

## الفصل الأول

### تعريفات ومصطلحات

فى هذا الفصل، سنحاول تعريف بعض المصطلحات الشائعة، فى حقل السموم والملوثات؛ لكى يساعدنا ذلك على الفهم العميق لمخاطر هذه المواد، على مستوى الجماعات والأفراد، بل وعلى مستوى الأجهزة العضوية والأعضاء ذاتها، والأنسجة والخلايا، فأجسام الكائنات الحية إن هى فى النهاية لإخلايا وأنسجة.

#### تعريف السم:

السم أو المادة السامة 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 الجسم: أحدثت الوفاة بنسبة ٥٠ ٪ من عدد المتعرضين إليها، ويقال فى هذه الحالة: إن لهذه المادة جرعة قاتلة للنصف LD50 تماوى ٥٠ ميلليجراما أو أقل.

ولكى نقرب للأذهان مفهوم الجرعة القاتلة للنصف، نفترض أننا نقوم بتجربة لتقدير سمية مادة ما، على عدد من حيوانات التجارب، كالقتران مثلا، فأعطينا كل فأر من هذه الحيوانات جرعة معينة، على أن يتلقاها الحيوان دفعة واحدة، فإن أدت هذه الجرعة إلى موت ٥٠ ٪ من عدد هذه القتران، خلال مدة زمنية تقدر بأسبوعين، فإن هذه الجرعة، فى هذه الحالة، تعرف بالجرعة القاتلة للنصف<sup>(١)</sup> ويعرفها المشتغلون بحقل السموم والملوثات بالجرعة القاتلة للنصف أو: LD50.

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

هذا ، وتجدر الإشارة إلى أن مقداراً من السم يعادل ٥٠ ملليجراما/ كيلوجرام من وزن الجسم يعادل تقريباً ثلاثة أرباع ملعقة شاي ، بالنسبة لشخص بالغ ، أو حوالي  $\frac{1}{8}$  (أى ثُمُن) ملعقة شاي ، بالنسبة لطفل يبلغ من العمر سنتين ، وهذه كما ترى مقادير ضئيلة بالفعل. وعلى ذلك فلا يوجد عدد كبير من المواد الكيميائية يمكن أن يقع ضمن هذا النوع من السموم ، وحتى أغلب البييدات لا يقع تحت هذه المجموعة.

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

جدول (رقم ١) يوضح ترتيب سمية المواد

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

#### تعريف التسمم:

أحد التعريفات البسيطة للتسمم هو وجود المادة السامة في جسم الكائن الحي مع ظهور تأثيرها ، وفى معظم الأحوال يتم ذلك عَرَضاً ، أى بدون قصد ، وفى حالات كثيرة يتم ذلك نتيجة اللامبالاة وعدم الاكتراث ، أو نتيجة منهج علاجى تم اتباعه على نحو خاطئ. وقد يحدث ذلك أيضاً - 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. هذا، ومن النادر جدا أن تتواجد هذه الملوثات منفردة أو بتركيزات ثابتة، كما أن تأثيراتها مرتبطة بعوامل هامة، كدرجة التركيز، وقابلية التفاعل مع كيمائيات أخرى، وبمجموعة أخرى من العلاقات التي ترتبط بالماء (كدرجة الأُس الهيدروجيني، ودرجة الحرارة، ودرجة العسر، ونسبة تركيز الأكسجين الذائب .. إلخ).

وهناك طرق نوعية هامة، تُمكِّننا من فهم التأثيرات السامة للسموم والملوثات، وذلك باستخدام مؤشرات بيولوجية، من خلال تتبع انتشارها، ومدى توافرها، وتأثيرها، وحجمها الحيوي، وتستخدم في هذه الطرق كائنات حية دقيقة معينة، لكل حالة من حالات التلوث.

