالة مثل القلويدات أو (أشباه القلويات)، التى تعتبر سامة عند جرعات معينة قاتلة، ومن ثم تعرف بالنباتات السامة. وهذه القلويدات ليس لها أس هيدروجينى (pH) قلوى، ولكنها تسمى بالقلويدات فقط لكونها تملك مسلكا يشبه القلويات، لاسيما قابلية اتحادها بالأحماض لتكوين الأملاح، والأمثلة على ذلك كثيرة مثل هيدروكلوريد المورفين، وكبريتات الأتروبين وغيرها.

ويتم تأثير هذه المواد بشكل لاموضعى non local، ولذلك فإن الغسيل المعدى يمكن أن يكون علاجا ناجعا عند التسمم بهذه المواد؛ وذلك باستخدام «ترياق القلويدات»، ومن أمثلته:

- برمنجنات البوتاسيوم (محلول ١ : ٥٠٠٠).
- حمض التانيك tannic (محلول ٥, ٠ ٪).

وسنستعرض فى العجالة الآتية بعض النباتات، التى تحتوى على بعض المركبات الكيميائية، التى يؤدى سوء استخدامها إلى نتائج تسممية واضحة.

الخشخاش Papver somniferum

قد لا يعرف كثير من الناس شيئا عن نبات الخشخاش إلا زهرته الجميلة، التى أبدع فى تصويرها فنان هولندا الشهير فان جوخ. إلا إن المجتمعات البشرية قد عرفت هذا النبات، الذى ينتمى إلى العائلة الخشخاشية Papeveraceae، منذ

أزمنة طويلة، واستخرجوا منه مادة الأفيون، لاسيما من كبسولة البذرة غير الناضجة بعد كشطها، حيث تحتوى على سائل عصيرى أبيض لزج، لا يلبث أن يتغير لونه عند تعرضه للهواء فيصبح بنيا فاتحا، وفى بعض الأنواع يصبح بنيا غامقا.

ويحتوى الأفيون على نسبة تصل إلى ٢٥ ٪ من القلويدات يصل عددها إلى ٢٥، بيد أن معظمها ليس له تأثير فعال على الإنسان. ومن المواد الفعالة بالنسبة للإنسان ما يلى:

المورفين :

ويمثل حوالى ١٠٪ من وزن الأفيون الخام، ويستخدم طبيا كمسكن للآلام، أما التسمم الحاد بالمورفين فهو نتيجة عارضة فى حالة التعرض للجرعات العالية، سواء فى حالة العلاج أم فى حالة الإدمان على هذه المادة.

التسمم المزمن:

يحدث هذا النوع من التسمم كنتيجة للتعاطى المتكرر للأفيون أو المورفين.

آلية عمل المورفين:

يندرج المورفين تحت مهبطات الجهاز العصبى المركزى، ولذلك فإنه يثبط ثلاثة مراكز:

١ - المنطقة الحسية فى قشرة المخ :

وهذا يؤدى إلى تسكين الآلام والإحساس بحالة من الخفة والنشاط euphoria.

٢ - مركز السعال:

ولذلك فإن تعاطى المورفين يؤدى إلى تهدئة نوبات السعال.

٣ - المركز التنفسى:

قد تصل درجة تهبيط هذا المركز إلى نتجة خطيرة تتمثل فى حدوث الاختناق asphyxia.

كما يؤدى المورفين إلى إثارة ٣ مراكز:

العصب الحائر:

وتؤدى هذه الإثارة إلى تباطؤ النبض والتنفس.

مركز القيئ:

ويؤدى ذلك إلى إثارة القيىء.

مركز تقليص الحدقة:

وتؤدى هذه الإثارة إلى تقليل قطر حدقة العين.

التسمم المورفينى الحاد:

الجرعة القاتلة:

تصل الجرعة القاتلة بمادة المورفين إلى ١٠٠ مجم ، وذلك فى مدة تتراوح بين ٦ و ١٢ ساعة.

المظاهر السريرية (الاكلينيكية):

١ – يشعر المتعاطى فى أول الأمر بالخفة والنشاط والسعادة، مع تخفيف لحدة الآلام، ثم لا يلبث الشخص أن يدخل فى مرحلة أخرى من تلاشى الإحساسات السابقة.

٢ – وقد يؤدى تثبيط منطقة الإحساس بالقشرة المخية إلى حالة من تسكين الآلام analgesia، الذى يفضى إلى النوم، يعقبه حالة من الانخراط فى النوم العميق stupor، وتنتهى الحالة بالدخول فى غيبوبة coma.

٣ – بطء التنفس، الذى قد يؤدى إلى الاختناق وزرقة اللون cyanosis .

٤ – القيئ، الذى قد يحمل رائحة مميزة، لاسيما فى حالة تعاطى الأفيون.

٥ – إثارة العصب الحائر، الذى قد يؤدى إلى تباطؤ التنفس العميق.

٦ – ضيق حدقة العين، حتى تصبح مثل رأس الدبوس.

٧ – وفى النهاية يتفاقم هبوط معدل التنفس، ويحدث شلل فى المركز التنفسى، فيؤدى ذلك إلى عدم انتظام التنفس، مع ظهور زرقة شديدة فى اللون، وتنتهى الحالة بالموت نتيجة للاختناق.

نبات الجوز المقيئ Strychnos nux vomica

ينمو هذا النبات فى جزر الهند الشرقية وجزيرة سيلان، وهو يتبع عائلة الجوز المقيئ Loganiaceae. من أهم أجزاء هذا النبات البذور الجافة، وهى رمادية اللون قرصية الشكل، مستديرة منضغطة من جانبيها، صلبة جدا يصل قطرها إلى ٢ سم ولها سرة، ذات طعم مر. وتحتوى هذه البذور على قلويدين أساسيين هما: استركنين strychnine وبروسين brucine بنسبة تتراوح من ١ – ٥ ٪ تقريبا.

وما يعنينا هنا هو مادة أو عقار الاستركنين، والصورة النقية له عبارة عن بللورات بيضاء مرة جدا.

حالات التسمم:

قد يحدث التسمم بالاستركنين بشكل عارض، نتيجة للعلاج بجرعات زائدة عن القدر المقرر.

تأثيرات الاستركنين:

يقلل هذا العقار المقاومة فى الوصلات العصبية الخاصة بخلايا المقرن الخلفى للحبل الشوكى، كما يعوق أيضا التثبيط بعد التشابكى، عن طريق تقليل الحمض الأمينى جليسين، الذى يعمل كناقل عصبى، خلال مسار النبضات العصبية الحسية؛ ولذلك فإن أية إثارة بسيطة تؤدى إلى انقباضات عامة وتشنجات فى جميع عضلات الجسم.

وحيث لا يوجد إمدادات عصبية منعكسة فإن العضلات القابضة والباسطة يتم انقباضها فى الوقت ذاته؛ ولكون العضلات القابضة أشد فى قوتها من العضلات الباسطة لكونها تعمل ضد الجاذبية الأرضية، فإن النتيجة النهائية تظهر على هيئة تقوس فى الجانب الظهرى من الجسم.

وعلى ذلك فإن الاستركنين بالجرعات العلاجية الصغيرة (٢ ـ ٨ مجم) يعتبر هاضما ومثيرا للشهية إلى الطعام ، كما يجعل الحواس أكثر حدة ، ومن ثم فإن الاستركنين يندرج ضمن العقاقير التى قد يتعاطاها الرياضيون لتحقيق نتائج

طيبة فى المنافسات الرياضية. كما تعطى ـ بطريقة غير قانونية ـ لخيول السباق بهدف تنشيط عضلاتها ، فتسرع هذه فى السباق ، بيد أن هذا التصرف ، غير المسئول ، قد يشكل خطورة كبيرة على الحيوان وقائده.

الجرعة القاتلة:

تصل الجرعة القاتلة فى مدة ، قد لا تجاوز ساعتين ، إلى ٣٠ مجم.

المظاهر السريرية (الإكلينيكية):

- حدوث التشنجات المفاجئة فى جميع أنحاء الجسم، فيؤدى تشنج عضلات الوجه إلى ما يعرف سريريا «بالابتسامة المرة»، بينما يؤدى انقباض عضلات الجذع إلى تقوس منطقة الظهر، فى حالة تعرف سريريا بالتقوس الظهرى opisthotonous position.
- تحدث هذه التشنجات على هيئة نوبات متكررة يستمر كل منها لمدة تتراوح بين ١ – ٢ دقيقة، ويتحول لون الجسم خلالها إلى اللون الأزرق نتيجة تشنج عضلات التنفس.
- أما فى الفترات بين النوبات التشنجية التى يتم فيها انبساط أو استرخاء العضلات والتى تصل إلى حوالى ١٠ دقائق، فتختفى خلالها زرقة الجسم، بيد أن أية إثارة قد تؤدى إلى ظهور نوبة أخرى.
- هذا، ويحدث الموت عادة بعد عدة نوبات (٥ – ٦ نوبات)، وذلك نتيجة للاختناق بسبب: تشنج عضلات التنفس (أثناء هذه النوبات) أو بسبب إنهاك هذه العضلات (فى الفترات بين النوبات).

مظاهر ما بعد الموت:

– تظهر علامات الاختناق داخليا وخارجيا.

– حدوث تيبس سريع للجثة.

– كما يمكن تعيين مادة الاستركنين فى الدم والأنسجة، عن طريق التحليل الكيميائى، حتى بعد مدة طويلة من حدوث الوفاة.

النباتات المحتوية على مادة الأتروبين Atrpoine

توجد مادة الأتروبين فى صورتين هما : هيوسيامين hyoscyamine وهيوسين hyoscine فى جميع أجزاء النباتات الآتية بدرجات متفاوتة:

١ – نباتات السكران Hyoscyamus plants، ومنها السكران المصرى Hyoscyamus muticus، والسكران الأوربى Hyoscyamus niger.

٢ – البلادونا Atropa belladona.

٣ – الداتورة Datura stramonium.

التسمم الأتروبينى:

تتم أغلب حالات التسمم الأتروبينى كنتيجة عارضة لتعاطى جرعة علاجية زائدة، أو نتيجة ابتلاع أحد مكونات النباتات السابقة عن طريق الخطأ. وقد يحدث التسمم القاتل أيضا نتيجة لإعطاء بذور نبات الداتورة مختلطا بالغذاء، وذلك لذهاب حالة الوعى، لتسهيل جرائم اغتصاب الإناث.

تأثيرات الأتروبين:

الأتروبين ونظيره الهيوسيامين مادتان متشابهتان ولهما التأثيرات الحيوية والفارماكولوجية الآتية:

- **تأثيرات طرفية:**

تأثيرات ضد مسكارينية وضد كولينيرجية ، أى إن لهما تأثيرا مضادا للتأثير المسكارينى للأستيلكولين.

- **تأثيرات مركزية:**

تحدث مادة الأتروبين إثارة يعقبها هبوط فى الجهاز العصبى المركزى ، بيد أن الهيوسيامين له تأثير مركزى مهبط فقط.

الجرعة القاتلة:

تصل الجرعة القاتلة لمادة الأتروبين أو الهيوسيامين إلى حوالى ١٠٠مجم،

وتوجد هذه الكمية فى حوالى ١٠٠ بذرة من بذور الداتورة. أما الجرعة القاتلة من مادة الهيوسين hyoscine فتصل إلى ٣٠ مجم. ويجب ملاحظة أن الموت الناجم عن هذا التسمم يتم خلال مدة قدرها: ١٢ – ٢٤ ساعة.

المظاهر السريرية (الإكلينيكية) للتسمم:

الأعراض الطرفية:

ومن هذه الأعراض: توقف الإفرازات المختلفة كاللعاب والعرق والإفرازات الشعبية – اتساع حدقتى العينين – حدوث ضعف مصحوبا بزيادة فى معدل النبض مع سرعة التنفس الضحل (غير العميق).

الأعراض المركزية:

مرحلة التنشيط:

زيادة معدل أداء الحركات العشوائية (دون هدف أو غرض) – ظهور الحركات الترنحية غير الثابتة – سرعة وسهولة التهيج والتعصب – حدوث التشنجات.

مرحلة التثبيط:

– لتثبيط القشرى المؤدى إلى النعاس المفضى إلى الغيبوبة.
– هبوط فى المركز التنفسى الذى يؤدى إلى الاختناق.

مظاهر ما بعد الوفاة:

– ظهور علامات الاختناق الخارجية والداخلية.
– جفاف المجارى التنفسية.
– يمكن الكشف عن مادة الأتروبين بالتحليل الكيميائى، ولكن بعد فترة قصيرة من حدوث الوفاة، حيث إن هذه المادة يتم تكسيرها بسرعة بفعل التعفن putrefaction.
– يمكن أيضا اكتشاف بذور الداتورة أو البذور السامة الأخرى التى تحتوى على مادة الأتروبين فى المعدة، عن طريق التشريح، فى حالة التسمم عن طريق تعاطى هذه البذور.

نبات خانق الذئب Aconitum nappellus

يُعرف نبات «خانق الذئب» أيضا فى بعض الأدبيات العلمية عربيا بنبات «قاتل النمر»، وهو نبات برى سام، ينمو فى جبال الألب، ومرتفعات ألمانيا وسويسرا والمجر، كما يزرع أيضا كمحصول لإنتاج جذوره الدرنية. يتبع هذا النبات العائلة الشقيقية Ranunculeceae، وتُعد جذوره الجافة مصدرا هاما للحصول على بعض العقاقير الطبية الهامة مثل: الأكونيتين Aconitine، وأكونين Aconine، وإفيدرين Ephedrine، وغيرها.

حالات التسمم:

وترجع السمية القاتلة لهذا النبات إلى وجود قلويد الأكونيتين بنسبة عالية. أما حالات التسمم بهذا العقار فيعتبر أغلبها من الحالات العارضة نتيجة تعاطى جرعات علاجية زائدة، أو عن طريق التعاطى الخطأ للدهانات التى تحتوى على مادة الأكونيتين. وقد ينجم التسمم أيضا بهذه المادة عن طريق تعاطى جذور النبات بطريق الخطأ على اعتبار أنها تتشابه مع جذور نباتات أخرى.

أما التسمم نتيجة للانتحار بتعاطى هذه المادة فقد تم تسجيلها فى الأشخاص الذين استطاعوا الحصول على هذه المادة كالكيميائيين والصيادلة. وجدير بالذكر، أن أشهر من قيل: إنه انتحر بهذه المادة فى مصر، هو المشير الراحل عبد الحكيم عامر، إثر هزيمته عسكريا فى حرب الخامس من يونيو ١٩٦٧ م.

التأثيرات السامة للأكونيتين:

١ – التأثير الطرفى: يبدو هذا التأثير على هيئة إثارة يعقبها هبوط لكل من نوعى الأعصاب الطرفية ، الحسية والمحركة.

٢ – التأثير المركزى: يتمثل هذا التأثير فى إثارة يعقبها هبوط سريع فى الجهاز العصبى المركزى.

٣ – التأثير على القلب: ويتمثل هذا فى تأثيره التهبيطى المباشر على عضلة القلب.

الجرعة القاتلة:

تكفى جرعة قدرها ١ مجم. من مادة الأكونيتين للقتل، خلال مدة لا تتجاوز ٤ ساعات.

المظاهر السريرية:

التأثير الطرفى:

يشعر المريض بخدر numbness ووخز tingling فى منطقة الفم، ثم لا يلبث هذا أن ينتشر فى الجسم كله. كما تحدث انقباضات عضلية للمريض تتحول إلى تشنجات.

التأثير المركزى:

تنتاب المريض حالة من الغيبوبة مصحوبة بزرقة فى الجسم. كما تحدث أيضا حالة من الهبوط القلبى مصحوبة بعدم انتظام فى ضربات القلب.

المظاهر التسممية بعد الوفاة:

١ – وجود علامات الاختناق مع فشل فى الدورة الدموية.

٢ – يمكن تعيين مادة الأكونيتين عن طريق التحليل الكيميائى الدقيق.

القنب (الحشيش) Cannabis sativa

لهذا النبات انتشار كبير فى العالم كله، ومن ثم فله أيضا أسماء كثيرة، يُعرف بها فى كل منطقة تستخدم هذا النبات أو مستحضراته، فيعرف بالقنب، والحشيش، والمرجوانا، والبانجه والمارجوانا، وأخيرا أطلق على بعض أجزائه الورقية وسيقانه الجافة فى مصر البانجو.

وهناك نوعان من هذا النبات: القنب أو القنب الأمريكى Cannabis sativa والقنب الهندى Cannabis indica، ويمكن الحصول على الحشيش بضغط القمم الزهرية للنبات المؤنث لعمل عجينة خضراء بنية اللون ذات رائحة مميزة. أما البانجو فيمكن الحصول عليه من السيقان والأوراق الجافة لهذه النباتات.

وتجدر الإشارة إلى أن القمم المُزهرة أكثر احتواء على المادة الفعالة من السيقان والأوراق . كما أن القنب الأمريكى يحتوى على الجوهر الفعال أكثر من القنب الهندى. أما المادة الأساسية الفعالة فى الحشيش بكل أنواعه فهى مادة أو عقار تتراهيدروكانابينول Tetrahydrocannabinol.

تأثيرات الحشيش:

تعتبر مادة تتراهيدروكانابينول عقارا مهلوسا، حيث ينجم عن استخدامه مزيج من التنشيط والتثبيط للجهاز العصبى المركزى يعتمد على مزاج وشخصية المستهلك.

المظاهر السريرية:

١ – الخفة والنشاط: نتيجة للتنبيه العصبى المركزى توجد حالة من الشعور بالراحة والسعادة، مصحوبة بحدة فى الإدراك السمعى، تنتهى بحالة من أحلام اليقظة، مع إحساس بالطيران فى الهواء والأحلام الشبقية الجنسية.

٢ – فقدان الإحساس بالزمان والمكان، وهذا ما يؤدى إلى الإحساس الكاذب بطول الوقت وزيادة المسافة والزمن.

٣ – إحساس بالتثاقل الذى يحل محل الشعور بالخفة والنشاط بسبب التأثير التثبيطى الذى قد يؤدى إلى الخوف من الموت إلى الحد الذى يبعث على بكاء العاقر ونشيجه. إلا أن استعمال الحشيش لا يقود إلى تصرفات تتسم بالعنف والعدوان.

٤ – اختلالات عصبية: وتبدو هذه التأثيرات على هيئة اتساع فى حدقتى العينين mydriasis، تخلج عضلى ataxia، وارتعاش tremor، وطنين الأذن tinnitus، وبرودة الجسم hypothermia، مع ازدياد الأفعال الانعكاسية hyperreflexia.

٥ – تظهر مع الجرعات العالية السامة حساسية مفرطة فى بعض الحالات . فقد يوجد تثبيط كبير فى الجهاز العصبى المركزى وهبوط فى المراكز الحيوية

كالمركز التنفسى فيؤدى ذلك إلى النوم العميق الذى قد يفضى إلى الغيبوبة المحبوبة بزرقة فى لون الجسم، وقد تحدث الوفاة فى النهاية بسبب النقص الحاد فى الأكسجين.

٦ – إدمان الحشيش: الاستخدام المتكرر للحشيش غالبا ما يؤدى إلى التعود عليه وإدمانه، ويصحب ذلك تدهور تدريجى على المستوى الخلقى والجسمى والعقلى، ينتهى بالعصاب psychosis، والخرف dementia.

علاج الاعتياد على التعاطى:

يتم علاج حالة الاعتياد على تعاطى الحشيش، بالامتناع الفورى والمفاجئ لعملية التعاطى هذه، حيث إن اعتياد تعاطى هذا العقار لا يؤدى إلى حالة من الإدمان الحقيقى، الذى يؤدى إلى الإذعان والاعتماد الجسمانى physical dependence، فالاعتماد فى حالة الحشيش نفسى psychic فقط ؛ ومن ثم فإن تغيير الوسط والبيئة المحيطة بالمريض، مع مزاولة الألعاب والتمرينات الرياضية والجسمية والاهتمام بالتغذية والحالة العامة للمريض تفيد كثيرا فى معالجة حالة التعود هذه.

المظاهر التسممية بعد الوفاة:

فى حالة الوفاة من جراء التسمم الحاد بالحشيش، تبدو علامات الاختناق داخليا وخارجيا مع ظهور رائحة مميزة للحشيش. أما التحليل الكيميائى الدقيق لعينة من الدم فيظهر وجود عقار تتراهيدروكانابينول.

التبغ Nicotiana tabacum ; N. rustica

التبغ نبات من الفصيلة الباذنجانية السامة ، وله أنواع كثيرة يصل عددها إلى حوالى ٦٠ نوعا، وتختلف فيما بينها اختلافا واضحا ، ولا تستوى جميعها على درجة واحدة من الأهمية، إلا إن أشهرها النوعان المذكوران فى عنوان هذا الجزء، تبغ الطباق وتبغ الرستيكا، وموطنها الأصلى أمريكا، لم يعرف فى بقية بلدان العالم القديم إلا بعد اكتشاف الدنيا الجديدة (أمريكا) عن طريق كريستوفر

كولومبس عام ١٤٩٢ م، الذى أهدى له سكان البلاد الأصليون بعض أوراق التبغ، فاستعملها بعض بحارته مقلدين فى ذلك الهنود الحمر فى تدخينهم، ثم نقلوها معهم إلى إسبانيا، كما نقلوا أيضا بذور نبات التبغ حيث قام الإسبان بزراعتها فى حدائقهم الخاصة أمام بيوتهم لجمال زهرتها وخضرة أوراقها للزينة، ثم بدأوا يستعملونها فى التدخين ومنذ ذلك الحين انتشرت زراعتها واستخدامها فى كثير من البلاد الأوربية والآسيوية والإفريقية، على نحو يؤكد أن مسألة التدخين أصبحت من أكثر المشاكل الصحية والبيئية والسلوكية.

فالاهتمام بمعالجة مشكلة التدخين لا يعنى فقط التركيز على مسألة سلوكية، ولكنها فى الواقع تمثل مشكلة صحية واقتصادية، وفى كثير من الأحيان مشكلة اجتماعية فى غاية الأهمية. يتجسد ذلك ويتمثل فى ضحايا التدخين، فحينما نلتفت يمنة أو يسرة نجد من ضحاياه الكثيرين من مرضى القلب والرئتين والعقم وغيرها من أوجاع وأدواء. وأصبح من المعترف به حاليا أن تدخين السجائر من الأسباب القوية والمؤكدة فى التعجيل بالوفاة، وفى العجز الذى قد يُقعِد عن العمل والإنتاج، وتعتمد هذه الحقائق بالطبع على تقارير علمية موثقة، الأمر الذى يؤكد بكل وضوح المخاطر الصحية الناجمة عن التدخين.

ويُعد النيكوتين – المادة الفعالة الموجودة بالتبغ – أكثر المنبهات استعمالا بعد الكافيين الموجود بالقهوة، وذلك على الرغم من إسهامه الموثق بالتقارير العلمية فى حدوث الأمراض والوفيات.

هذا، ويقدر عدد المدمنين على التدخين فى الولايات المتحدة فقط أكثر من ٧٠ مليونا، معظمهم يدخن التبغ على شكل سجائر. وقد دلت الإحصاءات أن تدخين السجائر يتسبب فى وفاة نحو نصف مليون شخص فى الولايات المتحدة وحدها فقط وذلك من جراء سرطان الرئة، وأمراض سرطانية أخرى، وبأمراض الجهاز القلبى الوعائى، والنفاخ الرئوى (الإمفيزيما)، ومن التهاب الشعيبات الهوائية المزمن، وقد قدر عدد الوفيات هذا بنحو ربع مجموع الوفيات بجميع الأسباب الأخرى.

وإذا كان الحال كذلك فى الولايات المتحدة، فالحالة أكثر سوءا بالنسبة لمصر. حيث زادت مؤخرا هذه الظاهرة وتفشت فى الريف والحضر، بين الصغار والكبار، لا فرق فى ذلك بين الأميين وغيرهم من المتعلمين أو أنصاف المتعلمين.

هذا، وقد ثبت حتى الآن أن ٤٠٠٠ مادة كيميائية سامة على الأقل تنتج عن دخان التبغ، وقد كان الاعتقاد السائد حتى وقت قريب أن دخان السجائر يحتوى على ثلاث مواد ضارة هى:

- القطران .
- النيكوتين.
- غاز أول أكسيد الكربون.

هذا، ولم يفطن العلم، على وجه التأكيد – إلى الضرر الصحى الناجم عن التدخين إلا عندما نشر أول بحث يؤكد ذلك عام ١٩٦٢ م، الذى أكد على علاقة التدخين بمرض السرطان، وتأثير التدخين على كل من الرئتين والقلب .

والواقع أن التدخين كسلوك اجتماعى يكتسب عن طريق المحاكاة، فهو يبدأ بتقليد الصغار للكبار حتى يكتسبوا مظهر النضج والرجولة، ولكن بعد الوقوع فى أسر هذه العادة يصعب التخلص منها بعد ذلك. فالمدخن المفرط الشره قد يشعل السيجارة الثانية قبل أن يفرغ من السيجارة الأولى. إنه الإذعان وليس إلا ذلك الذى يفرض عليه ذلك السلوك نتيجة الرغبة الجسمانية الملحة فى الحصول على النيكوتين. ومع ذلك فإن المدخنين لسنوات طويلة، لو سئلوا النصيحة فى أمر التدخين ، لأشاروا بعدم البدء فى التدخين على الإطلاق.

الآثار الصحية الضارة للتدخين.

- يحتوى التبغ على مادة النيكوتين، وعند مضغ التبغ، يذوب النيكوتين فى اللعاب، ويمتص منه فى تيار الدم. أما إذا تم تدخين التبغ، فإن النيكوتين ينفذ أيضا إلى تيار الدم عبر الأنسجة الطلائية التى تبطن كلا من الأنف، والحلق، والقصبة الهوائية والشعب الهوائية وأنسجة الرئتين، هذا بالاضافة إلى مواد أخرى كالقطران ودقائق الدخان الأخرى.

- هـذا، ويترسـب الغـاز، ودقائـق دخـان التبـغ علـى الأغشـية المخاطية وتهيجها. ويسـبب ذلك فقدان أهداب الخلايـا الطلائية لوظيفتها فى طرد المواد الغريبة.
- ويؤدى دخان السجائر إلى التهابات الحلق، كما يثير موجات من السعال، وهذان العرضان كثيرا ما يشكو منهما المدخنون .
- وقد بات معروفا: من الناحية الطبية، أن أحد الدلائل الرئيسـية لالتهاب القصبـات الهوائية المزمن هو طرح البصاق sputum، فترى المصاب يسـعل مـن آن إلى آخر، ومع السـعال يطـرح كمية من البصاق الـذى يثير التقزز والاشمئزاز فى نفوس الحاضرين، مسببا للمريض حرجا اجتماعيا.
- أمـا النيكوتين الذى عبر إلى تيار الـدم، فإنه يؤدى الى بطء عملية الهضم، ولذلك فكثيرا ما يشـكو المدخنون من «حرقان القلب» heartburn، خصوصا بعـد تناول الوجبات الغذائية، والواقع أن ذلك لا علاقة له بالقلب، ولكنه مرتبـط بالمعدة التى تنتج فى هذه الظـروف كمية كبيرة من حمضها (HCl) الذى يهيج بدوره بطانة المعدة، ويؤدى إلى ذلك الشعور (حرقان القلب) .
- كمـا يؤثر النيكوتـين أيضا على الجهـاز الدورى. فإنه يـؤدى إلى تقلص الأوعيـة الدموية، فيؤدى ذلك إلى ارتفاع « ضغـط الدم». فيؤدى ذلك إلى أن يعمل القلب بجهد أكبر. فقد يؤدى التدخين إلى زيادة فى ضربات القلب قد تربو على ٢٨ ضربة فى الدقيقة .
- وعلى ذلك فإن معدل حدوث أزمات القلب فى متوسـطى العمر يزيد كثيرا فى المدخنين بما يعادل مرتين قدر حدوثه فى غير المدخنين.
- وينطبق ذلك أيضا على معدل حدوث أمراض الأوعية الدموية فى المدخنين، مثل تصلب الشرايين.

البحوث العلمية تكشف النقاب عن التأثيرات الضارة للتدخين

أسـفرت التقارير والبحـوث العلمية التى أجريت علـى حيوانات التجارب وكذلك البحوث الإكلينيكية على المرضى ، والدراسـات التى أجريت على عينات

من أنسجة المدخنين، وكذلك البحوث الخاصة بأسباب الأمراض ، كل هذه الدراسات أسفرت عما يلى:

١ - حدوث تلفيات نسيجية:

بعد فحص عينات من الإفرازات النسيجية الرئوية المأخوذة من آلاف المدخنين بعد الوفاة، تبين منها وجود خلايا شاذة غير طبيعية فى رئاتهم، وقد ثبت ذلك أيضا حتى فى الأشخاص الذين لم يموتوا بداء السرطان.

٢ - تضخم وتمزق الحويصلات الهوائية وزيادة سمك جدر الشرايين الصغيرة .

٣ - تحطم خلايا الطبقة المخاطية وتلف أهدابها فى كل من القصبة والشعب الهوائية لهؤلاء المدخنين .

والمعروف أن هذه التراكيب تقوم بوظيفة تنظيف «وتشحيم» القناة التنفسية.

٤ - زيادة معدل الوفيات فى المدخنين:

قارن بعض الباحثين عدد الوفيات بين عينات كبيرة (عدد كبير) من غير المدخنين بعددها بين عينات متساوية من المدخنين، وقد أسفرت المقارنة عما يلى :-

- زاد عدد الوفيات بين المدخنين بسبب سرطان الرئة ١٠٠٠٪ (أى عشرة أضعاف) قدر حدوثها بين غير المدخنين.
- كما زادت الوفيات أيضا بسبب الالتهاب الشعبى المزمن والنفاخ الرئوى (emphysema) خمسة أضعاف (٥٠٠ ٪) حدوثها بين غير المدخنين. وجدير بالذكر أن الالتهاب الشعبى هو عبارة عن التهاب فى الشعبتين والشعيبات الهوائية. أما النفاخ الرئوى (الأمفيزيما) فهو تنكس وتحلل فى أنسجة الرئتين. وتؤثر هذه الأمراض فى قدرة الرئتين على التبادل الغازى وبالتالى على عملية التنفس.

- كمـا أن معدل الوفيـات بين المدخنين من جراء أمراض أخـرى ، أكثر بكثير منـه بين غير المدخنين ، كأمراض قرحة المعـدة، أمراض الدورة الدموية، وسرطان اللسان ، والحنجرة والمرىء، وكلما زاد معدل التدخين، زاد معدل الوفيات، فقد وجد أن تدخين ١٠ سجائر فى اليوم يزيد معدل الوفيات ٤٠٪ عن غير المدخنين ترتفع إلى ١٢٠ ٪ عند تدخين ٤٠ سيجارة فى اليوم.
- كمـا يزيد أيضـا معدل الوفيات بين المدخنين عنه بـين غير المدخنين كلما زادت سنوات التدخين.
- مـن كل ما سـبق يتضح أن التدخين يمثل خطـرًا داهمًا للصحة والأصحاء، ويكفى للدلالة على ذلك من أن ٨٥٪ من ضحايا سرطان الرئة هم من مفرطى التدخين. كمـا يزيد عدد الوفيات نتيجة لأمـراض القلب والدورة الدموية ٢٠٠٪ بين المدخنين عنه بين غير المدخنين.

والجديـر بالذكر، أن نتائج هـذه الأبحاث قد غيرت اتجاهـات الناس، فى الغـرب، فنقص عدد المدخنين ليصبح واحدا لكل أربعة أشـخاص، كما يشـجع المدخنون سياسة منع التدخين. ولكن للأسف فلا يزال معدل التدخين بين صغار السن عاليا، ويتزايد بين الإناث يوما بعد يوم.

ونحـن بدورنا نأمل أن يكون للإعلام دور فـى الحد من التدخين، كما نهيب بالجميـع مواطنين ومسـئولين بتنفيذ القوانين التى تحظر التدخين فى وسـائل المواصلات وفى الأماكن المغلقة حتى نحد بذلك من التأثيرات الضارة على المدخنين وغير المدخنين.

إصبع العذراء (الديجيتاليس) Digitalis purpureae

نبـات إصبع العـذراء Foxglove، يوجد منـه نوعان : ديجيتاليـس بُربُريا Digitalis purpureae ، وديجيتاليـس لاناتـا Digitalis lanata، ويتبعان عائلة حنك السـبع Srophularlaceae، وقد سمى الديجيتاليـس بإصبع العذراء وذلك لتشابه زهوره بأصابع اليد digits الرشيقة.

وتنتشر زراعة هذا النبات بكثرة فى أوربا الغربية، خاصة فى إنجلترا حيث يزرع كنبات زينة فى الحدائق لجمال زهرته وتنوع ألوانها فمنها الأحمر والأبيض والأرجوانى، ويعتبر من أهم النباتات الطبية التى تستعمل فى علاج أمراض القلب. ويزرع هذا النبات فى مصر على النطاق البحثى فقط

المواد الفعالة:

توجد المواد القلويدية الفعالة فى كل من أوراق وجذور وبذور هذا النبات. ومن أهم هذه المواد: ديجوكسين digoxin، وديجيتوكسين digitoxin، وديجيتالين digitalin، ديجيتونين digitonin، ولانوتوكسين lanatoxin.

حالات التسمم:

غالبا ما يحدث التسمم الديجتالى نتيجة لتناول جرعة علاجية عالية، وهذا أمر شائع، حيث إن الحدود بين الجرعة العلاجية والجرعة التى تسبب التسمم ضئيلة جدا. أما حالات الانتحار أو القتل المتعمد باستخدام هذا العقار فهى نادرة الحدوث.

تأثير العقار فى حالة العلاج:

للقلويدات سالفة الذكر – عدا ديجيتونين – تأثير مقو لعضلة القلب، حيث تسبب إطالة فترتى ارتخاء عضلة القلب diastole والجموح refractory period، وهذا من شأنه تحسين امتلاء القلب، كما يقوى أيضا من انقباض القلب systole، ويؤدى هذا إلى تحسين التفريغ القلبى فيعمل ذلك على إبطاء واستكمال النبض، مع التصريف الأمثل للدم من الأعضاء المحتقنة. ومن أفضل القلويدات التى تعمل على تحسين الدورة التاجية وتغذية عضلة القلب عقار ديجيتوكسين. كما يستخدم هذا العقار فى علاج الفشل الناتج عن احتقان القلب. كما تعمل هذه العقاقير على زيادة معدل فيضان الدم إلى الكلى فيؤدى ذلك إلى إدرار البول.

التأثير فى حالة التسمم:

تؤدى هذه العقاقير فى الجرعات العالية إلى التسمم القلبى. كما تُحدِث تأثيرا مهيجا للقناة المعديمعوية، كما تؤدى إلى خلل كبير فى المعدل القلبى ينتهى

باختلاج fibrillation في عضلة القلب والموت نتيجة للإغماء syncope. هذا، ويحدث التسمم الديجيتالى عادة نتيجة الجرعة العالية أثناء العلاج، أو بعد استخدامه لمدة طويلة.

آلية العمل:

يؤدى الديجيتاليس تأثيره عن طريق ثلاث آليات رئيسية وهى:

- زيادة الكالسيوم الخلوى الذى يؤدى إلى زيادة القدرة الانقباضية.
- تقليل أيونات الصوديوم/ البوتاسيوم، ومضخة الأدينوزين ثلاثى الفوسفاتيز، فيؤدى ذلك إلى زيادة مؤقتة فى أيونات الصوديوم داخل الخلايا والبوتاسيوم خارج الخلايا.
- تعمل هذه العقاقير عن طريق خواصها، التى تجعلها تحاكى فى عملها التنبيهات الباراسيمبثاوية parasympathomimetic properties.

الجرعة القاتلة:

تتراوح الجرعة القاتلة من مادتى ديجوكسين وديجيتالين من ١٥ إلى ٣٠ مجم، وذلك فى مدة تتراوح من ٣٠ دقيقة إلى ٢٤ ساعة.

مظاهر التسمم السريرية:

التهيج المعديمعوى الذى يبدو على هيئة فقدان الشهية للطعام والغثيان والقيئ والمغص البطنى والإسهال. كما يشعر المريض بحالة من الصداع المصحوب بالرهاب الضوئى (الخوف من الضوء)، مع توهم رؤية أشكال خضراء مصفرة. أما النبض فيقل معدله مع عدم انتظام حدوثه كما ينخفض ضغط الدم ثم يحدث اختلاج قلبى، وتنتهى الحالة بالموت.

المظاهر التسممية بعد الوفاة:

حدوث تضخم واتساع فى القلب، مع امتلائه بالدم المتجلط، وفى بعض الأحيان توجد علامات على تهيج القناة المعديمعوية.

نبات الخروع Ricinus communis

يُـزرع نبات الخروع لأغـراض تجارية، كما يُزرع أيضـا بهدف الزينة. هذ ويسبب التفل المتبقى من البذور بعد عملية العصر واستخلاص الزيوت، تفاعلات حساسية hypersesitivity وتسمما poisoning.

إن ابتلاع حبة (بذرة) واحدة من بذور الخروع يسـبب تسمما قاتلا؛ وذلك إذا ما مضغت بشـدة، أما إذا ما ابتلعت البذور كاملة فإن احتمالات التسـمم تصبح بعيدة؛ وذلك لأن غلاف البذرة الصلب يحول دون الامتصاص السريع الذى يؤدى إلى التسمم.

ومن المكونات السـامة فى بذرة الخروع مادة الألبيومين النباتية التى تسـمى رايسين ricin، وتتلخص آلية إحداثها للتسمم من كونها تؤدى إلى تجمع كريات الـدم الحمراء agglutination بعد تناولها ، كما تسـبب أيضا تحللا لخلايا الدم الحمـراء hemolysis حتى بعد تخفيفها بدرجة كبـيرة (١: ١٠٠٠٠٠٠)، كما أنها تسبب تلفا لأنواع أخرى من خلايا الجسم .

وقـد أظهرت أبحاث علم الأمراض أن الحالات القاتلة للتسـمم ببذرة الخروع تشمل النزيف الدموى – تورم بعض مناطق القناة الهضمية – تحلل كريات الدم الحمراء – تغيرات تنكسية فى الكلى renal degenerative changes.

أما مظاهر التسـمم السـريرية (الإكلينيكية) لهذه البـذور فتتبدى فى بعض العلامات والمظاهر الواضحة كالقيئ والإسهال وانهيار الدورة الدموية.

بيد أن التسمم الحاد الناجم عن التعاطى، عن طريق الجهاز الهضمى، فيظهر خلال مدة تتراوح من سـاعتين إلى عدة أيـام، ويتمثل فى التهاب الفم – الغثيان – القيئ – الإسهال – آلام البطن – إحساس بالكسل والخمول – فقدان الإحساس بالمكان – زرقة الوجه cyanosis – إحساس بالخدر والذهول stupor – تشنجات – أما قلة تعدد مرات التبول oliguria فقد تبدأ وتستمر حتى الموت فى حالة من التسـمم البولى قد تصل إلى ١٢ يوما بعد التسـمم. هذا، وقد تحتوى المادة المتقيأة وكذا البراز على دم .

أما التسمم المزمن (من جرّاء استنشاق غبار تفل بذور الخروع) فقد ينجم عنه التهاب الجلد dermatitis والتهاب الأنف والحلق والعين. وقد سجلت حالات رئوية نجمت عن التعرض المزمن لهذا الغبار .

المظاهر المختبرية:

قد يسفر التسمم بهذه البذور عن ظهور البروتين فى البول، وربما أيضا كريات الدم الحمراء والهيموجلوبين. وقد تسفر أيضا تحليلات الدم عن زيادة كل من نسبة البولينا وتركيز النيتروجين غير البروتينى.

الوقاية والعلاج :

المظاهر التسممية الشديدة لبذور نبات الخروع، التى عرضناها آنفا، توجب الحرص والحذر من تعرض الكبار والصغار، خاصة الأطفال، لبذور الخروع أو غبار تفل حبوبه؛ وذلك عن طريق التحكم المناسب فى الهواء المشبع بهذا العادم.

أما فى حالات التسمم، فيجب زيارة الطبيب على الفور، أو المراكز الصحية المتخصصة، لالتماس العلاج المناسب.

ثانيا:السموم الحيوانية

هناك العديد من الكائنات التى تنتمى إلى عالم الحيوان وفى الوقت ذاته فإن التعرض لبعض مكوناتها أو إفرازاتها يهدد حياة الإنسان، فقد تُشكل هذه المكونات أو الإفرازات سموما ينبغى عدم التعرض لها؛ لما فى هذا التعرض من مخاطر قد تصل إلى حد الهلاك. ومن هذه الكائنات: بعض أنواع الأسماك والبرمائيات كأنواع معينة من الضفادع، والحيوانات الزاحفة كالثعابين والحيات وبعض أنواع الرخويات كالقواقع والأصداف وبعض أنواع المفصليات كالعقارب وبعض الحشرات.

الحيوانات الزاحفة (الثعابين والحيات)

تنتشر الثعابين والحيات فى معظم المناطق الحارة والمعتدلة من العالم بينما يكثر تواجدها فى الأجزاء الحارة وشبه الحارة. هذا، وتعتمد درجة السمية،

الناجمة عن عضة الثعبان، على تركيز السم وكميته وحجم الشخص اللديغ فكمية السم التى ينفثها الثعبان مثلا فى شخص قد تتراوح بين صفر و ٧٥٪ من مجمل المخزون فى غدته السامة.

هذا، وقد بلغ مجمل عدد الوفيات فى العالم، فى إحصاء عام ١٩٧٧ م ما يتراوح بين ٣٠ إلى ٤٠ ألفا نتيجة التعرض لسموم هذه الحيوانات. وينشأ التسمم من نفث السم فى الجسم أو من امتصاصه من خلال التشققات والقطوع الجلدية.