#### ماذا نعنى بالكيمائيات؟

لقد باتت كلمة «مادة كيميائية»، من المنظور اللغوي الحديث، كلمة غير محببة. فوسائل الإعلام لا تفتأ يومياً تُسدَى النصح، بل والتحذير من وجود الكيمائيات في 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 «كيمائيات» أو «مادة كيميائية» بشكل عام، والتى أصبح مجرد سماعها أو التلفظ بها يستحضر على الفور معانى: التلف والوهن والمرض بل والموت، فى أذهان كثير من الناس. كما أصبح لزاما علينا أن نوضح، أو بالأحرى نعيد صياغة مفهومنا حول كلمة «كيمائيات»؛ ولذا فلا بد من كلمة حول التركيب الدقيق لهذه الكيمائيات، والذى يتمثل فى الذرات والجزيئات، فما هذه المكونات؟

#### الذرات والجزيئات :

تتألف جميع المواد من عناصر كيميائية، والوحدة المفردة، المكونة لأى عنصر تعرف بالذرة، وهذه الذرات هى الوحدات البنائية الأساسية للمواد المختلفة.

ويوجد، على نحو التقريب، ٩٠ نوعاً مختلفاً من العناصر الثابتة<sup>(١)</sup> الموجودة في الطبيعة. وكمثال لهذه العناصر: الهيدروجين والأكسجين والكربون والنيوتروجين والذهب والفضة. هذا، والقائمة الكاملة التي تحتوى على جميع العناصر تشمل تلك العناصر غير الثابتة (أى التي تتميز بالنشاط الإشعاعى). ويمكنك أن تجدها في 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 التي تتألف من جزيئات من نفس النوع تعرف بالمركب الكيميائى. فالحل والمالح والسكر إن هى إلا أمثلة للمركبات الكيميائية. ولك أن تتخيل عدد المركبات التي يمكن تكوينها من اتحاد: من ذرتين إلى عدة آلاف من الذرات، وذلك من تسعين (٩٠) عنصراً مختلفاً، إنه رقم فلكى، لاشك في ذلك. وجميع المواد تنتج عن اتحادات كيميائية أو تكاثفات فيزيقية للذرات (العناصر) والجزيئات (المركبات الكيميائية). وعلى ذلك، فإن كل ما يوجد في عالمنا الطبيعى ما هو إلا كيماويات (مواد كيميائية)، فالغذاء الذي نتناوله، والماء الذى نشربه، والملابس التي نرتديها، والأدوية التي نتعاطاها، وحتى المساحيق وأدوات الزينة التي نستعملها، والنباتات التي تنمو في حدائقنا، وقطع أثاثات بيوتنا، بل وبيوتنا نفسها، ووسائل نقلنا، بل ونحن أنفسنا! إن عالمنا الفيزيقي كله، على هذا النحو، ما هو إلا مواد كيميائية. ولكي نزيد الأمر وضوحاً، لا بد من تقسيم المواد الكيميائية على النحو التالى، لاسيما وأنا اعتبرنا أن جميع المواد الموجودة في بيئتنا عبارة عن كيماويات:

---

(١) العناصر الثابتة هنا بمعنى العناصر التي لا يمتورها تغيرات من جراء النشاط الإشعاعى الذى يؤدي إلى تحول العناصر إلى أخرى.

## ١ - الكيماويات التخليقية:

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

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

إن مصطلح «عضوى»<sup>(١)</sup> أو «عضوية» قد أفرط فى استعماله عن طريق الصناعات والمنتجات المرتبطة بالصحة والغذاء، ونتيجة لذلك فقد أساء الجمهور استعماله بشكل عام. وقد باتت كلمة «عضوى» أو «عضوية» تعنى شيئا ما (عادة طعام، فيقال: طعام عضوى) يوجد بشكل طبيعى أو يتم إنتاجه بدون استخدام مبيدات الآفات، أو أية كيماويات مخلقة أخرى.

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

---

(١) كلمة عضوى أو عضوية. هى صفة مشتقة من التعضيات، أى الكائنات الحية، التى تتألف من أعضاء.