أما سم الثعبان نفسه فيتكون من خليط معقد يشتمل على بروتينات مختلفة، لبعضها نشاط أنزيمى عال. ولهذا النوع من التسمم سمية عصبية، ذات مخاطر حسية وحركية وقلبية وتنفسية. كما يؤدى سم الثعبان أيضا إلى سمية خلوية لكريات الدم الحمراء والأوعية الدموية وعضلة القلب والكليتين والرئتين. كما يؤثر هذا التسمم أيضا على تجلط الدم، كما أن له تأثيرا موضعيا ينجم عنه انطلاق المواد من جراء النشاط الأنزيمى لهذا السم.

الاعتلالات التى تؤدى إليها عضة الثعبان :

تشمل التأثيرات المرضية التى تنتج عن هذه السموم فى الأنسجة العصبية تغيرات فى حبيبات نسل وتكسير فى شبكة الخلايا العصبية، كما تؤدى إلى عتامة وقتامة الأنوية، كما تؤدى إلى انتفاخ وتفتت النويات، كما لوحظ انتشار النزيف مع تنكرز وتقشر الأنيبيبات الكلوية، وقد سجلت أيضا تورمات وتغيرات فى خلايا الأعضاء الأخرى. أما مكان الجرح فيحدث به نزيف موضعى حاد.

المظاهر السريرية (الإكلينيكية) للتسمم :

يشعر المصاب، بعد مرور دقائق معدودة من الإصابة، بحالة من الغثيان، كما تزيد إفرازات غدده اللعابية، مع نوبات من القيء، كما تضعف عضلات جسمه، ومن ثم يضطرب فى مشيته، كما يظهر ذلك أيضا فى تعثر كلامه، مع عتامة وازدواج فى الرؤية.

يترنح المصاب مع تشنجات عضلية، ثم يعانى من اضطراب وضعف فى التنفس؛ ومن ثم يكتسب الوجه والأطراف زرقة نتيجة نقص إمدادات الأكسجين. وأخيرا يدخل المصاب فى حالة من الغيبوبة العميقة لكى تحدث الوفاة فى غضون ٢٠ دقيقة من حدوث الإصابة.

وتتلخص الوقاية من التعرض، لمثل هذا النوع من التسمم، فى تجنب الأماكن التى يظن أن تعيش فيها هذه الكائنات السامة كالأماكن الخربة والمظلمة والعشوائية، والأماكن المهجورة، أو بعض المواقع والحفر والشقوق الصحراوية. أما إسعاف المصاب فيتمثل فى سرعة حصر مكان اللدغة فى المصاب، مع ضرورة نقله وعلاجه بمضادات هذه السموم من أمصال وكيماويات على نحو من السرعة، مع تسهيل حصوله على الأكسجين وعمل العلاجات الخاصة لأية اختلالات تظهر على وظائف أعضاء الجسم، ويستحسن أن يتم كل ذلك فى المستشفيات.

مفصليات الأرجل (العقارب)

تكثر هذه الحيوانات عادة فى المناطق الحارة لاسيما فى آسيا وشمال أفريقية والبلاد الصحراوية. أما بالنسبة لمصر فتكثر فى الوجه القبلى (الصعيد) وتنشط خاصة فى فصل الصيف. وتتعدد أنواع العقارب فمنها ما هو قليل الخطورة، ومنها ما هو سام جدا.

تأثير التسمم :

موضعيا، يشعر المصاب بآلام شديدة فى مكان اللسعة، وقد يتسبب عن ذلك صدمة من شدة هذه الآلام.

أما التأثيرات التسممية العامة فنجملها على النحو التالى: فمع إذابة خلايا الأنسجة يحدث نزيف دموى، كما يؤدى التسمم إلى اختلال فى عملية تجلط الدم داخل الأوعية الدموية. أما تأثير التسمم على الجهاز العصبى فيبدو على هيئة تأثيرات حادة على الأعصاب قد تصل إلى شللها مع تهيج فى الأعصاب

نظيرة السمبثاوية، مع تشنج فى العضلات وصداع وإحساس بالدوار وغيبوبة. أما تأثيرات التسمم على الجهاز القلبى الوعائى فتبدو فى انخفاض الضغط مع ارتفاع فى معدل ضربات القلب. أما الجهاز الإخراجى فتبدو الأعراض على هيئة: انخفاض فى عملية التفريغ مع ظهور الزلال فى البول. أما اضطرابات الهضم فتبدو على هيئة قىء متواصل مع نوبات من الإسهال. كما يعانى الجهاز التنفسى أيضا من هذا النوع من التسمم، فتبدو على هيئة صعوبة فى التنفس، قد تصل إلى حد الاختناق، الذى قد يؤدى بدوره إلى الوفاة.

من أعراض التسمم:

ومن الأعراض الخاصة بهذا النوع من التسمم لاسيما فى الأطفال: تبدو هذه الأعراض على هيئة قىء وإسهال، مع ظهور العرق الغزير وصعوبة التنفس. ظهور بقع نزفية تحت الجلد، كما يضيق بؤبؤ العين مع تقلصات فى عضلات الوجه والعنق والعضلات الهيكلية الأخرى، أما شلل عضلة الحجاب الحاجز فقد يؤدى إلى توقف عملية التنفس ومن ثم حدوث اختناق يفضى إلى الوفاة.

الحشرات

تمثل الحشرات قبيلة كبيرة ذات أنواع كثيرة متباينة نجحت فى العيش فى مختلف البيئات فى جميع أنحاء العالم، وقد تمثل أعداد أنواعها حوالى ٨٠٪ من جميع أنواع الكائنات الحية الحيوانية. ومن أنواع الحشرات ما هو نافع مفيد يربيه البعض لأغراض اقتصادية كنحل العسل ودودة القز وغيرها، كما تؤدى الحشرات خدمات زراعية مفيدة تكثر من إنتاج النباتات وخصوبتها. كما يقوم بعضها بتقليل أعداد الأنواع الضارة منها فيما يعرف بالمقاومة البيولوجية. وعلى الجانب الآخر فثمة أنواع أخرى منها ذات أذى واضح ومخاطر جلية، للإنسان والحيوانات الأخرى؛ ومن ثم فينبغى مقاومة الضار منها والقضاء عليها. فمنها ما يسبب الإيذاء بشكل مباشر عن طريق اللسع ومنها ما يقوم بنقل الأمراض

المختلفة، وهكذا. ذلك أنها مثلا قد ساهمت فى تغيير بعض الأحداث التاريخية، فكم أدى تفشى الأمراض، التى تنقلها الحشرات، فى الجيوش الغازية إلى اندحارها وانسحابها. ومن طريف ما يروى فى هذا الصدد، أن أنثى البعوض، قد تسببت فى تثبيط عزيمة المهندس الفرنسى فرديناند دليسبس، صاحب فكرة حفر قناة السويس، عن القيام بشق قناة بنما بعد أن أعلن ذلك عام ١٨٧٩ م، فقام الأمريكيون بهذه المهمة.

ثالثا : التسمم الميكروبى

عادة ما ينجم هذا النوع من التسمم عن طريق نوافذ الجسم المختلفة، التى تفتح عادة على البيئة الخارجية وتتعامل معها، كالجهاز الهضمى، والجهاز التنفسى، والغطاء الجلدى الخارجى. وسنعنى فى هذا الجزء بالتسمم الميكروبى الغذائى، الذى يتم عن طريق الجهاز الهضمى.

يوجد أربعة أنواع أساسية من مسببات هذا التلوث ، وهى :

- التسمم البوتيولينى .
- التسمم بميكروب السالمونيلا .
- التسمم بالميكروبات العنقودية.
- التسمم بالفطريات المختلفة.
- التسمم بالطفيليات وحيدة الخلية.

الكلوستريديوم بوتيولينُس

أما التسمم البوتيولينى فيتم عن طريق ميكروب يسمى كلوستريديوم بوتيولينوم Clostridium botulinum، وقد يصل الميكروب للإنسان عن طريق تناول اللبن الملوث بهذا النوع من البكتيريا، فقد يوجد الميكروب قريبا من سطح الأرض حيث يعيش على هيئة حوافظ لا يمكن قتلها إلا فى درجة حرارة تصل إلى ١١٠ درجات مئوية لمدة ٢٠ دقيقة، وقد تصل إلى اللبن عند حلبه أو نقله أو قد

تلـوث منتجاته، أو من خلال النبات الملوث بهـذا الميكروب أو من خلال تناول بعض الأغذية المحفوظة، التى تحتوى على سموم هذا الميكروب الخطير.

وحينما يصاب الإنسـان بهذا الميكروب فإنه يتجه إلى الجهاز العصبى ويؤثر عليه، ومن علامات هذا التسـمم بهذا الميكروب أن يرى المريض الشـىء الواحد كأنه شـيئان، كما لا يستطيع القراءة من قريب، وتجف أغشيته المخاطية لاسيما منطقة الفم، ثم يشكو المريض من الإمساك، وقد تتفاقم الحالة وتتطور بسرعة إذا لم يتم العلاج بالمصل المضاد لهذا الميكروب.

السالمونيلا

أمـا التسـمم بالنـوع الثانـى فيتـم عـن طريق ميكروب يسـمى سـالمونيلا Salmonella sp.، وهـو ميكـروب ينتمى إلى مجموعة الباسـيلات التى تسـبب أمراضا معوية فى بعض الحيوانات كالخنزير والإبل والجاموس والطيور الداجنة كالدجـاج والبط، ومن ثم قد يوجد بين هذه الحيوانات ما يحمل هذه الميكروبات التـى عادة ما تكثر فى فـترة الصيف. وعلى ذلك فإن ذبـح الحيوانات فى أثناء فترة إصابتها بهذه الميكروبات، دون العناية بطهيها جيدا قد يعرض المسـتهلك للإصابة بالتسمم الغذائى بهذه الميكروبات، والأمثلة الأخرى على أوجه التسمم المختلفـة بهذه الميكروبـات كثيرة، من ذلك مثلا اسـتعمال البيض الملوث بهذه الكائنات الدقيقة سـواء بشكل مباشـر أم إدخاله فى إعداد أنواع الغذاء كالفطائر والشـطائر والحلويات وغيرها، أو اسـتخدام أمعاء الحيوانـات المصابة فى عمل السجقات والمحشيات المختلفة، وهكذا.

وقد تتشـابه أعراض الإصابة بالسـالمونيلا مع الإصابة بمسـببات الأمراض الأخرى فى الأول الأمر، كالميكروبات التيفودية والدوسـنتارية أو تلك المسـببة للكوليرا فى الإنسـان، ولكن بعد فترة حضانة تتراوح بين ١٢ و ٣٦ ساعة، تبدأ الأعراض الحقيقية للمرض وهى على النحو الآتى:

مغـص وتقلصات بطنيـة – نوبات حادة من القىء – إسـهال. ويصحب ذلك ارتفاع فى درجة حرارة المريض مع تغير عام فى حالته. وقد يؤكد هذا النوع من التسمم الغذائى إصابة جملة من الأفراد فى وقت واحد.

أمـا التحليل والفحص الميكروبى المعملى لعينات من الدم والبراز والقيىء بل وعينات من الغذاء المشكوك فيه، فهو الذى يشخص الحالة بدقة كبيرة، ويسرع من ثم فى علاج المصاب أو المصابين من مرضى هذا التسمم.

الميكروبات العنقودية

أما التسـمم بالميكروبات العنقودية، فتظهر نتائجه الوخيمة بعد فترة جد قصيرة، ربما فى غضون ٣ سـاعات من الإصابة من خلال تناول غذاء ملوث بهذه الميكروبـات. وإذا كان الكبار بمقدورهم المقاومة والتحمل نوعا ما بالإصابة بمثل هذه الميكروبات، فإنها تمثل خطرا داهما وتهديدا قاتلا بالنسبة للأطفال وصغار السن، لاسيما الأطفال الرضع الذين يتناولون ألبانا ملوثة بهذه الميكوبات؛ وذلك باسـتخدام ألبـان حيوانات مصابة بتقيحـات أو دمامل وخراريـج أو التهابات مـن جراء الإصابـة بمثل هذه الميكروبات. كما أن اسـتعمال الألبان الملوثة بهذه الميكروبات فى إعداد ألوان مختلفة من الغذاء كالحلوى والشـطائر، أواستخدامه فى طهى أنواع أخرى من الغذاء قد يؤدى إلى الإصابة أيضا بهذه الميكروبات.

الفطريات (كالأسبراجيلس فلافس)

من أخطر السـموم سم يسـمى أفلاتوكسـين ب١ (aflatoxin B1) ينتجه فطر أسبراجيلس فلافس Asparagillus flavus، ويصيب هذا الفطر كثيرا من المنتجات الغذائيـة التى تصنع من مواد خام زراعية ، كمـا قد يصيب أيضا الأعلاف التى تسـتخدم فى تغذية الحيوانات فيؤدى هذا إلى ظهور هذا السم فى منتجات هذه الحيوانات من ألبان ولحوم وبيض وخلافه.

وتكمـن خطـورة فطـر أسـبراجيلس فلافس فـى كونه يقـوم بإفراز سُـم أفلاتوكسين ب١، الذى يؤدى إلى حدوث سرطان الكبد.

ويكثر ظهور الإصابة فى الفول السودانى وفول التدميس المصرى وفى الفستق واللوز والجوز والجبن وغيرها.

فضمن بحوث حول الأفلاتوكسين فى الأغذية المصرية، قُدمت فى مؤتمر عن السموم الفطرية، نظمه المركز القومى للبحوث بالقاهرة، دار بحث منها حول فول التدميس المصرى. وجد الباحث نسبة إصابة تصل إلى ١٧٪ من العينات التى قام بجمعها من فول التدميس، حيث وجدها ملوثة بالأفلاتوكسين بأنواعه المختلفة لاسيما النوع الخطير أفلاتوكسين ب١. وفى بحث آخر وجد فطر أسبراجيلس فلافس بأعداد محدودة فى الحبوب الطازجة (الفول الأخضر)، بينما زادت نسبة الإصابة بعد الحصاد بنسبة ٣١٪ .

الطفيليات وحيدة الخلية

ويأتى التسمم بهذه الأحياء الدقيقة من جراء استخدام أنواع معينة من الغذاء المصابة بمثل هذه الكائنات، من ذلك على سبيل المثال تناول بعض الحيوانات البحرية المصابة بهذه الميكروبات كأم الخلول، التى قد يتناولها المصطافون على سواحل البحار فى فترة الصيف، بل وقد يتناولها مرتادو المطاعم الذين يطلبون أنواعا من الأطباق البحرية. فقد يتصادف إصابتها بهذه الميكروبات، ولكاتب هذه السطور تجربة قاسية من هذا النوع. إذ إن هذه الطفيليات البحرية تفرز سموما خطيرة، سريعة التأثير على الجهاز العصبى فى الإنسان. فحينما يتناول شخص ما الأصداف البحرية المصابة بهذه الميكروبات، تظهر عليه الأعراض العصبية فى غضون نحو من ٥ ساعات تبدو على هيئة تنميل فى الأطراف مع احساس بالدوار، وضيق فى التنفس مع شعور بالقلق العام مع انهيار فى القوى الحيوية للمصاب، وإذا لم يتم اسعاف المصاب قد يتعرض للهلاك من جراء هذه التسمم الغذائى.

□□□

الفصل العاشر

السموم البيضاء والإدمان

نعلم أن جسم الإنسان، بل وأجسام الكائنات الحية عموما، ما هى إلا حشد هائل من وحدات متناهية فى الصغر، تسمى الخلايا ويحيط بكل خلية تركيب حى دقيق للغاية، ويتمتع بمرونة عالية يسمى بغشاء الخلية، وهو الذى يحفظ على الخلية قوامها، ويبقى على كيانها ومكوناتها، وهو ينمو مع نمو الخلية، وزيادة حجمها، ولكن قدرته على إصلاح ذاته محدودة، وقد يتسبب فى تحلله وتلفه بعض العوامل، كالعقاقير (سواء فى ذلك المواد المخدرة أم عقاقير الهلوسة) ومذيبات الدهون (ومنها الكحوليات خصوصا الكحول الإيثيلى وهو العنصر الفعال فى جميع أنواع المسكرات)، ويؤدى ذلك إلى ضرر بالغ للخلية قد تفقد معه حياتها. والكائنات الحية كما قلنا – ومن ضمنها الإنسان بالطبع – ما هى إلا مجتمعات من الخلايا. وبناء على تأثير تلك المواد على خلايا بعض الأعضاء الهامة فى أجسامنا كخلايا الجهاز العصبى وخلايا الكبد والكلى والجهاز التناسلى، نفرد هذا الفصل لدراسة هذه المواد وبيان تأثيراتها، على مستوى الخلية، والكائن الحى ككل بل وعلى مستوى المجتمع أيضا.

أولا: المخدرات والمسكرات :

إن التعريف العلمى للعقار فى رأى كل من دوسيك وجيردانو (1987) Dusek & Girdano «هو تلك المادة التى تؤثر، من خلال طبيعتها الكيمائية، على تركيب ووظائف الكائن الحى»، ويتضمن هذا التعريف كل مادة يمكن أن يتناولها الإنسان عن طريق الجهاز الهضمى أو عن طريق الشم أو الحقن أو الامتصاص، ويشمل هذا التعريف العقاقير المعالجة، أو تلك التى

يتعاطاها الناس دون وصفة، أو العقاقير المعالجة المحظور تداولها قانونيا، وكذلك المسكرات، والسجائر، والمواد المضافة إلى الطعام، والكيماويات المصنعة بيد أننا سنركز اهتمامنا هنا على العقاقير ذات التأثير النفسي، والتى تؤدى بدورها إلى إحداث تغييرات فى سلوك الإنسان عند تعاطيها، وعموما فإن تأثير عقار ما إن هو إلا جماع أو محصلة التفاعل بين هذا العقار ووضع الفرد الجسمى والنفسى والاجتماعى.

وجدير بالذكر، أن تغيير وظائف بعض أعضاء الجسم، نتيجة لتفاعل هذه المواد، يؤثر حتما بالسلب على الكائن الحى ككل، إذ الحياة نفسها إن هى إلا مجموعة هائلة من العمليات الكيميوحيوية والفسيولوجية، وتدخل هذه المواد، أى المخدرات والمسكرات، فى عدد من النشاطات الكيمائية فى الجسم، يؤدى بالضرورة، إلى تغير وتدهور وظائف هذا العضو أو ذاك من أعضاء الجسم، وتكون الطامة الكبرى إذا كان ذلك العضو هو المخ ويرجع ذلك لهيمنة المخ وما به من تراكيب على معظم وظائف الجسم الحيوية.

وإذا عرفنا، أن الطاقة، هى القوة التى تحرك مختلف التفاعلات الكيمائية المصاحبة للعمليات والوظائف التى من شأنها استمرار حياة الكائن الحى بشكل طبيعى، وذلك عن طريق التغذية والهضم والامتصاص، وانتقال المواد المختلفة من مكان إلى آخر داخل جسم الإنسان، فإن التأثير على بعض العمليات الكيميوحيوية، التى تتم بالجسم فى الظروف الطبيعية، بسبب تناول المواد المخدرة أو الكحول يمكن أن يؤدى إلى تقليل كمية الطاقة التى يتلقاها الكائن الحى من بيئته، أو التأثير على عمليات انتقالها، أو الاستفادة منها داخل جسمه. وتجدر الإشارة هنا ، إلى أن لبعض المواد التى يتناولها الكائن الحى، تأثيرا شديدا على العمليات السابقة، قد يصل إلى حد القتل. كما أن هناك عددا كبيرا من المواد المختلفة، التى يمكن أن يسبب امتصاصها استجابة لا تصل إلى حد الموت، ولكنها، مع ذلك قوية ، فقد يكون لهذه المواد القدرة على إحداث الخلط

والتشويش، أو الهلوسة أو بعض التغيرات المزاجية الأخرى. ويزداد انتشار تلك العقاقير بين المراهقين في المجتمعات الغربية. وبعض هذه المواد قديم جدا كالأفيون والكوكايين والحشيش بينما لم يظهر بعضها الآخر إلا حديثا، كأقراص الهلوسة، إل. إس. دى L.S.D وكذلك بعض مركبات الباربيتيورات Barbiturates.

والآن ما هو الإدمان ؟

الإدمان فى أبسط معانيه: هو تعاطى المادة المخدرة أو المسكرة بشكل منتظم ومستمر (يوميا مثلا).

أما التعريف العلمى الذى وضعته هيئة الصحة العالمية سنة ١٩٧٣ م فيؤكد أن الإدمان: هو حالة نفسية وأحيانا عضوية تنتج عن تفاعل الكائن الحى مع العقار. ومن خصائصها استجابات وأنماط سلوكية مختلفة تشمل دائما الرغبة الملحة فى تعاطى المخدر وبصورة متصلة أو دورية، للشعور بآثاره النفسية أو لتجنب الآثار الزعجة التى تنتج عن عدم توفره، وقد يدمن المتعاطى على أكثر من مادة واحدة.

وعلى ذلك فالإدمان يتم:

أولا : بالرغبة الملحة فى طلب وتعاطى المخدرات بأية وسيلة .

ثانيا: بزيادة الجرعة بصورة متزايدة، وذلك لتعود الجسم عليها .

ثالثا: الاعتماد النفسى والعضوى على المخدرات .

رابعا: يتعذر الفكاك من الوقوع فى براثن المخدر، أو المواد المخدرة نتيجة الأعراض النفسية والجسمية المؤلمة التى تظهر بسبب الامتناع فجأة عن التعاطى.

خامسا: نتيجة لكل ما سبق تظهر الآثار الضارة على الفرد المدمن ، وعلى المجتمع الذى يتفشى فيه الإدمان .

وقبل أن نتعرض للآثار السلبية لهذه المواد على الفرد أو المجتمع نتيجة الإدمان علينا أن نتوجه بهذا السؤال :

ما هى المدة اللازمة لوقوع الشخص فى براثن الإدمان، أى لكى يصبح مدمنا بمعنى أن يصبح أسيرا لها لا يستطيع منها فكاكا ؟

والجواب يختلف باختلاف المادة التى تسبب الإدمان كما تختلف المدة نتيجة الفروق الفردية بين الأشخاص، وعلى العموم فإن الإدمان على الخمر يستلزم تناولها لعدة سنوات، أما الأقراص المنومة فتسبب الإدمان عليها خلال شهر واحد من استعمالها ، بينما يؤدى استعمال الهيروين بانتظام لأقل من أسبوع إلى إدمانه

وهذا يقودنا ، بالتالى إلى التعرض للأنواع المختلفة من المخدرات لمعرفتها وبيان مصادرها المختلفة، ولكن قبل ذلك نتساءل أولا:

ما الذى يجعل المدمن أسيرا للمادة المخدرة كالأفيون مثلا ؟

قلنا: بعد حدوث حالة الإدمان، توجد رغبة مُلحة فى تعاطى مادة الإدمان، بصورة منتظمة ودورية. وذلك رغبة فى الشعور بآثار نفسية معينة، أو لتجنب آثار أخرى مزعجة، عند عدم استعمال تلك المادة، بل توجد رغبة قوية فى زيادة كمية المادة المخدرة دائما، وذلك للحصول على نفس الشعور السابق .

والذى يجعل المتعاطى يداوم، بقوة ، ورغما عنه، فى التعاطى: هو ما يسببه التوقف المفاجىء من أعراض جسمية ونفسية مؤلمة وغير محتملة، ويتم ذلك نتيجة حدوث بعض التغيرات، فى مخ المتعاطى بسبب استعماله للمخدر، من أخطرها: توقف المخ عن إنتاج مضادات الآلام الطبيعية، وهى عبارة عن مواد مسكنة ومطمئنة تعرف بالإندورفينات والإنكيفالينات، يقوم المخ بتصنيعها بقدرة الله تعالى، فى الشخص الطبيعى، الذى لم يعتمد على المخدر الخارجى، وتسمى هذه المواد أفيونات المخ .

والذى يحدث فى حالة الشخص المدمن هو توقف مخه عن إنتاج أفيوناته الطبيعية وعلى ذلك تظل الحاجة ملحة للإمداد دائما بالأفيون أو المخدر الخارجى، فإذا ما توقف المدمن عن تناوله، يصبح الجسم بلا مناعة ضد الآلام،

مما يجعل الشخص يعمل بكل وسيلة، حتى لو كانت غير مشروعة – وهى غالبا كذلك – للحصول على المادة المخدرة، وبذلك يقع أسيرا لها على الدوام .

ما هى الأنواع المختلفة للمخدرات والمسكرات؟

يحدد القانون المواد المخدرة بمجموعة المركبات التى تسبب الإدمان وتؤثر على الجهاز العصبى، ولذا فإنه يمنع تداولها ، أو زراعتها أو تصنيعها، إلا لأغراض يحددها القانون، ولا تستعمل إلا بواسطة من يرخص له بذلك .

وهناك تصنيفات عدة للمخدرات، بعضها يعتمد على تركيبها الكيماوى، ومنها ما يعتمد على مصدرها، وقد يتم تصنيفها اعتمادا على تأثيراتها على الجسم وهذا التصنيف الأخير يدخل فيه الكحول، وهو المادة الفعالة فى جميع المسكرات أو الخمور، وبيان ذلك فيما يلى:

أولا: المهبطات أو المهدئات:

وهى المواد التى تثبط أو تهبط أو تهدئ من عمل الجهاز العصبى المركزى، وهى تقلل أو تلغى الحساسية بوجه عام، ولكن بصفة خاصة تلك الحساسية المتعلقة بالألم وتنقسم إلى:

- المسكنات المخدرة:

كالأفيون، ومشتقاته مثل: المورفين، والكودايين، والهيروين، والناركوتين والميثادون... إلخ .

- المنومات والمهدئات:

وتتمثل فى مشتقات حمض الباربيتيوريك وتسمى الباربيتيورات ومنها أيضا مشتقات البنزوديابينز، والبروميدات والكلورالهيدرات والفاليوم والليبريام والأتيفان.

- ويندرج أيضا تحت مهبطات الجهاز العصبى المركزى:

الكحول الإيثيلى وهو المادة الفعالة فى جميع أنواع الخمور والمسكرات. مهما اتخذت من أسماء ومسميات، كالبيرة والكونياك والشمبانيا والويسكى

والبرانـدى والفودكا وغيرها وينتـج الكحول بطريقة طبيعيـة، وذلك بتخمير الفاكهة والخضراوات أو الحبوب أو بالتحضير الكيماوى .

كذلك يندرج تحت المواد المهبطة : المذيبات الطيارة كالأيروسولات والايثير والبنزين والدهانات ومواد التلميع كالورنيشـات والأصماغ، وقد تزايد استعمال هذه المواد مؤخرا، خصوصا بين الأطفال للأسـف والمراهقين، وبعض المأفونين من المعدومين، وغير المثقفين، وذلك بسبب ارتفاع سعر العقاقير ذات التأثير النفسى بالسوق، وبسبب انخفاض القدرة الشرائية لدى هؤلاء الشباب والمراهقين.

ثانيا : عقاقير الهلوسة (باعثات الهذيان):

ومن أمثلتها الحشـيش أو كما قد يسـمى فى بعض البلدان الغربية المارجوانا أو المارهوانـا، والزيوت الطيارة التى تسـتخلص منه، وكذلك عقاقير الهلوسـة المعروفـة بالـ (إل.إس.دى) والميسـكالين وغيرها من العقاقير، (فنسـيكيدين، بسيلوسـيبين).

ثالثا : المنبهات والمنشطات:

ومنها المخلق كالأمفيتامينات: مثل الأمفيتامين والبنزيدرين والفنفلورامين، وقد كانت توصف هذه العقاقير للتخسيس، ولأغراض طبية أخرى.

ومنها أيضا المواد الطبيعية: مثـل الكوكايين ويحضر من أوراق نبات الكوكا. ومنها أيضا القات الذى ينتشـر خاصة بين اليمنيين. وقد يندرج الحشـيش أيضا تحـت هذه المجموعة. كمـا يمكن أن ينضم إلى هذه المجموعـة كل من الكافيين الموجـود بالـبن والنيكوتين الموجـود بالتبغ وهنا نقتبس بعض مـا جاء بتقرير الكليـة الملكيـة للأطباء بالمملكة المتحـدة الصادر عام ١٩٧٧ م الـذى يقول: (إن كمية النيكوتين الموجودة فى سـيجارة واحدة كفيلة بقتل إنسان فى أوج صحته، لو أعطيت له هذه الكمية من النيكوتين بواسطة الحَقْن فى الوريد) .

وتجدر الإشـارة هنا إلى أن النيكوتين ينشـط المخ بجرعـات صغيرة ويهبطه بالجرعة الكبيرة.

والآن تعالوا بنا نُلخّص أثر المخدرات والمسكرات على الفرد والمجتمع .

أولا : أثر المخدرات والعقاقير

إذا أخذنا المهبطات – كالأفيون الخام – نجد أن من بين آثارها الضارة على الصحة ما يلى:

- فقدان الشهية والهزال والضعف الجنسى.
- اضطراب الدورة الشهرية عند النساء.
- تقيح الجلد و تسمم الدم والتهاب الكبد.
- الانطواء والانزواء عن الآخرين.
- الانحرافات السلوكية ، كالسرقة والدعارة وغيرها.
- قد يصل الأمر إلى حد التسمم والوفاة، أو حتى الانتحار.

أما مشتقات الأفيون كالهيروين والمورفين: فهما من أخطر المواد التى يتعاطاها الإنسان عن طريق الحقن. ويكفى حقنتان أو ثلاث متتابعة من الهيروين لتسبب الإدمان، بينما يستلزم الحقن لمدة أسبوعين بالمورفين يوميا حتى تحدث حالة الإدمان، كما يمكن استعمال الهيروين عن طريق الاستنشاق.

هذا، ويتصف الهيروين بضعف قدرته المنومة، إلا إنه أكثر سمية بخمس مرات من المورفين، ويتميز بتأثيره الوحشى، وقد يختلف تأثيره عن المورفين والأفيون. فعوضا عن الهدوء والسكينة والصمت المشاهد عند تعاطى المورفين والأفيون، تظهر الصفات الهيجانية البهيمية الشرسة، عند تعاطى الهيروين. وهو سريع التأثير فى المدمن وأكثر سرعة من باقى المركبات الأفيونية. والذين يؤخذونه لا يستطيعون العودة مطلقا إلى الأفيون. وفترات الشعور بالحاجة متقاربة جدا (٢ – ٣ ساعة) فى حين أن تأثير الأفيون يمتد من (٨ – ١٢ ساعة). كما يصاب المدمن على الهيروين بكآبة نفسية شديدة، كما قد يؤدى استعماله إلى صدمات نفسية خطيرة، وشعور بالاختناق.

إلا أن معظم الأضرار الصحية الناجمة عن استخدام الهيروين والمورفين تأتى من الأسباب الآتية:

الحقن غير المعقمة، يمكن أن تكون سببا للعدوى بالفيروسات والبكتريا والطفيليات والفطريات، وتؤدى بالتالى إلى ظهور أمراض خطيرة وقاتلة، إضافة إلى حدوث الإدمان نفسه. ثم التعرض للتسمم ببعض المواد التى يخلطون بها هذه العقاقير على سبيل الغش، وكأنما لا يكفيهم السم الذى يُروّجون له، فيخلطونه بسم آخر.

ثانيا : أثر المسكرات (الكحوليات)

من المعروف أن المادة الفعالة فى جميع المشروبات الكحولية هو الكحول الإيثيلى. غير أن هناك بعض المواد العضوية الأخرى التى قد استعملها وأدمن عليها مؤخرا عدد لا بأس به من الحرفيين والأميين المعدمين، وكذلك الصبية والمراهقين الذين يعملون فى بعض الورش والحرف مثل، الورنيشات ومواد التلميع والبنزين والكلورفورم والايثير وأول أكسيد النيتروجين وخلافه.

تأثير الكحوليات على الجهاز العصبى وأعضاء الجسم الأخرى :

يصاب المدمن برعشة الأطراف والتهاب الأعصاب، مسببا آلاما بالأطراف كما يقل الإحساس بالأضرار مثل النار، كما يتمثل بعض التأثيرات فى ضعف العضلات إلى درجة الشلل كما تشمل أيضا اضمحلال المخ، وانحلال الشخصية والتى تختلف من ضعف ضبط النفس إلى درجة الخبل والجنون، ونظرا لحدوث الضعف الجنسى، تسيطر عليه أوهام خيانة الزوجة، كما يصاب بالأرق والنسيان، مع فقدان الإدراك للوقت والمكان، ومعرفة الأهل والأصدقاء، فتكثر أكاذيبه وأوهامه، وتسوء حالته إلى درجة الخبل والجنون والهذيان .

أما الجهاز الهضمى فيتأثر بالكحول أيضا، حيث تظهر التهابات المعدة والبنكرياس، فيسوء الهضم ، ويصاب المدمن بآلام المعدة. وأمراض سوء التغذية

ونقص الفيتامينات. ومع تفاقم الحالة، تزداد نسبة الوفاة غالبا من أمراض القلب، والتهاب الرئة، أو من تليف الكبد.

إن من بين الأسباب القوية فى تعاطى المخدرات والمسكرات والإدمان عليها، فى رأى الكثيرين، هو علاقتها بالجنس حيث تشعل الرغبة، وتزيد الأداء، فهل هذا فعلا هو الواقع؟

الحق أن هذا الادعاء، فيه من التزييف والافتراء، ما يجعل الحقيقة عكس ذلك تماما، فلو أخذنا المشروبات الكحولية، ونظرنا فى تأثيرها على الجنس، وجدنا أن تناول الخمر، يؤدى إلى إضعاف الإحساس، ومنها الإحساسات الجنسية نفسها، وذلك بتأثيرها على الوصلات العصبية الناقلة للإحساس، وبالتالى يؤدى ذلك إلى التبلد المعروف عند مدمنى الخمر كما أشرنا آنفا.

ولكن فى المقابل، فإن تبلد الشعور يسقط الحياء، والاحساس بالخجل، وهذا يؤدى إلى تصرفات جنسية جريئة ووقحة، لا يعرفها الإنسان الطبيعى، ولعل ذلك هو الذى أعطى لشرب الخمر شهرة زائفة، فى مجال التنشيط الجنسى، وقديما قال شكسبير، على لسان أحد شخصيات بعض مسرحياته: «إن الخمر تشعل الرغبة وتضعف الأداء».

ولو لخصنا تأثير المشروبات الكحولية على الجنس والوظائف التناسلية لرأينا مدى فداحة هذه الكارثة ليس فقط على المدمن بل وعلى نسله ومجتمعه ومنها:

١ - يقلل الكحول من إفراز هرمون التستسترون عند الرجال، وهذا الهرمون له علاقة وثيقة بظهور الرجل بمظهر الرجال، وذلك بتأثيره على خلايا الجسم المختلفة، ومنها الأعضاء التناسلية، وهو أيضا ضرورى لأداء الوظيفة الجنسية السليمة.

٢ - هنالك دلائل قوية تثبت أن إدمان الخمر يؤدى إلى إضعاف قدرة الخصية على إنتاج الحيوانات المنوية، وتزيد من احتمالات حدوث العقم عند الرجال بسبب ذلك.

٣ – بالنسبة للمرأة، يؤدى إدمان الخمر إلى سرعة انقطاع الحيض عند المرأة. ووصولها إلى ما يسمى بسن اليأس بمعدل أكبر منه عند المرأة الطبيعية التى لا تتعاطى المسكرات، أى إنه يعجل بشيخوخة المرأة، خاصة من ناحية انقطاع الحيض، والتوقف عن الإنجاب، قبل الأوان.

٤ – يؤدى إدمان الخمر إلى ضعف القدرة عند الرجال، وضعف الاستجابة عند المرأة، وذلك من خلال التأثير على الأعصاب الطرفية لكليهما.

٥ – يؤدى الكحول إلى ضمور الأعضاء والغدد التناسلية، فى الجنسين، كما يؤثر على جهاز المناعة فى الجسم.

٦ – ثبت أن للكحول تأثيرا ضارا على العظام والهيكل العظمى فى كل من الجنسين.

وأخيرا، وفى بحث أجرى فى الولايات المتحدة على عدد من مدمنى الخمر، ولمدة تتراوح بين ٥ – ٤٠ سنة، وجد أن الخصية قد ضمرت فى ٦٥ ٪ من عينة البحث، كما حدث نقص فى شعر الذقن والشارب فى ٥٥ ٪ منهم وتحول الجسم إلى الترهل الأنثوى (أى زيادة فى حجم الفخذين واستدارة فى البطن، وكبر فى حجم الثديين)، وذلك فى ٥٠ ٪ منهم، ولقد أصيب ٧٠ ٪ من الرجال المدمنين بضعف جنسى، وصل إلى حد العجز الكامل فى أغلب الحالات.

وهنا يتضح أن تحريم الخمر، فى الأديان المختلفة لم يأت من فراغ، ولكنه نتيجة لتأثيراتها الضارة، التى أثبتتها الأبحاث والتجارب العلمية، فى كل أنحاء العالم النامى والمتقدم، وما ينطبق على الكحولات ينطبق تماما على المخدرات، كالحشيش والأفيون والأقراص بأنواعها المختلفة .

إن المدمنين لم يفروا، من حالتهم الطبيعية، التى خلقهم الله عليها، والتى لم يرضوا عنها قبل الإدمان، إلا إلى حال سيئة، بل إلى مرض وبيل وداء عضال، إذ إن نشدان الأوهام، وانطواء النفس ونكران قدسية العمل، والانفصال عن المجتمع، وانكفاء النفس على ذاتها، وانطوائها وانزوائها، كل هذا وغيره من

صور الفرار من الواقع ، ليُجَبِد الأدلة الدامغة على العجز، عن مواجهة مشاكل الحياة ، بطريقة واقعية وموضوعية واعية. هذا، وتمتد الآثار المدمرة لمشكلة الإدمان أيضا إلى المجتمع ككل ، وذلك من خلال التأثير على أفراده.

إن آثارها المدمرة تبدو واضحة، في النواحي الصحية والاجتماعية والاقتصادية، فهي تكلف الدول أموالا طائلة، نتيجة تهريب تجار المخدرات للعملات، التي تحتاجها البلاد لاستيراد ما هو ضروري لمواطنيها، ونتيجة لتحمل الخزانة العامة تكاليف باهظة، في مطاردة المهربين، أو في العناية بإصلاح الأضرار المترتبة على تعاطي ما جلبوه من مخدرات كالمرض والعجز والحوادث وغيرها، أو نتيجة ضعف إنتاجية المتعاطين، وتغيبهم بسبب تلف أبدانهم، وتدهور صحتهم، ونقص قدراتهم على العمل. ويكفي أن نعرف أن معظم حوادث السيارات في الغرب المدمن على الكحوليات هي نتيجة مباشرة لهذا الوباء اللعين.

البانجو
اسم جديد لوباء قديم

من المؤكد أن كلمة «بانجو»، أصبحت الآن من الكلمات التي كثيرا ما تلوكها الألسنة، وتخترق الأسماع، بين الأوساط المختلفة، لم يسلم منها طلبة الجامعات وحتى تلاميذ المدارس، فقد دخلت هذه الكلمة وللأسف الشديد في قاموسهم اللغوي، وأصبحت من بين مفرداتهم التي كثيرا ما يستعملونها، فإلام تشير هذه الكلمة اللعينة؟ إن كلمة « بانجو» في استعمالها الجديد، حلت محل كلمة «حشيش» في استعمالها القديم، غير أنها الوضة والنغمة العصرية، حتى في استعمال الكلمات، دع عنك أن كلمة «حشيش» كانت ولا زالت تنتشر أكثر بين أوساط الصناع والحرفيين والأميين، أما كلمة «بانجو» بجرسها الأجنبي، وصيغتها الجديدة تناسب الاستعمال الجديد في أوساط المتفرنجين ومدعي الثقافة والعلم وطلبة المدارس والجامعات.

والواقع أن المسألة ليست مسألة أسماء وتسميات، فالوباء هو الوباء مهما اختلفت وتعددت أسماؤه الشائعة التى بالفعل تختلف وتتنوع من بلد إلى بلد غير أن له اسما علميا واحدا هو: القنب الهندى Cannabis indica أما أسماؤه الشائعة فتختلف كما قلنا من بلد إلى آخر، فقد كان يسمى فى مصر الحشيش، أما فى الجزائر والمغرب فكان يسمى الـ «كيف kif»، وفى تركيا يسمى: «الهبك Habak»، أما فى سورية ولبنان فيطلقون عليه: الحشيش أو الكيف، وفى أمريكا يسمونه: المارجوانا أو المارجوانا. ويطلقون عليه فى الهند الجانجا Ganja أو البانج Bhang، وأعتقد – وهذا اجتهاد شخصى – أن الاسم السائد الآن: «بانجو» مأخوذ عن ذلك الاسم الهندى «البانج Bhang».

ونظرا للانتشار الواسع لهذا النوع من المخدرات، يعرف الآن له أكثر من ٣٥ اسما مختلفا فى أطراف العالم المختلفة.

وإذا كانت المادة الفعالة فى جميع أنواع الخمور كما ذكرنا من قبل – هى مادة الكحول الإيثيلى، فإن المادة الفعالة فى جميع الأنواع السابقة، مهما اختلفت أسماؤها، هى مادة: رابع هيدروكانابينول (ر. هـ. ك) أو Tetrahydrocannabinol (T.H.C)، وله فى صورته النقية، خواص مشابهة لعقار ل.س.د. (L.S.D) الذى يعرف بعقار الهلوسة.