والتي تشمل مبيدات الآفات، إن هي إلا كيمائيات عضوية. إن مصطلح «عضوى» أو «عضوية» قد تم نحتة قبل ميلاد الكيمياء الحديثة بوقت طويل. إن العلماء الأوائل الذين درسوا تركيب المادة قد سلموا 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 تصنيفها 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 التّعقد الكبير فى «كيمياء الكربون»، بالنسبة للكيمياء «غير العضوية»، وكذا كبر حجم الجزيئات، وتعدد تراكيب كثير من المركبات العضوية، وكذا أعدادها الغفيرة وأنواعها الكثيرة، كل ذلك بالإضافة إلى حقيقة أن هذه الكيمائيات كانت توجد فقط فى الكائنات الحية، أو منتجاتها، كل ذلك قد قاد علماء الكيمياء الأول إلى إحاطة الكيمائيات العضوية بهالة من الأسرار لدرجة أنهم قد اعتقدوا أن القوانين التى تسرى على الكيمائيات «غير العضوية» وتتحكم فى سلوكها لا تنطبق على الكيمائيات العضوية. فالعلماء، حتى ذلك الوقت، كان بمقدورهم تصنيع الكيمائيات غير العضوية، بيد أنه لم يكن لديهم القدرة على تخليق المركبات العضوية فى المعمل. إن الصفات الخاصة بالكيمائيات العضوية كانت، حتى ذلك الوقت، تُعزى إلى قوة فوق طبيعية (ميتافيزيقية) أسموها القوة الحيوية، فى مقابل القوى والقوانين المهدودة التى تحكم الكيمائيات 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 بصلصة، ولم يُعَيَّن 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، في الوقت الذي كتب فيه برزيليوس ما استشهدنا به من كتابته، وذلك مع أول تخليق معملي لمادة كيميائية عضوية، واستعمل في ذلك مواد كيميائية غير عضوية كمواد بادئة لهذا التفاعل. وقد كان أول مركب عضوي تم تخليقه، من الناحية التاريخية، هو حمض الأوكزاليك oxalic acid، وقد قام بهذا التحضير عالم الكيمياء الحيوية الألماني فردريك وهلر (١٨٠٠ - ١٨٨٢م)، وبعد ذلك بوقت قصير (١٨٢٨م) تمكن وهلر من تحضير جزئ البولينا (اليوريا urea)، وبعد أن أنجز وهلر ذلك كتب لبرزيليوس ليخبره بأنه قد نجح في تحضير مركب البولينا - أحد المكونات الطبيعية في بول الإنسان وكثير من الحيوانات الفقارية الأخرى - دون ما حاجة إلى كلية إنسان أو حيوان. ومع ذلك فقد ساد، لعدة عقود، المفهوم القائل بأن الكيماويات العضوية تختلف اختلافا كبيرا عن الكيماويات اللاعضوية، حتى بعد الثورة، التي أحدثها الإنسان، والخاصة بتخليق الكيماويات العضوية. إن علم الكيمياء قد تأخر كثيرا إلى أن تم فهم ومعرفة خواص عنصر الكربون، ومكانه المضبوط من الجدول الدوري.

إن العدد الهائل من الكيماويات العضوية، الذي تم تخليقه مع نهاية الحرب العالمية الثانية، لم يحظ باهتمام جماهيري، حتى وقت قريب. ومنذ أن ظهر كتاب راشيل كارسون<sup>(١)</sup>، عام ١٩٦٢، المعنون «الربيع الصامت»، الذي أشرنا إليه في المقدمة، وهناك اهتمام هائل بتأثيرات مبيدات الآفات، على البيئة والصحة العامة، كما أدى أيضا إلى لفت أنظار قطاعات متعددة في كثير من الدول، إلى ما يعرف الآن بغزارة إنتاج الكيماويات.

---

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

إن أعداد وأنواع المواد الكيماوية المُخلَّقة، قد بات بالفعل مُحخِّراً، بل وبعثت على الدهشة. وفي 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٪ من هذا العدد يمثل مواد كيميائية عضوية. وربما كان نصف عدد المواد العضوية المعروفة هو كيماويات موجودة بالطبيعة (كيماويات طبيعية) وتم تخليقها فى العمل، أو عزلها من مصادر طبيعية. وقد نُكر فى بحث علمى ظهر فى يونيو من عام ١٩٨٣م، فى مجلة «العلم للشعب» Popular Science، أن ٦ ملايين مادة كيميائية تم إنتاجها وتسجيلها، منذ عام ١٩٦٥ وحتى وقت ظهور البحث. إن من بين المواد المُخلَّقة، التى لا توجد فى الطبيعة، عددا هائلا، يوجد على هيئة مقادير قليلة فى أنابيب (اختبار) على مناضد (بنشات) الكيميائيين أو فى مخازن الكيماويات، وليس لهذه المواد أية استعمالات 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 السامة، وحتى تلك المواد السامة للغاية extremely toxic. إن بعض الكيماويات المُخلَّقة، كمواد التحلية الصناعية مواد تُؤكل، بينما مواد أخرى كمواد الحرب الكيميائية، هى مركبات قاتلة عند التعرض لها بكميات صغيرة للغاية. وبعض النظر عن درجة السمية، فإن مبادئ علم السموم يمكن تطبيقها على جميع الكيماويات بالتساوى، سواء كانت مُخلَّقة أم طبيعية.

إن أعداد الكيماويات التى تدخل المنازل ليست معلومة بالفعل، بيد أن إحصاء بسيطاً لأنواع كثيرة من هذه المنتجات، كالمنظفات ومواد التلميع (الورنيشات)، والعقاقير وأدوات التجميل والأغذية المجهزة، ومبيدات الآفات وكيماويات الحديقة المنزلية، ومنتجات الهوايات والدوافع الذاتية، وغيرها الكثير، مما يبين أن الأعداد جدُّ هائلة. وعلى الرغم من الأعداد الغفيرة لهذه المنتجات، فإن الكثير منها يحتوى على الكيماويات الأساسية نفسها، وعلى ذلك فإن

متوسط العدد الحقيقي لمفردات المواد الكيميائية، التي يتعامل معها، ويحتك بها الشخص العادي بالنسبة للمنتجات المنزلية مثلا، يقترب من عدة آلاف، وليس عدة ملايين من الكيماويات. ومع ذلك فمعظم المواد، المسموح باستعمالها في المنازل ليست خطيرة، عند استعمالها بالضوابط السليمة.

إن أكثر الناس تعرضا للأنواع الكثيرة من الكيماويات الخطرة، إنما يتعرضون لها بحكم العمل أو الوظيفة، مما يطلق عليه التعرض المهني أو مخاطر المهنة، تلك التي تتطلب استعمال الكيماويات في بعض العمليات أو الإجراءات والأغراض المختلفة، كالذين يعملون مثلا في 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 الكلي للمركبات الكيميائية الطبيعية في عالمنا يحتمل ألا يكون معروفاً على نحو مضبوط، ولكننا نعرف أن هذا العدد لا يد وأنه يصعب تخيله. إن الكيماويات الطبيعية إما أن تكون عضوية وإما أن تكون لا عضوية. إن عالمنا غير الحي هو عالم لا عضوي وهو يتألف من عدد هائل من المواد المعدنية، التي تحتوي على جميع العناصر، فيما عدا العناصر التي تتميز بالنشاط الإشعاعي، والتي يُعزى إنتاجها إلى علماء الفيزياء النووية. يتألف عالمنا الحي أساساً من المركبات العضوية، التي تتعدد أنواعها بشكل هائل، أكثر بكثير من عالمنا غير العضوي. وعلى الرغم من الكثرة الكاثرة لهذه المواد، فإن هذا العدد يتضاءل بل ويمكن تجاهله بالمقارنة إلى عدد المواد التي لم يتم التعرف إليها بعد. والكثير من المواد العضوية، التي لازالت مجهولة حتى الآن هي مكونات موجودة في الأشجار والشجيرات ونباتات الغابات المطيرة rain forests، وهذه يمكن أن تكون ذات قيمة بالنسبة للعلوم الطبية والصيدلانية.