الآثار الفسيولوجية والسلبية لهذا المخدر:

- يؤدى استعمال الحشيش أو البانجو إلى إدمانه بمعنى حدوث ظاهرة الاعتماد السيكلوجى والجسمى عليه، وقد يعتبر الخطوة الأولى فى الإدمان على ما هو أخطر منه من أنواع المخدرات الأخرى كالكوكايين والمورفين والهيروين.
- يفقد إدمان على هذه المخدرات الإنسان دوره الاجتماعى الفاعل فى المجتمع ويصبح غير قادر على العمل المنتج كعضو نافع فى الأمة.
- أكدت الدراسات أن جميع مشتقات هذا العقار لها أثر سيء على الصبغيات الوراثية (الكروموسومات) بما يؤثر أيضا على تمثيل الأحماض الأمينية والبروتينات مما يؤثر على بناء الخلايا والأنسجة والأجسام.

- يؤثر أيضا على البيئة الدقيقة للرئتين، كما يؤثر أيضا بالسلب على الجهاز المناعى للجسم.
- يؤثر أيضا هذا المخدر على الخلايا التناسلية، ومولدات النطف، كما أن له تأثيرا مشوها على الأجنة.
- تؤدى الجرعات العالية إلى الهلوسة، وقد تؤدى عند البعض الآخر إلى الشعور بالغثيان والقيىء المتكرر والإسهال، والرعشة، وطنين الأذن، والخوف والقلق والاكتئاب، وضعف الشهية للطعام مما يؤثر على الصحة العامة للمتعاطين والنتيجة النهائية هى التخريب البدنى والعقلى والاجتماعى.

□□□

obeikandl.com

الفصل الحادى عشر

السمية البيئية

ماهى البيئة وما علاقتها بالإنسان؟

البيئة ببساطة هى الإطار الذى يمارس فيه الإنسان حياته، وفيها العناصر المادية، التى يستنبط منها متطلبات عيشه ومعيشته، والعوامل التى يتأثر بها نشاطه الفسيولوجى والاجتماعى. فهى الهواء الذى يدخل ويخرج من جسم الإنسان وهى الأرض التى يدب عليها ويبنى فوقها مساكنه، ويزرع فيها محاصيله ويربى عليها حيواناته، وهى الماء الذى يشربه ويغتسل به .. والإنسان كائن حى ضمن مجموعة الكائنات الحية، من نبات وحيوان تتعايش فى إطار بيئى، وتشارك فى سلسلة التحولات المتصلة، التى يعبر عنها بدوران المواد (Material cycle) وما يتصل بها من سريان الطاقة (Energy flow) والنبات الأخضر هو المنتج الأول (Primary Producer)، أى القادر على استغلال الطاقة (الشمس)، والعناصر الأولية، فى بناء المادة الغذائية، فى صورة مركبات عضوية تتمثل فيها الخطوات الأولى، فى دورة المواد، والدرجة الأولى فى سريان الطاقة.

ويتغذى الحيوان، آكل العشب على هذه النباتات، أو مشتقاتها ليكون هو بالتالى فريسة للحيوانات آكلة اللحوم ومنها الإنسان، ثم تتساقط أجساد الجميع إلى الأرض، فتبدأ مراحل التحلل، بفعل بعض الكائنات الأرضية، مثل البكتيريا التى يصل نشاطها فى النهاية إلى إطلاق ثانى أكسيد الكربون فى الهواء، والمواد المعدنية فى الأرض، بينما تتحول الطاقة الى صورة أخرى لتبدأ دورة جديدة.....

فالإنسان إذن واحد من ذلك العدد الهائل، من الكائنات الحية، التى تشارك فى الإطار البيئى، على الكرة الأرضية.

التلوث البيئى ضريبة التقدم التكنولوجى

بدأ الإنسان حياته على الأرض، وهمّه الأكبر حماية نفسه من غوائل البيئة، خاصة ما يعايشه من حيوانات مفترسة، أو كائنات دقيقة، تَبَيَّن له أن بعضها يسبب الأمراض، ثم تدرجت العلاقة إلى أن أصبح همُّ الإنسان الأكبر هو حماية البيئة من غوائل فعل الإنسان نفسه، وبرزت قضية التلوث البيئى، بالمواد التى تفرزها الصناعات إلى الوسط البيئى (أى الهواء والتربة والماء).

وقد صاحب التقدم العلمى والتكنولوجى، تلوث البيئة فهو منه كظله، لدرجة أن خطر على بال أحدهم وهو يختار عنوانا لمقالته عن التلوث، العنوان التالى: (تقدث العلم وتلوم البيئة) ولا شك أن هذين اللفظين النحوتين، يحملان قدرا من المداعبة اللفظية، لكنه أراد أن يمزج لغويا بنحته لهما، بين التقدم والتلوث، فلا يكاد يُذكر أحدهما إلا وصاحبه معه، مُعَبِّرا بذلك عن واقع طرأ على حياة الإنسان، فكلما تقدم العلم خطوة، جاراه التلوث فى ذلك، ويمكن القول أنه من الصعب جدا تجنب ذلك أو الانفلات منه، فهو بمثابة الضريبة أو الثمن.. وقد يكون الثمن فادحا... وقد يودى بحياة الإنسان نفسه فقد بات واضحا أن الطقس، الذى يسود فى بلاد كثيرة لم يعد متكررا بنفس الإيقاع، الذى تكرر به طوال السنوات الماضية، كما شهده آباؤنا وأجدادنا.. فقد طرأت عليه تحولات وتغيرات، لا عهد للبشرية بها، سواء فى التوقيت أم فى الشِّدَّة أم المظاهر، فجو الصيف قد يحِّلُ بنا لبضعة أيام خلال الشتاء، وكذلك جو الشتاء قد يأتى مبكرا أو متأخرا فى كثير من البلاد، كما أن الجفاف ما زال يجتاح كثيرا من دول أفريقيا، وقد راح ضحيته آلاف من البشر، وترْحل بسببه الملايين، من بلد إلى بلد آخر، بحثا عن قطرة ماء، أو ما يسد الرمق من الغذاء، كما أن من الأدلة الواضحة، ذلك الشتاء شديد القسوة الذى تشهده أوروبا والولايات المتحدة فى الأعوام الأخيرة، والذى تتكدس بسببه الثلوج كثبانا، لم تعهدها المدن ولا القرى منذ مئات السنوات، ومن مظاهر هذا الاضطراب فى المناخ أيضا، تلك الفيضانات الغزيرة، التى حدثت ولا تزال تحدث، فى كثير من دول آسيا،

وكذلك اضطرابات رياح الخماسين، المحملة بالأتربة فقد تأتى مبكرة، كما حدث فى أواخر شتاء ١٩٨٦ م، ولم يكن العهد بها إلا فى خلال فصل الربيع. وقد تأتى متكررة، مصحوبة مرة بمناخ حار، ومرة أخرى بمناخ بارد، كما حدث فى العام ١٩٩٨ م.

من كل هذه المظاهر، وغيرها، يتبين أن المناخ فى الغلاف الجوى للأرض، قد أصابه بعض الخلل، ولعل هذا التغير فى الطقس، قد زحف على حياتنا فى بطء، ولم يكن محسوسا منذ سنوات، ولعله أيضا نتيجة طبيعية للتقدم العلمى والكيمائى والصناعى، الذى حمل للحضارة الإنسانية الكثير من الإيجابيات، وبالمقابل العديد من السلبيات، حتى أضحت النفايات الخطيرة التى تلوث البيئة هى الأفعى الجديدة، التى تحاول أن تبتلع الإنسان، بل وتهدد جميع مظاهر الحياة على هذا الكوكب، الأمر الذى حدا بالدول، من حكومات ومؤسسات، فى مختلف أنحاء العالم، إلى التوجه نحو إيجاد حلول للتقليل من أخطار التلوث، حفظا للحياة على الأرض، ولهذا كان الشعار الذى وضعه برنامج الأمم المتحدة للبيئة، ليوم البيئة العالمى فى عام ١٩٧٧م هو: «أى عالم سوف نتركه لأطفالنا؟» وفى ٥ يونية من كل عام يحتفل العالم بيوم البيئة العالمى، وقد كان شعار عام ١٩٧٨ م: «التعمير بلا تدمير»، وهى إشارة إلى أن الزمن لا يرجع إلى الوراء، ولكن إذا كان ثمة حركة فلا بد أن تكون رشيدة خيرة.

غير أن هناك شبه حتمية إذا ما سارت الأمور على ما هى عليه. خاصة وأن الوضع بالنسبة لمشكلة التلوث، قد يتعلق بمجموعة معقدة ومتشابكة، من العوامل المختلفة: كالعادات والتقاليد وما إلى ذلك من الجوانب الاجتماعية كما أن هناك عاملين.

أحدهما: الانفجار السكانى: فعدد الناس يزداد بنسبة ٢,٣٪ كل عام.

ثانيهما: زيادة إنتاجية العامل وزيادة عدد العمال أنفسهم، وأنها لتزيد كذلك بنسبة ٢,٣٪ سنويا، فإذا جمعت هذه النسب تستطيع أن تقول ببساطة: إن مشكلات التلوث تتزايد بنسبة من ٥ إلى ١٠٪ كل عام.

وعلى ذلك ، فإن الآراء تكاد تُجمع، على أن العالم كله مقبل على أزمة بيئية، قد تقلب الأوضاع الاجتماعية والاقتصادية، السائدة الآن فى المستقبل القريب أو البعيد، ولقد بدأ الاهتمام الحقيقى من جانب علماء البيئة، يوم أن بدأت حركة البيئة، بما يطلق عليه الآن اسم: « يوم الأرض (Earth Day)»، وذلك حين تقدم فى عام ١٩٧٠ م، عدد كبير من المتحمسين فى بعض دول العالم المتقدم، وبخاصة فى أمريكا، ببعض النداءات التى تدعو إلى بذل الجهد، لإنقاذ البيئة من التلوث، ولم تلبث هذه الدعوة، أن وجدت صدى كبيرًا، لدى الكثير من الناس، ومن العلماء من مختلف التخصصات، بحيث تبلورت بعد عامين اثنين، فى صيف عام ١٩٧٢ م، فى شكل مؤتمر عقدته هيئة الأمم المتحدة، فى مدينة استكهولم عاصمة السويد، واشترك فيه عدة آلاف من العلماء والسياسيين والمخططين، التى لم يشهدها العالم فى أى وقت من تاريخه، وبعد هذا المؤتمر، انتشرت الدعوة إلى تطهير البيئة مما يلوثها انتشارا واسعا، بحيث خصصت لها الدول الكبرى ميزانيات ضخمة.

مُلوثات الغذاء غير التقليدية
(أو المضافات الغذائية):

هذا، وتتنوع الملوثات البيئية ؛ تبعا للأنشطة الإنسانية المختلفة، فهناك مثلا بعض الملوثات، غير التقليدية، ونعنى بها تلك الملوثات التى تُضاف عن قصد للمواد الغذائية لأغراض تجارية وجمالية معينة، ومنها المواد الكيميائية المُكسبة للون أو الطعم أو الرائحة، وقد تضاف أيضا لإكساب الطعام قواما وشكلا معينا، ومنها أيضا المواد الحافظة للطعام.

والتسمم الغذائى قديم قدم الحياة نفسها، بيْد أن مخاطر التلوث الغذائى تزداد بزيادة نطاق وأمد إعداد وتجهيز وتخزين الطعام، حيث يتم خلال هذه الإجراءات، استخدام المضافات الغذائية والمواد الحافظة للطعام.

فالاستعمال المفرط للمواد الملونة للغذاء، قد أضحى فى رواج كبير، يتنامى مع الوقت، وكأنه النموذج المُحتذى، و «الموضة» التى يحرص على اتباعها الجميع.

وقـد يكون من المفيد أن ننوه إلى مخاطر بعـض هذه المواد. فمواد التلوين المعتمدة على مادة الأنيلين، قد ثبت أنها مواد مسرطنة، ومن ثم فقد حرمت استخدامها دول كثيرة.

ومن مواد التحلية الاصطناعية، التى اكتسبت سمعة طيبة فى فترة الستينيات، مواد السـيكلامات، وقد تم تحريم استخدامها الآن، لاسيما فى تحلية المثلجات والمرطبات، بعد أن ثبت ، من البحوث والتقارير العلمية، أنها تؤدى إلى حدوث سرطان المثانة، فى حيوانات التجارب.

وهنـاك أيضا بعض المذيبات العضوية، التى قد تسـتخدم فـى تنظيف أوانى الطهى، لقدرتها الفائقة فى الإذابة والتنظيف، وهذه المواد قد يتبقى منها، بعد الغسـيل متبقيات، قد تصل إلى الإنسان، وهى شـديدة الخطورة، إذ إنها سامة للجهـاز العصبى والكبد والكلى والجهاز القلبى الوعائى والأجهزة التناسـلية، خاصة فى الإناث.

أما المواد الحافظة للغذاء، فهى تلك المواد التى تضاف لبعض الأطعمة، بهدف الحفاظ عليها من نمو البكتيريا، وغيرها من الأحياء الدقيقة، التى تتسـبب فى فسـادها، ومن ثم تطيل فترة صلاحيـة كثير من الأطعمـة، كالعصائر والمربات والفواكـه أو الخضـراوات المحفوظـة. ومن أكثرهـا أمانا مواد مثـل البنزوات والكبريتيـت وعديدات الفينول (بوليفينولات). ومع ذلك ، فيجب اسـتعمالها علـى أضيق نطـاق؛ فقد ثبت أن مادة البنزوات ومشـتقاتها كالباراهيدروكسـى بنزوات هى من المواد شديدة التثبيط للتخليق الحيوى للكوليسترول؛ وعلى ذلك، فـإن الإفراط فى التعرض لها يمكـن أن يتلف أمخاخ الصغار، حيث إنها لازالت فى طور النمو، وذلك لاختلال تخليق الكوليسترول، تحت هذه الظروف.

أمـا الكبريتيد (السـلفيت)، فإن فشـل الكبد فى تعامله معـه لإزالة سميته وتحويلـه إلى مادة الكبريتات (السـلفات) عـن طريق أنزيم يعرف بالسـلفيت أوكسـيديز، وفـى هذه الحالة فإن مادة السـلفيت قد تتراكم، وتسـبب اختلالا

فـي الوظائف العقلية. وعلى ذلك، فالحاجة ماسـة لإعادة النظر فى مدى تحمل الإنسان لهذه المواد الحافظة، لاسيما حينما تفشل آليات الجسم فى التخلص منها تحت ظروف معينة، وحتى لا يتم استخدام هذه المواد بلا ضوابط.

التلوث بالمبيدات:

أما التلوث الناتج عن استخدام المبيدات فى مقاومة الآفات بالاستعمال المكثف لمبيدات الآفات والمبيدات الحشرية، فإنه يمثل أحد صور التلوث الشائعة والخطيرة فى الوقت ذاته. وثمة بحوث وتقارير كثيرة، تم إنجازها فى السنوات الأخيرة، يدور معظمها حول مبيدات الآفات التى ظهرت فى الماء وفى المواد الغذائية. وقد أثارت هذه البحوث الاهتمام بين الأطباء والعلماء والهيئات المنظمة، ومن ثم فقد لفتت الانتباه إلى سمية المبيدات الهائلة، والكشف عن آليات التسمم التى تحدثها فى الجسم.

الكلورينات العضوية:

أثبتت البحوث الحديثة التأثير الضار لبعض الكلورينات العضوية (مثل: جاما – سادس كلوروهكسان الحلقى) على كثير من أعضاء وأجهزة الجسم؛ من ذلك مثلا أنها تؤثر على قدرة خلايا الجهاز القلبى الوعائى على تنظيم مستوى الكالسيوم. وثمة بحوث أخرى أجريت حول تقييم تأثير العمر على تراكم نظائر سادس كلوروهكسان الحلقى HCH المختلفة ومدى توزعها فى أنسجة أعضاء الجسم المختلفة قد أجريت على الفئران وربما يمتد تأثيرها أيضا إلى الإنسان. أما عمال الزراعة ، فقد ظهر التأثير السلبى لسادس كلوروهكسان الحلقى عليهم، لاسيما فى مخططات القلب (رسوم القلب الكهربية) وفى نسبة هيموجلوبين الدم. وقد تمثل التأثير الضار لهذه المادة أيضا على حيوية الأغشية ووظائف الخلايا المرتبطة بالدهون المفسفرة ؛ ذلك أن تعريض أغشية خلايا الدم الحمراء وخلايا المخ فى الفئران لسادس كلوروهكسان الحلقى يقل كثيرا من مستويات بعض أقسام الدهون المفسفرة. وثمة تغيرات أخرى تم رصدها فى فوق

أكاسيد الدهون ومحتوى الجلوتاثيون فى الكبد. كما تم رصد تغيرات كبيرة فى عدد من الإنزيمات الهامة من جراء التسمم بهذه الكيماويات، خاصة فى خلايا الخصية، مما أدى إلى امتداد هذا التأثير إلى القدرة الإنجابية.

أما المناعة الخلطية فقد ثبت انخفاضها نتيجة تعرض حيوانات التجارب للتسمم بمبيدى: د.د.ت. وليندان. أما إندوسلفان فقد أدى إلى ظهور شذوذات خطيرة فى الحيوانات المنوية كما قلل من انطلاق هذه الحيوانات إلى منطقة البربخ. مع زيادة بعض الأنزيمات الأخرى فى نسيج الخصية فى هذه الحيوانات.

الكربامات:

أفضت تجارب التسمم ببعض هذه المركبات على الحيوانات، إلى تأثيرات خطيرة على مستوى الخصية. أدت إلى ظهور صفات رديئة فى الحيوانات المنوية أفقدتها القدرة على الإخصاب مع ظهور تأثيرات تسممية مرتبطة بالنمو التكوينى للذكور. كما أن بعض مبيدات الفطريات التى تنتمى إلى هذه المجموعة مثل (mancozeb) قد ثبت أنه يؤدى إلى تغيرات بيوكيميائية وتركيبية فى مناسل ذكور الجرذان، كما أدى أيضا إلى تغيرات وظيفية فى الغدة الدرقية. أما مبيد الكرباريل فقد أدى إلى نقص فى عدد الحيوانات المنوية فى منطقة البربخ مع زيادة الشذوذ فى هيئة الحيوانات المنوية بعد ٦٠ يوما فقط من تناول الغذاء الملوث بمادة الكرباريل. كما أدى التسمم ببعض المبيدات، التى تنتمى إلى هذا النوع، إلى تقليل المناعة المرتبطة بنقص حاد فى كريات الدم البيضاء والمناعة المرتبطة بالخلايا.

مركبات البيريثرويد:

أدى التسمم ببعض مركبات البيريثرويد مثل سيبرميثرن إلى تناقص حاد فى جلوبيولينات مصل الدم وجاما – جلوبيولين وتناقص فى بعض عوامل تجلط الدم. أما البرميثرين، فقد أدى فى الجرعات العالية (١٢٠ مج/ كج / يوم) إلى نقص حاد فى الاستجابة المناعية المرتبطة بالخلايا. أما المناعة الخلطية فلم

تتأثـر كثيرا فى الفئـران التى تعرضت لمدة ١٤ يوما. وقد أدى هذا المبيد أيضا إلى أضرار كيميائية وتداخلات فى أيض المواد الكربوهيدراتية والدهنية فى الجرذان المعاملـة لمدة ١٥ يوما بجرعـات متباينة (٢٤ - ١٢٠ مج/ كـج). وبينما لم تؤد الجرعات المنخفضة إلى مظاهر تسـممية واضحة فإن الجرعات العالية قد أدت إلى ارتفاع مستويات بعض الأنزيمات الناقلة للمجاميع الأمينية مثل ALT و AST، وسـكر جلوكوز الدم. كمـا تأثرت بعض المؤشـرات الكيميو عصبيـة والعصبية الفارماكولوجيـة الخاصة بوظائف الوصلات العصبيـة. وقد لوحظ أيضا تغيرات فى مسـتويات عديدات الأمين بالمخ فى الجرذان الصغيرة المتعرضة لدلتاميثرين، ووجد أن هذه التغيرات مرتبطة بمناطق المخ المختلفة. كما وجد أيضا تغيرات فى المسـتقبلات الدوبامينية والمسـكارينية فى المخ وفى السلوكيات المتعلقة بهما من جرّاء التسمم بهذا المبيد.

كمـا امتدت هـذه التأثيرات أيضًا، لتشـمل كلا من الكبـد، والكلى، والغدد الصماء، لاسيما الغدة الدرقية والإنزيمات المتعلقة بأيضها.

المركبات الفسفورية العضوية:

وتشكل معظم أعضاء هذه المجموعة، خطرا جسيما على الجهاز العصبى، من خلال آلية تأثيرها، التى تتمثل فى التغيُّر الذى تحدثه على كمية ونشـاط إنزيم أستيل كولين اسـتيريز، وبيوتيرايل كولين استيريز فى البصلة الشمية للفئران البيضـاء. وقد وجد أن مبيد ديمثويت يغير مـن وظائف الغدة الدرقية والمحور النخامى الدرقى.

هـذا، بخلاف التأثيرات الخطيرة الأخرى لبعض أعضاء هذه المجموعة التى نجملها فى: ارتفاع معدل الوفيات بين الحوامل من الجرذان، أما صغارها فتبدى نشـاطا منخفضا من أنزيم أسـتيل كولين اسـتيريز فى كل من المخ والمشـيمة مما يؤكد انتقال المبيد إلى الأجنة. كما أسـفر التسـمم بهذه المبيدات عن تغيرات فى هيئة الحيوانـات المنوية، كما امتدت هذه التأثيرات السـلبية أيضا إلى وظائف

الخصية حيث شكلت خلايا لايدج الهدف الأساسى لهذا التسمم. هذا، وقد كان لبعض أنواع المبيدات، التى تنتمى هذه المجموعة، تأثيرات خلوية ووراثية خطيرة، ولبعضها الآخر تأثير ضار على التبويض ونقص كبير فى أوزان المبايض وفى الحويصلات السليمة وفى عدد كريات الدم الحمراء. كما رصدت تغيرات وأوجه خلل فى تكوين الأمشاج فى الطيور المعرضة لبعض أنواع هذه المجموعة. وفى حالات التسمم بالمبيد الفوسفورى العضوى مونوكروتوفوس حدثت زيادة فى بولينا الدم والأنزيمات الناقلة للمجاميع الأمينية (مثلALT و AST) بينما حدث نقص فى نشاط أنزيم كولين استيريز فى الجرذان، مما يبين أن لهذا المبيد تأثيرات تسممية ضارة على القلب والكبد والكلى.

العناصر الثقيلة:

أدى الاستغلال السيء للمصادر الطبيعية إلى زيادة التلوث البيئى بشكل متزايد، وهناك أيضا جزء كبير منه يعزى إلى النشاط المتزايد للإنسان فى مجال الصناعة، والتى تدخل فيها العناصر الثقيلة كالكادميوم والرصاص والزئبق، ومنها صناعة البويات وبعض المبيدات، وكذلك صناعة المواسير ومواد اللحام والسبائك المختلفة، وما ينجم عن ذلك من نفايات وغبار وأبخرة وأدخنة وعوادم والذى يهمنا فى هذا المقام هو التلوث بالمعادن الثقيلة.

إن الاستعمال التكنولوجى للمعادن هو أحد معايير التقدم، منذ أن بدأ الإنسان فى استعمالها فى العصور الحجرية. ومنذ اشتغال الإنسان بتشكيل المعادن، وخطرها محدق به يزداد بازدياد نشاطه، وبزيادة التقدم كثر استعمال المعادن، حتى أصبح التقدم نفسه، يقاس بحجم استعمال هذه العناصر، وقد واكب ذلك مخاطر صحية، تتدرج بزيادة وتغلغل هذه المواد، فى مجالات كثيرة؛ بدأت بتشكيل حراب وأدوات صيد الإنسان البدائى، إلى أن وصلت إلى صور من السبائك والأملاح المختلفة، فى عصر الفضاء. وقد كان من وسائل تعرض الإنسان الأول للمعادن هو وجودها بتركيزات عالية سواء فى الغذاء أم الماء، وأحد العوامل التى

تزيد من خطورة ذلك التعرّض أيضا هو تسـربها من أوانى الطعام وأدوات الطهى المعدنية.

وقد أدى الاستعمال العالمى للمواد المحتوية على المعادن، مثل مبيدات الآفات أو المواد العلاجية، إلى زيادة احتمالات فرص التعرض لخطر هذه المعادن.

وعلى الرغم من أن بعض هذه المعادن، قد عرفت منذ قرون، كمواد سـامة فإن الثورة الصناعية قد روجت لها، وأدت إلى مزيد من انتشـار أمراض مهنية، لها علاقة وثيقة بالتعرض لعدد من العناصر المعدنية السامة.

وقد أولى اهتمام كبير، فى السنوات الأخيرة، لتلوث البيئة بمثل هذه العناصر. هذا، وقد اسـتعملت المعادن أو أملاحها أيضا كعلاج، وخاصة فى علاج الأمراض المعدية، ولكن قلّ هذا الاسـتعمال كثيرا، وذلك بظهور العقاقير العضوية الأكثر فعاليـة، على الرغم من أن بعض الأملاح المعدنية، مثل مدرات البول الزئبقية، لازالت تسـتخدم كعلاج إلى الآن، وقد أدخلت كربونـات الليثيوم كعلاج لبعض حالات الذهان الهوسـى الاكتئابى manic- depressive psychosis: وهناك بعض العناصـر الضرورية للحياة، والبعض الآخر ليس لـه وظيفة بيولوجية معروفة ولكنهـا – أى هذه المعادن – ليسـت خطيرة من الناحية السـمية، وهناك أيضا البعض الذى له القدرة على إحداث أمراض خطيرة. وحتى العناصر الهامة غذائيا (كالمُغَذِّيات الدقيقة) يمكن أيضا أن تحدث تأثيرا ساما، إذا ما تعرضت العمليات التى تحفظ نسـبتها ثابتة فى الجسم فى الحدود الفسيولوجية فإن ذلك يؤدى إلى اضطـراب أو خلل. فعنصر الحديد مثلا قد يضاف إلى الطعام، أو يعطى فى صورة من الصور، بغرض عـلاج أعراض نقصه، ولكن الإفراط فى تناوله، على النقيض من ذلك، يؤدى إلى التسمم القاتل.

وقد يسبب الحديد أيضا أمراضا مهنية، وفى حالات خاصة، قد يسبب أمراضا تصنف كأمراض بيئية، أو على الأقل أمراض غير مهنية.

والعناصر ذات الإمكانات الهائلة لإحداث الأمراض، هى تلك التى لها خاصية التراكم فى الجسـم. فـإن تركيزات عناصـر الألمونيوم والفاناديـوم والتيتانيوم والكادميوم، تزيد فى الرئة حتى سن الأربعين، وذلك لتراكمها، فى صورة دقائق

غير ذائبة كما أن مستويات عناصر النيكل والقصدير والاسترنشيوم والكادميوم والرصاص، وقد يضاف إلى ذلك أيضا عنصر الباريوم، تزيد فى أنسجة أخرى إضافة إلى الرئة، كنتيجة لاستنشاقها.

وعلى الرغم من أن تركيزات عالية من هذه العناصر قد توجد فى الماء والهواء أو التربة، كنتيجة للترسيبات الطبيعية، فإن الاستعمال التكنولوجى لهذه العناصر، غير القابلة للتكسير والتحليل بيولوجيا non-biodegradable، يمكن أن يؤدى إلى تراكمها فى البيئة. وقد ينطلق عنصر الفاناديوم فى الجو، عند احتراق الزيت وقد يتحرر الزئبق ضمن عناصر أخرى عند احتراق الفحم.

إن استعمال الجازولين المعالج بالرصاص، قد أضاف الكثير إلى مستوى تركيز الرصاص فى البيئة، وفضلا عن ذلك، فإن هذه العناصر التى تتحرر وتنطلق فى البيئة، قد تتركز بيولوجيا، وهكذا تعبر إلى السلسلة الغذائية.

ويتضح ذلك من المثال الآتى:

١ – تستعمل بعض الفضلات المحتوية على الكادميوم ، فى تخصيب حديقة بيتية.

٢ – للتربة رقم هيدروجينى pH، ذو قيمة تدل على أنها حامضية.

٣ – تستمر الحديقة فى وجودها لمدة ٥٠ سنة، ويتم خلالها استعمال هذه الفضلات.

٤ – يحصل الفرد على ٥٠ ٪ من خضراواته الغذائية من هذه الحديقة.

٥ – من المتوقع أن يصاب الإنسان بفقدان المناعة، بحيث ترفع من مستويات الكادميوم فى غذائه[1].

وقد تنطلق المركبات الزئبقية من النفايات الصناعية، وقد تتحول بفعل الأنظمة الميكروبية، فى القيعان الطينية للمجارى المائية، إلى مركب ميثين الزئبق ذى السمية العالية، والذى تتناوله الأسماك، التى تعيش فى هذه المناطق الملوثة.

---

(1) J. Environ. Eng. Vol. 112 No.5 (1986).

توزيع العناصر الثقيلة فى جسم الكائن المتعرض لها

يعتمد توزيع المواد الملوثة فى الجسم على معامل التوزيع، الذى يرتبط بدوره على كمية وتوزيع الماء فى الجسم، حيث ينقسم هذا الماء إلى ثلاثة أقسام:

١ – ماء البلازما.

٢ – ماء بين الخلايا أو الماء بين الخلوى.

٣ – ماء داخل الخلايا.

ويتكون الماء خارج الخلايا، من ماء البلازما مضافا إليه الماء بين الخلوى. وتوزيع المادة السامة، ليس ببساطة توزيع الماء فى أقسامه الثلاثة، ولكن على العكس من ذلك تتعقد عمليات التوزيع، بارتباط المادة السامة بأماكن تخزين مختلفة فى الجسم، كالدهون والكبد والعظم.

فبعد أن تعبر المادة السامة إلى مادة البلازما، سواء بالامتصاص أم بالحقن الوريدى المباشر، فإنها تكون مؤهلة للانتشار فى جميع أنحاء الجسم، ويتم هذا الانتشار بسرعة، ويتحدد معدل هذا التوزيع ونسبته فى الأعضاء المختلفة بكمية سريان الدم إلى هذه الأعضاء. ويعتمد توزيع المادة السامة أيضا فى الأنسجة المختلفة على مقدرة المادة الكيمائية، وعلى اختراق الغشاء الخلوى، وأيضا على قابلية الأنسجة المختلفة فى الجسم، للمادة الكيمائية.

تخزين المواد السامة فى الجسم:

غالبا ما تتركز السموم فى أنسجة معينة، فبعضها يصل إلى أقصى مداه فى الأنسجة التى تكون هدفا لتأثير السم، فمثلا: أول أكسيد الكربون ذو قابلية عالية للهيموجلوبين، فيتركز فيه ويعوقه عن أداء وظيفته، ثم هناك بعض السموم التى تجد فى أنسجة معينة هدفا لتأثيرها السام، وأنسجة أخرى تتخذها كمخازن لها، فالرصاص على سبيل المثال، يخزن فى عظام الجسم بينما تظل أعراض سميته كنتيجة لتأثيره على أنسجة الجسم الرخوة كأنسجة المخ وأنسجة الكبد... الخ.

علاقة الكبد والكليتين بالعناصر الثقيلة:

لقد تبين فى الآونة الأخيرة، أن هناك نوعا خاصا من البروتين فى الكبد والكليتين، يسمى ميتالوثيونين metallotheonine، له القدرة على الارتباط مثلا بعنصر الكادميوم. وكمثال لبيان مدى سرعة ارتباط المركبات الغريبة بخلايا الكبد، فإنه بعد ٣٠ دقيقة فقط من حقن جرعة واحدة من الرصاص فإن مقدار تركيز هذا العنصر فى الكبد يزيد خمسين مرة قدر تركيزه فى البلازما.

العظم كمخزن للعناصر الثقيلة السامة:

إن الأنسجة الخاملة نسبيا، مثل أنسجة العظام، يمكن أيضا، أن تكون هدفا لتخزين المواد السامة، مثل الفلوريد والرصاص والاسترنشيوم. ويعتبر العظم مخزنا هائلا لبعض السموم، خاصة الرصاص، حيث إن ٩٠ ٪ من هذا العنصر يتركز فى الهيكل العظمى للكائن الحى المتعرض له.

المخ ووقايته من السموم :

يحدث عنصر الرصاص، بعض التغيرات المرضية الدماغية، فى الفئران المولودة حديثا، بينما لا يحدث ذلك فى الفئران اليافعة، ومرد ذلك إلى نمو الحاجز الدموى الدماغى الواقى لمخ الفئران اليافعة، من مثل هذه السموم مقارنة بالفئران الرضيعة، التى لم يَنْمُ فيها مثل هذا الحاجز الواقى بعد.

إعادة توزيع السموم فى الجسم :

وقد يتغير توزيع المواد السامة، فى الجسم بمرور الوقت، وأوضح مثال لذلك عنصر الرصاص فى مصادره غير العضوية، فبعد امتصاص هذا العنصر مباشرة، فإنه يتركز فى كريات الدم الحمراء والكبد والكليتين، وبعد ساعتين من حقن هذه المادة فى جسم الحيوان، فإن حوالى ٥٠ ٪ منها توجد فى أنسجة الكبد، وبعد ذلك يعاد توزيع هذه الكمية إلى العظام، لتحل محل عنصر الكالسيوم فى شبكاته البللورية، وبعد حوالى شهر من الحقن، يصل تركيز هذه المادة فى العظم إلى حوالى ٩٠ ٪ من الكمية المحقونة بادئ ذى بدء.

وإذا انتقلنا إلى الإنسان، فإن الدراسات التشريحية بعد الوفاة، قد أوضحت أن معدن الرصاص، يتراكم فى أجسام الناس، من مختلف الأعمار، طول مدة حياتهم، على الأقل فى العظام، وقد وجد أن ٩٠ ٪ من عبء هذا التراكم، يوجد فى العظام، على الرغم من أن كلا من الكبد والكليتين، يوجد بهما تركيز عال من هذا العنصر.

هذ ، ويختلف عنصر الزئبق، فى تركيزه عن عنصر الرصاص، ففى حالة التسمم الزئبقى، فإن توزيعه فى الجسم يعتمد كثيرا على صورة مادته الكيمائية. وأيضا على طريقة تناوله، فالزئبق فى صورته العنصرية يتحول إلى صورة الزئبقيك وكذلك يفعل الزئبق فى صورة مركباته العضوية، والزئبق له قابلية كبيرة نحو الاتجاه إلى الكليتين، أما بالنسبة للكادميوم، فله قابلية كبيرة نحو التركيز فى كل من الكبد والكليتين، حتى بعد تعرض الجسم لهذا العنصر، لمدة طويلة، فحوالى ٥٠ ٪ من تركيزه، يوجد فى هذين العضوين وتختلف نسبة توزيعه فى هذين العضوين، بالنسبة للكمية التى يتعرض لها الجسم بداية من هذا العنصر، ففى الجرعات المنخفضة يصل التركيز فى الكلية إلى عشرة أمثاله فى الكبد، أما عند التعرض لكميات كبيرة منه، فإن النسبة غالبا ما تكون متساوية. وعند تعرض الإنسان لكمية كبيرة من هذا العنصر كنتيجة لعمله المهنى فى بيئة صناعية، فإن نسبته فى الكبد تزيد كثيرا عن نسبته فى الكليتين، أما توزيعه فى بقية أنحاء الجسم فيقل كثيرا فى نسبته عن مثيلتها سواء فى الكبد أو الكليتين .

أثر السموم على الجهاز العصبى المركزى

ما هو الجهاز العصبى المركزى ؟

تركيب الخلية العصبية :

تتركب المادة العصبية أساسا من خلايا عصبية، وتعتبر الخلية العصبية وحدة تركيب الجهاز العصبى، وإذا أخذنا خلية عصبية من القرن الأمامى

للنخاع الشوكى، كمثال لذلك لوجدنا، أن قطر هذه الخلية يبلغ فى الإنسان، نحو ٥٠ ميكرونا، وتحتوى هذه الخلية على نواة ضخمة، ولهذه الخلية زوائد على نوعين :

زوائد سيتوبلازمية شجيرية، وزائدة أخرى وحيدة محورية يحيط بمحورها غلاف دهنى يسمى باسم مكتشفه شفان (غلاف شفان).

أثر السموم على مكونات الخلية العصبية:

تنقسم السموم تبعا لتأثيرها على الأجزاء المختلفة، المكونة للخلية العصبية، التى هى كما ذكرنا، وحدة تكوين الجهاز العصبى، ومن بين هذه التأثيرات الضارة للمواد الكيمائية، هو تحلل وتدهور أجزاء غلاف شفان الدهنى الذى يغلف محور الخلية العصبية، وينتج ذلك عن التسمم بالرصاص، وقد قام العلماء بتجارب معملية كثيرة، للتأكد من ذلك بإحداث هذا التغير فى حيوانات التجارب، وذلك بإعطائها أطعمة تحتوى على الرصاص.

أما فى الإنسان، فقد تبين أن أملاح الرصاص تؤدى إلى ما يشبه ذلك، فيبدأ تحلل غلاف شفان مع تدهور فى أجزاء الغلاف الدهنى تبدأ عند عقد رانفيير ويؤدى ذلك إلى تأثير مباشر، على قدرة هذه الخلايا، على توصيل السيال العصبى، والذى يؤدى، فى النهاية إلى الإحساس بالمنبهات والاستجابة لها.

وللأطفال بوجه خاص، قابلية أكثر للمخاطر المرضية الدماغية، التى تنجم عن التعرض للرصاص، وفى الحالات الخطيرة، يتمخض عن ذلك أضرار مستديمة، فى أنسجة المخ ذاته. وقد أكدت التجارب، التى أجراها بعض العلماء، على القردة، حدوث بعض المخاطر، فقد أسفرت تلك التجارب عن تورم فى المخ. وتماوت فى خلاياه، وأضرار بالغة فى أغلفة محاور الخلايا العصبية. أما فى صغار الفئران، فقد نجم عن تسممها بعنصر الرصاص، ضرر بالغ فى أغلفة محاور الخلايا العصبية مستديم، أى غير قابل للاستشفاء، وعلى هذا فإنه ليس مثيرا للدهشة، أن أسفرت بعض الدراسات، التى قام بها العلماء، على ألياف عضلية

هيكلية ، استؤصلت من جسم الحيوان، وعولجت بمحاليل أملاح الرصاص، فأسفرت هذه الدراسات، عن تغير واضح فى التوصيل العصبى، وبالتالى على السلوك الانقباضى لهذه العضلات.

ومن خلال هذا العرض السريع، لأثر التلوث بالعناصر الثقيلة، ومخاطرها المباشرة، كسموم تؤثر على أعضاء الجسم الحيوية فى الحيوان والإنسان، فإن هذه المشكلة ذات جناحين وقاية وعلاج.

والمعركة الحقيقية، تدور ضد العادات والجهل واللامبالاة وما إليها وهى كلها أمور يصعب قهرها والتغلب عليها، وتحتاج إلى جهود طويلة ومكثفة، وقد تحتاج فى آخر الأمر إلى إصدار قرارات سياسية حاسمة للقضاء عليها، وهذه القرارات السياسية تتخذ شكل تشريعات خاصة بالمحافظة على البيئة، مثل تحريم إلقاء النفايات الصناعية، فى الأنهار ومجارى المياه، على رغم ما يتطلبه ذلك من وقت وجهد، فزيادة الوعى هى خير ما ينجينا من التلوث، والجهل هو الذى جعل بعض الناس يعتاد على حرق بطاريات الرصاص والكادميوم، للتخلص منها أو طلبا للهو عند الأطفال.

وكانت المضاعفات لذلك: الاختناق بسبب استنشاق الهواء المحمل بالرصاص، وآلام فى البطن، وتخلف عقلى عند الأطفال. وقد لا تنفع الوقاية ولا زيادة الوعى البيئى فى منع التلوث، فلا يبقى إلا علاجه، وعلاج التلوث يعتمد على نوعه ودرجته، ففى الولايات المتحدة، يزرع نبات النردين، القادر على امتصاص الملوثات كالرصاص، وبنزين السيارات مثلا ينتج عن حرقه أول أكسيد الكربون السام، وإضافة الميثانول إلى هذا البنزين، يعمل على تقليل نسبة هذا الغاز الضار.

وإذا كنا نؤكد على ضرورة الاهتمام بالوقاية، قبل وقوع الكارثة، فإن الديانات السماوية جميعها، تحث على ذلك، بل وتأمر به، وعلى رأسها ديننا الإسلامى الذى يعنى غاية العناية بالوقاية قبل العلاج، ومن هنا كانت عنايته البالغة بالنظافة فى كل شىء، نظافة الجسم، ونظافة البيت، ونظافة الطريق، ولهذا

اشتد إنكاره صلى الله عليه وسلم علىٰ من يتبول فى الماء الراكد، أو يتبرز فى الظل، أو الماء أو الطريق، وجعل ذلك من موجبات اللعنة، لعنة الله ولعنة الناس، ناهيك عن إلقاء السموم فى مصادر المياه وما إلى ذلك.

التلوث البيئى وإنجاب التوائم:

يُواجَهُ الإنسانُ، بعدد لا حصر له من الكيماويات السامة والملوثات، من قبل أن يولد وإلى أن يلقى الله تعالى، راضيا بقضائه مسلما بقدره، وهذا الكرب، وتلك المعاناة، التى يواجهها الإنسان، ربما كانت إحدى الحقائق المضمرة، فى قول الحق – تبارك وتعالى: ﴿لَقَدْ خَلَقْنَا ٱلْإِنسَٰنَ فِى كَبَدٍ﴾ [سورة البلد: الآية ٤].

إن هذا الكَبَد ، وتلك المعاناة، شىء متأصل حتى فى طبيعة خلق الإنسان، بل والكائنات الحية الأخرى؛ إذ إن الإنسان والحيوان ليس عليهما أن يواجها فقط الملوثات والسموم، الموجودة فى البيئة الخارجية، والتى تختلف كما ونوعا، باختلاف البيئات وتنوعها، ولكن عليهما أيضا أن يواجها أنواعا من السموم، يقوم جسم الإنسان نفسه، أو جسم الحيوان، بإفرازها؛ وعلى ذلك فلكى تستقيم حياته وتستمر، لابد أن يتعامل معها، ويتخلص منها، بشكل دائم ومستمر، طالما أنه باق على قيد الحياة، أوْ قُل: إنه شرط لاستمرار بقائه وحياته، إلى حين تتهاوى فيه آليات التخلص من هذه النفايات والسموم، فيكون ذلك إيذانا بدنو الأجل، ونهاية الحياة، وهذه إحدى النظريات، التى تعلل للموت، إن كان لابد له من تعليل!

والعقل الحكيم قد يتفهم الضرورات، التى تجعل الجسم يتعرض لبعض الكيماويات والملوثات والسموم، ولكن أنى له أن يتفهم أن يأتى المرء – بفعل إرادى واع – بجلب السموم والملوثات إلى جسمه ؟! كيف يسعى الإنسان لتلويث بيئته وتدمير محيطه الحيوى؟ كيف يتأتى له أن يلوث أرضه ومياهه وهواءه وغذاءه، وهو يعلم أنه الجلاد والضحية فى الوقت ذاته ؟! كيف يُقبل على تلويث جسمه بالمبيدات والسموم والمخدرات؟ كيف يُفْرِطُ، فى تناول الكيماويات

الدوائية، فى غير ما حاجة؟ ألا يعلم أن الدواء بالنسبة للجسم – كما يقولون – كالصابون بالنسبة للملابس، ينظّفها، بيد أنه يُبْليها ويعدمها؟

من أنواع الملوثات :

هذا، وتتعدد صور السموم والملوثات، التى يتعرض لها الإنسان، إذ إن التلوث البيئى لا ينحصر فقط، فى إطلاق النفايات والمخلفات الطبيعية، فى التربة أو الماء أو الهواء. ولا يعنى هذا أننا نقلل من خطورتها، إلا إنها تمثل جزءًا يسيرا فقط من المشكلة، وقد تعايش الإنسان معها ردحا من الزمان. وفى المقابل، فهناك أنواع أخرى من السموم والملوثات الخطرة، التى يتعرض لها البشر، ولا تعرف الحواجز المكانية أو الجغرافية، دون أن يعيرها أحد ما تستحقه من اهتمام، ومن ثمّ لم تجد مَن يحذر مِن التعرض إليها، بقدر كاف، بما يتناسب مع خطورتها. ومن أخطر هذه السموم والملوثات أشكال معينة من الإشعاع، أو من المواد الكيميائية النّشِطة كالمركبات القلوية، أو الحامضية القوية، وكثير من مبيدات الحشائش أو مبيدات الآفات، أو المبيدات الحشرية، التى تستعمل على نطاق واسع، حتى فى المزارع والبيوت والشوارع والمحال التجارية.. إلى آخر ذلك من مواد، تحيط بنا فى كل مكان، حتى لقد باتت كلمة «مادة كيميائية»، من المنظور اللغوى الحديث، كلمة غير نظيفة. فوسائل الإعلام لا تفتأ يوميا تسدى النصح بل والتحذير من وجود الكيماويات فى الغذاء الذى نتناوله، والماء الذى نشربه، والهواء الذى نتنفسه، وما يحدثه ذلك من شتى ضروب الإيذاءات فى محيط حياتنا. والمحصلة النهائية من كل ذلك انعكست لغويا على كلمة «كيماويات» أو «مادة كيميائية» بشكل عام، والتى أصبح مجرد سماعها أو التلفظ بها يستحضر على الفور معانى: التسمم والإيذاء والإتلاف والمرض بل والموت، فى أذهان كثير من الناس، حتى أنها أصبحت كلمة «سيئة السمعة».

إن بيئة الإنسان أضحت واقعة بالفعل فى عملية تشبع بهذه المواد، وعلى سبيل المثال: فإن مبيدا حشريا مثل د.د.ت. قد تم رصده فى الألياف العضلية

لأجنحة طيور البطريق، فى منطقة بعيدة جدا عن استعمال هذه المادة، وهى منطقة ألاسكا. وفضلا عن ذلك، فإننا نمتص بعض العقاقير والمخدرات، بشكل مباشر وطواعية، ولك أن تُلقى نظرة سريعة، على إحصاء لعدد المدمنين على تدخين التبغ أو معاقرة الخمر، لترى مدى خطورة هذه المشكلة فى العالم كله! بل إن العقاقير الدوائية نفسها، من مسكنات الآلام، أو المضادات الحيوية، أو حتى العقاقير المُعالِجَة لبعض الحالات المَرَضية، فإن إساءة استعمالها، يعرّض صحة الإنسان للخطر بشكل عام.

خطورة السموم والملوثات فى مرحلة الحمل:

أما تعرض الحامل لما ذكرناه آنفا من مواد كيماوية وسموم، فإن الخطر فى هذه الحالة، يتعدى الأم إلى جنينها، وربما أصابه بالتشوهات الخطيرة، التى قد تصل إلى حد القتل! وربما أدت إلى ولادة توائم ملتصقة، وربما أثر على بعض الهرمونات التناسلية، التى قد ينجم عنها النقيضان: فمن عقم كامل إلى إنتاج توائم متعددة! ففترة ما قبل الولادة، حى الفترة التى تشتد فيها حساسية الجسم وقابليته للسموم المختلفة؛ ذلك أنها الفترة التى يكون معدل النمو الجنينى فيها فى أقصى مداه، وفيها أيضا يتم تمايز الأعضاء وتخلقها. ومن ناحية أخرى، فإن الحاجز الدموى المشيمى، النفذ نسبيا خاصة بالنسبة للمواد دهنية الذوبان، يسهم كثيرا فى وصول ما تتعرض له الأم، أو يدخل جسمها من مواد إلى الجنين. هذا، فضلا عن عدم كفاءة الأنظمة الإنزيمية، التى تؤدى إلى التعامل مع السموم وإزالتها من جسم الأم فى هذا الوقت. وعلى ذلك فقد تكون النتيجة نموًّا شاذا للجنين قد يسفر عن تشوهات وظيفية أو تركيبية، يمكن تبينها بعد الولادة مباشرة، أو حتى بعد ذلك بسنوات، فى بعض الحالات.

التلوث وإنتاج التوائم :

أظهرت دراسة طبية، أجريت فى ألمانيا ، أن السيدات القاطنات بالقرب من مناطق التلوث العالية، أكثر عرضة لإنجاب التوائم. ووجدت الدراسة التى أجراها عدد من الباحثين في جامعة هامبورج الألمانية أن معدل ولادات التوائم

فـى مناطق التلوث البيئـى العالى، كالمصانع والمحارق وغيرهـا كان أعلى بنحو الضعـف عن المناطق الأخرى البعيدة عن مصـادر التلوث. وقارن هؤلاء الباحثون فـى دراسـتهم معدلات إنجـاب التوائم بين الأمهـات اللاتى يسـكنّ قريبا من المحارق فى مدينة هيسـى، والأمهات القاطنـات فى مناطق أخرى غير صناعية فى ألمانيا. ووجد هؤلاء الباحثون أن ٥,٣ ٪ من حالات ولادة الأمهات فى هيسى كانـت توائـم، فيما كانت ٢,٣ ٪ مـن حالات الولادة فى المناطـق غير الصناعية توائم. وأرجع باحثو جامعة هامبورج ارتفاع نسـبة حـالات التوائم فى المناطق الأكثر تلوثا إلى أن النفايات السـامة تضعف المبيض المسئول عن إفراز البويضات وهرمونى أسـتروجين وبروجسـتيرون، وهذان الهرمونان إذا قل إفرازهما زاد إفـراز هرمونى FSH و LH اللذيـن يحفزان المبيض لإنتاج أكثر من بويضة تتلقح فى نفس الوقت فتنتج توائم[1].

أما التوائم السيامية الملتصقة، وهو نوع نادر من التوائم المتشابهة يكون الفردان فيها ملتصقين من الناحية الظهرية أو البطنية وسميت بالتوائم الملتصقة نسبة إلى أول حادثـة من هذا القبيل هى حالة توءمين ذكرين سـياميين ولدا عام ١٨١١م، فقـد زاد معدل حدوثها فى العالم، ولا يغفل كثير من الأطباء دور زواج الأقارب والتلوث البيئى، وربما يعد هذان السببان من أبرز أسباب ولادة التوائم الملتصقة. ويدخل ضمن الأسـباب المرجحة، لاحتمـالات ولادة توائم ملتصقة أيضا الإصابة ببعض الفيروسات أو التعرض لأنواع من الأشعة أو تناول الأم الحامل لبعض أنواع مـن العقاقير، وخاصة في بداية الحمل. وقد نجحت مؤخرا جراحات دقيقة، فى فصل هذه التوائم، فى مصر والمنطقة العربية، بأيد مصرية.

إنتاج وفير وفشل فى التصدير!

إن الإفراط فى استعمال كيماويات معينة كمبيدات الآفات كالحشرات وغيرها، فى وقت ما من الأوقات، فى القطاع الزراعى بهدف زيادة الإنتاج، قد كلف الدولة

---

(1) N. Obi-Osius, B. Misselwitz, W. Karmaus and J. Witten (2004). Twin frequency and industrial pollution in different regions of Hesse, Germany. Occupational and Environmental Medicine, 61: 482 - 487.

والشعب الكثير والكثير، من نواح شتى متعددة ، بعضها صحى، وبعضها الآخر بيئى، وبعضها الثالث مالى اقتصادى عام؛ فمن الناحية الصحية تندرج حالات كثيرة متنوعة كالتأثيرات الضارة على الكبد والكلى والجهاز العصبى والجهاز التناسلى والجهاز المناعى وعلى الصحة العامة بل وعلى حياة الإنسان والحيوان، إذ تعددت حالات الأورام الخبيثة، بشكل لم يسبق له مثيل، حيث كانت هذه الحالات هى السبب الرئيسى لحالات كثيرة من الوفيات[1].

ومن الناحية البيئية، فقد أدى الاستخدام العشوائى الجائر للمبيدات الكيماوية، إلى إحداث خلل بيئى واضح، من جرّاء القضاء على بعض الحيوانات، خاصة تلك التى نسميها الحيوانات صديقة الفلاح، كالهدهد وأبى فصادة وأبى قردان، وغيرها من صور الكائنات الأخرى. وقد يذكّرنا ذلك بكتاب رائد، فى هذا المجال، حذر من ذلك بشدة، وكأنما كانت صاحبته تقرأ الغيب بشفافية هائلة، حتى لقد حدث ما حذرت منه، فى أوائل ستينات القرن الماضى، راشيل كارسون فى كتابها: «الربيع الصامت» The Silent Spring، التى تكنى فيه المؤلفة، بهذا العنوان «الشعرى» اللافت، للتأثيرات الضارة القاتلة للمبيدات وذلك باختفاء الطيور وغيرها من الكائنات ومن ثم يتلاشى، مع اختفائها، غناؤها وأصواتها وحركاتها، فماذا ننتظر بعد ذلك سوى أن يأتى الربيع علينا صامتا كئيبا!

وقد كنا نعانى، فى ذلك الوقت، نتيجة لهذا الخلل، فى التوازن البيئى الذى خلقه الله بقَدَر ومِقدار دقيقين، أقول بتنا نعانى من آفات لم نكن نعرفها من قبل، فى ظل التوازن البيئى الطبيعى، كتنامى الجرذان والفئران، بحيث أصبحت مشكلة تبحث عن حل عاجل، بأى شكل، حتى إن بعضها كان بالفعل مُضْحِكا، مثل تصريح بعض المسئولين: أن من يأتى بعشرة فئران حية أو ميتة سيتقاضى جائزة قدرها كذا وكذا.. ، كذلك تنامت بعض الطيور كالعصافير، فى فترة تالية، وأحدثت تأثيرا تدميريا مماثلا لما أحدثته الفئران !

---

(١) د. محمد فتحى فرج (٢٠٠٧). هل يزيد التلوث البيئى من انتاج التوائم؟ مجلة المجاهد، ٢٠٠٧

لابد للإنسان من وقفة.. بل من وقفات مع النفس .. للتأمل فى سلوكه وتصرفاته وردود أفعاله.. وهل هذه السلوكيات والتصرفات فى صالحه أو ضده؟ وله فى النهاية مطلق الاختيار، فالقرآن الكريم يلفت نظرنا إلى قاعدة هامة وعامة هى: ﴿إِنْ أَحْسَنتُمْ أَحْسَنتُمْ لِأَنفُسِكُمْ وَإِنْ أَسَأْتُمْ فَلَهَا﴾ [سورة الإسراء: الآية ٧].

وإذا كانت مسئولية الفرد تجاه نفسه، مسئولية فردية، فليست هكذا مسئولية المجتمع بأسره، ذلك أن المجتمع يتألف من مجموع أفراده، وليسوا كلهم على شاكلة واحدة، وعلى ذلك فلابد أن يَهُب البعض ليبصر ويحذر، وفى بعض الأحيان قد يكون لهذا البعض مسئولية وولاية أن يمنع، بل وأن يعاقب، وإن لم يقم بهذا الدور فسيهلك ويهلك الجميع، فالكل فى مركب واحد، فإن نجت فسينجو الجميع، وإذا غرقت - لا قدر الله - فلن ينجو أحد. ومن ثَمّ كانت ضرورة التوجه إلى الجماهير، من خلال وسائل الإعلام المختلفة، ومنها هذه المجلة القيمة وأخواتها، والتى هى - فى نظرى - بمثابة منابر راقية، للتعريف بمشاكلنا، على كل المستويات، ومحاولة التعرض لحلها.

أما من الناحية المالية والاقتصادية، فقد أدى استعمال مئات الآلاف من الأطنان من مبيدات الآفات المختلفة إلى إرهاق الموازنة العامة من خلال استنزاف العملات الصعبة لاستيراد هذه المبيدات القاتلة، ولمّا كان الجزء الأكبر من تكلفة برنامج المكافحة إنما يتحملها الفلاح المسكين، فقد أدى ذلك إلى إرهاق ميزانية الفلاح المصرى فى وقت ما من الأوقات.

أما من الناحية الاقتصادية العامة، فإن كل ما سبق يعلل لها ويدل عليها. ويضاف إلى ذلك أنه إذا كان الهدف من تطبيق برامج المكافحة المكثفة زيادة الإنتاج الزراعى بهدف التصدير، فإن معظم دول العالم كانت تحجم عن استيراد المحاصيل والمنتجات الزراعية؛ بسبب احتوائها على متبقيات المبيدات، التى أسفرت التحاليل عن وجودها، بما يتجاوز بكثير الحدود المسموح بها، من النواحى الصحية والغذائية الآمنة، إذن فما معنى إنتاج وفير مع فشل فى

التصدير. وقد استمر ذلك لعدة سنوات متصلة، حتى اضطرت وزارة الزراعة، إلى خفض استعمال المبيدات الكيماوية فى مكافحة الآفات الزراعية، فى بعض الأحيان، أو الامتناع التام عن استعمالها فى ظروف أخرى؛ مما أدى إلى إعادة فتح الأسواق العالمية أمام المنتجات الزراعية المصرية مرة ثانية.

ومن ناحية أخرى فإن كل ساعة عمل تهدر نتيجة معاناة الأيدى العاملة من الآثار الضارة للسموم والملوثات ومنها المبيدات، وكل جنيه مصرى يتم إنفاقه على علاج هذه الآثار، كل ذلك يتم خصمه من الناتج القومى، كما يتم خصمه من ميزانية كل أسرة مصرية على حدة. إذن فالتكلفة الاقتصادية بهذه المثابة عالية جدا!

تلوث الماء

تحدثنا فى فصل سابق عن الأهمية البيولوجية للماء ووظائفه المختلفة وتوزيعه فى الجسم وكذا أيض الماء، وسنقصر حديثنا هنا على تلوث الماء بشتى أنواع الملوثات.

وجدير بالذكر أن الماء ضرورى للحياة حيث يحتاج الفرد منا خصوصا فى فصل الصيف إلى حوالى عدة لترات يوميا من الماء النقى النظيف الخالى من العوامل المرضة كالكوليرا والدوسنتاريا... الخ. فالماء مذيب جيد لكثير من المواد، ومن ثم تنبع أهميته فى جسم الكائن الحى.

هذا، ويحتوى ماء البحر، على نسب متفاوتة من معظم العناصر، وعند تبخره بفعل أشعة الشمس، فإنه يصعد نقيا، على هيئة جزيئات ماء لا ترى، ثم يبرد فى طبقات الجو العليا. فيظهر على هيئة سحب، وهذه عملية تماثل عملية تقطير الماء فى المعمل، وبتكاثف جزيئات الماء تحت ظروف معينة، تتحول إلى قطرات ماء كبيرة، تنزل على هيئة المطر، وقد تتلوث هذه الأمطار فى أثناء هبوطها، وذلك عن طريق ذوبان الغازات والدقائق العالقة من الشوائب والملوثات المختلفة، خصوصا فى المناطق الصناعية، والتجمعات البشرية، والمدن الضخمة، وذلك من جراء عوادم السيارات، والنفايات ذات المصادر المختلفة.

ويتضح من هنا، ضرورة الاهتمام بالمكان الذى تؤخذ منه مياه الشرب للاستعمال الآدمى، وضرورة الحفاظ على مصادر المياه كالأنهار والبحيرات، والمجارى المائية المختلفة، وتجدر الإشارة هنا إلى أن عدم الاهتمام بالحفاظ على نهر التيمز الذى يشق مدينة لندن، قد أدى إلى تحويله إلى كتلة من القذارة الشديدة، مما أدى الى انتشار وباء الكوليرا الذى أودى بحياة نحو عشرين ألفا من البشر، فيما بين ١٨٤٩ حتى ١٨٥٣ م كما حدث ما يماثل ذلك فى الولايات المتحدة الأمريكية، فى نفس الفترة تقريبا نتيجة تلوث مياه الأنهار والبحيرات ولكن كان المرض المنتشر فى ذلك الوقت هو مرض التيفود.

وبمرور الوقت وتقدم العلم، وزيادة الوعى، حدث ربط بين تلوث الماء وانتشار البكتريا المسببة للمرض، وزيادة انتشارها بزيادة تلوث الماء.

هذا، ولم تحل مشكلة تلوث الماء حلا نهائيا فى ذلك الوقت، فقد كان الفكر السائد حين ذاك فكرا ضيقا ومحدودا، وقد بادت الى وقت قريب فكرة، مؤداها أن الأنهار والمجارى المائية بشكل عام، هى الأماكن الطبيعية التى ينبغى أن تصرف فيها النفايات والفضلات والملوثات المختلفة، صناعية كانت أم مدنية، والمثال الصارخ لذلك هو نهر الراين وخصوصًا الجزء الواقع فى هولندا قرب مصبه فى المحيط، حتى إنه كان يطلق عليه (مجارى أوربا).

هذا، وقد امتد التلوث حتى إنه شمل البحار والمحيطات، وذلك على اتساعها وامتدادها، وبالقطع فإن تلوث الماء يرتبط أيضا بتلوث الهواء خصوصا الرذاذ المحمل بدقائق الرصاص والزئبق والكادميوم، وقد تبين أيضا أن تلوث مياه البحار والمحيطات لا يقتصر فقط على المياه السطحية، ولكن قد امتد ذلك حتى قيعان هذه البحار، حتى إنه قد أثر على حياة الكائنات التى تعيش فيها، وقد تظهر فى وسط البحار والمحيطات، وليس فقط على السواحل أو بجوار الشواطىء.

وجدير بالذكر، فى هذا الصدد، أن الرحالة النرويجى الشهير يردال ثورها الذى قام بالرحلة من الساحل الإفريقى إلى الساحل الأمريكى على القارب الشراعى المصنوع من ورق البردى (رع٢)، (Ra II)، هذا الرحالة، قد ذكر أنه شاهد آثار

التلوث بنفسه وذلك فى منتصف المحيط الأطلنطى، بعيدا جدا من السواحل القارية، والتى أدت إلى تحول المياه من لونها الأزرق الصافى إلى اللون الأخضر.

هذا، وقد أدى الانفجار السكانى البشع، إلى زيادة خطورة التلوث، إلى حد ينذر بأوخم العواقب إذا لم تتخذ الاحتياطات التى تحد من ذلك، خصوصا بعد تزايد الطلب على المياه الصالحة للزراعة والشرب، وتزايد التلوث فى نفس الوقت.

أما التلوث الناشىء عن الغبار المتصاعد من التجارب النووية، الذى ينتشر فى الهواء فى كل مكان، ثم يتساقط على مياه المحيطات والبحار والأنهار، ويؤثر بذلك فى كيمياء هذه المياه، وفى الأنشطة البيولوجية التى تدور فيها، سواء فى المياه السطحية أو العميقة.

التلوث الكيميائى

ويتم هذا النوع من التلوث، عن طريق الكيماويات، التى يتم تصنيعها لأغراض خاصة، أو تلك التى تطلق فى المجارى المائية، مع مخلفات الصناعة أو الصرف الزراعى، وتعد من أخطر الملوثات المعروفة فى عصرنا الحديث.

وقد ظهرت آثار التلوث، خصوصا فى النصف الثانى من القرن السابق، وقد تواكب ذلك للأسف، مع التقدم العلمى، لدرجة الربط بين تقدم العلم وتلوث البيئة. فالمنشآت الصناعية تسهم فى تلوث الهواء، بما يخرج من مداخنها من نفايات، كما تلوث المجارى المائية بما تلقيه فيها من مخلفات نواتجها الثانوية، حيث إن معظم هذه المنشآت تقام على شواطىء الأنهار والبحيرات.

وتلوث الماء بمخلفات الصناعة متعدد الأشكال والمظاهر، فقد حدث أن اشتعلت مياه أحد الأنهار، فى الاتحاد السوفيتى (سابقا)، وهو نهر يست (Iset)، عندما ألقى فيه شخص بسيجارة مشتعلة، وقد تبين بعد ذلك أن أحد المصانع، كانت تلقى مخلفاته من المواد المتطايرة القابلة للاشتعال فى ذلك النهر، فكونت طبقة قابلة للاشتعال، فوق مياه النهر بمرور الوقت، وقد وقع حادث مماثل، فى نهر بولاية أوهايو الأمريكية، أدى إلى احتراق خطوط السكك الحديدية المجاورة للنهر.

وعمومـا، فإن المخلفات الصناعية، تشـكل خطورة كبـيرة، على كافة عناصر البيئـة، وخصوصـا فى المجـارى المائية وذلك لسـميتها العالية، لاسـيما وأن بعض هذه المواد يتميز بالثبات، مما يجعلها تمكث فترة طويلة، فتسـاعد بذلك علـى تلـوث البيئة. كما أن بعضها يحتـوى على عناصر فعالة تسـتهلك عنصر الأكسـجين، مما يؤثر على الاحياء المائية بالسـلب، حيث يؤدى ذلك إلى تدمير جميع أشـكال الحياة، حتى ولو لم تكن هذه المواد سامة بشكل مباشر، ومن هذه المواد: الأحماض والقواعد والأملاح وغيرها.

وهناك بعـض المواد شـديدة الخطورة، وذلك لثباتها نسـبيا مثـل المنظفات الصناعية، وبعض مركبات الفوسـفور، وبعض المركبات الهالوجينية العضوية، وبعض الفلزات السامة كالمعادن الثقيلة وبعض المذيبات العضوية وغيرها.

التلوث الرصاصى والأطفال

لم تعد إثارة مسألة التلوث البيئى، من نافلة القول، فى هذه المرحلة بالذات، لا سـيما فى المـدن الكبرى كالقاهرة والإسـكندرية وطنطا وغيرهـا، فقد بلغت درجة هذا التلوث حدا لا ينبغى السـكوت أمامه، أو الصمت حياله، بل إن أحد أشـكال هذا التلوث، وهو التلوث الرصاصى، قد بات يهدد حياتنا، وعلى وجه الخصوص، حياة شـريحة هامة من سـكان هذه المدن، يمثلون مسـتقبل مصرنا الحبيبة، وهم أطفالنا، بشكل مباشر وخطير!

لماذا الأطفال؟

لكن السؤال الذى يلح علينا الآن هو: لماذا تتضاعف خطورة التلوث الرصاصى عند الأطفال بالذات؟ ثمة دلائل علمية، تشير إلى أن أجسام الأطفال والصغار، تمتص الرصـاص بكفاءة عالية، تفوق مثيلتها فى أجسـام البالغين. ومن ناحية أخرى، فإن العمليات الكيميوحيوية، التى تسـهم بقدر كبير، فى التخلص من السـموم والملوثـات، ومن بينهـا عنصر الرصاص، لم تتدعم بعد لـدى الأطفال والصغار،

مقارنة بالبالغين؛ ومن ثم يتركز لديهم كميات كبيرة منه. ومن ناحية ثالثة، فإن الأطفال بطبيعة تكوينهم الجسمانى ورقة أنسجتهم وخلاياهم، ونشاطها الكبير، كل ذلك يجعل أجسامهم أكثر حساسية للتأثير التسممى للرصاص. هذا فضلا عن أن التسمم بهذا العنصر يؤثر على معدل النمو الذى يبدو جيدا فى الأطفال أكثر من غيرهم؛ وذلك لتقليله الملحوظ للاستهلاك الغذائى.

سمية الرصاص:

حينما تتعرض الكائنات الحية الثديية، ومنها الإنسان، للتلوث الرصاصى، فإن عملية امتصاصه تتم بشكل أساسى فى كل من المعدة والأمعاء، حيث يتم امتصاص حوالى ٥٠ ٪ من الطعام والشراب الملوثين بالرصاص (وهنا نحذر من أرغفة الرصيف، التى تتعرض للتلوث الرصاصى بشكل كبير، فى المدن الكبيرة، ومن مواسير مياه الشرب ووصلاتها المصنعة من الرصاص)، كما يمتص الجسم أيضا حوالى ٣٠٪ من الرصاص الذى يحمله الغبار المتطاير، سواء فى هواء الشارع أم المنزل، على هيئة جسيمات دقيقة فى الهواء، فى حين أن الهواء قد يحتوى أيضا على نسبة من الرصاص، فى هيئة أبخرة، وكل ذلك نتلقاه عن طريق الجهاز التنفسى (وهنا نحذر من عوادم السيارات التى تستخدم الجازولين «البنزين» الرصص، الذى يعتبر مصدرا خطيرا للتلوث الرصاصى، حيث يشكل حوالى ٨٦ ٪ من مجمل الرصاص الذى يتسرب فى الهواء، لاسيما فى المدن الكبرى المزدحمة). إن قدرا كبيرا من هذا الرصاص يتجه للتخزين فى العظام والأسنان والشعر، وتكمن خطورة ذلك فى أن هذا المخزون قد يستمر لمدة قد تصل إلى ٣٠ عاما خاصة فى العظام، وعلى الرغم من أنه يكون خاملا من الناحية الفسيولوجية فى هذه التراكيب، إلا إنه بإزاحته للكالسيوم، واحتلاله لموقعه فى التركيب الكيميائى للعظم، فإنه يؤدى إلى ما يعرف بهشاشة العظام، ومن ثم تتعرض هذه العظام للتلف والكسور، بمعدلات أعلى من غيرها من العظام السليمة.

ومن جهة أخرى يعمل هذا الخزان كمصدر لتلويث بقية أجزاء الجسم بهذا الرصاص، لاسيما وأنه قد يمكث فى العظام لمدة كبيرة، قد تصل إلى عشرات

الأعـوام كما أسـلفنا. ومن الجدير بالذكر، أن الأنسـجة الرقيقـة، لمعظم أعضاء وأجهزة الجسـم، هى أكثر حساسـية للتسـمم الرصاصى من العظام بقدر كبير؛ ومن ثم يظهر تأثيرها السـام عليها بشـكل ملحوظ، ومن أكثر تراكيب الجسـم حساسية للتسمم الرصاصى نسيج المخ، والجهاز العصبى بشكل عام وذلك لتأثيره علـى الأمينـات الحيوية فـى المخ[1]، ونخـاع العظم الأحمر، الـذى يعمل على تكوين كريات الدم، كما يؤدى إلى تحلل كريات الدم الحمراء، وأعضاء التناسـل كالخصيتـين والمبيضين، وأعضاء الإخراج كالكليتين، كما يقلل من قدرات التعلم لدى الأطفال، بينما قد يزيد من النشاط الحركى المفرط لديهم[2].

التلوث الرصاصى يدمر المخ:

المخ البشرى معجزة إلاهية كبرى بكل المقاييس. وإذا كانت البحوث الخاصة بعلـم الفيزياء، لم تكشـف النقاب إلا منـذ أوائل القرن العشـرين، بين المادة والطاقة، على يد عالم الفيزياء والرياضيات التطبيقية الأشهر ألبرت آينشتين، فإنـه فى المقابل لم تكشـف العلوم البيولوجية بين ماهية العقل والمخ، لاسـيما فى الإنسـان، إلا مؤخرا جدا. إذ إن المخ تتركز بقشرته ثلاثة أنواع من الأنشطة الرئيسية، وهى:

- الأنشـطة العقليـة: المتمثلة فـى الذاكرة والـذكاء والتفكير، والإحسـاس بالمسـئولية. ومنها أيضا التعلم والتعقل والحـس الأخلاقى، والتى يهيمن عليها ما يعرف بالمراكز الدماغية العليا.
- الإدراك الحسى: والذى يتضمن إدراك الألم، والإحساس بالحرارة، واللمس، ووظائف الحواس المختلفة كالسمع والبصر والذوق والشم.
- الأنشطة العضلية: ومن شأنها المبادرة والتحكم فى العضلات الهيكلية، أى

---

(1) Hodgson, E. and Smart, S. C. (2001). Introduction to Biochemical Toxicology. Wiley-Interscience. New York. P. 270.

(٢) هيـلارى ف. فرنـش (١٩٩٢) تلخيـص الهواء من الملوثـات. الدار الدولية للنشـر والتوزيع. ص ٢٠

تلك العضلات الإرادية، التى تكون تحت سلطان وهيمنة وإرادة الإنسان إن شاء حركها واستعملها وإن شاء أراحها ولم يستعملها.

هذا وقد أصبحت المناطق الوظيفية المحددة، التى تدخل فى دائرة الإدراك الحسى، والإنقباض العضلى الإرادى معروفة جدا، بيد أن تلك المناطق المنوطة بالأنشطة العقلية مازالت فى دائرة الدرس والبحث والتأمل[1].

وحينما يتعرض الأطفال، للتلوث الرصاصى بمعدلات عالية، فإن ذلك يؤدى إلى الإصابة بالتهابات حادة فى المخ والأنسجة العصبية، لا سيما حينما يصل تركيز الرصاص فى الدم إلى ٨٠ – ١٠٠ ميكروجرام/ ١٠٠ ميلليليتر[2] أو أكثر من ذلك، وعندها يظهر على هؤلاء الأطفال مظاهر مرضية، وتغيرات سلوكية، وتخلف عقلى، أما عند التراكيز التى تقل عن ذلك، فتحدث بعض الاختلالات والتفاعلات العصبية، الأقل حدة من ذلك[3].

كما يسبب التسمم الرصاصى أيضا ضمورا بصريا مع ضعف فى قوة الإبصار. وقد تؤدى الاعتلالات الدماغية، إلى ارتشاحات مخية، قد ينجم عنها غيبوبة وتشنجات مؤلمة، وربما تنتهى الحالة بالموت[4].

التلوث الرصاصى يسبب الأنيميا:

للدم وظائف حيوية كثيرة فى الجسم، حيث يقوم بعمليات النقل والتوصيل والتنظيم للبيئة الداخلية فى الجسم، كما يقوم أيضا بحماية الجسم وزيادة مناعته الطبيعية ضد الهجمات والغزوات الميكروبية ومسببات الأمراض المختلفة.

ويعتبر نخاع العظم الأحمر – وهو النسيج الأساسى، الذى يقوم بتصنيع خلايا

---

(١) محمد فتحى فرج بيومى (٢٠٠٢). علم وظائف الأعضاء. دار الوثائق الجامعية. شبين الكوم.

(٢) لتقريب هذا العدد من الفهم نقول: إن الميكروجرام = جزءا واحدا من مليون جزء من الجرام، وأن ١٠٠ ملليليتر = عُشر لتر. وأن جسم الإنسان البالغ حوالى ٥ لترات من الدم.

(3) Boeckx. R. L. (1986). Lead poisoning in children. Analyt Chem. 58: No 2.

(4) Wagih I. M. (1993). Essentials of Toxicology Egypt. P. 39.

الدم – من أكثر الأنسجة استهدافا للتأثيرات التسممية الضارة للتلوث الرصاصى. فالرصاص يقوم بتثبيط أنزيم دلتا أمينوليفيولينيت ديهيدراتيز (δ ALAD)، مما يؤدى إلى نقص تخليق الهيماتين، كما يؤدى التسمم الرصاصى أيضا إلى كبح نشاط إنزيم تخليق حمض دلتا أمينوليفيولينيك (δ-ALAS)، الذى يتحكم فى التخلق الحيوى للهيماتين؛ ومن ثم فإن نقص تخليق أنزيم (δ ALAD) يؤدى إلى نقص تخليق الأنزيم الثانى، وتكون النتيجة زيادة تركيز حمض دلتا أمينوليفيولينيك فى الدم والبول، ومن الناحية التحليلية تتخذ هذه الزيادة كمؤشر جيد للتسمم الرصاصى. وكل ذلك يؤدى فى النهاية إلى نقص شديد فى خلايا الدم الحمراء، فضلا عن أن التسمم الرصاصى ذاته يسفر عن زيادة ملحوظة فى تكسير وتحلل كريات الدم الحمراء، وهذا يؤدى قطعا إلى حدوث الأنيميا الحادة، بما تؤدى إليه من آثار صحية سيئة على الصغار والكبار على حد سواء.

وتشير الدراسات الحديثة، إلى التأثيرات الضارة الأخرى للرصاص، بخلاف تأثيره على كل من الجهاز العصبى والدم، ومنها أيضا أنه يؤدى إلى القصور البولى، والإمساك، كما أن له تأثيرا ضارا على المعدة والأمعاء، وقد يؤدى إلى العقم، والإجهاض، وولادة الأجنة ميتة، كما يزيد من معدل وفيات المواليد، وقد وُجِدَ أيضا أن للتسمم الرصاصى علاقة متزامنة بالوفاة الفاجئة للمواليد. كما رصدت بعض الدراسات الأخرى وجود علاقة بين تركيز الرصاص فى الدم وبين كل من ارتفاع ضغط الدم، والتهاب عضلة القلب، وكفاءة الكبد، وضعف المناعة[1].

المُنظفات الصناعية

* المنظفات اليسيرة : وعمرها قصير، وتأثيرها بسيط، ولذا يختفى أثرها بعد قليل.

---

(١) المصدر السابق، رقم ٥.

* المنظفات العسيرة: وتقاوم التحلل والتفكك تحت الظروف الطبيعية، ولذا يمتد أثرها لمدد طويلة، ولا تستطيع الكائنات الحية الدقيقة تحليلها بسهولة، ولذا فإنها تسبب أضرارا جسيمة، مهما كانت نسبة تخفيف هذه المواد بماء النهر، أو البحيرة. كما تسبب الرغوة التى تحدثها فى عزل أكسجين الهواء عن المياه السطحية، وحرمانها من ذوبان هذا الغاز فيها، وبذا قد ينجم عن ذلك اختناق الأحياء المائية كالأسماك وغيرها، فضلا عن احتواء هذه المواد على مادة الفوسفات التى تزيد من مفعول التنظيف، وهى مادة ذات خطر جسيم على الحياة والأحياء (٧٠٪ من مركبات الفوسفور الموجود فى مياه أغلب البحيرات والأنهار يأتى من المنظفات الصناعية ومياه الغسيل المحمل بها).

كما أن بعض المركبات الهالوجينية، مثل مركبات الكلور، وهى مواد شديدة السمية، وتوجد أيضا فى بعض المنظفات الصناعية، وتؤثر تأثيرا سيئا فى البيئة التى تظهر فيها وتلوثها تماما، خصوصا وأنها شديدة الثبات، ولا تتحلل بسهولة، وتعيش فى الماء لعشرات السنين، وتختزن فى الجسم خصوصا فى الدهون، وتودى إلى السرطان.

توجد أيضا هذه المواد فى البلاستيك، وذلك عن طريق بلمرة كلوريد الفينيل، ولذا فإنه يجب أن نتحرز منها لخطورتها الشديدة.

الوصايا العشر للحد من آثار السموم والملوثات

لعله من المفيد، بعد أن استعرضنا الآثار السلبية لهذه الملوثات على الحياة والأحياء، أن نقف على بعض الأسس والمبادئ التى يجب ألا نحيد عنها. وهى ما يأتى:

١ – عدم الاعتماد على الأوانى النحاسية، سواء فى الاستعمال العابر، أم فى عمليات الطبخ أم التخزين، وما إلى ذلك.

٢ – عدم استعمال أوانى الألمنيوم الرخيص وذلك لما به من شوائب سهلة فيما تحتويه هذه الأوانى من طعام وخلافه.

٣ – عدم استعمال الألمنيوم كأطباق يقدم فيها الطعام وخاصة ذلك الذى يخلط بالخل أو الليمون وما إلى ذلك حيث تتفاعل هذه المواد مع الألمنيوم الذى يتسرب بدوره فى صورة مركبات مختلفة إلى مواد الطعام.

٤ – يجب ألا نترك أولادنا يعبثون بالبطاريات الجافة، خصوصا إذا عرفنا أن بعض العناصر الثقيلة كالكادميوم تدخل فى تركيبها.

٥ – بعد أن أدركنا الخطر المحدق بنا جميعا من جراء تلوث الماء بالمنظفات الصناعية، يجب أن تتغير نظرتنا لأولئك النسوة اللائى يلقين بأطنان من هذه المنظفات فى المجارى المائية بأنواعها المختلفة سواء كنا مسئولين أم أهالى.

٦ – يجب عند استعمال الفاكهة والخضراوات غسلها جيدا بالماء أكثر من مرة وذلك للتأكد من إزالة أكبر قدر ممكن من متبقيات المبيدات عليها.

٧ – يجب عدم تلويث المجارى وخصوصا نهر النيل، وعدم غسل الحيوانات أو الأوانى أو إلقاء أية نفايات فيها، حيث إننا فى الواقع سنكون ضحايا هذا السلوك.

٨ – وبعد أن عرفنا أيضا مخاطر تلوث الهواء بعوادم السيارات وخاصة عنصر الرصاص، فهل يعتبر التواصى بجودة محركات السيارات نوعا من الترف؟

٩ – يجب الاهتمام بتناول الفيتامينات، خصوصا تلك التى لها علاقة بتقليل الآثار الجانبية للملوثات البيئية، ورفع مقاومة الجسم بوجه عام مثل فيتامينات: جـ ، أ ، هـ ، د ، فإن أحسن مصدر لها ما نتناوله من فواكه وخضروات طازجة نظيفة.

١٠ – وتظل التربية البيئية السليمة مطلبا علينا جميعا أن نتكاتف لترسيخها، ونتواصى بالعمل بمقتضياتها كبارا وصغارا ، حكاما ومحكومين، فلا أتخيل أن ما يمكن أن نبنيه فى زمن طويل، يمكن هدمه فى لحظة بسلوك غير مسئول، ممن هم فى موضع القدوة والأسوة من الكبار، سواء كانوا آباء أم ممن يؤبه لهم، فى أى موضع أو موقع.

الفصل الأول

تعريفات ومصطلحات

فـى هـذا الفصل، سـنحاول تعريف بعـض المصطلحات الشـائعة، فى حقل السموم والملوثات؛ لكى يسـاعدنا ذلك على الفهم العميق لمخاطر هذه المواد، على مسـتوى الجماعـات والأفراد، بل وعلى مسـتوى الأجهـزة العضوية والأعضاء ذاتهـا، والأنسـجة والخلايا، فأجسـام الكائنـات الحية إن هى فـى النهاية إلا خلايا وأنسجة.

تعريف السم:

السـم أو المادة السـامة هى أى مادة كيميائية تسبب مرضا، أو ينتج عنها موت عند تعاطيها بمقادير صغيرة جدا. ومن الناحية القانونية فإن المادة السامة تعرف بأنها: المادة الكيميائية، التى إذا تعرض إليها، أو أعطيت لمجموعة من الكائنات الحية، بما لا يزيد على مقدار ٥٠ ميلليجراما لكل كيلو جرام من وزن الجسـم: أحدثت الوفاة بنسـبة ٥٠ ٪ من عدد المتعرضين إليها. ويقال فى هذه الحالة: إن لهذه المادة جرعة قاتلة للنصف LD50 تساوى ٥٠ ميلليجراما أو أقل.

ولكى نقرب للأذهان مفهوم الجرعة القاتلة للنصف، نفترض أننا نقوم بتجربة لتقديـر سمية مادة ما، على عدد من حيوانات التجارب، كالفئران مثلا، فأعطينا كل فـأر من هذه الحيوانات جرعة معينة، على أن يتلقاها الحيوان دفعة واحدة، فإن أدت هذه الجرعة إلى موت ٥٠ ٪ من عدد هذه الفئران، خلال مدة زمنية تقدر بأسبوعين، فإن هذه الجرعة، فى هذه الحالة، تعرف بالجرعة القاتلة للنصف[1] ويعرفها المشتغلون بحقل السموم والملوثات بالجرعة القاتلة للنصف أو: LD50.

---

(1) Ottoman. M. A. (1991). The Dose Makes the Poison. Van Nostrand Reinhold. New York.

هذا، وتجدر الإشـارة إلى أن مقدارا من السم يعادل ٥٠ ملليجراما/ كيلوجرام من وزن الجسـم يعادل تقريبا ثلاثة أرباع ملعقة شـاى، بالنسبة لشخص بالغ، أو حـوالى $\frac{1}{8}$ (أى ثُمْن) ملعقة شـاى، بالنسـبة لطفل يبلغ من العمر سـنتين، وهـذه كما ترى مقادير ضئيلة بالفعل. وعلى ذلـك فلا يوجد عدد كبير من المواد الكيميائية يمكن أن يقع ضمن هذا النوع من السموم، وحتى أغلب المبيدات لا يقع تحت هذه المجموعة.

هذا، ويمكن تصنيف وترتيب السموم الكيميائية ، طبقا لدرجة سميتها على النحو التالى ، كما يتضح من الجدول الآتى (رقم ١):

جدول (رقم ١) يوضح ترتيب سمية المواد

الترتيب	الدرجة	الجرعة القاتلة للنصف فى الفئران LD50 (mg/kg)	مثال
١	فائقة السمية	أقل من ٥ ميلليجرامات	ستركنين
٢	عالية السمية	٥ – ٥٠ ميلليجراما	أفيون
٣	سامة جدًا	٥٠ – ٥٠٠ ميلليجرام	فينوباربيتون
٤	متوسطة السمية	٥٠٠ – ٥٠٠٠ ميلليجرام	كيروسين
٥	قليلة السمية	٥٠٠٠ – ١٥٠٠٠ ميلليجرام	كحول إيثيلى
٦	غير سامة عمليا	أكثر من ١٥٠٠٠ ميلليجرام	زيت بذرة الكتان

تعريف التسمم:

أحد التعريفات البسيطة للتسمم هو وجود المادة السامة فى جسم الكائن الحىّ مـع ظهور تأثيرها، وفـى معظم الأحوال يتم ذلك عَرَضًـا، أى بدون قصد. وفى حالات كثيرة يتم ذلك نتيجة اللامبالاة وعدم الاكتراث، أو نتيجة منهج علاجى تم اتباعه على نحو خاطئ. وقد يحدث ذلك أيضا – بشكل متعمد – ويتمثل ذلك فى الملوثات المنزلية (كالصرف الصحى، والمنظفات الصناعية) والملوثات الصناعية وتتألف من كيماويات كثيرة كالعناصر الثقيلة، والأمونيا، والفينول، والسيانيد،

والمركبات العضوية، والملوثات الخاصة بالزراعة كالمخصبات الصناعية، ومبيدات الآفات، ومخلفات الحقول الزراعية، والمزارع السمكية، وغير ذلك.

هـذا، ومن النادر جدا أن تتواجد هذه الملوثـات منفردة أو بتركيزات ثابتة، كمـا أن تأثيراتها مرتبطة بعوامل هامة، كدرجـة التركيز، وقابلية التفاعل مع كيماويات أخرى، وبمجموعة أخرى من العلاقات التى ترتبط بالماء (كدرجة الأس الهيدروجينى، ودرجة الحرارة، ودرجة العسـر، ونسـبة تركيز الأكسيجين الذائب .. إلخ).

وهناك طرق نوعية هامة، تُمَكِنُنا من فهم التأثيرات العامة للسموم والملوثات، وذلك باستخدام مؤشرات بيولوجية، من خلال تتبع انتشارها، ومدى توافرها، وتكاثرهـا، وحجمها الحيوى، وتسـتخدم فى هذه الطـرق كائنات حية دقيقة معينة، لكل حالة من حالات التلوث.

ماذا نعنى بالكيماويات؟

لقد باتـت كلمة «مادة كيميائيـة»، من المنظور اللغـوى الحديث، كلمة غير محببة. فوسـائل الإعلام لا تفتأ يوميا تُسـدى النصح، بـل والتحذير من وجود الكيماويات فى الغذاء الذى نتناوله، والماء الذى نشربه، والهواء الذى نتنفسه، وما يحدثه ذلك من شتى ضروب الإيذاءات فى محيط حياتنا. والمحصلة النهائية من كل ذلك انعكسـت لغويا علـى كلمة «كيماويات» أو «مادة كيميائية» بشـكل عـام، والتـى أصبح مجرد سماعها أو التلفظ بها يسـتحضر علـى الفور معانى: التلـف والوهـن والرض بل والموت، فى أذهان كثير مـن الناس. كما أصبح لزاما علينا أن نوضّح، أو بالأحرى نعيد صياغة مفهومنا حول كلمة «كيماويات»؛ ولذا فلابد من كلمة حول التركيب الدقيق لهذه الكيماويات، والذى يتمثل فى الذرات والجزيئات، فما هذه المكونات؟

الذرات والجزيئات :

تتألـف جميع المواد من عناصر كيميائية، والوحدة المفردة، المكونة لأى عنصر تعـرف بالذّرة، وهذه الذرات هى الوحدات البنائية الأساسـية للمواد المختلفة.

ويوجد، على نحو التقريب، ٩٠ نوعا مختلفا من العناصر الثابتة[1] الموجودة في الطبيعة. وكمثال لهذه العناصر: الهيدروجين والأكسيجين والكربون والنيتروجين والذهب والفضة. هذا، والقائمة الكاملة التى تحتوى على جميع العناصر تشمل تلك العناصر غير الثابتة (أى التى تتميز بالنشاط الإشعاعى). ويمكنك أن تجدها فى أى قاموس جيد، أو كتاب متخصص.

وعند ارتباط ذرتين أو أكثر معا (عادة ذرات مختلفة النوع) عن طريق الاتحاد الكيميائى، فإنه ينجم عن ذلك وحدات أخرى، تسمى جزيئات. والمادة التى تتألف من جزيئات من نفس النوع تعرف بالمركب الكيميائى. فالماء والملح والسكر إن هى إلا أمثلة للمركبات الكيميائية. ولك أن تتخيل عدد المركبات التى يمكن تكوينها من اتحاد: من ذرتين إلى عدة آلاف من الذرات، وذلك من تسعين (٩٠) عنصرا مختلفا، إنه رقم فلكى، لاشك فى ذلك. وجميع المواد تنتج عن اتحادات كيميائية أو تكاثفات فيزيقية للذرات (العناصر) والجزيئات (المركبات الكيميائية). وعلى ذلك، فإن كل ما يوجد فى عالمنا الطبيعى ما هو إلا كيماويات (مواد كيميائية)، فالغذاء الذى نتناوله، والماء الذى نشربه، والملابس التى نرتديها، والأدوية التى نتعاطاها، وحتى المساحيق وأدوات الزينة التى نستعملها، والنباتات التى تنمو فى حدائقنا، وقطع أثاثات بيوتنا، بل وبيوتنا نفسها، ووسائل نقلنا، بل ونحن أنفسنا! إن عالمنا الفيزيقى كله، على هذا النحو، ما هو إلا مواد كيميائية. ولكى نزيد الأمر وضوحا، لابد من تقسيم المواد الكيميائية على النحو التالى، لاسيما وأننا اعتبرنا أن جميع المواد الموجودة فى بيئتنا عبارة عن كيماويات:

---

(١) العناصر الثابتة هنا بمعنى العناصر التى لا يعتورها تغيرات من جراء النشاط الإشعاعى الذى يؤدى إلى تحول العناصر إلى أخرى.

١ - الكيماويات التخليقية:

إن ما يقض مضجعنا، بعد أن تقبلنا فكرة أن جميع الأشياء والموجودات حولنا إن هي، في حقيقة الأمر، إلا كيماويات، أقول إن ما يزعجنا الآن ليست المواد الكيميائية الطبيعية بقدر ما تصنع بنا المواد الكيميائية المخلّقة (التي هي من صنع الإنسان).

لقد تمكنت إبداعات الإنسان من التعامل مع الوحدات البنائية الأساسية، التي تتكون منها جميع المواد، وأعاد اتحادها بصورة مستحدثة، مما أهله لإنتاج مركبات لم تكن موجودة من قبل في الطبيعة. وبذلك فقد أصبح لدينا الآن حشد هائل من مواد مخلّقة، وهي مواد عضوية في المقام الأول، وأصبحت متداولة، على ما يبدو في أنواع لا نهاية لها من الاستعمالات في مجالات شتى كالدوائيات ومبيدات الآفات واللدائن من كل نوع والتي تشمل المواد البلاستيكية التي شاع استخدامها مؤخرا على نطاق واسع في المنزل العصري والتي دأب الكثيرون على استخدامها في مختلف الشئون، ومنها أيضا مواد التنظيف ومستحضرات التجميل والملابس وغيرها الكثير والكثير مما يصعب حصره من مركبات وكيماويات.

إن مصطلح «عضوي»[1] أو «عضوية» قد أُفرط في استعماله عن طريق الصناعات والمنتجات المرتبطة بالصحة والغذاء، ونتيجة لذلك فقد أساء الجمهور استعماله بشكل عام. وقد باتت كلمة «عضوي» أو «عضوية» تعني شيئا ما (عادة طعام، فيقال: طعام عضوي) يوجد بشكل طبيعي أو يتم إنتاجه بدون استخدام مبيدات الآفات، أو أية كيماويات مخلقة أخرى.

وفي الواقع، فإن المواد الكيميائية العضوية هي ببساطة كيماويات تتألف أساسا من عنصر الكربون، بغض النظر عن كونها مواد طبيعية أو مخلّقة. وعلى ذلك فقد كانت صدمة، بالنسبة لكثير من الناس، أن معظم الكيماويات المخلقة،

---

(١) كلمة عضوي أو عضوية، هي صفة مشتقة من المتعضيات، أي الكائنات الحية، التي تتألف من أعضاء.

والتى تشمل مبيدات الآفات، إن هى إلا كيماويات عضوية. إن مصطلح «عضوى» أو «عضوية» قد تم نحته قبل ميلاد الكيمياء الحديثة بوقت طويل. إن العلماء الأوائل الذين درسوا تركيب المادة قد سلّموا بأن المواد التى تنتجها الكائنات الحية تختلف عن المواد الكيميائية الأخرى التى يعرفها الإنسان. وبناء على ذلك أسموا تلك المواد: مواد عضوية، وذلك فى مقابل المواد الأخرى، التى تم تصنيعها كمواد «لاعضوية» وأحيانا يسمونها «غير عضوية». وفى القرن التاسع عشر فقد تم اكتشاف أن عنصر الكربون يوجد فى جميع المركبات العضوية، وعلى ذلك فإن مصطلح «كيمياء الكربون» قد بات مرادفا لمصطلح «الكيمياء العضوية».

إن التّعَقُّد الكبير فى «كيمياء الكربون»، بالنسبة للكيمياء «غير العضوية»، وكذا كبر حجم الجزيئات، وتعقد تراكيب كثير من المركبات العضوية، وكذا أعدادها الغفيرة وأنواعها الكثيرة، كل ذلك بالإضافة إلى حقيقة أن هذه الكيماويات كانت توجد فقط فى الكائنات الحية، أو منتجاتها، كل ذلك قد قاد علماء الكيمياء الأوَل إلى إحاطة الكيماويات العضوية بهالة من الأسرار لدرجة أنهم قد اعتقدوا أن القوانين التى تسرى على الكيماويات «غير العضوية» وتتحكم فى سلوكها لا تنطبق على الكيماويات العضوية. فالعلماء، حتى ذلك الوقت، كان بمقدورهم تصنيع الكيماويات غير العضوية، بيْد أنه لم يكن لديهم القدرة على تخليق المركبات العضوية فى المعمل. إن الصفات الخاصة بالكيماويات العضوية كانت، حتى ذلك الوقت، تُعْزَى إلى قوة فوق طبيعية (ميتافيزيقة) أسموها القوة الحيوية، فى مقابل القوى والقوانين المعهودة التى تحكم الكيماويات غير العضوية. وقد كتب برزيليوس – وهو الكيميائى السويدى اللامع، الذى يشار إليه بالبنان، فى أوائل القرن التاسع عشر – يقول: إن القوة الحيوية لا تمت إلى العناصر الكيميائية غير العضوية بصلة، ولم يُعيِّن أيا من صفاتها المميزة، وقد اعتبر برزيليوس أن القوة الحيوية، كانت صفة خفية غامضة، تنغلق دونها الأفهام. وقد اتضح بعد ذلك، أن كل هذا محض هراء، وأن ما يجرى على المواد اللاعضوية من قوانين يسرى أيضا، وبالتساوى، على المواد العضوية، وانهارت بذلك نظرية «القوة الحيوية».

هذا، وقد ولدت الكيمياء العضوية التخليقية، على وجه التقريب، فى الوقت الذى كتب فيه برزيليوس ما استشهدنا به من كتابته، وذلك مع أول تخليق معملى لمادة كيميائية عضوية، واستُعْمِل فى ذلك مواد كيميائية غير عضوية كمواد بادئة لهـذا التفاعل. وقد كان أول مركب عضـوى تم تخليقه، من الناحية التاريخية، هو حمض الأوكزاليك oxalic acid، وقد قام بهذا التحضير عالم الكيمياء الحيوية الألمانى فردريك وهلر (١٨٠٠ – ١٨٨٢م)، وبعد ذلك بوقت قصير(١٨٢٨م) تمكن وهلر من تحضير جزىء البوليا (اليوريا urea)، وبعد أن أنجز وهلر ذلك كتب لبرزيليـوس ليخـبره بأنه قد نجح فى تحضير مركـب البوليا – أحد المكونات الطبيعية فى بول الإنسان وكثير من الحيوانات الفقارية الأخرى – دون ما حاجة إلى كُلية إنسـان أو حيوان. ومع ذلك فقد سـاد، لعدة عقـود، المفهوم القائل بأن الكيماويـات العضوية تختلف اختلافا كيفيا عـن الكيماويات اللاعضوية، حتى بعد الثورة، التى أحدثها الإنسـان، والخاصة بتخليق الكيماويات العضوية. إن علـم الكيميـاء قد تأخر كثـيرا إلى أن تم فهم ومعرفة خـواص عنصر الكربون، ومكانه المضبوط من الجدول الدورى.

إن العدد الهائل من الكيماويات العضوية، الذى تم تخليقه مع نهاية الحرب العالميـة الثانية، لم يحظ باهتمام جماهيرى، حتـى وقت قريب. ومنذ أن ظهر كتاب راشيل كارسون[1]، عام ١٩٦٢، المعنون «الربيع الصامت»، الذى أشرنا إليه فـى المقدمة، وهناك اهتمام هائل بتأثيرات مبيدات الآفات، على البيئة والصحة العامـة، كمـا أدى أيضا إلى لفت أنظار قطاعات متعـددة فى كثير من الدول، إلى ما يعرف الآن بغزارة إنتاج الكيماويات.

---

(١) ظهر هذا الكتاب لأول مرة عام ١٩٦٢، وقد ألفته العالمة الأمريكية راشيل كارسون Rachel Carson (١٩٠٧ – ١٩٦٤)، وقـد كان بحـق أول صيحة تنديد باسـتعمال مبيدات الآفات، ومن ثم فقد لفت منذ ظهوره أنظار العامة والخاصة، إلى خطورة إسـاءة استعمال المبيدات، وقد ترجمه عالمنا المصرى الكبير أ. د. أحمد مسـتجير، وظهرت طبعته الثانية عام ١٩٩٠، وأعيد طبعه بعد ذلك عدة مرات، آخرها عام ٢٠٠٥ بهيئة قصور الثقافة.

إن أعداد وأنواع المـواد الكيماوية المُخَلَّقة، قد بات بالفعل مُحَيِّرا، بل ويبعث على الدهشة. وفى عام ١٩٧٨ تم رصد ما يربو على ٤ ملايين مادة كيميائية عضوية ولا عضوية، فى سجل الجمعية الكيميائية الأمريكية، وقد تبين أن أكثر من ٩٥٪ مـن هذا العدد يمثل مواد كيميائية عضوية. وربما كان نصف عدد المواد العضوية المعروفة هو كيماويـات موجودة بالطبيعة (كيماويات طبيعية) وتم تخليقها فى المعمـل، أو عزلها من مصادر طبيعية. وقد ذُكر فـى بحث علمى ظهر فى يونيو من عام ١٩٨٣م، فى مجلة «العلم للشـعب» Popular Science، أن ٦ ملايين مادة كيميائيـة تم إنتاجها وتسـجيلها، منذ عام ١٩٦٥ وحتـى وقت ظهور البحث. إن مـن بين المـواد المُخَلقة، التى لا توجد فى الطبيعـة، عددا هائلا، يوجد على هيئة مقادير قليلة فى أنابيب (اختبار) على مناضد (بنشات) الكيميائيين أو فى مخـازن الكيماويات، وليس لهذه المواد أية اسـتعمالات أو وظائف، من الناحية العملية، وعلى ذلك فلم يتم إنتاجها، على نطاق واسع، تجاريا.

إن سمية الكيماويات المختلفة تتدرج، لتشمل وتغطى مجالا واسعا، من السمية يبدأ من المواد غير السـامة، وحتى تلك المواد السـامة للغايـة extremely toxic. إن بعض الكيماويات المُخلقة، كمـواد التحلية الصناعية مواد تؤكل، بينما مواد أخرى كمواد الحـرب الكيميائية، هى مركبات قاتلة عند التعرض لها بكميات صغيرة للغاية. وبغض النظر عن درجة السـمية، فإن مبادئ علم السـموم يمكن تطبيقها على جميع الكيماويات بالتساوى، سواء كانت مُخلقة أم طبيعية.

إن أعداد الكيماويات التى تدخل المنازل ليست معلومة بالفعل، بيْد أن إحصاء بسـيطا لأنواع كثيرة من هذه المنتجات، كالمنظفات ومواد التلميع (الورنيشات)، والعقاقـير وأدوات التجميـل والأغذية المجهزة، ومبيـدات الآفات وكيماويات الحديقـة المنزلية، ومنتجـات الهوايـات والدوافع الذاتيـة، وغيرها الكثير، مما يبـين أن الأعداد جِدُّ هائلة. وعلى الرغم من الأعداد الغفيرة لهذه المنتجات، فـإن الكثير منهـا يحتوى على الكيماويات الأساسـية نفسـها، وعلى ذلك فإن

متوسط العدد الحقيقى لمفردات المواد الكيميائية، التى يتعامل معها، ويحتك بها الشخص العادى بالنسبة للمنتجات المنزلية مثلا، يقترب من عدة آلاف، وليس عدة ملايين من الكيماويات. ومع ذلك فمعظم المواد، المسموح باستعمالها فى المنازل ليست خطرة، عند استعمالها بالضوابط السليمة.

إن أكثر الناس تعرضا للأنواع الكثيرة من الكيماويات الخطرة، إنما يتعرضون لها بحكم العمل أو الوظيفة، مما يطلق عليه التعرض المهنى أو مخاطر المهنة، تلك التى تتطلب استعمال الكيماويات فى بعض العمليات أو الإجراءات والأغراض المختلفة، كالذين يعملون مثلا فى الصناعات الخاصة بتخليق أو إنتاج أو صياغة أو استخدام هذه الكيماويات، لتصنيع منتجات أخرى. وقليل من هذه الكيماويات بالطبع، يجد طريقه إلى المنازل.

٢ - الكيماويات الطبيعية:

إن العدد الكلى للمركبات الكيميائية الطبيعية فى عالمنا يحتمل ألا يكون معروفًا على نحو مضبوط، ولكننا نعرف أن هذا العدد لابد وأنه يصعب تخيُّله. إن الكيماويات الطبيعية إما أن تكون عضوية وإما أن تكون لا عضوية. إن عالمنا غير الحى هو عالم لا عضوى وهو يتألف من عدد هائل من المواد المعدنية، التى تحتوى على جميع العناصر، فيما عدا العناصر التى تتميز بالنشاط الإشعاعى، والتى يُعزى إنتاجها إلى علماء الفيزياء النووية. يتألف عالمنا الحىّ أساسا من المركبات العضوية، التى تتعدد أنواعها بشكل هائل، أكثر بكثير من عالمنا غير العضوى. وعلى الرغم من الكثرة الكاثرة لهذه المواد، فإن هذا العدد يتضاءل بل ويمكن تجاهله بالمقارنة إلى عدد المواد التى لم يتم التعرف إليها بعد. والكثير من المواد العضوية، التى لازالت مجهولة حتى الآن هى مكونات موجودة فى الأشجار والشجيرات ونباتات الغابات المطيرة rain forests، وهذه يمكن أن تكون ذات قيمة بالنسبة للعلوم الطبية والصيدلانية.

إن جزءًا صغيرًا من عالمنا العضوى كالأطعمة النباتية والحيوانية، يزودنا بالمُغذيات، التى نستخدمها فى بناء وترميم أجسامنا. وعلى الرغم من ذلك،

فإن النباتات والحيوانات التى نشتق منها غذاءنا، تحتوى على مركبات ومواد طبيعية أكثر بكثير من هذه المغذيات. ولأنه من المستحيل بمكان أن نَفْصِلَ المغذيات عن غيرها من المواد الأخرى فى غذائنا، فإننا نترك لأجسامنا هذه المهمة لتقوم بها نيابة عنا. إذ إن هناك أنواعًا ومقادير كثيرة من اللامغذيات فى طعامنا، لاسيما الأطعمة النباتية. أما الحيوانات التى نستعملها كمصدر لغذائنا فقد قامت بهذه المهمة من أجلنا وذلك باستخلاص العناصر الغذائية من النباتات ولفظ العناصر اللاغذائية.

ومن بين الكيماويات الطبيعية، التى نعتمد عليها فى غذائنا، هناك الكثير منها يمكن أن يؤدى الإفراط فى استعماله إلى تأثيرات سيئة. وفى الواقع، فإن الاحتمال الأكبر أنه لا يوجد طعام لا يحتوى على بعض الكيماويات الطبيعية المؤذية، وعلى ذلك فإن العلماء يقدمون التقارير السنوية، التى توضح ما توصلوا إليه من كيماويات يمكن أن تكون سامة أو مُسَرْطِنة فى الأطعمة التى نتناولها. ومن بين هؤلاء العلماء الدكتور بروس إيمز Bruce Ames وزملاؤه من جامعة كاليفورنيا فى بيركلى بالولايات المتحدة، وقد اعتمد د. إيمز، فى إعداده لقوائم المواد الكيميائية، التى قام بنشرها، إما فى المجلات العلمية المتخصصة، وإمّا فيما ينشره على جمهور القراء. اعتمد على ما لا ينشر من جهود زملائه العلماء فى الأدبيات العلمية، وكذلك على التجارب التى يقوم بها هو وزملاؤه فى معمله الخاص. هذا وتشتمل القوائم التى أعدها د. إيمز على كيماويات طبيعية وأخرى مُخَلقة – وكلها تقع فى دائرة الاتهام – حيث يُشَك فى إمكان إحداثها للأورام والسرطانات، التى تهدد صحة الإنسان وحياته.

المجاميع الكيميائية :

يمكن تقسيم الكيماويات، بطرق شتى، أكثر قبولا من تقسيمها إلى مواد طبيعية وأخرى تخليقية من صنع الإنسان. هنالك طرق أخرى من بينها ما يعتمد على طبيعية استعمالها (كالغذاء والدواء ومبيدات الآفات.. إلخ) وبعضها الآخر يعتمد

على المظهر الفيزيقى للمواد (فهذه مواد صُلبة، وتلك مواد سائلة، وثالثة مواد غازية)، وبعضها الثالث يعتمد على نوع الحيوان مصدر هذه المواد (كالأسماك أو الزواحف أو الطيور أو الثدييات.. إلخ)، أما المعيار الثالث فيعتمد على كون هذه المواد عضوية أو لا عضوية (من مصدر: حيوانى - نباتى - أو معدنى).. وهكذا، وربما كان النبات أو الحيوان من أوائل المجاميع التى عرفها البشر، فالنباتات ساكنة أما الحيوانات فتتحرك بحرية وطلاقة.

ويتطلب التنظيم الرسمى لمختلف المواد والأنواع، كالغذاء والدواء وأدوات التجميل ومبيدات الآفات والكيماويات الصناعية والأدوات الطبية.. إلخ. يستلزم كل ذلك جدولا لتقسيم المواد والمنتجات، التى يتم استخدامها أو الاستفادة منها. فإذا ما ذُكر أن مادة ما «طعام»، تم إخضاعها لقوانين الغذاء، حتى إذا ما غُلِفَت المادة نفسها ورُقِمَت كدواء فإنه يتم تطبيق قوانين الدواء عليها وليس قوانين الغذاء؛ وبالاختصار فإنها تُعامَل بالقوانين التى تختص بطبيعة استعمال المادة، أو ما يحدده البائع من استعمال للمنتج الذى يسوّقه. ولنضرب لذلك مثلاً: فحمض الهيدروكلوريك ذى الصيغة الكيميائية التى يعرفها تلاميذ المدارس الثانوية بل والإعدادية على هذا النحو HCl. هذا الحمض ربما يُصَنَّف كمنتج منزلى حينما يوجد فى مواد التنظيف، ويدرج كعقار معالج عند استعماله لعلاج الأشخاص الذين يعانون من نقص إفرازه فى المعدة، ويمكن أيضا تصنيفه كمادة كيميائية صناعية خطرة، وذلك عند استعماله فى تقنية الطلاء الكهربى لبعض المعادن. كما يمكن تصنيفه أيضا كمادة مُصاحِبة لمبيدات الآفات، وذلك عند استعماله لتعزيز نشاط غاز الكلور، لاستخدامه كمادة مُعَقِمة للماء الذى نشربه، أو قاتلة للجراثيم والميكروبات، فى مياه حمامات السباحة. وعلى الرغم من كل ذلك، فإن هذا الحمض نفسه يعتبر مادة طبيعية، بالنظر إلى إنتاج المعدة له بشكل طبيعى، كما يعتبر أيضا مادة مُخلّقة عند إنتاجه فى الصنع أو معمل التحضير.

وهناك مثل آخر، معروف أيضا بين كثيرين من غير المتخصصين من الناس، وهو حمض البوريك، فهو يوجد - بشكل طبيعى - فى مادة الساسوليت المعدنية

sassosolite، بيْـد أنه يمكن أيضا تصنيعه فى المعمل، وهو ينتظم ضمن المنتجات المنزلية، وذلك فى حالة استعماله ضمن منظفات الغسيل الصناعية، إلا أنه يُصَنَّف كمادة علاجية، حينما يباع فى الصيدليات كغسيل مطهر للعين، كما إنه يندرج أيضا كمبيد حشرى، عند استخدامه لقتل بعض الحشرات كالصراصير مثلا. أما إذا اسْتُعْمِل للقضاء على الحشائش فهو مبيد حشائش، وهو أيضا مادة مضادة للاشتعال، عند استعماله فى الخيوط غير القابلة للاحتراق؛ وهناك الكثير من الكيماويات، التى تشبه حمض الهيدروكلوريك والبوريك، فى كونها تقع تحت أكثر من مجموعة مختلفة فى الوقت ذاته، ومن أمثلة ذلك مركبات «الكومارين»[1] ومن أشهرها مادة «وارفارين»، فهذه المركبات ليست مبيدات قوارض فحسب، ولكنها أيضا ذات قيمة علاجية هامة، كعقاقير مضادة للتجلط، يمكن استعمالها لمنع حدوث جلطات الدم، فى أجسام الإنسان والحيوان. أما المركب المعروف اختصارا بالـ: «د.د.د.» الشبيه بالـ «د.د.ت.» (ثنائى كلورو ثنائى فينيل ثلاثى كلوروإيثان)، فهو مبيد الآفات سئ السمعة، والذى حرمته كثير من الدول وأولها الولايات المتحدة، وهذا المركب (د.د.د.) هو فى حد ذاته مبيد حشرى، ولكنه استخدم أيضا لعلاج صور معينة لسرطان الغدة الكظرية[2].

والدرس المفيد، الذى يجب علينا أن نستوعبه، ونستخلصه من كل هاتيك الأمثلة واضح الدلالة، ويتلخص فى أن الصفات الفيزيقية والكيميائية والسمية، لأى مركب كيميائى، لا تعتمد بأية حال على المجموعة التى يقع تحتها؛ حيث إن سمية حمض البوريك مثلا، تختلف عند استعماله كعقار علاجى عنها عند استعماله كمبيد آفات.

---

(١) مركبات الكومارين coumarin compounds مركبات طبيعية تنتج من تخمر نبات البرسيم، وتؤتى تأثيرها التسممى عن طريق إعاقة عملية تجلط الدم، ومن أمثلة هذه المركبات التى استخدمت بكفاءة فى مكافحة القوارض مركب الوارفارين warfarin.

(٢) مركب الـ د.د.ت. ومشتقاته من أخطر المبيدات التى صنعها الإنسان، وقد نجح فى تخليقه أحد الكيميائيين الألمان عام ١٨٧٤. وقد اكتشف السويسرى باول مولر وظيفته كمبيد حشرى عام ١٩٣٩، ومن الطريف أنه قد حصل. بسبب هذا الاكتشاف، على جائزة نوبل!

مبيدات الآفات - مجموعة خاصة :

وعلى الرغم من اهتمام بعض الناس، بل وانزعاجهم من نواتج وانبعاثات المخلفات الكيماوية من المصانع، فإن هناك طائفة من الكيماويات، من صنع الإنسان ذاته، قد سببت رعبا فى أغلب بقاع العالم، ألا وهى مبيدات الآفات. وهذه الكيماويات إما طبيعية وإمَّا مخلقة، وتستخدم بهدف القضاء على بعض الآفات، سواء كانت نباتية أم حيوانية أم حشرية، أم أى كائن آخر تَبيَّنَت وتأكدت أضراره، من الناحية الاقتصادية أو الطبية أو حتى الجمالية. هذا ويندرج تحت الاسم الجامع: «مبيدات الآفات» مجموعات أخرى، أكثر تحديدا مثل: مبيدات الحشرات - مبيدات الفطريات - مبيدات الحشائش - مبيدات القوارض - مبيدات الجراثيم.. إلى آخر هذه القائمة التى تبدأ بكلمة «مبيد» أو «مبيدات»، وتنتهى باسم الآفة أو الآفات المُعيّنة، التى يُرادُ القضاء عليها.

هذا، ويوجد عدد لا يحصى من الكيماويات، التى تماثل فى سميتها، أو حتى تتفوق على كثير من مبيدات الآفات، بيْد أن بؤرة الخوف قد تركزت وتمركزت فى مبيدات الآفات بالذات.. فلماذا كان ذلك؟

ربما يكمن أحد هذه الأسباب إلى الانتشار الهائل للتقارير، التى ظهرت حول مبيدات الآفات، والخاصة بمضارها، بل وبالكوارث التى حلت من جراء استخدامها، سواء على البيئة أم على أجسامنا نحن البشر!

أما السبب الثانى، فربما يرجع إلى وظيفة المبيدات الأساسية، التى تتمثل فى قتل الكائنات الحية؛ وعلى ذلك فإنها مرتبطة، فى أذهان العامة والخاصة، بكونها سموم قاتلة.

كما يرتبط مفهوم السموم، لدى كثير من الناس، بقانون معروف فى الوسط البيولوجى، فحواه: «إما الكل وإلا فلا»، ويعنى ذلك أن كثيرا من المواد الكيميائية، فى اعتقاد كثير من الناس، إما أن تكون سامة قاتلة وإمَّا أن تُعْتَبَر آمنة لا ضرر منها، دون أىّ تَدرُّج بين هذين الطرفين النقيضين!

وهذا التبسيط، بلا شك، يؤثر سلبا، على فهم واستيعاب الكيفية العلمية الصحيحة، التى تُحْدِثُ الكيماوياتُ، من خلالها، الأضرارَ والإيذاءات المختلفة للكائنات الحية، ومنها الإنسان بطبيعة الحال.

الكيماويات سلاح ذو حدين :

إن التصور الخاطئ، الذى يجب أن نمحوه من إدراكنا حول الكيماويات؛ ليتسنى لنا فهم ماهية السُّمية، يتلخص فى الاعتقاد بأن كل ما هو طبيعى نافع ومفيد وآمن، وفى المقابل فإن كل ما هو صناعى، أو من صنع الإنسان، مؤذ وضار. والواقع أن المختصين فى علم السموم، يدركون جيدا أن « أمنا الطبيعة» أكثر حذقا وإبداعا، من الإنسان فى تخليق الكيماويات السامة. إنها ليست فقط أكثر عبقرية منه، ولكنها أيضا أوفر إنتاجا، وأكثر تنوعا. وتدُلنا الإحصاءات الدقيقة أن العدد المعروف، من الكيماويات الطبيعية، يفوق بكثير عدد الكيماويات التى صنعها الإنسان. وإضافة إلى ذلك، توجد عشرات بل مئات الآلاف من النباتات، التى لم يتعرف إليها علماء النبات بعد؛ وعلى ذلك، لم يتم التعرف إليها أيضا، من الناحية الكيميائية.

إن الأدبيات العلمية الكثيرة، التى تدور حول صفات الكيماويات الطبيعية، التى تم التعرف إليها فى النباتات الغذائية وغير الغذائية، وفى الحيوانات، وفى الأحياء الدقيقة، تؤكد كلها على أن عدد الكيماويات الطبيعية السامة يساوى على الأقل عدد الكيماويات المُخَلقة. وهناك بعض الكيماويات، التى تُعَد من أخطر أنواع السموم الموجودة على الإطلاق، تنتجها بعض الكائنات الحية. وعلى سبيل المثال: فإن ميلليجراما واحدا من سم البوتيولين[1] له القدرة على قتل عشرين مليونا من الفئران. وقد تم تعيين متوسط الجرعة القاتلة للنصف LD50

---

(١) سم البوتيولين (botulinum toxin) تنتجه بكتيريا عصوية لاهوائية، موجبة الجرام، تسمى Colostridium botulinum، ويعتبر هذا السم أقوى سم معروف على الإطلاق حتى الآن.

فى الإنسان، بالنسبة لهذا السم الزُّعاف، فوجد أنها تساوى ميكروجرامين[1]، وهى كمية صغيرة جدا جدا، لا تستطيع أن تتبيّنها الموازين الكهربية الحساسة التقليدية. وثمة كيماويات سامة أخرى، تنتجها بعض الطحالب والكائنات الحية الدقيقة الأخرى، والثعابين والحيوانات السامة الأخرى، والنباتات. وكل هذه الأنواع تشكل تهديدا خطيرا، للأنواع البرية والمستأنسة، وهى فى هذا الصدد أكثر خطورة من كل الكيماويات التى صنعها الإنسان. والواقع أن نوعى الكيماويات الطبيعية والمُخلقة معا، ربما يكونان أقل إيذاء لأنواع الحياة البرية، من تدمير وتحطيم موطن أو مكان إعاشة هذه الكائنات، نتيجة الانتهاكات المتكررة، والناجمة عن اطراد التعمير والانفجار السكانى.

وعلى الرغم من أن الكيماويات، التى أنتجها الإنسان، تشكل مجموعة قليلة جدا، بالمقارنة إلى الكيماويات الطبيعية، فقد أضحت هذه الكيماويات، رمزا للإيذاءات والأضرار، التى يسببها الإنسان لكوكب الأرض وجميع سكانه. فلماذا يُنْظرُ إلى الكيماويات المخلقة بشكل مغاير، على الرغم من أنها تشكل جزءًا من الكيماويات الطبيعية؟

ربما يكمن أحد هذه الأسباب فى تصرف الإنسان ذاته. ذلك التصرف غير المسئول، الذى قد يشى بجهله فى أغلب الأحيان، سواء فى استعماله أم طرحه للكيماويات المخلقة، تلك المنتجات والأدوات التى ترمز لمدنيته الطارئة. ونتيجة لذلك، فإن مشاكل التلوث البيئى العام، لاسيما ذلك الذى حدث فى الهواء والماء والتربة، قد أضّرّ بالمجتمعات فى العالم كله. وفضلا عن ذلك، فهناك إدراك خفى بأن الإنسان، الذى صنع هذه الكيماويات، يستطيع أن يتحكم فيها، وعلى سبيل المثال: فإنه يمكنه منع تخليق الجديد أو المزيد منها، كما يمكنه أيضا أن يوقف إنتاج الكيماويات القديمة.

---

(١) الميكروجرام وحدة وزنية صغيرة جدا لا تتبينها حتى الموازين الكهربية الحساسة ، وتبلغ ٠,٠٠٠٠٠١ من الجرام أى واحد من مليون من الجرام!

أما السبب الثالث: فيكمن فى الشعور والاعتقاد العام، بأن الكيماويات الطبيعية – كما ذكرنا آنفا – لا تشكل أى تهديد للإنسان. فهناك نظرية تَدّعِى أن كلا من الإنسان والحيوان، قد نشأ مع الكيماويات الطبيعية، وأنهما بذلك قد تكيّفا معها. ووجهة النظر هذه، لا تتفق مع التأثيرات الضارة للكيماويات الطبيعية على الإنسان، مثل قدرة سموم فطرية معينة على إحداث الأورام الخبيثة، أوظهور السمية الحادة، من جرّاء التعرض للكيماويات، التى تنتجها أنواع معينة من الكائنات الحية الدقيقة.

ويمكن أن نستخلص، أن هناك ثلاثة خواص، تجعل من الكيماويات التى صنعها البشر، مواد غير مرغوب فيها، من الناحية البيولوجية، وتتمثل فيما يلى:

١ – أن هذه المواد من صنع الإنسان.

٢ – أن هذه المواد ليست طبيعية.

٣ – أن هذه المواد لا تتحلل بيولوجيا.

ولتفسير ذلك نقول: إن هذه المواد، الصناعية المُخلقة، قد بلغت درجة عالية من التّعقّد المُفرط، إضافة إلى كونها مواد جديدة وغريبة؛ ولذلك فالكائنات الحية الدقيقة، تفتقر إلى الإنزيمات التى تستطيع أن تحللها؛ ومن ثمّ فإنها تستعصى على التحلل بيولوجيا، ولعل ذلك يفسّر سبب امتلاء شواطئنا بالكثير من العوالق والنفايات، ذلك أن المواد المُصنّعة من الكيماويات المُخلقة، قد حلت محل كثير من المواد المصنعة من مصادر طبيعية، ومن أمثلة ذلك: الأدوات المصنعة من البلاستيك، بالمقارنة إلى تلك الأدوات المصنعة من القنب والحبال والخشب والورق، وغيرها من مواد طبيعية، إذ إن هذه الأدوات كلها، لكونها مُصَنّعة من مواد سليولوزية طبيعية، فإنها تتحلل بسرعة فائقة.

الفصل الثانى

تصنيف السموم

تتعدد أنواع السموم والملوثات كثيرا، وقد لوحظ زيادتها زيادة كبيرة، لاسيما بعد الثورة الصناعية بشكل خاص، وذلك فى كل البيئات ومن جميع الأنواع. وبناء على ذلك، فإن هذه السموم والملوثات تتباين طرق تصنيفها، طبقا لمعايير وضوابط تتخذ قاعدة لهذا التصنيف، ولهذا فقد تقع مادة معينة، حسب هذه الضوابط والمعايير، تحت أكثر من مجموعة.

الطريقة الأولى :

وفيها يتم تصنيف السموم، طبقاً لظهرها الطبيعى، البادى للعيان، وقد وجد أنها تضم الأنواع التالية:

- سموم غازية، ومن أمثلتها غاز أول أكسيد الكربون.
- سموم سائلة، ومن أمثلتها البنزين والكلوروفورم.
- سموم صلبة، مثل أملاح العناصر الثقيلة كالكادميوم، والزرنيخ، والرصاص، وغيرها.

الطريقة الثانية :

وقد صُنِّفت السموم هنا، تبعاً لتركيبها الكيميائى، فكانت على النحو التالى:

- أملاح: ومن أمثلتها كلوريد الكالسيوم.
- أحماض: ومن أمثلتها حمض الهيدروكلوريك، وحمض الكبريتيك، وهكذا.
- قواعد (قلويات): مثل هيدروكسيد الصوديوم، وهيدروكسيد الأمونيا.
- القلويدات (أشباه القلويات ، ALKALOIDS): وتوجد هذه المواد فى النباتات،

وهى عبـارة عن مركبات نيتروجينية قاعدية معقـدة، تحتوى جزيئاتها علـى نواة مادة البيريدين (ك٥ يـد٥ ن)، أو كينولين (ك٧ يد٧ ن)، ومن أمثلة هذه القلويدات النيكوتين الذى يوجد فى نبات التبغ.

الطريقة الثالثة :

تُصَنَّـفُ السـموم، فى هذه الطريقـة، طبقاً لتأثيراتها المتباينة على أنسـجة وأعضاء الجسم، وذلك على النحو التالى:

- مواد سامة عصبياً كالرصاص وغيره.
- مواد سامة للكبد كرابع كلوريد الكربون والكحول، وغيرهما.
- مواد سامة للكلى كالكالسيوم والكادميوم وغيرهما.
- مواد سامة للقلب كالاستركنين والنيكوتين، وغيرهما.

الطريقة الرابعة:

تُمَيِّزُ هذه الطريقة السموم إلى فئات ثلاث طبقاً لطريقة تأثيرها على الجسم.

- الفئة الأولى: وهى ذات تأثير موضعى، وهى عادة تُسبب تآكلاً فى الجسم، ومن أمثلتها الأحمـاض المعدنية، كحمـض الهيدروكلوريك وحمض الكبريتيك وحمـض البنزويك.. وهكذا، ومن أمثلتها أيضـاً القواعد أو القلويات القوية مثل هيدروكسـيد الصوديوم وهيدروكسيد البوتاسيوم .. إلخ. ومن أمثلتها أيضاً بعض الأملاح المعدنية مثل كلوريد الباريوم.

- الفئـة الثانيـة : وهـى كيماويات ذات تأثير سـام، إلا أنه غير موضعى. ويظهـر التأثير السـام لهذه المواد فقـط بعد امتصاصها فى الـدم، وتوزيعها فى أنسـجة الجسـم المختلفة. وتشـمل هذه المجموعة مـن المواد، سـموماً نباتية كالأتروبـين والمورفين، وأخرى حيوانية ومن أمثلتهـا سموم العقارب والأفاعى والحيات، إضافة إلى السموم الكيماوية، ومن أمثلتها مبيدات الحشرات والآفات وغيرها.

- الفئة الثالثة : وهى سموم تؤدى فعلها التسممى موضعياً ولا موضعيا (أى بطريقة غير موضعية)، وتُعرف أيضاً هذه السموم بتأثيراتها المُهَيِّجة، ومن أمثلتها الأملاح المعدنية.

طرق التعرض للمادة السامة وامتصاصها:

معظم المواد السامة، فيما عدا تلك التى تؤدى إلى الوفاة بشكل مباشر؛ بسبب تأثيرها التدميرى الحاد للأنسجة (كالأحماض والقلويات القوية)، فيجب أن تُمتص لتصل إلى تيار الدم، حتى تُحدث تأثيراتها السامة.

وهناك ثلاث بوابات طبيعية مُتاحة، تؤدى هذا الغرض وهى: الرئتان والمعدة والجلد. هذا وقد يلجأ الخبير المجرب فى علم السموم، إضافة إلى ذلك، إلى حقن المواد تحت الجلد، أو الحقن العضلى أو الوريدى، أو الحقن فى التجويف البريتونى.

وعلى كل حال فإن التأثير الضار لمادة سامة يتم حقنها فى الوريد، يكون أسرع منه فى حالة التعرض إليها عن طريق الاستنشاق، ثم يأتى بعده الحقن العضلى، ثم الحقن تحت الجلد، ثم يأتى بعد ذلك الامتصاص عبر الأغشية المخاطية للجهاز الهضمى، ثم يأتى بعده الامتصاص خلال الأغشية المخاطية للمستقيم، والمهبل، ثم يأتى أخيراً الامتصاص عبر الجلد.

الفصل الثالث

احتواء السموم

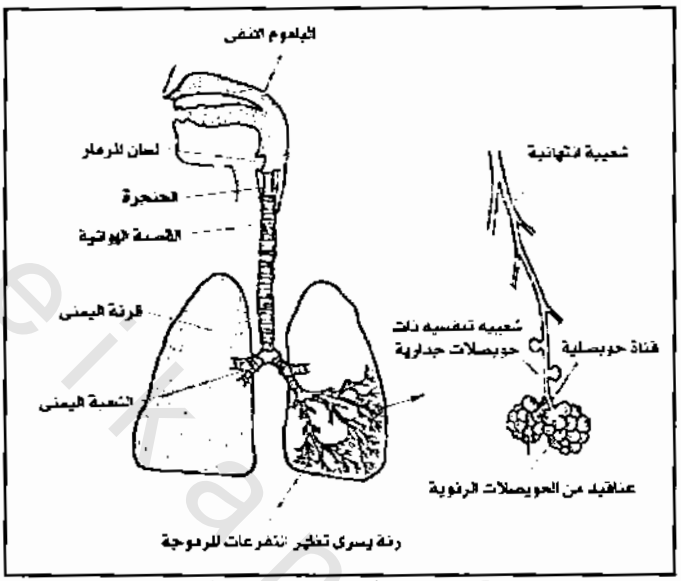
أولا : الاحتواء عن طريق الجهاز التنفسى

إن الرئتين بما تحتويان عليه من ممرات ودهاليز كثيرة وتفرعات كثيفة، حيث إنها بطبيعة تركيبها، تحتوى على جهاز وعائى كثيف ومتشابك، وذى أسطح وأغشية مخاطية، تتوفر فيها قنوات امتصاص عالية الكفاءة، للحالات الثلاثة للمادة: الغازية والسائلة والصُلبة، وخاصة حينما تكون فى حالة دقائق متناهية فى الصغر، وفى حالة انتشار وانتثار، كالأيروسولات والأتربة والمساحيق، وغيرها.

وجميع السموم القابلة للذوبان يمكن امتصاصها بسرعة فى تلك القنوات، فاستنشاق المواد السامة نتيجة لتلوث الهواء (من أمثلة ذلك الأكاسيد المعدنية، ومبيدات الحشائش والحشرات، المرشوشة على هيئة رذاذ فى الجو)، ذات خطورة بالغة للإنسان، وقد تكون أقل من ذلك أهمية بالنسبة للحيوانات.

أما على صعيد الحيوانات، فهناك بعض المواد، التى باستنشاقها وامتصاصها، من خلال أجهزتها التنفسية، مثل بخار الأمونيا، أو الزئبق، أو غاز أول أكسيد الكربون، أو بعض المواد المخدرة الطيارة، تشكل خطورة كبيرة على هذه الحيوانات.

والجهاز التنفسى، كما هو معروف، يشتمل على المجرى التنفسى العلوى (فتحتا الأنف – الفم – البلعوم – الحنجرة) والمجرى التنفسى السفلى (القصبة الهوائية – الشعبتان – الحويصلات الهوائية) والتجويف البللورى – والعضلات الرتبطة بهذا الجهاز (انظر شكل رقم ١).



شكل رقم (١): يمثل تركيب الجهاز التنفسى

هذا، ويمكن تخيل خطورة التسمم عن طريق هذا الجهاز إذا عرفنا أن حجم الدم الوافد إلى الرئتين فقط يساوى حجم الدم الواصل إلى جميع أجزاء الجسم، فى أى لحظة من لحظات العمر، حيث إن حجم الدم الذى يضخه كل من البطين الأيمن يساوى تقريباً حجم ذلك الدم الذى يضخه البطين الأيسر فى تلك اللحظة، وعلى ذلك فلا بد أن منطقة الرئتين هى من أكثر مناطق الجسم من الناحية الوعائية، وبذلك فإنها من أكثرها كذلك امتصاصا. وهى بطبيعة وظيفتها قد تستقبل مع الهواء المستنشق مواد غريبة على هيئة غازات أو أبخرة أو دقائق صلبة ذات أبعاد متباينة، وقد يكون مصدر هذه المواد الانبعاثات الخارجة من المصانع أو عوادم السيارات أو رذاذ مبيدات الآفات أو عُلَبْ الأيروسولات أو حتى دخان السجائر. وامتصاص هذه المواد المتباينة، الذى قد يحدث فى أى منطقة من هذا الجهاز إنما يعتمد، فى المقام الأول على الخصائص الفيزيقية والكيميائية لهذه المواد كما يعتمد أيضاً على الخصائص الفسيولوجية والحركية الهوائية

للمواقع المختلفة بطول المجارى التنفسية. فهناك غازات كثيرة دهنية الذوبان وبذلك يمكنها النفاذ بسهولة عبر الغشاء الخلوى كى تصل إلى الدم.

أما امتصاص المواد، التى هى على شكل دقائق صغيرة، فهو جدُ مُعقد، إذ إن الدقائق الكبيرة نسبياً (أى تلك التى تزيد أقطارها عن عدة ميكرومترات)، فإنه يمكن ترشيحها، وفصلها عن طريق الشعيرات والمخاط فى منطقة الأنف. أما تلك التى يمكنها أن تمر عبر هذا الخط الدفاعى الأول، فسوف تتوغل أكثر خلال المجرى التنفسى؛ لتتسرب فى منطقة أخرى كالبلعوم – الحنجرة – القصبة الهوائية – الشعبتين – الحويصلات الهوائية. والذى يحدد أيًا من هذه المناطق يكون هدفا لهذه الدقائق هو سرعة الهواء، داخل هذه الممرات، وكذا شكل وحجم هذه الدقائق.

وعلى الرغم من أن الغازات والأبخرة، التى لم تمتص، قد تخرج ببساطة فى هواء الزفير، فإن طرد الدقائق التى لم تُمْتَص، هى عملية تشارك فيها الإفرازات المخاطية التى يقوم بإفرازها الغشاء الطلائى المهدب للمجرى التنفسى، إذ إن نشاط هذه الأهداب ينجم عنه حركة المخاط وبالتالى حركة الدقائق العالقة به، نحو منطقة البلعوم، حيث يمكن طردها عن طريق السعال، أو الابتلاع فى الجهاز الهضمى. إن هذا المخاط الذى قد يصل حجمه إلى حوالى ١٥٠سم٣، فى الأشخاص الأصحاء، يزيد إفرازه بكميات وفيرة، كرد فعل للمواد المهيجة؛ ولذلك فإن عدد الأهداب قد يصل إلى ٢٠٠ أو ٣٠٠ فى كل خلية من خلايا الممرات العلوية، وهى تقوم بتحريك المخاط فى الاتجاه الخلفى والذى الجهة السفلية من الأنف لتصل إلى البلعوم، بينما تُحرك الأهداب، فى المناطق السفلية من القناة التنفسية، المخاط إلى أعلى جهة البلعوم. وهذا المصعد المخاطى الهدبى ذو فعالية كبيرة، فى نقل هذه المواد الدقيقة، فيساعد ذلك على إزالة الدقائق من المناطق البعيدة لأطراف الشعيبات، خلال عشرين ساعة تقريبا.

إن المخاطر الفعلية الشديدة، والمرتبطة بالتعرض للكيماويات، عن طريق الجهاز التنفسى هى أكثر وضوحاً فى المناطق الصناعية، حيث تتلوث الأجواء خاصة فى المناطق الحضرية الآهلة بالسكان، كمنطقة شبرا الخيمة وحلوان والمحلة الكبرى، وغيرها من المناطق الصناعية المزدحمة.

وتزيد هذه المخاطر بالنسبة للعمال أنفسهم، الذين يتعرضون بشكل مباشر، لمصادر التلوث هذه وبشكل دائم لمدة ٨ ساعات يومياً، طالما أنهم منخرطون فى العمل. وعلى ذلك فقد تضع بعض الدول المتقدمة كالولايات المتحدة، ضوابط معينة وقوانين مُلزمة، حتى لا تتجاوز المواد الملوِّثة، المنبعثة فى الهواء نسباً معينة، ومن ثمّ لا تُشكل خطورة بالغة على العمال والمواطنين (انظر الجدول رقم ٢).

جدول (٢) : يبين قيم الحدود الحرجة، لبعض الكيماويات الشائع وجودها فى البيئة، والتى لا ينبغى تجاوزها

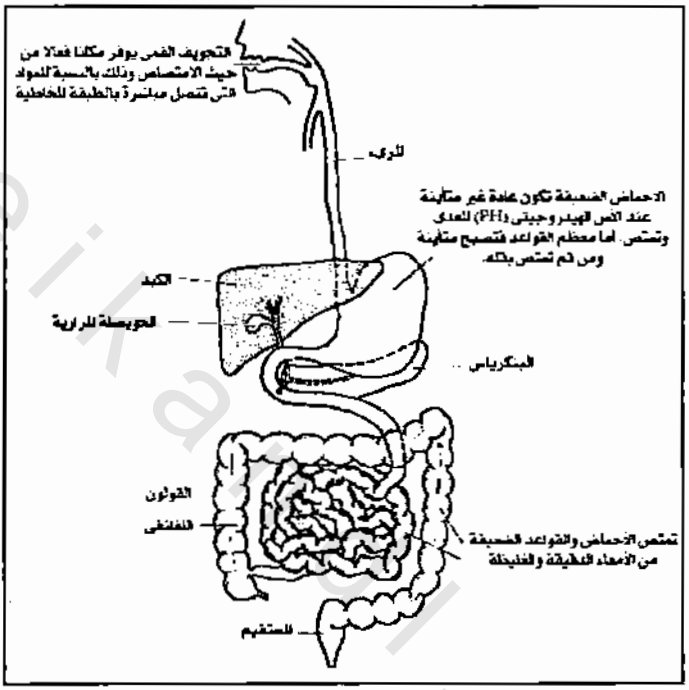
المـــــادة	التركيز (جزء/ مليون) PPM	ملج/ م٣
– الأمونيا	٢٥	١٨
– ثانى أكسيد الكربون	٥٠٠٠	٩٠٠٠
– أول أكسيد الكربون	٥٠	٥٥
– الكحول الايثدلى	١٠٠٠	١٩٠٠
– الكحول الميثلى	٢٠٠	٢٦٠
– الأوزون	٠,١	٠,٢
– ثانى أكسيد الكبريت	٥	١٣

ثانيا: الاحتواء عن طريق القناة الهضمية

تأخذ كثير من المواد الغريبة - بما فى ذلك العقاقير الطبية من جميع الأنواع، والمضافات الغذائية، والمواد الملوّثة - بدون قصد لطعامنا وشرابنا - طريقها إلى أجسامنا من خلال ثلاث بوابات رئيسية، هى قناة الهضم والجهاز التنفسى والجلد، كما أشرنا من قبل.

أما بالنسبة للقناة الهضمية، فتمثل الطريق المعهود لعمليات الانتحار أو التسمم الحادث بدون قصد (التسمم العارض)؛ ولأن الظروف الفيزيوكيمائية الموجودة فى المناطق المختلفة للقناة الهضمية، مختلفة جدا بطبيعتها، فإن المُتَوَقع أن

يختلـف معدل امتصاص، ومن ثمّ وصول هذه المـواد إلى الدم، من جزء فى القناة الهضمية إلى جزء آخر تبعا لذلك (انظر شكل رقم ٢).



شكل رقم (٢)
تركيب الجهاز التنفسى

منطقة الفم:

هـذا الجزء من القنـاة الهضمية، ذو أهميـة قليلة بالنسـبة لامتصاص المواد الغذائية؛ والسـبب فى ذلك، لا يرجع إلى صفة متأصلة فى التجويف الفمى تمنع احتواء هذه المغذيات ولكنه يرجع إلى أن القليل جدا من المواد الغذائية، يتم هضمه، بشـكل يؤهله للامتصاص عبر أغشية هذا الجزء من القناة الهضمية. وفى الواقع، فإن الفم يمثل مكانا مثاليا للامتصاص السريع للمواد الكيماوية، حينما توجد فى صورة مناسـبة لذلك؛ لأن الغشـاء المخاطى المبطِن لهذه المنطقة دائم الرطوبة، عن طريـق الإفرازات اللعابية، التى يمكن أن تذوب فيهـا المواد الغذائية، فضلا عن

احتـواء هـذه المنطقة على أوعية دموية كثيرة، قريبة من سـطحه، فالمواد توجد بتركيـز عال وبصورة نقية نسـبيا ولم يتم تخفيفها بعـد، وربما لم تتحول (أى تتغير كيمائيا) عن طريق الإفرازات أو النشاط البكتيرى، بطول القناة الهضمية، بالإضافة إلى ذلك فإن المواد تعْبُر إلى الدم مباشـرة من هذه المنطقة، دون أن تدخل إلى الكبـد (وهو يعتبر عضو التخلص من السـموم)، ومن ثم فقد تصل إلى الأعضاء المسـتهدفة، دون أن يتم تغييرها مطلقا، ولهذا فإن السـموم غير المتأينة والقابلة للذوبان فى الدهون عند أس هيدروجينى (pH) يشـبه الأس الهيدروجينى للعاب (حوالى ٧) قد تُمتص بمعدل أسرع، وقد تمثل خطورة عالية، لاسيما إذا ما كانت كميتهـا كبيرة. إن درجة تفككها وبالتالى احتواؤها يمكن أن يتغير بتغيير الأس الهيدروجينى للعاب؛ وعلى سـبيل المثـال فإن مضغ أوراق الكوكا، للحصول على الكوكايين فى وجود الصودا، التى تُقلل من تأيّن السم القاعدى، وذلك برفع درجة الأس الهيدروجينى للعاب، يزيد من كمية الامتصاص.

المعدة The stomach:

فى الوقت الذى تمتـص فيه المعدة الحد الأدنى من المغذيات فإن المواد الغريبة الموجودة فى صورة مقبولة ربما يمكن امتصاصها بسـهولة. هذا ومن بين الظروف الموجودة فى المعدة، والتى يمكن أن تؤثر كثيراً فى عملية الامتصاص انخفاض درجة الأس الهيدروجينـى (pH) والحركة المعدية. فتؤثر درجـة الأس الهيدروجى، وتؤثر على تفكك واحتواء المواد الغريبة عن طريق الانتشار البسيط.

فعنـد ربط معدة قط مُخَدَّر فى منطقة الاختناق البوابى، لكى يمنع محتوياتها من العبور إلى منطقة الاثنى عشر، فى الوقت الذى أعطى فيه القط جرعة كبيرة من مادة الاسـتركنين، عن طريق الأنبوبة المِعْدِية، فإن العصارة المعدية الحمضية قد سببت تأيناً كبيراً لمادة الاستركنين القلويدية، وبذلك أصبحت غير قابلة للذوبان فـى الدهون وبالتالى غير قابلة للعبور إلى جدار المعدة، وبهذا فإن القط لم يبدِ أية تأثيرات ضارة أو مَرَضِية، وعندما زيدت درجة الأس الهيدروجينى (pH)، وذلك

بإضافة محلول قلوى، فإن العقار يستعيد صورته الجزيئية، القابلة للذوبان فى الدهون ويصبح لديه القدرة على عبور الغشاء المخاطى للمعدة إلى تيار الدم؛ وبذلك يلقى الحيوان حتفه على الفور.

إن حركة المعدة اللاإرادية تساعد على مزج الطعام وخلطه بالعصارة المعدية، كما تساعد على إمرار الكيموس خلال الاختناق البوابى إلى الاثنى عشر وبذلك تنظم وقت بقائه واحتجازه فى منطقة المعدة. هذه الحركة المزجية تؤثر على المواد الغريبة الموجودة فى القناة الهضمية، كما تضمن اتصال هذه المواد مباشرة بمخاطية المعدة، فتزيد بذلك من عملية الاحتواء (الامتصاص). إن زمن الاحتجاز المعدى هذا، له أهمية قُصوى بالنسبة للسموم على وجه الخصوص. فلو كانت الطبيعة الكيميائية للمادة السامة تساعد على امتصاصها بكفاءة فى المعدة، بينما هذه الطبيعة نفسها تجعلها تُمتص بقلة فى منطقة الأمعاء، فإن سميتها سوف تقل كثيراً، لو أنها مرت بسرعة خلال منطقة المعدة إلى المنطقة التى تليها من قناة الهضم، وبالتالى فإن أى ظروف من شأنها أن تقلل من بقاء المادة فى المعدة، وذلك بزيادة الحركة المعدية، سوف يكون مفيداً فى تقليل تأثير تلك المادة السامة. وعلى النقيض من ذلك، فإن بعض العوامل الأخرى التى تطيل مدة بقاء المادة فى المعدة، كالوجبة عالية الدسم مثلاً، سوف تحفز امتصاص مثل هذه المواد السامة.

الأمعاء الدقيقة:

تستقبل الأمعاء الدقيقة إفرازات الكبد والبنكرياس؛ ولذلك فإنها تعتبر المكان الرئيسى لهضم وامتصاص المواد الغذائية، فهى توفر فى حالة الإنسان مساحة فعالة، قد تصل إلى ٢٠٠م٢، وهى أيضاً تمثل مكاناً مثالياً لامتصاص المواد الغذائية، فالأحماض الضعيفة والقلويات الخفيفة تُمتص هنا بسهولة كبيرة، وتدفع بها إلى الأمام خلال قناة الهضم. وللأمعاء الدقيقة تأثير على المواد الغريبة يشبه ما قمنا بوصفه فى حالة المعدة.

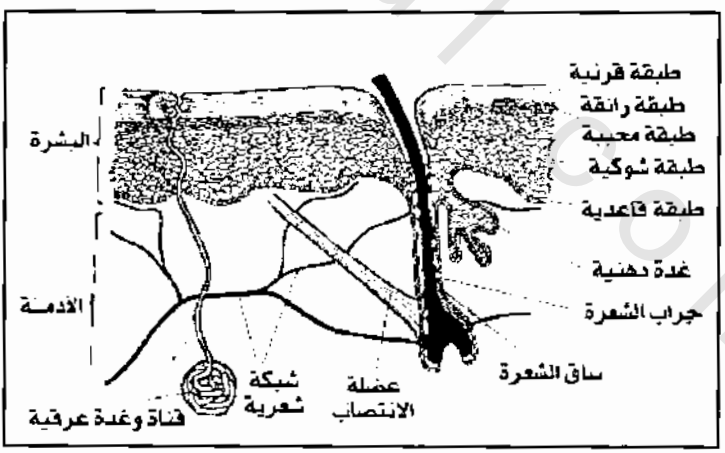
الأمعاء الغليظة والمستقيم:

تشبه الأمعاء الغليظة الأمعاء الدقيقة بالنسبة لامتصاص المواد الغريبة من الأحماض ومن القلويات الضعيفة، التى يمكن احتواؤها من خلال خاصِّيَّة قابليِّة ذوبان المواد المتأينة فى الدهون.

هذا ويشبه المستقيم الفم فى كثير من الاعتبارات، كالخواص الامتصاصية، وكون المواد الممتصة تمر مباشرة إلى تيار الدم بسرعة، دون مرورها على الكبد. بل إن هناك عقاقير معينة لا توصف للمرضى، إلا على شكل أقماع شرجية، لاسيما فى الأحوال التى يتعذر فيها استخدام العقاقير عن طريق الفم، والمعروف تاريخيا أن «أبو قراط» قد أوصى بعلاج مرضى الربو عن طريق الأقماع الشرجية ، وذلك لسهولة امتصاص المواد العلاجية فى هذه المنطقة.

ثالثا: الاحتواء عن طريق الجلد

يشكل الجلد، الذى تصل مساحته حوالى ٢م٢ فى الإنسان، أحد الحواجز الرئيسية أمام الكيماويات، التى تستخدم فى الصناعة أو فى المنزل أو فى الزراعة، وغيرها. والجلد كما يتضح من الشكل المرافق (شكل رقم ٣) يتكون من ٥ طبقات



شكل رقم (٣): تركيب الجلد فى الإنسان

تؤلف البشرة، مع ما يتصل بها من الغدد والزوائد (كالشعر والأظافر) أما الطبقة الداخلية منه، فتمثلها طبقة الأدمة ولا يوجد بها أى من هذه الزوائد أو المشتقات (مثل الشعر والأظافر)، كما تحتوى على الأعصاب الهامة والأوعية الدموية. وطبقة الأدمة مع ما يقع تحتها من أنسجة، هى طبقة منفذة لمعظم المواد سواء أكانت ذائبة فى الدهون أم غير ذائبة فيها، متأينة أم غير متأينة. وعلى ذلك، فإن الكيماويات التى تصل هذه المنطقة تستطيع أن تنفذ بسهولة إلى تيار الدم كى تنتشر منه إلى جميع أجزاء الجسم. إلا إن طبقة البشرة، على النقيض من ذلك، فهى غير منفذة. إذ إن طبقتها الخارجية التى تسمى بالطبقة القرنية، تتألف من خلايا قرنية ميتة وهى لذلك تحول دون قيام أى نوع من النقل النشط، وهى أيضا تحتوى على نوع من البروتين الليفى يسمى كيراتين، ومغطاة بإفرازات دهنية تأتى من الغدد الدهنية؛ وعلى ذلك فإن هذه الطبقة (القرنية) تعمل كحاجز كيراتينى/ دهنى، بحيث يمكن مرور المواد الذائبة فى الدهون صغيرة الحجم وذلك عن طريق النفاذية المباشرة من طبقة البشرة، بينما يمتنع مرور المواد غير الذائبة فى الدهون خلال هذا المسار، بيْد أن هناك بالطبع مسارا بديلا، وهو عن طريق الغدد العرقية والدهنية وأجربة الشعر، وهذا يعرف بالمسار الزوائدى، حيث تعبر المواد طبقة البشرة، لكى تنتقل مباشرة إلى الشبكة الشعيرية لمنطقة الأدمة.

إن المدى الذى يصل إليه استعمال هذا النظام من الامتصاص الأدمى ليس واضحاً، بيْد أن أهميته لا ينبغى الإفراط فى تأكيدها؛ لأن فتحات الغدد العرقية وأجربة الشعر لا تمثل أكثر من ١٪ من المساحة الكُلية لسطح الجلد فى الإنسان.

إن مواد التنظيف القوية، وكذلك المواد الأخرى التى تتمكن من تذويب الدهون يمكن أن تزيل طبقة الدهون السطحية من الجلد، بل إن دوره الوقائى يمكن أن يختل وذلك بإيذائه أو جرحه بقطعه أوكشطه؛ ذلك أن الأنسجة الواقعة تحته يمكن أن تكون فى هذه الحالة على اتصال مباشر مع السموم الموجودة فى البيئة. هذا، وقد ثبت من تقارير علمية أن إزالة طبقة البشرة خلال عملية الحلاقة

يمكن أن تزيد مـن امتصاص المركبات الغريبة. كذلك فإن الظروف البيئية، مثل درجة الحرارة والرطوبة والملابس الضيقة والضمادات الطبية المُحْكَمة تؤثر أيضاً على معدل الامتصاص.

□□□

obeikandl.com

الفصل الرابع

آليات التسمم

أولا: نظرية المستقبل The Receptor Theory :

يعطى المصطلحان «حاد» acute و «مزمن» chronic توضيحاً ما لدرجة التسمم. والزمن المتضمن لمدة التعرض، ولكنهما لا يعكسان مطلقاً الآلية التى تمت بها عملية التسمم. على أن هذه التأثيرات غالباً ما تكون واضحة، ويمكن تعيينها وتقديرها كمياً، عن طريق الفحص الاعتلالى (الباثولوجى) والاختبارات الفسيولوجية والكيميوحيوية (البيوكيميائية) لوظائف الأعضاء، أو عن طريق الملاحظة المباشرة، فى حالة التأثيرات السلوكية. إلا إنه يبقى أن نؤكد على أن أسباب هذه التأثيرات المُلاحَظة ليس من السهل دراستها بوجه عام.

فبعض السموم كالأحماض القوية والقلويات والفينول، بمقتضى تأثيرها المُهَيِّج، فإنها تؤدى تأثيراتها التسممية بطريقة مباشرة، أى عند ملامستها لأى نسيج من أنسجة الجسم. والأنسجة الأكثر تعرضاً لمثل هذا النوع من التسمم هى تلك الأنسجة التى تتصل بالبيئة الخارجية بشكل مباشر، مثل الجلد والأغشية المخاطية، وأجهزة الهضم والتنفس، وأعضاء الحس. ومع ذلك، فإنه بعيدا عن هذه المواد، ذات التأثير الموضعى، فإن كثيراً من المواد الغريبة لها تأثيرات محددة نوعاً ما، تنتج من تأثيرها الانتقائى على أنسجة أو أعضاء مستهدفة داخل الجسم. وعلى سبيل المثال: فإن سماً أو عقاراً (اعتماداً على الجرعة) من مادة الديجيتاليس يؤثر بطريقة انتقائية على عضلة القلب، دون أن يؤثر على عضلات الجسم الأخرى. أما المبيد الحشرى د. د. ت. (DDT) والكلورينات العضوية الأخرى، فإنها تؤدى إلى الوفاة، وذلك بإثارتها للجهاز العصبى للحشرة.

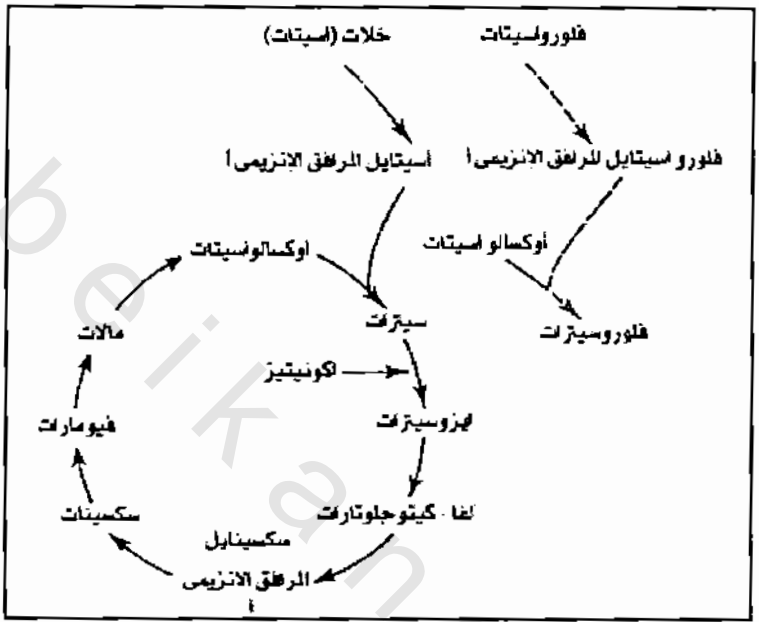
هذا ويمكن تفسير هذه الانتقائية، جزئياً، عن طريق نظرية المستقبل التى كان أول من اقترحها العالم الألمانى بول إيرليخ، تحت ما أسماه بفرض السلسة الجانبية. فيفترض صاحب هذه النظرية أن للخلايا مجاميع كيميائية (سلاسل إيرليخ الجانبية)، التى تُكوّن جزءًا لا يتجزأ من غشاء الخلية أو السيتوبلازم، ولها القدرة على الاتحاد بالمواد الغريبة، مثل العقاقير والمستضدات والسموم. وتُحدث إثارة للخلية، عن طريق ارتباط المركب الغريب بهذه المستقبلات، ويعتقد أن يتمخض عن ذلك تغيّرات فسيولوجية فى الخلية، فإذا شملت هذه التغيرات عددًا كافيا من الخلايا المماثلة، فقد يؤدى ذلك إلى تأثير سُمّى ملحوظ.

هذا، ويُعتقد أن أنواع الخلايا المختلفة تحمل مستقبلات متباينة، وأن المواد الغريبة لها قدرة على الارتباط فقط بتلك الخلايا التى تحمل مستقبلات متممة لتركيبها، وهذا يفسر السبب الذى من أجله أن نوعاً معيناً من الأنسجة أو الخلايا يعمل كهدف لمركبات غريبة بنوعها، ويمثل هذا أساساً للتأثير الانتقائى للمواد الغريبة، التى تشمل كلا من العقاقير والسموم.

ثانيا: التأثير على الأنظمة الإنزيمية:

إن الدور الحيوى الذى تقوم به الإنزيمات ضرورى لجميع صور الحياة، وعلى ذلك فإن أى خلل فى نشاطها الطبيعى قد ينعكس على هيئة تأثيرات ضارة أو سامة. وبرغم أن السموم قد توقف أنشطة الإنزيمات، عن طريق التأثير المباشر على قواعدها، أو على بعض مرافقاتها الهامة، فإنها بالطبع تؤثر على الإنزيمات نفسها. والمثل الذى نسوقه الآن يبين الضروب المختلفة، التى يمكن أن يتم من خلالها التنشيط الإنزيمى. فالسم الذى ينافس القاعدة الطبيعية للإنزيم، على الارتباط بمركز النشاط الإنزيمى سوف يتقبله الإنزيم لاسيما إذا كان يشبه إلى حد بعيد تركيب القاعدة الطبيعية لهذا الإنزيم، وبذلك يتمكن من تثبيط الإنزيم وإعاقته عن تأييض (أى التعامل أيضا مع) القاعدة الصحيحة.

وفى حالات كثيرة، فإن التثبيط التنافسى يشارك فى بعض الأنشطة الكيميوحيوية، التى تؤدى إلى تكوين نواتج سامة، ونضرب لذلك المثل الذى نلخصه بالشكل رقم (٤).



شكل رقم (٤): يوضح أن دورة كربس
(دورة الحمض ثلاثي الكربوكسيل) تتم طبيعيا

ففى الأحوال الطبيعية تستكمل الدورة، التى تبدأ بتكاثف مجموعة الخلات (الأسيتات) المشتقة من المرافق الإنزيمى الخللى أ (استيل المرافق أ) مع جزىء الأوكسالوأسيتات لتكوين جزىء حمض السيتريك، الذى يعمل بدوره كقاعدة لإنزيم الأكونيتيز، فيعمل على تحويله إلى حمض الأيزوسيتريك. وعلى الرغم من أن جزىء الفلوروأسيتات يشبه – إلى حد كبير – من الناحية التركيبية جزئ الخلات (الأسيتات) ومن ثم فقد يشرع فى دخول دورة كربس بدلا من الخلات (الأسيتات) فيكون جزئ الفلوروسيترات، وهذا الجزىء يثبط إنزيم الأكونيتيز وبذلك يمنع استعمال السيترات فى الدورة فيؤدى ذلك إلى تراكم كمية كبيرة منه فى الأنسجة، ولأن الخلية قد قامت بتسميم نفسها بإنتاج وسيط أيضى سام من الفلوروأسيتات، فإن هذه العملية تعرف بالتكوين القاتل.

وهناك بعض السموم الأخرى التى تخمد inactivate الإنزيمات، وذلك بإحلالها محل مجاميع معينة (محدودة) فى الجزىء، وعلى سبيل المثال: فإن كلا من الكادميوم والزئبق يحل محل الزنك، ذلك العنصر الهام فى الإنزيمات المعدنية مثل إنزيم الفوسفاتيز القاعدى ALP وبذلك تكبح عمل هذه الإنزيمات. هذا، ومن الجائز أن يكون التغيير فى بنية الإنزيمات نفسها، وبالتالى فإنها لا يمكن أن تعمل تحت تأثير مثل هذه السموم التى ترتبط ببعض المجاميع الكيميائية لهذه الإنزيمات، وعلى سبيل المثال: فالعناصر الثقيلة مثل الكادميوم والزنك والرصاص والزئبق، تلك التى لها قابلية كبيرة بالاتحاد مع مجاميع السلفهايدرل (SH-) سوف تكبح نشاط الإنزيمات، التى تحتوى على هذه المجاميع، وذلك بتكوين روابط «غير عكسية» مع هذه المجاميع، ومن أشهر الحالات المعروفة لمثل هذا النوع من التثبيط الإنزيمى ما يختص بتأثير الرصاص الذى يمكن امتصاصه من عوادم احتراق الوقود البترولى، فى وسائل المواصلات ، والذى يقوم بتثبيط إنزيم دلتا حامض أمينو لفيولينيت ديهيدريز (أحد الإنزيمات التى تحتوى على مجموعة SH)، وبذلك لا يقلل فقط من تكوين الهيموجلوبين، بل وبعض إنزيمات التنفس، التى تحتوى على مجموعة الهيم heam كإنزيم السيتوكروم p450.

ثالثا: تأثير السموم في الأغشية الحيوية:

إن استمرارية وصيانة الغشاء الخلوى، وبالتالى حياة الكائن الحى نفسه، رهن باستمرارية عملية تبادل المغذيات والوسائط الأيضية بين الخلية وما يحيط بها (من بيئتها) وما يجاورها من خلايا وتراكيب. إذ إن أحد أهم الوظائف الخاصة بالغشاء البلازمى يتمثل فى تنظيم مثل هذا التبادل، وأى مادة غريبة يمكن أن تُغيِّر تركيب هذا الغشاء، فإن ذلك مقترن بحدوث خلل فى وظائفه الطبيعية من شأنه أن يتدخل فى النقل الخلوى؛ وبالتالى فسيكون لذلك تأثير سام. وعلى سبيل المثال: فقد تدمِّر مذيبات الدهون الغشاء الخلوى كُلية، فيؤدى

ذلـك إلى اندثار محتويات الخليـة وتدميرها. على أن تأثير السـموم بوجه عام أقل من ذلك بكثير، أما التغيرات التى تتم على مستوى الأغشية مثل: اختزال حجم الثقوب، أو أى تغيير كيميائى من شـأنه أن يقلل من ذوبان الدهون فسوف يؤدى إلى إيقـاف أو إعاقة حركة الكيماويات كرد فعل طبيعى للتدرج التركيزى عبر غشـاء الخلية. فالعناصر الثقيلة نشـطة جدا فى هذا الشـأن، وعلى سـبيل المثـال: فإن عنصرى الزئبق والرصاص، يرتبطان بمجاميع السـلفهايدرل (SH ، والفوسـفات (phosphate) على سطح الغشاء الخلوى، وهناك أيضا كثير من المواد الضرورية التي تنتقل عن طريق الحوامل، الموجودة فى الغشاء نفسه، بينما تقوم السموم التى تؤذى أو تؤثر على هذه الحوامل أو على جزيئات أخرى سوف تؤثر على عمليـة النقل هذه، فمادة الفلوريزين phlorizin، على سـبيل المثال، تمنع امتصاص الجلوكوز مـن الأنيبيبات الكلوية، وذلك باتحادها بحوامل الجلكوز، وبذلـك تؤدى إلى ظهـور الجلوكوز فى البول، وهى الحالـة التى يتم فيها طرح الجلوكـوز فى البول. إن الانتقال النشـط ضد التدرج التركيـزى يتطلب طاقة ، وبالتالى فإن السـموم التى تؤدى إلى تقليـل إنتاج الطاقة أو تمنع تكوين جزيئات ATP، وهى الجزيئات المشـحونة بالطاقة سوف تؤدى بالتالى إلى توقف عمليات النقـل المعتمدة على الطاقة (مثال ذلك: مضخة الصوديوم) وبالتالى يؤدى ذلك إلى إيذاء الخلية إيذاء بالغاً.

وعلى شـاكلة الغشـاء الخلوى (البلازمى) فى أطراف جميع الخلايا والغشاء النـووى الذى يفصل بين السـيتوبلازم والبلازما النوويـة، فإن الخلايا تحتوى أيضـاً على أنواع أخرى مـن العُضَيَّات الأخرى، التى تتألف أساسـاً من تراكيب غشائية مثل الميتوكوندريا والشبكة البلازمية الداخلية الخشنة والأجسام الحالّة (الليسـوزومات)، والتى يمكنها بالمثل أن تتأثر سـلبياً (تتـأذى) بالكيماويات السامة. إن تهتك أغشية الليسوزومات (انفجارها) يمكن أن يكون خطيراً للغاية ذلـك أن الإنزيمـات المنطلقـة منها على إثـر ذلك قد تؤدى إلى هلاك الأنسـجة

المجاورة فحمض السليسيك مثلاً المشتق من السيليكا يسبب تهتك ليسوزومات خلايا الماكروفاج فى الرئة والذى يؤدى بدوره إلى انطلاق إنزيمات الليسوزومات التى تنتهى بهلاك خلايا الماكروفاج فيؤدى ذلك إلى حالة تُعرَف بالتحلل السيليكى والذى انتشر بين عمال المناجم والمحاجر.

وهناك بعض الأنشطة الخلوية الأخرى كتخليق الرنا RNA والدنا DNA، والنمو، والانقسام الخلوى والأيض العام. كل هذه الأنشطة معرضة أو قابلة للتأثيرات المعاكسة للسموم والمركبات الغريبة والخلل الناجم عن التسمم يمكن أن يحدث على جميع مستويات التعضى من الأجهزة تحت الخلوية إلى الأجهزة العضوية.

إضافة إلى الكيماويات التى تسبب هذه التأثيرات السامة فإن عدداً هائلاً من المواد السامة مسئول عن تأثيرات سامة من نوع أقل وضوحاً وتعريفًا، فعلى سبيل المثال فإن الكيماويات المسرطنة تؤدى إلى إحداث الأورام فى الأنسجة المخاطية أو الضامة. وأحد المظاهر المبكرة لهذا النوع قد تم ملاحظته عام ١٧٧٥م عن طريق السير بيرسيفال بوتس PERCIVAL POTTS، الذى عزا كارسينوما كيس الصفن (سرطان غدى) فى عمال تنظيف المداخن إلى طول مدة تعرضهم للسناج (السخام Soot).

هذا، وهناك العديد من المواد الكيميائية التى ثبت أنها مسرطنة مثل الأصباغ العضوية وبعض أنواع الهيدروروكربونات. وقد لوحظ مراراً أن تأثير هذه المواد يظهر فقط بعد سنوات عديدة من بداية التعرض لها، وهذا يبعث على الاعتقاد بأن فترة الكمون الطويلة هذه ضرورية لإحداث السرطان.

أما المواد التى لها القدرة على العبور أو النفاذ إلى المشيمة خلال مدة الحمل وتؤذى الجنين النامى فتُعرف بالمواد المشوِّهة هذا ويعتمد نوع الشذوذ والإيذاء أو العيب الذى تسببه المادة المشوِّهة – إلى حد بعيد – على مرحلة الحمل، التى تتعرض عندها الحامل إلى المادة الكيميائية. فالفترة الحرجة، بالنسبة للإنسان،

هى على وجه التقريب من نهاية الأسبوع الأول إلى الأسبوع التاسع أو العاشر بعد الحمل.

وربما كان عقار الثاليدومايد من أشهر العقاقير المسببة للتشوه الجنينى، وقد استخدم هذا العقار فى الفترة من ١٩٥٩ – ١٩٦١ فى عدة بلاد من غرب أوربا. شملت ألمانيا وبريطانيا كعقار مهدئ، بيد أن استعماله قد نجم عنه مجموعة متنوعة من التأثيرات السامة، تراوحت من الإيذاءات الخفيفة التى لوحظت على أصابع اليدين والقدمين إلى غياب الأطراف تمامًا Amelia .

وهناك بعض المواد الغريبة، ذات قدرة على إحداث حالة من فرط الحساسية، فى أشخاص معينين، بحيث إن التعرض لمزيد من هذه المواد يمكن أن يسبب تفاعلات موضعية أو جهازية ومثل هذه الكيماويات، وغالبا بالتآزر مع بعض العوامل الأخرى مثل البروتينات، تعمل كمواد مسببة للحساسية allergens، فتثير جهاز المناعة لكى يصنع أجسامًا مضادة من نوع الجلوبيولين المناعى E(IgE). وهذه الأجسام المضادة، لها قابلية خاصة للخلايا الصارية، والتى تتدخل بذلك فى التفاعل الطبيعى بين هذه المواد والأجسام المضادة، فتؤدى إلى تدمير الخلية، وانطلاق مادة الهيستامين والالتهاب والايذاء النسيجى. هذا ويتأثر الجلد والقناة التنفسية – على وجه الخصوص – وربما كان المضاد الحيوى المعروف بالبنسللين هو أشهر الأمثلة للعقاقير المسببة لفرط الحساسية، ولكن كثيرا من الملوثات البيئية لها أيضا القدرة على إحداث هذا التأثير السام.

احتواء وتوزيع السموم Uptake and Distribution of Poisons

فيما عدا الكيماويات القوية، كمواد التآكل التي تسبب إيذاء فوريا عند ملامستها، فإن معظم المواد السامة يجب أن يتم احتواؤها من البيئة أولا، وتوصيلها إلى الأماكن المستهدفة فى الجسم قبل أن تظهر تأثيراتها السامة، وهذا الانتقال قد يتم عن طريق المرور عبر أغشية الخلايا التى تحيط بأنسجة الجسم، فغشاء الخلية، الذى يتألف من مادة دهنية بروتينية، يمثل حاجزا مثقبا بثقوب يغمرها الماء، ووظيفته الأساسية الحفاظ على كينونة الخلية، التى

يخدمها، وهو يقوم جزئيا بهذه الوظيفة، عن طريق تنظيمه لحركة المواد، داخل وخارج السيتوبلازم.

أساليب النقل

١- النفاذية البسيطة :

إن أبسط الوسائل، التى يتم عن طريقها نفاذ المواد المختلفة، عبر الأغشية الخلوية، بل وأكثرها شيوعا هو النفاذ باتجاه التدرج التركيزى، أى من المنطقة ذات التركيز الأعلى إلى تلك التي تتميز بتركيز منخفض، وهذه الحركة لا تتطلب استهلاك طاقة، وتبدو، على سبيل المثال، فى انتقال معظم المواد دهنية الذوبان غير المتأينة.

٢- النقل المُيَسَّر (Facilitated Diffusion) :

وهذا النوع من النفاذية يتم عن طريق حامل، قد يمثل جزءًا من غشاء الخلية نفسها، يقوم بتجميع المادة الكيميائية على أحد جانبى الغشاء، ثم ينقله إلى الجانب الآخر لتحريره وإطلاقه، وعلي سبيل المثال: فإن جزيئات الجلوكوز والسكريات الأحادية الأخرى، يتم انتقالها عادة بهذه الطريقة. وهذه الطريقة مثل سالفتها (النفاذية البسيطة) لا تعتمد في عملها على الطاقة الأيضية، بيْدَ أنها تختلف عنها فى كونها قد تتوقف عند التركيزات العالية، وذلك أن الحامل الذى يقوم بالنقل يصبح مُشبعاً في هذه الحالة.

٣- النقل النشط (Active transport):

تتميز الخلايا غالبا بالقدرة على تحريك وتخزين المواد ضد التدرج التركيزى، وهذا النشاط من الطبيعى أن يتطلب استهلاكا للطاقة، وعلى ذلك، فيشار له بالنقل النشط أو النقل المرتبط بالنشاط الأيضى، ونمثل لهذا النوع من النقل بانتقال أيونات الصوديوم عن طريق مضخة الصوديوم. هذا، وتقوم الحوامل هنا بعملية النقل تماما، كما هو الحال فى النقل المُيَسَّر، غير أن نشاط الخلية الأيضى، يزداد هنا لكى يوفر الطاقة اللازمة لعملية الانتقال ضد التدرج التركيزى.

٤ - الترشيح (Filtration):

يعلل هذا النوع من النقل لحركة بعض المواد، كالماء وكثير من الأيونات والجزيئات المحبة للماء، ذات الأبعاد المناسبة طبقا للتدرج التركيزى، وذلك عبر الثقوب الصغيرة الموجودة بغشاء الخلية.

(أ) الالتقام الخلوى (phagocytosis):

(ب) التشرب الخلوى (pinocytosis):

إن المواد التى تتألف من أجزاء صغيرة، وتلك التى توجد فى محاليل يمكن أن تنتقل للخلايا بطرق تتضمن قذف extrusion أو اندغام envagination جزء من الغشاء الخلوى والتهام واحتواء engulfing جزء من البيئة خارج الخلية، وتتطلب هذه العملية طاقة.

العوامل التى تؤثر فى نقل المواد الغريبة:

نشأت آليات النقل، لكى تُمَكِن الجسم من امتصاص المغذيات والاحتياجات الأيضية، من البيئة الخارجية، وتوصيلها بين وداخل الأنسجة، ولم تنشأ لكى تهيئ انتقال المركبات الغريبة بسهولة للجسم، وعلى ذلك فإنه ليس من الغريب اكتشاف أن عملية انتقال معظم المواد الغريبة إنما تتم عن طريق النفاذية البسيطة، وليس عن طريق تلك العمليات المعقدة، التى ترتبط بالحوامل، فالحوامل غالبا ما تكون متخصصة جدا للمواد التى ترتبط بها بشكل عكسى، وبدون التشابه الكبير بين المادة الغريبة، من الناحية التركيبية والمادة الطبيعية القابلة للارتباط بالحامل، فإنه لا يمكن أن ترتبط بهذا الحامل، لكى يتم انتقالها.

إن العامل الحاسم فى تحديد كمية ومعدل النفاذية البسيطة، خلال غشاء الخلية البروتينى الدهنى، هو الذوبانية فى الدهون، فالمواد المُحبة للدهون تنْفذ بسهولة كبيرة بالمقارنة إلى المركبات الكارهة للدهون، بحيث إن معدل النقل يزداد تبعا لمعامل التوزيع، بين الدهون والماء ، كما هو موضح بالجدول التالى:

جدول (٣): يبين العلاقة بين معامل الامتصاص المعدى لثلاثة أنواع من الباربيتيورات ذات قيم متشابهة لثابت التفكك (pKA).

مادة الباربيتيوارت	PKa	Pc	النسبة المئوية للامتصاص
باربيتال	٧,٨	٠,٧	٤
سيكوباربيتال	٧,٩	٢٣,٣	٣٠
ثيوبتال	٧,٦	أكثر من ١٠٠,٠	٤٦

هـذا وتنزع المواد غير المتأينة إلى أن تكون محبـة للدهون؛ وبذلك فالمادة غير الألكتروليتيـة تمر بمعدل يعتمد على معامل التجزئ، على الرغم من ذلك، فإن الأيونات بوجه عام محبـة للماء، ولذلك فإن مرورها يعتمد على درجة تفككها وذوبانها فى الدهون، وهذه المواد تشمل كثيرا من الأحماض العضوية والقاعدية، التى تمثل عقاقير هامة.

هـذا، ويمكن حسـاب كميـة أو مدى التفكك باسـتخدام معادلة هندرسـون – هازلبالخ.

الفصل الخامس

النقل والتوزيع

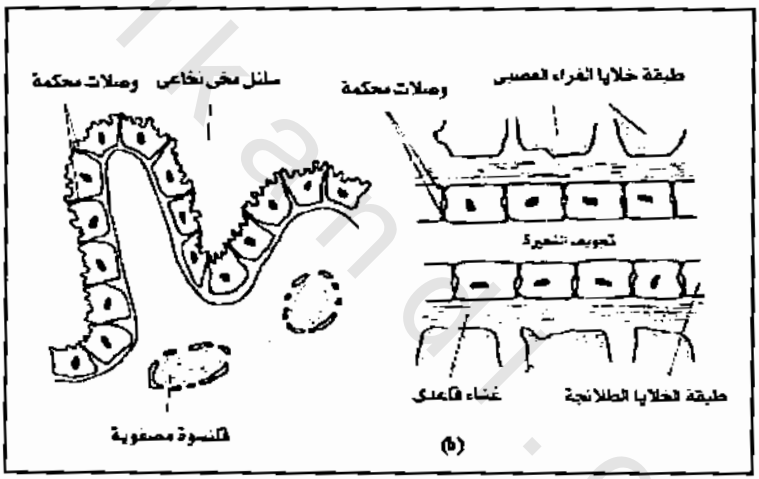
دور الدم :

بعد عملية الاحتواء (الامتصاص) فإن المركبات الغريبة تواجه الشعيرات الدموية بسرعة، وينتج عن وجود فجوات واسعة بين الخلايا الطلائية الشعرية (للشعيرات الدموية) حاجز ذو نفاذية عالية، بيْد أنه يحصر ويمنع مرور المواد ذات الوزن الجزيئى العالى فقط، مثل البروتينات. إن المواد القابلة للذوبان فى الدهون قد تنفذ أيضاً عبر الخلايا الطلائية وكذلك من بينها فيؤدى ذلك إلى انتقال المواد بشكل سريع جداً. إن المرور فى الأوعية الدموية، سواء كان حراً فى ماء البلازما، أو مرتبطاً بالبروتينات، أم حتى داخل كريات الدم الحمراء أو البيضاء، فإنه يجعل المواد الغريبة تنتشر وتصل إلى داخل الأنسجة والأعضاء الخاصة بالجسم. ولكى تتحد هذه المواد بالمستقبلات فى الأعضاء المستهدفة، فإنها لابد وأن تترك تيار الدم وتعبر إلى الفجوات بين النسيجية، وفى ضوء التركيب الشعيرى فإن ذلك يتم بشكل طبيعى دون أية صعوبات. إلا إنه فى بعض المواقع، وبشكل ملحوظ، فى المخ والسائل المخى النخاعى والجنين المتقدم النامى، والتى تمثل مواقع حساسة، بالنسبة للمواد الغريبة، فإنها تكون مزودة بحماية إضافية؛ وذلك عن طريق الخلايا الواقعة بينها وبين الدم.

الحاجز الدماغى الدموى:

أوضح جولدمان Goldman عام ١٩١٣ أن الحقن الوريدى لمادة التريبان الزرقاء trypan blue فى الأرنب تؤدى إلى صبغ جميع الأنسجة فيما عدا أنسجة المخ، وقد أدت هذه التجربة إلى مفهوم الحماية «الوقاية المكفولة للدماغ»، والتى عُرفت

بعد ذلك بالحاجز الدماغى الدموى، وهو الحاجز الذى يحمى الأنسجة العصبية. وفى الواقـع، فإنه يوجد حاجزان أو جهازان للتنظيم (انظر شـكل ٥)، ويوجد أحدهما عند الحد الفاصل بين الدم والسـائل المخـى النخاعى (CSF) أى الضفيرة الكوروييدية choroid plexus (أ) وعند الحد الفاصل بين الدم والمخ أى الشـعيرات الدمويـة المخية. إن الملامح الرئيسـية للخلايا الطلائيـة الخارجية أوالداخلية أوكليهما، فى هذه الأماكن هو التصاقها abutment الكبير وتجاورها المحكم، والذى يحول دون مرور المواد عن طريق الفجوات بين الخلوية.



شكل رقم (٥): الحاجز الدماغى. يوجد الحاجز بالنسبة للسائل المخى النخاعى CSF عند الوصلات المحكمة، بين الخلايات الطلائية المكعبة للضفيرة الكرويدية Choroid، بدلا من وجودها عند سطح الشعيرة الكوروييدية Choroidal، حيث تكون أغشية الخلايا الطلائية الداخلية من النوع الرقيع المخرم (المصفوى) fenestrated، الذى يسمح بالنقل، بشكل كبير عبر الخلية، وأيضا عن طريق الفجوات الخلوية.

وعلي ذلك فإن المواد الذائبة فى الماء، والمواد المتأينة يتم استبعادها، أما المواد الذائبة فى الدهون، فإنها تمر بشـكل سلبى (أو بشكل غير مباشر) عبر الخلية بالطريقـة المعتادة. هذا ويجب ملاحظة أن هذه الحواجز barriers لا تمنع مرور

المـواد كلية إذ إن آليات النقل النشـط لازالت موجودة، وذلـك للمرور الانتقائى للمواد، داخل وخارج المخ ، والسائل المخى النخاعى.

ويوجد هذا الحاجز بين الدم والمخ، عند سـطح الشـعيرة المخية، حيث تتصل الخلايا الطلائية الداخلية بشدة، وبذلك تمنع النقل داخل الخلايا، بالاضافة إلى هذا فإن الخلايا مغطـاة بطبقة من الخلايا الغرائية glial التى تمنع هى الأخرى عملية النقل.

المشيمة The placenta

فى الطور الأخير من الحمل، فإن المشـيمة البشـرية تكون على هيئة تركيب قرصى الشـكل، طول قطرها ١٥سم ، أما سمكها فيصل إلى ٢ – ٣ سم، أما الوزن فيصل إلى حوالى ٥٠٠ جرام. وترتبط بالجنين عن طريق الحبل السرى الذى يصل طوله إلى ٥٠ سـم، وهو يمثـل الأداة التى تصل الجنين بـالأم، و يتصل الجنين بالعالم الخارجى عن طريق الأم.

ومـن الناحيـة الآلية الدفاعية لا يمكـن اعتبار المشـيمة ذات أهمية فى هذا الصـدد، إذ إن الدلائل المتاحة لا تشـير إلى كون المشـيمة ذات فعالية من ناحية الآليـة الدفاعيـة، كما لا يمكن الاعتقـاد مطلقا فى كونها حاجـزا، يمنع مرور الكيماويات السـامة؛ ذلك أن كثيرا من المواد يمكن أن تمر إلى الجنين بسـهولة، عن طريق الانتشار البسيط. ومعظم المواد دهنية الذوبان، مثل كثيرٍ من العقاقير، ستمر بسـهولة عبر المشـيمة، وعلى ذلك فإن أى علاج عقارى، فى فترة الحمل – إذا لم يكـن ضروريا – فإنـه ينبغى تجنبه، وذلك فى ضوء القدرات المحدودة التى يمتلكها الجنين للتخلص من السـموم فى هذا الوقت؛ وبالتالى تصبح هناك خطورة كبيرة من جراء التأثيرات المشوِّهة على الجنين.

إن معظم الغازات، كمواد التخدير، وكذلك أول أكسيد الكربون، تمر بسهولة عبر المشـيمة، وكذلك الكحول، وكثير مـن العقاقير المخدرة، وقد يؤدى ذلك إلى احتمال ميلاد أطفال مدمنين.

□□□

الفصل السادس

العوامل التى تؤثر على التسمم

يعتمد التأثير الملاحظ لسم ما، ليس فقط على الفروق الطبيعية بين الأفراد، ولكن أيضاً على مجموعة من العوامل الأخرى، كالجرعة والعمر والنمو، والشدة أو الكرب، الذى يقع تحت تأثيره الحيوان، حال تعرضه للسموم والملوثات، وغير ذلك من العوامل التى سوف نتعرض لها فى هذا الفصل.

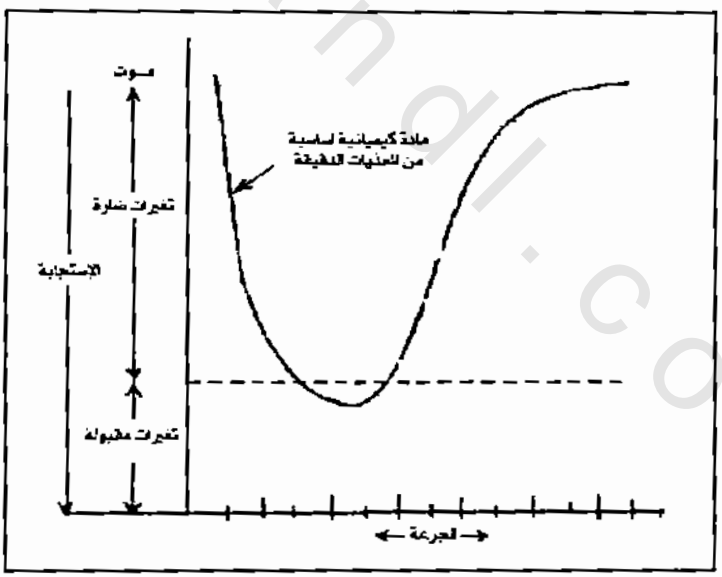
أولا: الجرعة.

تعتبر الجرعة Dose من العوامل الهامة فى تحديد سمية المواد المختلفة، ومن ثَمَّ فلها أهمية خاصة فى علم السموم، ولابد من تحديدها لبيان الحدود التى تكون عندها المادة سامة من عدمه. وهناك بعض العناصر الثقيلة كالزنك والنحاس مثلاً، يُنظر إليها لأول وهلة كسموم، فالزنك يؤدى التسمم به إلى تهتك الصفائح الخيشومية فى السمك، واضطرابات كيموحيوية أخرى فى الثدييات، إلا إن هذا العنصر يُكَوِّن جزءًا لا يتجزأ، فى كثير من الإنزيمات الهامة فى الجسم، مثل إنزيم الفوسفاتيز القاعدى.

وبالمثل فإن التسمم بعنصر النحاس يؤدى إلى تحلل كريات الدم الحمراء، كما يؤدى إلى القيئ والإسهال، وغيرها من مظاهر التسمم الأخرى، عندما يتناوله الإنسان بتركيزات عالية، إلا إنه لا غنى عن هذا العنصر الهام بمقادير قليلة؛ وذلك لأن هذا العنصر، الذى يعتبر من المُغذيات الدقيقة الأساسية، فهو هام لتصنيع مركب يعرف بالسيريولوبلازمين، ومن ثم فهو يُعْتَبر إنزيما ضروريا لعملية الاستفادة بعنصر الحديد، وبالتالى فإن غيابه يؤدى إلى الأنيميا أو فقر الدم. وعلى ذلك فالنحاس لا يمكن اعتباره سمًا، حينما يتناوله الإنسان بمقادير قليلة، بل يعتبر عنصرا لا غنى عنه فى هذه الحالة. أما عنصر الحديد، فعلى

الرغم من أن الجرعة الكبيرة منه تؤدى إلى التسمم، فإن جرعة يومية مقدارها ٥ مجم بالنسبة للرجل، وجرعة مقدارها ١٠مجم بالنسبة للمرأة يوميًا، هام لتجديد كرات الدم الحمراء التي تتجدد بمعدل قدره ١٪ يومياً.

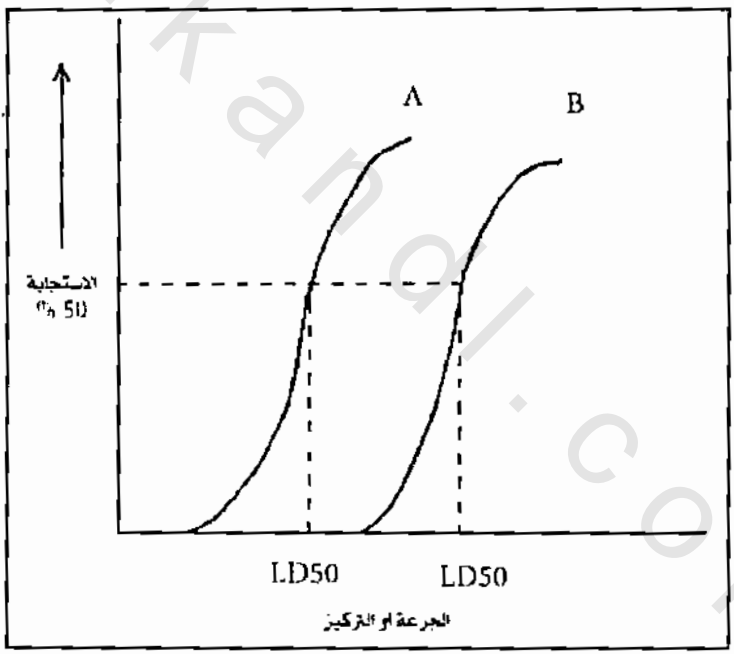
كذلك فإن عنصر اليود مطلوب بجرعات منخفضة جدًا، لتصنيع هرمونات الغدة الدرقية، أما ملح الطعام فمطلوب أيضًا؛ لتزويد الجسم بكل من عنصرى الصوديوم والكلور، الهامين للجسم، بيْد أن الكثير منه يؤدى إلى اختلالات مَرَضية فى الجهاز القلبى الوعائى، قد تودى بحياة المريض. وحتى الفيتامينات فإنها مطلوبة أيضا بالمقادير المناسبة فقط. أما إذا زادت كمية هذه العناصر والمواد زيادة كبيرة، فقد ينجم عن ذلك تسمم قاتل وعلى ذلك فإن هذه المواد تسمى بالمغذيات الأساسية الدقيقة، ومن أمثلة هذه المواد عناصر الزنك والنحاس والحديد واليود وملح كلوريد الصوديوم، وبعض الفيتامينات، لاسيما دهنية الذوبان منها (انظر شكل رقم ٦).



شكل رقم (٦): يوضح منحنى جرعة/ استجابة لمادة من المغذيات الأساسية الدقيقة.

هذا، وتتحدد سمية المركبات المختلفة، عادة عن طريق متوسط الجرعة القاتلة، وتسمى أيضاً بالجرعة القاتلة للنصف (LD50)، وتُعَرَّف بأنها تلك الجرعة التى تقتل ٥٠ حيواناً من ١٠٠ حيوان تحت التجربة، وعلى ذلك فإنه من المناسب ومن الشائع أيضًا فى علم السموم، أن يتم رسم البيانات، على هيئة منحنى، يوضح العلاقة بين جرعة المادة الكيميائية والنسبة التراكمية للحيوانات التى تُظهر استجابة (كالموت)، ومثل هذه المنحنيات تُعْرَفُ بمنحنيات جرعة/ استجابة.

هذا، ويبين شكل (٧) العلاقة بين الجرعة / والاستجابة لمادتين. وقد يتم تجميع البيانات بطريقة تجريبية، على النحو التالى:



شكل رقم (٧): يوضح منحنى جرعة/ استجابة.

تعطى مجاميع متجانسة، من نوع معين من الحيوانات، كالفئران مثلاً، محلولا من المادة الكيميائية المراد تعيين جرعتها القاتلة للنصف، عن طريق معين من طرق الإعطاء (كالفم أو الجلد أو الحقن فى الجسم)، ويمكن عن طريق التجريب، اختبار الجرعة التى لا تقتل جميع الحيوانات ولا تُبقى أيضاً على جميع الحيوانات.

وقد تكون الجرعة مبدئية صغيرة جدًا، إلى الحد الذى لا تؤدى إلى قتل أى من الحيوانات على الإطلاق. وفى المجاميع التالية من الحيوانات، فإنه يمكن زيادة الجرعة، بتضاعف عددى ثابت مقداره ٢ أو على أساس لوغارتمى، حتى يمكن الحصول على أعلى جرعة تؤدى إلى قتل جميع الحيوانات فى المجموعة التجريبية؛ نتيجة لتعرضها للمادة الكيميائية. وعلى ذلك، فإن ما يجب ملاحظته وتدوينه فقط، خلال هذه التجربة، هو موت أو بقاء الحيوانات فى هذه التجربة. وتحت هذه الظروف، فإن النتائج، التى تم الحصول عليها، فى هذه التجربة، يتم تمثيلها بيانياً فى الشكل رقم (٧).

حيث يمكن استنتاج أنه ليس هناك مادة كيميائية آمنة تمامًا، كما يمكن أيضا استنتاج أنه ليس هناك مادة كيميائية ضارة تماماً.

وهذا المعنى يرتكز على المقولة التى تفيد بأن أية مادة كيمائية يمكن أن تقتحم أى نظام حيوى دون أن تؤثر فيه، طالما أن تركيز هذه المادة أقل من مستوى الحد الأدنى الفعال (المؤثر)؛ وعلى ذلك، فإن جميع المواد الكيميائية لها تأثير مضاد، غير مرغوب فيه، فقط فى حالة اقتحامها النظام الحيوى بتركيزات عالية.

فلو أننا اعتبرنا أن هذا التأثير المنتظر، هو من النوع: استجابة أو عدم استجابة على الإطلاق، ومن ثم يرتبط باستمرار الحياة أو توقفها، فإن تحديد ذلك فى هذا السياق يصبح على هذا النحو: الاستجابة تكون بموت الحيوان أو النظام الحيوى، وعدم الاستجابة تكون ببقاء الكائن الحى أو النظام الحيوى.

وأن المادة الكيمائية ذات تأثير متدرج عند تركيز ما بين الحدين الأدنى والأعلى، وتعيين هذا المدى أو المجال من الجرعات هو أساس تعيين العلاقة بين الجرعة والاستجابة.

ولو أننا ألقينا نظرة على الشكل رقم (٧) فسوف نجد جرعة المركب الكيميائى «A» قد تكون صغيرة للغاية للدرجة التى لا يحدث عندها أية وفيات.

ولكن بزيادة الجرعة، فإن المنحنى السيجمويدى S، يمكن الحصول عليه، بحيث إنه عند درجة من التركيز عالية، فإن ١٠٠٪ من حيوانات التجربة تموت نتيجة لتعرضها لمادة الاختبار الكيميائية.

أما القيمة المتوسطة للجرعة التى تؤدى إلى موت ٥٠ ٪ من الحيوانات تحت الاختبار، فتسمى – كما قلنا سابقاً – الجرعة القاتلة للنصف LD50، وهى الجرعة التى يمكن تحديدها – بدرجة كبيرة من الدقة – لأية مادة كيميائية، وتتحدد على أساسها سمية هذه المادة. وجدير بالذكر، أنه كلما قلت هذه الجرعة (القاتلة للنصف) كانت سمية المادة عالية، والعكس صحيح (قارن بين الجرعة (A) للمبيد الأكثر سمية والجرعة (B) للمبيد الأقل سمية، انظر أيضا الجدول رقم ٤).

وعلى الرغم من أن سمية المادة تزيد – بشكل عام – بزيادة الجرعة فإنه، فى بعض الحالات، قد يسلك الحيوان سلوكاً فسيولوجياً معيناً، قد يؤدى إلى تقليص سمية المادة الكيميائية، فى حالة إعطائها الحيوان بكمية كبيرة، فى حين أن جرعة أقل بكثير من هذه المادة، قد تودى بحياة هذا الكائن؛ وكمثال واضح لذلك: فإن إعطاء الحيوان جرعة كبيرة من عنصر الزرنيخ يستتبعه تهييج المعدة، الأمر الذى يُفضى إلى القيئ، والذى قد يؤدى بدوره إلى إفراغ المعدة من المادة السامة، فينتج عن ذلك تأثير سام، أقل بكثير منه فى حالة إعطاء الحيوان جرعة صغيرة من هذا السم.

جدول(٤) : قيم الجرعات القاتلة للنصف LD50 لمجموعة من المواد الكيميائية متدرجة من المواد الأقل سمية إلى أكثرها سمية.

المادة	حيوان التجربة	طرق إعطاء الحيوان المادة السامة	نتيجة الجرعة القاتلة LD50
١ – كحول إيثيلي	الفأر	عن طريق الفم	١٠,٠٠٠,٠٠٠
٢ – كلوريد الصوديوم	الفأر	في التجويف البريتوني	٤,٠٠٠
٣ – كبريتات الحديدوز	الجرذ	عن طرق الفم	١,٥٠٠
٤ – كبريتات المورفين	الفأر	عن طريق الفم	٩٠٠,٠٠٠
٥ – صوديوم فينوباربيتال	الفأر	عن طريق الفم	١٥٠,٠٠٠
٦ – د. د. ت	الفأر	عن طريق الفم	١٠٠,٠٠٠
٧ – كبريتات الاستركنين	الفأر	في التجويف البريتوني	٢,٠٠٠
٨ – نيكوتين	الفأر	الحقن الوريدى	١,٠٠٠
٩ – تترودوتوكسين	الفأر	الحقن الوريدى	٠,١٠٠
١٠ – ديوكسين	خنزير غينيا	الحقن الوريدى	٠,٠٠١
١١ – سم البوتيولينوس	الجرذ	الحقن الوريدى	٠,٠٠٠٠١

ثانيا: اختلاف النوع Species variation:

على الرغم من أن الملامح الأساسية لاحتواء الكيماويات نفسها ثابتة لا تتغير، فى معظم الثدييات، كما وصفناها آنفا، فإنه توجد بعض الفروق، لابد من التنويه إليها. وعلى سبيل المثال فإن تنوع تركيب الجلد واختلاف مواقع وكثافة الشعر، كل ذلك قد يؤثر على احتواء السموم. فحينما نقارن بين سمية المواد فى الأنواع المختلفة – ولاسيما عند عمل محاولات للربط بين نتائج اختبارات السمية التى تجرى على حيوانات التجارب والإنسان – فلابد من مراعاة هذه الاختلافات.

إن الحاجة لمبيدات الحشرات الفعالة، قادت كثيراً من الباحثين لدراسة عمليات امتصاص السموم المستخدمة عن طريق مصادر الغذاء، وخاصة النباتات، وعن طريق الجهاز الهضمى للحشرات، ودراسة التسمم عن طريق الملامسة (أو الاتصال المباشر) عن طريق النفاذية المباشرة للجسم من خلال الجليد cutide.

وعلى الرغم من وجود اختلاف كبير فى التركيب الجليدى بين الحشرات، فإن كثيراً من الأنواع الأرضية، تمتلك طبقة من الشمع، تقع فوق الجليد، تنفذ من خلالها المواد القابلة للذوبان فى الدهون بسرعة، وذلك قبل أن تنتشر بوضوح على الجانبين، لتغطى الجليد بأكمله. وعلى سبيل المثال، فإن الـ د.د.ت الموضوع على الصدر الأمامى للصرصور، قد تم تعيينه فى الأجنحة، خلال فترة زمنية قصيرة جدًا. إن الآلية التى يتم بها مرور المواد، خلال طبقات الجليد السفلية ودور الجهاز القصيبى، إن وجد، ليس واضحًا. أما الطيور فقد بات واضحاً أنها تُراكِم السموم، لاسيما مبيدات الآفات، من الطعام الذى تستهلكه، والكيماويات التى تلوث ريشها، قد تعبر أيضاً إلى جسمها عن طريق المعى (gut)، نتيجة لحركة مناقيرها فى ريشها. ومثلُ البشر تماماً، فإن الطيور التى تعيش فى المدن هى قاب قوسين أو أدنى من خطر الملوثات الجوية، وعلى ذلك فقد تم تعيين مستويات مرتفعة من الرصاص فى طيور الحمام، فى المدن الكبيرة، التى تتميز بحركة دائبة للسيارات وملوثاتها. وقد بات معروفاً أن السموم يمكن احتواؤها عن طريق جلد الأقدام، فإن هناك محاولات قد تم بذلها، لمكافحة بعض الآفات كالطيور، وذلك بوضع الكيماويات فى الأماكن المعروفة، كمحطات أو مهابط هذه الطيور وأماكن تعشيشها. إن الحيوانات المائية قد تحتوى (تمتص) السموم عبر سطح الجسم كله، أو عن طريق المعى gut، أو عن طريق تراكيب الجهاز التنفسى المتخصصة.

وقد دلت التجارب على أن الأسماك، على سبيل المثال، يمكن أن تمتص الملوثات الموجودة فى الماء عبر أسطح خياشيمها، وعبر مخاطية مَعْيِها، من الماء المُبْتلع، أو من خلال الطعام الملوث. وتُمْتَص بعض الكيماويات من خلال المخاط الموجود على طبقة البشرة، وعلى الرغم من التجارب المعملية الكثيرة والحقلية أيضاً، فلا يوجد بوضوح ما يشير إلى أن أيا من هذه الطرق - إن وجدت - هى الأكثر أهمية من غيرها على وجه العموم.

وعلى ذلك، فإن الاختلافات القائمة بين الأنواع المختلفة من الكائنات الحية، سواء فى تركيبها التشريحى والدقيق، أو فى تركيبها الكيميوحيوى، أو فى

وظائفها الفسيولوجية، ذات تأثير واضح على سمية المواد المختلفة. ولنأخذ ملمحا واحدا كمثال لهذه الاختلافات، وأثرها على سمية المواد، ونقصد بذلك تركيب الجلد، الذى يختلف من نوع ما من أنواع الحيوانات إلى نوع آخر، سواء فى مواقع الشعر أم كثافته أم سمك طبقته، وكل ذلك يؤثر على دخول المواد جسم الحيوان عن طريق الجلد؛ وعلى ذلك فعند عقد المقارنات، أو ربط النتائج بين الحيوانات المختلفة. أو بين الحيوان والإنسان، فلابد من أن تؤخذ هذه الاختلافات فى الاعتبار.

وفى ضوء ما أسلفناه. فإن استخدام مبيد حشرى فعال مثل د. د.ت.، فى مقاومة الحشرات، فإنه عند ملامسته لها، حتى وإن كان على هيئة مسحوق (بودرة)، فإنه ينفذ إلى أجسامها بسهولة، من خلال الجليد الكيتينى لهذه الحشرات، فى حين أن هذا المبيد يكون أقل سمية فى حالة تعرض الحيوانات الثديية له عن طريق الجلد؛ إذ إن جلودها وأغشيتها المخاطية غير منفذة – نسبيا – لهذا النوع من المبيدات، لاسيما فى صورته تلك.

وقد قاد ذلك علماء السموم، للبحث الحثيث، نحو إيجاد أنواع من السموم متخصصة (نوعية)، بحيث تؤثر على نوع معين من الحيوانات، دون أن تؤثر على الأنواع الأخرى، ومن الأمثلة الواضحة فى هذا الشأن: مركب نوربورمايد norbormide، وهو مادة قابضة للأوعية الدموية، ومن الناحية الكيميائية فهو مادة نيتروجينية حلقية غير متجانسة، ذات سمية منخفضة جدا بالنسبة للإنسان والحيوانات الأليفة والأسماك والطيور، وحتى بعض أنواع القوارض كالفئران mice، بيْد أنها تعتبر سما زعافا بالنسبة للجرذان rats. وهكذا، يمكن استخدامها، بشكل فعال، وبنجاح هائل فى مكافحة هذا النوع من القوارض، حينما يكتسب مناعة ومقاومة لمبيد وارفارين warfarin – مادة مضادة للتجلط تستخدم كمبيد للآفات ولاسيما القوارض كالجرذان.

بل إن هناك ما هو أكثر من ذلك، حيث تبين وجود اختلافات، حتى بين الأنواع المتقاربة، وعلى سبيل المثال فإن حساسية الجرذ البُنى، وهو أحد أنواع

جنس الراتس Rattus لبيد القوارض «أنتو» antu عالية جدًا، بعكس الأنواع الأخرى، التى تنتمى لهذا الجنس.

وبالمثل، فإن تغذية عجول الفريزيان Friesian الصغيرة (عمر ٣ أشهر) بعليقة تحتوى على مادة جوسيبول gossypol – الموجودة فى بذرة القطن – بجرعة تتراوح بين ٢٣ إلى ٤٢ مجم/ كيلوجرام، يؤدى إلى هلاكها، بينما لا تُبدى عجول جرسى Jersey (من العمر ذاته) أية آثار تسممية، حتى وإن زيد معدل الجوسيبول إلى ٨٢ مجم/ كيلوجرام. أما ماشية البراهما Brahman فهى أكثر حساسية من ماشية هرفوردز Herfords، من حيث التأثيرات السامة، لمادة كروتوكسيفوس crotoxyphos (مادة تستخدم على هيئة رذاذ أو فى صورة مسحوق «بودرة» لمكافحة الطفيليات الخارجية فى الماشية).

ومن بين السموم الغذائية، التى تعتمد أيضا على نوع الحيوان، نبات السرخس bracken، ذلك الذى يشكل سما قويا بالنسبة للخيول والجرذان، حيث يحتوى هذا النبات على إنزيم ثيامينيز، الذى يحطم فيتامين ب١ (الثيامين) وهو إنزيم هام وخطير جدا لهذين النوعين من الحيوانات، ذلك أن هذه الحيوانات تعتمد فى احتياجاتها من هذا الفيتنامين على الغذاء فقط، بينما نجد الأمر يختلف تماما بالنسبة للحيوانات المجترة؛ إذ إن هذه الحيوانات تستطيع أن تستعيض عن المصدر الخارجى لهذا الفيتامين، وذلك لقدرتها على تصنيعه. وكذلك، فإن الأرانب التى تتناول كميات كبيرة من نبات البلادونا nightshade القاتل لكثير من الحيوانات، دون أن يؤثر عليها؛ وذلك لأن أكبادها تحتوى على إنزيم من نوع إستيريز esterase، يقوم بسرعة بتكسير مادة أتروبين atropine، وعلى ذلك لا تتأثر الأرانب بهذا النبات القاتل، والأمثلة فى هذا الصدد كثيرة، وحسبنا ما ذكرناه منها.

وعلى ذلك، فإن سمية المادة لا تعتمد على طبيعتها الكيماوية فحسب، وإنما تعتمد أيضا – وبقدر كبير – على نوع الحيوان، أو بالأحرى على خصائصه الفسيولوجية والكيميوحيوية، ومن ثم استجابته التسممية لهذه المادة أو تلك.

ثالثًا: العمر والنمو.

يبدو أن الجسم يكون أكثر حساسية وقابلية للسموم فى مرحلة ما قبل الولادة. حينما يصل النمو إلى أقصى معدل له. وفى مرحلة التمايز differentiation، تلك التى تتم بالنسبة للأنسجة والأعضاء، نتيجة النفاذية النسبية للحاجز المشيمى بالنسبة للمواد دهنية الذوبان، فإن الجنين النامى (ناتج عملية الإخصاب) يكون معرضاً لمعظم المواد، التى تناولتها الأم، أو دخلت جسمها. إنها أيضاً تعتمد على أيض الأم، لنزع سمية المواد الغريبة؛ وذلك بسبب عدم كفاية أنظمة الجنين الإنزيمية، فى تلك المرحلة من النمو. وقد تُسبب المواد السامة نُمُوا شاذاً ينجم عنه عيوب تركيبية، أو وظيفية، والتى يمكن تعيينها عند الولادة.

إن دراسة مثل هذه العيوب يعرف بعلم التشوه الجنينى Teratology. هذا وتتمثل أكثر التأثيرات شدة – من الناحية التشوهية – فى الموت، بَيْد أن هناك أيضاً تأثيرات (عيوب) أقل شدة بكثير، بحيث تبدو غير ذات بال. هذا، وقد أوضحت الدراسات التجريبية، التى تتم على الحيوانات، وبعض الدراسات الاستعادية retorospective الخاصة بحدوث تشوهات بشرية، أن درجة حساسية الجنين للمواد المشوِّهة ليست واحدة ، فى جميع مراحل النمو.

والواقع أن الجنين يمر بثلاثة أطوار مختلفة من النمو.

فترة ما قبل التمايز عند حدوث التفلج وتكوين البلاستولة ، وتستمر هذه الفترة منذ حدوث الإخصاب وحتى اليوم السابع عشر تقريباً بالنسبة للانسان.

فترة تكوين الأعضاء (التعضى)، وذلك عند حدوث التمايز وتكوين معظم أنسجة الجسم وأعضائه (وتستمر هذه الفترة إلى اليوم الخامس والخمسين تقريبا)، ويُعرف الجنين حتى هذا الوقت بالجنين المبكر embryo.

أما المرحلة الأخيرة من النمو فهى مرحلة النضج، حينما ينمو الجنين المتأخر كما يطلق عليه فى هذه المرحلة.

هذا، وقد تقتل الكيماويات السامة الجنين المبكر، ويرجع ذلك إلى أن الخلايا المفردة فى هذه المرحلة لا تملك دوراً محدداً سلفا predetermined. ولذلك فإنه

يحتمل ظهور تشوهات أو عيوب فى أعضاء محددة، وعلى الرغم من ذلك، فبسبب النشاط الخلوى العالى للتكون العضوى فى هذه المرحلة، فإن الجنين المبكر يصبح حساسا لأقصى درجة، وهنا يمكن للمواد المسببة للتشوه أن تكون ضارة بشكل خاص؛ ولذلك تسمى هذه الفترة من حياة الجنين، والتى تتسم بالحساسية الفسيولوجية والكيميوحيوية العالية بالفترة الحرجة. وعلى سبيل المثال فإن دراسة التشوهات (العيوب) الهيكلية، الناتجة من التعرض لعقار الثاليدوميد، قد أوضحت أن هذا النوع من التشوه، مرتبط بمرحلة الحمل التى يتعرض عندها الجنين المبكر embryo، أما عند المراحل التالية من التكوين العضوى (التعضى) وطوال فترة النضج كلها، فإن الجنين المبكر والجنين المتأخر يمتلكان جميع الأجهزة العضوية الأساسية؛ وبالتالى فإن تأثير المُشوِّهات teratogens (والكثير منها يعمل عن طريق تعطيل النمو development) – سوف يكون عموماً أقل شدة – وهناك تشوهات محددة تتمثل فى اختزال حجم الأطراف، على سبيل المثال، لا يمكن أن تحدث؛ ذلك أن الأطراف قد تكونت بالكامل فى هذا الوقت.

وبعد الميلاد، فإن الوليد الجديد لابد أن يعتمد على أنظمته الأيضية لإزالة السموم وإخراجها، بيد أن هذه الأنظمة الضرورية، كالإنزيمات الميكروسومية، وتلك الأنظمة الضرورية فى عملية الاقتران مع حمض الجلوكيورونيك، لا تزال غير ناضجة فى هذه المرحلة من الحمل، ولم تنم بالقدر الكافى لكى تنجح فى القيام بدورها، حتى الشهر الثالث من العمر تقريبا. وعلى ذلك، فإن الوليد الجديد وكذلك الجنين المبكر والجنين المتأخر، تكون جميعها حساسة للمركبات الغريبة، ومن ثم يجب حمايتها منها، بما فيها العقاقير، لاسيما إذا لم يكن التعرض لبعضها ضروريا. وقد يحدث التعرض لهذه الكيماويات، من خلال رضاعة الأطفال من صدور أمهاتهم، إذا كانت الأمهات يتناولن العقاقير للعلاج، أو يتعرضن لمواد أخرى نشطة. وعلى سبيل المثال: فإن ثنائيات الفينيل متعددة التكلور PCBs، والتى تتطلب الاقتران بالجلوكيورونايد، قد تم تعيينها فى مستويات تصل إلى ١٠٠ جزء فى البليون، فى لبن الأمهات. بل إن الخطر

يتزايد بالنسبة للأطفال المبتسرين، كما تم رصد ذلك فى الماضى عن طريق وفيات الأطفال المبتسرين المُعالَجين بعقار كلورامفينيكول، وهو المضاد الحيوى، الذى يتم تأييضه عادة بالاقتران الجلوكورونيدى. إن المواليد الجديدة لاحول لها ولا قوة، بالنسبة لعمليات الدفاع المناعية الذاتية، ضد سموم البكتريا والكائنات الأخرى المسئولة عن الأمراض، ولذلك فإنها غير قادرة على إحداث استجابة مناعية نشطة لعدم قدرتها على إنتاج الأجسام المضادة الخاصة بها؛ ولذلك فإنها تعتمد على الحماية السلبية (غير المباشرة) المقدمة لها عن طريق الأجسام المضادة (الجلوبيولين المناعىG) التى لها القدرة على عبور المشيمة، التى ترد إليها من الدورة الدموية للأم، وأيضا من خلال الجلوبيولين المناعى G الذى يصل إليها من الرشفات الأولى من لبن أمهاتهم ، والذى يعرف بالمسمار colostrum .

رابعا: الطبيعة الفيزيقية والكيميائية للمادة.

لوحظ أن امتصاص كثير من المواد، بعد امتزاجها بالزيوت، يصبح أكثر سهولة ويسرا عنه فى حالة وجودها فى محاليل مائية. ومن الأمثلة البارزة فى هذا الصدد امتصاص عنصر الفسفور وكثير من مبيدات الحشرات، وعلى ذلك فإن نوع المُذيب له أهمية خاصة بالنسبة للامتصاص الجلدى.

إن الحالة الفيزيقية للمادة، ونعنى بها: وجود المادة على هيئة معينة، فمن حيث الصلابة، قد تكون فى صورة حبيبات خشنة، أو على شكل مسحوق ناعم، أو على هيئة محلول، كل ذلك يؤثر على كمية المادة التى تلزم من سمّ ما ليُحدث تأثيره الضار. وعلى سبيل المثال، فإن سمية مادة فينوثيازين phenothiazine تعتمد كثيرا على حجم دقائقها.

أما بالنسبة للطبيعة الكيميائية للمادة السامة، فإن العلاقة بين التركيب الكيميائى والسمية هى علاقة معقدة؛ وذلك لأن تأثير تغير طفيف فى التركيب الكيميائى للمادة السامة، يمكن أن ينجم عنه تأثير «فارماكولوجى» كبير، ومن الأمثلة الجيدة، التى تضرب فى هذا المقام مادة نالورفين nalorphine، وهى

مادة يمكن تحضيرها من عقار المورفين morphine، وذلك باستبدال مجموعة «ألايل» allyl، ورمزها الكيميائى (CH2 - CH= CH2 -) بمجموعة الميثيل «-CH3» فى مركب المورفين، فنحصل على: «ن – ألاليل مورفين» أو «نالورفين». ومن المعروف أن مادة نالورفين هى من أكثر المواد المضادة فى عملها لمادة المورفين! وهى أيضا مادة تبعث على زيادة معدل عملية التنفس بقدر كبير.

هذا، ويجب ملاحظة أنه – من الناحية الفسيولوجية – فإن الأشباه والنظائر من المركبات الكيميائية، تعتبر مركبات مختلفة تماما؛ ولذا فإن لها تأثيرات متباينة تماما، ومن ثم تسلك حيالها الخلايا والأنسجة سلوكا مختلفا، وعلى سبيل المثال فإن مركب «د ـ جلوكوز» يمكنه بسهولة دخول الخلايا، بينما لا يسمح لنظيره «ل – جلوكوز» بدخول هذه الخلايا! ويتكرر الحال أيضا بالنسبة للأحماض الأمينية من النوع «د – » والنوع «ل – »، وهذه المركبات تعرف بالنظائر البصرية optical isomers.

خامسا: تأثير الشدة (الكرب stress).

للظروف غير المواتية المحيطة بالكائن الحى تأثير كبير، لاسيما على استعداده للتسمم بالملوثات والسموم المختلفة، وتعرف بعوامل الكرب أو الشدة، ومنها الظروف المَرَضية، وأحواله الغذائية غير المناسبة، كأوجه نقص الغذاء المختلفة، وسوف نلقى الضوء على هذه الظروف فى عُجالة مقتضبة.

أ - الأمراض:

ثمة أعضاء تتسم بأهمية خاصة فى الجسم نظرا لوظائفها الفسيولوجية والحيوية، التى لاغنى عنها، كالكبد، الذى يعتمد عليه الجسم فى كثير من التفاعلات الأيضية المختلفة، وتخليصه للجسم من السموم والمواد الغريبة، والكُلى الذى يعتمد عليها الجسم بشكل أساسى فى طرح النفايات والسموم المختلفة، ضمن إفرازها للبول. ونظرا لما تقدم ذكره، بشأن هذه الأعضاء، فإن أى تلف أو إيذاء لهذه الأعضاء، يترتب عليه تأثير سلبى، لا سيما ذلك الذى

يختص بطرح وإقصاء السموم من الجسم. وعلى سبيل المثال، فإن تخليص الجسم من مركبات الفلورايد يقل كثيرا عند مرضى القصور الكلوى الحاد.

وبالمثل، فإن الكبد المُنهك ، نتيجة الاستهلاك الكحولى الشديد لمدة طويلة، يعوق عملية تخليص الجسم من السموم والملوثات. وكذلك، فقد لوحظ أن التهاب الكبد الخمجى يقلل من تصنيع الجلوكيوروناید. وقد لوحظ أيضا تزايد الشكوى من جراء التلوث البيئى للهواء وزيادة تأثيره التسممى لدى أولئك الذين يعانون من أمراض فى الجهازين القلبى الوعائى والتنفسى.

ويسجل التاريخ الطبى أنه فى ديسمبر من العام ١٩٥٢، حيث اشتد الضباب المشبع بالدخان، لاسيما مع ارتفاع نسبة ثانى أكسيد الكبريت فى الجو، فى هواء العاصمة البريطانية لندن، فقد سُجلت حالات من الوفيات بلغت حوالى ٤٠٠٠ حالة، عزاها المختصون إلى التأثير المتضافر لكل من المرض (الجهاز التنفسى أو القلبى الوعائى) والتسمم الناجم عن الهواء المُلوَّث، وقد تكرر ذلك فى العام ١٩٥٦، مما جعل المسئولين يعجلون بسن قانون «الهواء النظيف».

ب - التغذية:

لاحظ علماء الفسيولوجيا والسموم أن الحيوانات سيئة التغذية، تقل لديها القدرة على مواجهة السموم، وذلك بالمقارنة بالحيوانات المغذاة بعناية، طبقا لضوابط التغذية الجيدة. ولقد أصبح من القواعد الواضحة المستقرة الآن، أن نقص عناصر غذائية محددة، ومكملات غذائية معينة، يؤدى إلى نتائج خطيرة. فقد لوحظ أن لفيتامين C دورا فى تخفيف أعراض التسمم بعنصر الرصاص فى الإنسان، كما أكدت ذلك أيضا التجارب التى أجراها الباحثون على حيوانات التجارب كالفئران وغيرها.

أما نقص عنصر الحديد فى الغذاء ، ففضلا عن أنه يسبب الأنيميا، فإنه أيضا يؤدى إلى زيادة امتصاص ومن ثم التأثير الضار لعنصر المنجنيز، وهذه الظاهرة معروفة لدى من يعانون من الأنيميا بشكل عام.

أما فى حالات النقص الكمى للغذاء، واعتماد الكائن، فى الحصول على الطاقة اللازمة له، على ما اختزنه من دهون فى جسمه، فإنه عند تحريك وتنشيط هذه الدهـون من الناحيـة الأيضية والكيميائية، يتم تحريـر وإطلاق بعض مركبات الكلـور العضوية، فى تيار الدم، مثل مركب DDT الذى كان محصورا ومخزونا ضمن الدهون المخزنة فى الجسم، ومن ثم فإنه فى هذه الحالة قد يؤدى إلى التسمم بهذه المادة.

سادسا: التفاعل بين الكيماويات.

فوجود مركب كيميائى ما فى الجسم قد يضاعف، بشكل مباشر أو غير مباشر، من التأثير السام لمركب كيميائى آخر. فالمواد الكيميائية التى من شأنها أن تغير فى درجة الأس الهيدروجينى للبول (pH) قد تزيد أيضا من مفعول ونشاط بعض أنواع السـموم. وهنـاك بعض المواد التى قد تمثل تحديا لإفـراز مواد أخرى فى البـول. وهنا يجب التنبيه إلى حـدوث بعض التفاعلات السـلبية بين العقاقير المختلفة التى يتعاطاها المرضى بهدف العلاج والاستشفاء.

هـذا، ويمكن من جهة أخرى، تفسـير هذه التأثيرات السـلبية للتفاعلات، التـى قد تتم بين المـواد المختلفة، فى جسـم الكائن الحى، على أسـاس القدرة التنافسـية المتباينة لهذه المواد على الارتباط بالمواقع النشطة للبروتينات. إذ إن كثـيرا من المواد لها قـدرة على الارتباط، بدرجات متفاوتـة، ببروتينات مصل الـدم مثل بروتين الزلال (الألبيومين)، وفى هذه الحالة تفقد فاعليتها وتأثيرها السـام. وفى هذه الحالة، فإن إزاحة وتحرير جزء من مادة مرتبطة بالزلال عن طريـق مادة كيميائيـة أخرى لها قابلية أكبر من المـادة الأولى بالارتباط بالزلال قد يزيد من تركيز هذه المادة (الأولى) فى الدم إلى الحدود السـامة! وعلى سـبيل المثـال، فإن فالمـادة الحامضية الضعيفة المضادة للتجلط التـى تعرف بالورفارين warfarin، حينما توجد فى الجسـم فإنها ترتبط بنسـبة ٩٨٪، بينما ما يتبقى حرا نشـطا منها لا يتجاوز ٢٪ فقط. إلا إنه فى حالة تعاطى الإنسان مركبا آخر مثـل مادة فينيل بيوتازون phenylbutazone، وهى مادة مُسَـكّنة للآلام ومضادة

للالتهابات، فإنها تسبب تحريرا وإطلاقا لمادة الوارفارين من أماكن ارتباطها. ونظرا للكمية الكبيرة المخزنة (المرتبطة) من هذه المادة، فإنه يلزم فقط تحرير كمية قليلة منها، لتصل إلى الحد الذى يمكن أن تشكل من خلاله هذه المادة مانعا خطيرا للتجلط، ومن ثم تسبب النزيف!

أما الآلية الأخرى التى يمكن من خلالها تغيير زيادة حدة التسمم بمادة فى ظل وجود مادة أخرى، فإنه يتمثل فى التأثير على الإنزيمات، سلبا أو إيجابا أى تنشيطا أو تثبيطا. ذلك أن المواد الغريبة عن الجسم يتم تأييضها (أى التخلص منها) عن طريق الإنزيمات، لاسيما تلك الإنزيمات، التى توجد فى أجساء دقيقة، تُعرف بالميكروسومات microsomes فى الخلايا الكبدية، ومن ثمَّ فإن تأثير هذه المواد الغريبة، التى عادة ما تكون سامة، يصبح رهنا لما يحدث لهذه الإنزيمات الميكروسومية، من تنشيط أو تثبيط، عن طريق كيماويات أخرى، فى الجسم! وعلى سبيل المثال: فإن الكيماويات، التى من شأنها زيادة أعداد الشبكات الإندوبلازمية اللساء وبالتالى المعدلات التى يتم بها تصنيع الإنزيمات، تُعرف بالمواد الحاثة (المنشطة) لهذه الإنزيمات. ونظرا لعدم تخصص هذه الإنزيمات، فإن تحفيزها عن طريق مادة كيميائية ما، قد يكون له تأثير على مواد كيميائية أخرى كثيرة. ومن المواد التى لها تأثير تنشيطى للإنزيمات فى الإنسان مواد الباربيتيورات والكحول الإيثيلى والمركبات الاسترويدية و«ثنائيات الفينيل عديدة الكلورة» PCB، والصبغات ومبيدات الآفات من أنواع الكلورينات العضوية المختلفة.

أما المواد الكيميائية، ذات التأثير التثبيطى لنشاط أو إنتاج الإنزيمات. فإنها تبطئ من تأييض ومن ثَمَّ من التخلص من المركبات الغريبة فى الجسم، ومن هنا فقد ينجم عن ذلك تأثيرات ونتائج خطيرة.

سابعا: الجرعة المفردة والجرعات المتكررة:

من الطبيعى الاعتقاد فى أن عدة جرعات من سم ما سيكون لها تأثير تسممى فعال أكثر من جرعة واحدة. وإذا كان من طبيعة السم أن يتراكم فى الجسم،

نتيجة لامتصاصه بمعدلات تفوق قدرة الجسم لطرحه وإخراجه، أو أن تأثيرات السم نفسها ذات طبيعة تراكمية، كتأثيرات المواد المسرطنة مثلا، فإنه لاشك فى أن التعرض المتكرر لجرعات صغيرة، له مخاطر تفوق التعرض لذات السم بجرعة مفردة لمرة واحدة، وكمثال لذلك مبيد القوارض وارفارين، وكذلك الإشعاع.

وقد ينشأ عن التعرض للمواد السامة بجرعات صغيرة (تحت مميتة) نوعا من التحمل ومن ثم زيادة المقاومة. وقد تحدث مناعة حقيقية، كما فى حالة التعرض لنوع معين من البروتين الأبيض السام، الذى يسمى رايسين ricin، وبعض السموم النباتية الأخرى ، بيّد أن ذلك نادر الحدوث.

وإنه لمن المعتاد، بالنسبة للخلايا والأنسجة، أن تُظهر نوعا من التأقلم، تجاه تأثيرات السموم والملوثات، وأفضل مثال لذلك هو التحمل النيكوتينى، الذى ينشأ لدى مدمنى التدخين. وعلى الجانب الآخر، فإن هناك بعض المواد التى تناقض هذا الاتجاه، كالمورفين، وبعض العقاقير الأخرى التى يساء استخدامها.

هذا، وتعتبر الجرذان من الأمثلة الحيوانية الهامة التى تتحمل الوارفارين وتعتاد عليه، ومن ثم تقاوم تأثيراته بسهولة. كما أن البكتيريا هى الأخرى قد تنشئ نوعا من المقاومة والتحمل لبعض المضادات الحيوية، لاسيما حين يساء استخدامها بكثرة، دون ما حاجة لذلك. هذا وقد لوحظ أيضا أن لبعض الحشرات قدرة على الاعتياد على مادة د.د.ت. فائقة السمية!

ثامنا: حجم الجسم ووزنه:

من الملاحظات الهامة، سواء أكانت حقلية من واقع الحياة، أم تجريبية فى المختبر، أن كمية السم اللازمة لإحداث علامات التسمم لها علاقة مباشرة بوزن جسم الكائن الحىّ، ذلك أن الحجم يحدد كمية الأنسجة، التى تتعرض لفعل هذه الكمية من السم، أو بعبارة أخرى فإن كمية السم المعطاة تتوزع فى كمية من الأنسجة والخلايا، فإذا تحددت الأولى (كمية المادة السامة) فإن تغير الثانية (الأنسجة والخلايا) بالزيادة أو النقصان، سوف يؤثر بالقطع فى نتيجة التسمم بهذه الكمية الثابتة من السم. وبناء على ذلك، فإن الجرعات، فى البحوث

التجريبية، بل وبالنسبة للجرعات العلاجية من الدواء، تتحدد على أساس وزن الجسم، كأن نقول مثلا: إن كمية الجرعة المعطاة هى ٨ ملليجرامات/ كيلوجرام من وزن الجسم.

وجدير بالذكر، أن برزيليوس فى القرن السادس عشر، كان أول من لفت النظر إلى العلاقة بين أعراض التسمم وكمية المادة السامة، وقد أثر عنه قوله: إن الجرعة وحدها هى التى تحدد السُّم ودرجة التسمم. ومن الطبيعى أن تختلف الجرعة التى تسبب أعراضا معينة تبعا لحجم الجسم، كما أسلفنا، وبمعنى آخر فإن جرعة ما يختلف ما تؤدى إليه من أعراض فى جسم وزنه ٣٠ كيلوجراما عنها فى جسم آخر وزنه ٨٠ كيلوجراما.

إن العلاقة بين التأثيرات الناجمة عن جرعة معينة ووزن الجسم هى حقيقة جديرة بالاعتبار فقط بالنسبة لنوع محدد من أنواع الحيوان. ومن ناحية أخرى، فإنه من بين العوامل التى لها تأثير كبير، فى هذا الشأن، هو كمية الدهون، تلك التى تختلف من نوع ما من أنواع الحيوان إلى نوع آخر. كما أن جزءا كبيرا من حجم ووزن الجسم قد يُعزى إلى القناة الهضمية ومحتوياتها، كما هو الوضع فى حالة الحيوانات المجترة.

تاسعا: العمر.

ترتفع قابلية التسمم بالمركبات الغريبة – بوجه عام – فى حالتى العمر المبكر جدا (مرحلة الطفولة الباكرة) ومراحل العمر المتأخرة (الشيخوخة)، وعلى النقيض من ذلك، فهناك حالات تشذ عن ذلك إلى حد التناقض معها، وعلى سبيل المثال: فإن الأطفال يمكنهم تحمل تأثير مادة أتروبين atropin بقدر أكبر من البالغين، بيْد أنهم أكثر حساسية لتأثير المورفين. إذ إن قدرة الكائنات صغيرة السن على إزالة السموم والتخلص منها لم تدعَم وتستقر بعد.

أما مشكلة كبار السن فتتركز فى أن احتمال إنهاك أجسامهم وخاصة أعضاءهم الحيوية كالكبد والكلى وارد بدرجة كبيرة، وبالتالى تقل لديهم القدرة على مقاومة السموم والتعامل معها أيضا وإخراجا من الجسم.

عاشرا: جنس الكائن الحى.

فى واقع الأمر، فإن الأمثلة، الدالة على اختلاف الاستجابة التسممية تبعا لجنس الكائن، ذكرا كان أو أنثى، هى جِدُّ قليلة، ويتمثل أبرزها فى عالم الجرذان، التى تعتبر بحق استثناء واضحا فى هذا الشأن، إلى الحد الذى يمكن معه اعتبار الجنسين (الذكور والإناث) كما لو كانا ينتميان إلى نوعين مختلفين، من وجهة نظر علم السموم. وعلى سبيل المثال، فإن للعنصل الأحمر (نبات من الفصيلة الزنبقية) سمية عالية بالنسبة لإناث الجرذان تصل إلى ضعف سميته بالنسبة لذكورها. وعلى النقيض من ذلك ، فإن لمبيدات الحشرات الفوسفورية سمية عالية لذكور الجرذان مقارنة بسميتها للإناث منها. وحينما أعطى هرمون الأنوثة «استراديول» لذكور هذه الحيوانات ، وهرمون الذكورة «تستوسترون» لإناثها ، أدى ذلك إلى عكس حساسية كل منهما ، حيال هذه المبيدات ، إلى الجنس الآخر ؛ مما يدل على أن التأثيرات السامة للمبيدات الفوسفورية فى الجرذان ، مرتبطة بالنسق الهرمونى ومعتمدة عليه.

حادى عشر : الحالة الصحية العامة.

من الملاحظ أن الحيوانات الضعيفة والمريضة أكثر قابلية وأشد حساسية لتأثيرات السموم والعقاقير من مثيلاتها من الحيوانات الصحيحة القوية. ويرجع ذلك فى المقام الأول إلى أن مقاومة الحيوانات الضعيفة والمريضة منخفضة، إضافة إلى أن آليات إزالة السموم فى هذه الحيوانات، وبالتالى قدرتها على التخلص من المواد الغريبة منخفضة، إذ يتأثر كثيرا بظروفها الصحية.

إن أية تأثيرات مَرَضية، تطرأ على الكبد والكلى، فى هذه الحيوانات المريضة أو الهزيلة، يؤثر على عمليات تخليص الجسم من السموم والملوثات؛ حيث إن لهذين العضوين الهامين دورا بارزا، فى أيض وإخراج وإزالة السموم المختلفة بآليات كثيرة، سنتعرض لها فى فصلين تاليين (الفصلين السابع والثامن). وعلى سبيل المثال، فإن التخلص من أيونات الفلورايد F^- السامة يتأثر كثيرا فى

مرضـى الكلى. كما أن تلف الكبد نتيجة الإدمان على الكحول، يؤثر كثيرا على التخلص من كثير من السموم عن طريق هذا العضو الهام.

أمـا بالنسـبة للملوثـات الهوائيـة، فقد بات مـن المعلـوم أن سميتها تزيد كثـيرا، عند أولئك الذين يعانون من أمراض الجهـاز القلبى الوعائى، والجهاز التنفسـى. وعلى ذلك، فإن خطورة التلوث، فى مدينـة كبيرة كمدينة القاهرة، تتضاعف بالنسـبة لمن يعانون من مثل هذه الأمراض، خصوصا بعد تكرار ظهور السـحابة السوداء، فى أجواء هذه المدينة التاريخية: الآهلة بالسكان، والمكتظة بذخائر الآثار الفرعونية، والتراث الأثرى المعمارى الإسـلامى، وربما يسـتلزم الأمـر، فى هذه الحالة، إصدار تشـريعات؛ للحد من معـدلات التلوث، خاصة التلـوث الهوائى، الذى يؤثر على جميع مفـردات البيئة، بما تحتوى عليه من بشر وآثار.

□□□

الفصل السابع

إبطال مفعول السموم وإخراجها

الأيض وإبطال مفعول السموم :

من خلال التعريفات المحددة فإن المواد الغريبة xenobiotics هى تلك المواد التى ليس لها قيمة غذائية ؛ وبالتالى لا يتم التعامل معها عادة من خلال تلك المسارات الأيضية المرتبطة بعمليات النمو وزيادة الوزن أو إنتاج الطاقة. وخلافا لذلك، فإنه يتم تأييضها عن طريق مجموعة من التفاعلات الكيميائية التى تُسرع من عملية إخراجها، وتقلل من نشاطها. وعلى الرغم من ذلك، فإن عملية إبطال مفعول السموم لا يتم دائما، بل إن بعض الكيماويات قد يزيد بالفعل نشاطها الفسيولوجى، أو سميتها كنتيجة للتغيرات الأيضية، التى تتم عليها بعد امتصاصها، ولهذه الظاهرة مغزى كبير، من الناحية السُمية ؛ إذ تؤدى إلى إنتاج جزيئات ذات فعالية عالية فى مقاومة الآفات. وعلى الجانب الآخر فإن لهذه الظاهرة علاقة إيجابية أيضا، بالنسبة للعلاج عن طريق العقاقير، التى يتم تفعيلها عن طريق تأييضها.

والجدير بالذكر أن أهم عضو يتم فيه أيض المواد الغريبة هو الكبد، والذى تصل اليه هذه المواد عن طريق الوريد البابى الكبدى، عقب عملية الامتصاص من المعدة والأمعاء، وكذلك عن طريق الشريان الكبدى، ولكن ليس عن طريق الفم (على الرغم من أن السميات الواردة للجسم عن طريق الفم ذات تأثير كبير ؛ ذلك أنها تتجنب الأيض المبدئى فى الكبد). فالدم يدخل إلى الجيوب الكبدية، حيث يغمر الخلايا الكبدية، التى يتم داخلها الأيض، عن طريق نوعين من التفاعلات، يُعرف أولهما بالتحولات الأيضية (تفاعلات الطور الأول)، ويعرف الثانى بالاقتران (تفاعلات الطور الثانى).

وتتم هذه التفاعلات أساسا عن طريق تَدَخُّل الإنزيمات الموجودة فى الميكروسومات الخاصة بالشبكة البلازمية الداخلية الملساء (SER) لخلايا الكبد والخلايا المعوية؛ وبالتالى فإنها تُعرف بالإنزيمات الميكروسومية.

أولا: التحولات الأيضية (تفاعلات الطور الأول).

تشمل التحولات الأيضية تفاعلات كثيرة، مثل الأكسدة (وهى أكثرها أهمية وشيوعا) والاختزال والتحلل المائى، والتى تتحول عن طريقها المواد الغريبة دهنية الذوبان، التى استطاعت أن تعبر خلال الغشاء الدهنى للشبكة الإندوبلازمية الملساء SER إلى مُركبات أكثر ذوبانية فى الماء، وذلك بإدخال مجاميع وظيفية جديدة، وعلى ذلك فإن الوسائط الأيضية الناتجة ربما تكون أقل أو أكثر سمية من ذى قبل.

وأكثر المجاميع الإنزيمية الميكروسمية شهرة، هى تلك التى تحفز عملية الأكسدة ، وتسمى الأوكسيديزات الوظيفية المختلطة Mixed function oxidases. والجزء الرئيسى فى هذا النظام الإنزيمى هو البروتين الحديدى المسمى سيتكروم P450 أو ما يُرمز له بـ (Cyt. P 450)، (وقد اشتق اسمه هذا لأن الشكل المختزل منه يتحد مع أول أكسيد الكربون حيث يُمتص بشدة عند الطول الموجى (٤٥٠ نانوميتر) الذى يعمل كأنزيم مؤكسد طرفى terminal oxidase يرتبط بالأكسيجين وينقله للمركب المُراد تأييضه (أكسدته).

إن التحول الأيضى قد ينتج عنه تكوين مركبات، ذات صفات متنوعة، اعتمادا على زيادة النشاط أو تدهوره.

١ - تفاعلات تناقص السمية

إن أحد الأمثلة لهذا النوع هو التحول، الذى بمقتضاه يتم إبطال الأثر السام، لنوع من الباربيتيورات يسمى فينوباربيتون، عن طريق إضافة مجموعة الهيدروكسيل hydroxylation للحلقة الأروماتية، لكى ينتج مركبا يُعرف كيميائيا باسم «بارا - هيدروكسى فينوبار بيتون» (p-hydroxyphenobarbitone).

وبالمثل، فإن الأمفيتامين تُنْتَزَعُ سميته بإحدى هاتين الطريقتين، وذلك إما بإضافة مجموعة هيدروكسيد للحلقة الأروماتية؛ ليتحول إلى باراهيدروكس أمفيتامين أو عن طريق نزع الأمين لينتج المركب بنزايل ميثيل كيتون.

٢ تفاعلات تزايد السمية :

إن المبيد الحشرى العضوى الفوسفورى المسمى باراثيون هو فى حد ذاته غير سام، إلا أنه بعد امتصاصه، فى الحشرات أو حتى الثدييات، فإنه يُمتص بسرعة عن طريق نزع الكبريت منه، ليتحول إلى مادة بارا كزون paraxon، وهى مادة مضادة قوية لإنزيم كولين استيريز، ومن هنا تزداد سميتها فى هذه الصورة الجديدة.

على الرغم من أن تنشيط المركبات الممتصة، بشكل عارض، قد يؤدى إلى خطورة كبيرة، فإن هذه العملية أيضاً لها تطبيقات مفيدة، وذلك يتمثل فى إنتاج مبيدات الآفات، أو طلائع العقاقير الطبية prodrugs، التى يمكن أن تتحول إلى نواتج نشطة من الناحية الصيدلانية، عن طريق آليات التحول الأيضية المختلفة.

واعتماداً على ذوبانها فى الماء، فإن مثل هذه النواتج قد يتم إخراجها مباشرة أو ربما تدخل تفاعلات الاقتران.

ثانيا : تفاعلات الاقتران (الارتباط) أو تفاعلات الطور الثانى.

خلال عملية الاقتران، فإن المجاميع الوظيفية فى المركبات مثل مجموعة الهيدروكسيل أو الكاربوكسيل أو الأمين أو السلفاهيدرل تتفاعل (أى تقترن) مع مركبات مثل حامض الجلوكيورنيك، أو الأحماض الأمينية مثل حامض الجلايسين أو بعض أنواع السكريات وغيرها، وذلك لتكوين مشتقات أقل من الناحية السمية وأكثر قطبية أى أكثر ذوبانية فى الماء؛ وعلى ذلك يتيسر إخراجها بسهولة. إن تقليل ذوبانها فى الدهون يؤدى إلى تقليل قدرتها على النفاذ عبر الأغشية، وبالتالى يقلل ذلك من نشاطها داخل الجسم.

أما الاقتران مع حمض الجلوكيورنيك فهو أكثر آليات الاقتران أهمية وشيوعًا، والذى يتم حينما يحفز إنزيم يُسمى UDP – ترانسجلوكوزيدز

(UDP- transglucosidase) نقـل حمض الجلوكيورنيك من «حمض جلوكيورنيك اليوريدين ثنائى الفوسـفات»، وعلى سـبيل المثال: فإن حمض الساليسيليك قد يتأيض عن طريق آليات متعددة، من ضمنها الاقتران الجلوكيورونيدى.

وبالمثـل، فإن مادة مثل السـيانيد cyanide يمكن نزع سميتها وذلك باقترانه بالكبريـت لتكويـن مـادة الثيوسـيانات thiocyanate أمـا الفينـول فيتم نزع سميتـه وذلك باقترانه بحمـض الجلوكيورنيـك أو الكبريتـات لتكوين فينيل الجلوكيورونيك أو كبريتات الفينيل phenylsulphate، على الترتيب.

وعلـى ذلك، فالمـواد الغريبة قد يحـدث لها تحول أيضى أو اقـتران أو أحد هذيـن التفاعلين فقط. فلـو أدى التحول الأيضى، على سـبيل المثال، إلى تكوين مركب يذوب فى الماء بقدر كاف لإخراجه وطرحه من الجسـم، فإن الاقتران قد لا يصبـح ضرورياً فـى هذه الحال. وعلى الجانب الآخر، فـإذا فرض أن المركب الغريـب، الذى دخل إلى الجسـم، كان يحتوى بالفعل علـى مجاميع تدخل فى عمليـة الاقتران، فـإن تفاعلات الطـور الأول، التى تتضمن تحولـه أيضيًا، قد لا يُحتاج إليها فى هذه الحال.

هَذا، وتتم عملية التفاعلات الأيضية للمواد الغريبة، بشكل رئيسى فى الكبد، على أنـه قد وُجد أيضاً أنها قد تتم فى أماكن أخـرى، كنتيجة لوجود إنزيمات الميكروسومات، وغيرها من الإنزيمات الأخرى، التى تقوم بهذه العمليات.

وعلى سـبيل المثال، يوجد إنزيم الكحـول ديهيدروجينيز، يوجد فى الكبد والكلية والرئة، يقوم بأكسـدة الكحول إلى الألدهيد الخاص به. وهناك مجموعة من مؤكسدات الأمين amine oxidases، توجد فى بلازما الدم. إن مجموعة البكتريا الموجودة فى الأمعاء، تقوم أيضاً بدور هام، فى أيض المركبات الغريبة.

فلو لم تحدث هذه التفاعلات الأيضية، فإن كثيراً من المواد الغريبة، لاسـيما تلـك التى لها قابلية للذوبان فى الدهون، تسـتطيع أن تمكث فى الجسـم لآماد متطاولة، بعد عملية الامتصاص، وربما طوال فترة الحياة فى بعض الحالات.

الفصل الثامن

آليات أخرى لنزع السمية

يبدو أن بعض السموم، يمكن إزالة سميتها، وذلك عن طريق ارتباطها بجزيئات كبيرة من البروتين، لينتج عن ذلك معقد أقل سمية من الممكن اختزانه في مختلف الأنسجة العضوية. ومن أشهر الأمثلة على ذلك المركب المعروف بالميتالوثيونين، وهو مركب ذو وزن جزيئي منخفض، غني بحمض السيستائين، مرتبط بعنصر معدني، يمكن إنتاجه على نطاق واسع في مختلف أحياء المملكة الحيوانية، كرد فعل للتعرض لبعض العناصر الثقيلة مثل الكادميوم والزنك والنحاس، ويوجد في تركيزات عالية في كل من الكبد والكلى.

وقد أوضحت الدراسات التركيبية الدقيقة، وكذلك التحاليل عن طريق مسابير (مجسات) الأشعة السينية، أن بعض المعادن قد تتجمع داخل حبيبات granules في الخلايا والأنسجة.

إزالة السموم

يمكن إزالة بعض السموم من الجسم، بدون تدخل التحولات الأيضية، بل وقبل أن تستطيع السموم العبور داخل الخلايا وإتلافها. فالمواد المُهيِّجة، على سبيل المثال، يُمكن طردها من القناة التنفسية عن طريق السُّعال couphing أو العطاس sneezing، ومن المعدة وحتى من منطقة الأمعاء العلوية، عن طريق التقيؤ vomiting. وهناك نسب مختلفة، من كثير من السموم المبتلعة، لا تُمتص، ولكنها تمر بطول القناة الهضمية، حتى يُمكن تجنبها لتخرج مع البراز. على أن معظم المركبات الغريبة تتأيض، حتى تتحول إلى مركبات أكثر ذوبانية في الماء وأقل سُمية غالباً من ذي قبل، وربما تحدث عملية الإخراج، أو الطرح لهذه المواد بطرق مختلفة نلخصها فيما يلي:

١ـ الإخراج الكُلوى

إن الوسائط الأيضية للمواد الغريبة، وكذا ما تتحول إليه من مركبات بعد عملية الاقتران، كل هذه المواد تدخل إلى الكلى عن طريق الشريان الكلوى، وتمر عبر شبكة هائلة من الشعيرات الدموية المتشابكة تصنع تراكيب، تُعرف الواحدة منها بالكُبَّة، وهى تقع داخل محفظة بومان Bowmann. ويتكوَّن البول فى كل نفريدة عن طريق الترشيح عالى الكفاءة للبلازما عبر البطانة الداخلية الشعرية، والطلائية الحرشفية للكابسولة (الغلاف) إلى الأنيبيبات الكلوية. ويحتوى هذا الرشيح عالى الكفاءة على معظم المواد الموجودة فى البلازما فيما عدا خلايا الدم وتلك الجزئيات ذات الوزن الجزيئى العالى، الذى يتجاوز ٦٨٠٠٠ مثل بروتينات البلازما.

وجدير بالذكر أن معظم المركبات الغريبة ذات وزن منخفض، وبدون أن ترتبط هذه المركبات بالبروتينات فإنها سوف تعبر بسهولة إلى الأنيبيبات الكلوية. ويعتمد التركيب النهائى للبول على المدى الذى يُعاد به امتصاص المواد من الرشيح إلى الدم مرة أخرى. كما يعتمد أيضاً علي ما يضاف إلى هذا الرشيح بطول الأنيبيبات، وهو ما يشار إليه بعملية الإفراز أو التجميع.

وفى حالة الألكتروليتات، فإن الأس الهيدروجينى للبول سوف يحدد كم من هذه المواد يكون فى حالة غير متأينة حتى تكون قادرة على المرور عبر طلائية الأنيبيبات. إذ إن التغير البسيط فى الأس الهيدروجينى يمكن أن يؤدى إلى تغيرات هائلة فى معدل عملية الإخراج ، ومن المحتمل أن يلجأ الجسم إلى تغيير الأس الهيدروجينى للبول لتزويد أو تقليل التخلص من المواد الغريبة. وقد وجد أن زيادة قاعدية البول وذلك بإعطاء الكائن بيكربونات الصوديوم سيعمل على إعاقة تأين المواد القاعدية؛ وهذا من شأنه أن يقلل من إخراجها، بينما يزيد ذلك من إخراج الأحماض. ولذلك فإن التسمم بالأسبيرين أو الفينوباربيتون يمكن معالجته بزيادة الأس الهيدروجينى للبول من ٧,٤ إلى حوالى ٨ . وبسبب تنافس

المركبات الشبيهة فى عملية الانتقال النشط ، فمن المحتمل أن يتأثر معدل عملية الطرح (الإخراج) للمواد الغريبة بإعطاء مثبطات تنافسية. فمادة البروبنسيد propenecid، وهى مشتقة من حمض البنزويك، تقلل بوجه خاص من عملية طرح الأحماض العضوية؛ ولذلك فقد كانت تستخدم عادة لكى تقلل من طرح مادة البنسيللين والتى تطرح بمعدل يصل إلى ٩٠٪ من خلال عملية الإفراز فى الأنبيبيات البولية البعيدة، وذلك حينما كان البنسيللين شحيحاً ونادراً.

٢ - الإخراج عن طريق العصارة المرارية

بعد عملية التحول الأيضى أو عملية الاقتران للمواد الغريبة، والتى تتم كل منهما فى الكبد، فإن المواد الغريبة إما أن تعود للدورة الدموية مرة أخرى، عن طريق الوريد الكبدى أو أن تنفذ إلى المجارى الصفراوية (فيما عدا البروتينات)، وذلك كرد فعل للتدرج التركيزى. إن أكثر وجوه الإخراج المرارى أهمية – على الرغم من ذلك – هو النقل النشط إلى المرارة (العصارة الصفراوية) للمواد الذائبة فى الماء ذات الوزن الجزيئى الذى يتجاوز حوالى ٣٢٠ ولكن هذا الوصف يتلاءم تماماً مع المواد الغريبة، التى تم اقترانها، فإنها توفر الطريق الأساسى للتخلص من السموم التى تم تأييضها شاملة فى ذلك تلك المواد المرتبطة بالبروتينات.

إن معدل الإخراج المرارى، فى الواقع، يزيد بزيادة الوزن الجزيئى. إن معظم المواد المقترنة بعد إفرازها مع العصارة المرارية، فى الاثنى عشر، لن يُعاد امتصاصها مرة أخرى، نتيجة لذوبانها فى الماء، ولكن سوف تمر بطول الأمعاء، لكى يتم التخلص منها مع البراز. وعلى الرغم من ذلك، فإن تلك المواد الذائبة فى الدهون، والتى تعبر إلى العصارة المرارية بالنفاذية، وأيضاً فإن أيًا من المواد المقترنة، التى يمكن أن تتحلل عن طريق إنزيمات الأمعاء أو البكتيريا، حتى تُكوِّن نواتج تذوب فى الدهون، فإنه قد يعاد امتصاصها عن طريق الأوردة المساريقية فى الأمعاء لتعود إلى الكبد مرة أخرى. وهذه الدورة المعوية الكبدية سوف تؤخر بوضوح عملية طرح المواد السامة.

٣ - الطرح عن طريق القناة الهضمية

إن المـواد التى تتأين عند الأس الهيدروجينى للمعدة أو الأمعاء سـوف تعبر مـن بلازما الدم الى ذلك الجزء من القناة الهضمية، لتطرح مع الطعام الذى لم يتم هضمه. إن مواد السلفوناميد وبعض المعادن الثقيلة، يتم طرحها أيضاً إلى اللعاب، بل إن هناك آلية تتضمن، فوق ذلك، الخملات المعوية، حيث يتم تجديد الخلايا الطلائية باستمرار (بمعدل يصل إلى ١٠ ^{١٠} خلية فى اليوم) حيث يتم إتلافها، من خلال الاتصال المباشـر مع محتويات المعى. فتهاجر الخلايا، من كهوف ليبركن حيث يتم انقسامها هناك، إلى حافة الخملة، ومنها تنتقل إلى الخارج إلى تجويف القنـاة الهضميـة حاملة معها أى سموم، كالمعادن الثقيلـة على وجه الخصوص، وهى تلك السموم التى عبرت الخلايا وأصبحت مرتبطة بالبروتينات؛ ولذلك فإن المواد السامة التى يمكن التخلص منها من المعى، تتألف من مواد تفرز فى المرارة من الكبد، وكذلك تلك المواد التى تفرز من بلازما الدم مباشرة إلى القناة الهضمية، وكذلك تلك المواد التى احتبسـت داخل الخلايا الطلائية للمعى، وأخيرا تلك المواد التى لم تمتص، بعد ابتلاعها، ولكنها مرت فقط بطول القناة.

٤ - الإخراج الجلدى (عن طريق الجلد)

إن التقشير Shedding المستمر، وكذا عملية الإحلال للطبقة الخارجية المتقرنة keratinized للخلايا الطلائية الخارجية والشعر والأظافر والقرون horns، تمدنا بوسـيلة لطرح السـموم مثل الزئبق والكروم chromium والزرنيخ، والتى تقترن بالحمض الأمينى سيستئين Cysteine الموجود فى الكيراتين. ولأن الشعر والأظافر، ويمكن الاحتفاظ بها بشـكل أفضل من كثير من أنسـجة الجسـم الأخرى؛ ولذلك فـإن تحليل هذه التراكيب، بعد فترة من الوفاة، يمكن أن يسـاعد فى تشـخيص عملية التسمم. وقد تمكن الباحثون من تعيين الزرنيخ، على سبيل المثال، فى عدة شـعرات بعد فترة طويلة من وفاة نابليون بونابارت، بعد فترة طويلة من وفاته. وهناك مواد قليلة مثل مواد السلفوناميد بالذات ، يمكن أن تطرح على سطح الجلد فى العرق.

وقد يتم التخلص من بعض السموم خلال الإفرازات البولية التناسلية، التى انتهت صلاحيتها expired، ومن خلال ذرف الدموع ومن خلال اللبن (إفراز اللبن) وفى حالة اللبن، فإن طرح الرصاص Pb والكحول والنيكوتين ومواد الباربيتيورات والأسبيرين يمكن أن يشكل خطورة كبيرة للأطفال، الذين يعتمدون على الرضاعة من صدور أمهاتهم.

إن عملية التخلص من معظم المواد الغريبة، فى مجملها من الجسم، تتم بصورة أسية بشكل يتناسب مع الكمية المتبقية فى بلازما الدم، وتقاس على أساس فترة نصف العمر، وهى الوقت اللازم للتخلص من ٥٠٪ من المادة السامة. وعلى الرغم من ذلك، فإن قليلاً من المواد يمكن التخلص منها بمعدلات ثابتة، وبغض النظر عن الكمية المتبقية فى الجسم من هذه المواد. يتم هذا فى حالة الكحول الإيثيلى، على سبيل المثال، حيث إن الإنزيم المؤيض للكحول (يسمى أنكحول ديهيدروجينيز) يوجد بكميات ضئيلة، وفيما عدا وجوده بتركيزات ضئيلة فى البلازما، فإنه يتم تشبعه بسرعة، بحيث إن التخلص منه يحدث بشكل خطى، بمعدل يعتمد على وجود الإنزيم وليس على وجود القاعدة التى يعمل عليها (وهى الكحول).

□□□