إن جزءاً صغيراً من عالمنا العضوي كالأطعمة النباتية والحيوانية، يزودنا بالمغذيات، التي نستخدمها في بناء وترميم أجسامنا. وعلى الرغم من ذلك،

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

ومن بين الكيماويات الطبيعية، التي نعتمد عليها فى غذائنا، هناك الكثير منها يمكن أن يودى 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، التي توضح ما توصلوا إليه من كيماويات يمكن أن تكون سامة أو مُسرِّطنة فى الأطعمة التي نتناولها. ومن بين هؤلاء العلماء الدكتور بروس إيمز Bruce Ames وزملاؤه من جامعة كاليفورنيا فى بيركلى بالولايات المتحدة، وقد اعتمد د. إيمز، فى إعدادة لقوائم المواد الكيماوية، التي قام بنشرها، إما فى المجلات العلمية المتخصصة، وأما فيما ينشره على جمهور القراء. اعتمد على ما لا ينشر من جهود زملائه العلماء فى الأدبيات العلمية، وكذلك على التجارب التي يقوم بها هو وزملاؤه فى معمله الخاص. هذا وتشتمل القوائم التي أعدها د. إيمز على كيماويات طبيعية وأخرى مُخلقة - وكلها تقع فى دائرة الاتهام - حيث يُشكُّ فى إمكان إحداثها للأورام والسرطانات، التي تهدد صحة الإنسان وحياته.

#### المجاميع الكيماوية :

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 الفيزيقي للمواد (فهذه مواد صلبة، وتلك مواد سائلة، وثالثة مواد غازية)، وبعضها الثالث يعتمد على نوع الحيوان مصدر هذه المواد (كالأسمك 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.

ويقتلّب التنظيم الرسمى لمختلف المواد والأنواع، كالفذاء 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 ذكر أن مادة ما «طعام»، تم إخضاعها لقوانين الفذاء، حتى إذا ما غُلِّقت المادة نفسها ورُقِّمت كدواء فإنه يتم تطبيق قوانين الدواء عليها وليس قوانين الفذاء؛ وبالاختصار فإنها تُعامل بالقوانين التى تختص بطبيعة استعمال المادة، أو ما يحدده البائع من استعمال للمنتج الذى يسوّقه. ولنضرب لذلك مثلا: فحمض الهيدروكلوريك ذى الصيغة الكيمائية التى يعرفها تلاميذ المدارس الثانوية بل والإعدادية على هذا النحو HCl. هذا الحمض ربما يُصنّف 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 خطيرة، وذلك عند استعماله فى تقنية الطلاء الكهربى لبعض المعادن. كما يمكن تصنيفه أيضا كمادة مُصاحبة لمبيدات الآفات، وذلك عند استعماله لتعزيز نشاط غاز الكلور، لاستخدامه كمادة مُعقمة 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 المصنع 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، يُسَد أنه يمكن أيضا تصنيعه في العمل، وهو ينتظم ضمن المنتجات المنزلية، وذلك في حالة استعماله ضمن منظفات الغسيل الصناعية، إلا أنه يُصنَّف كمادة علاجية، حينما يباع في الصيدليات كغسيل مطهر للعين، كما إنه يندرج أيضا كمبيد حشري، عند استخدامه لقتل بعض الحشرات كالصراصير مثلا. أما إذا استُعمل للقضاء على الحشائش فهو مبيد حشائش، وهو أيضا مادة مضادة للاشتعال، عند استعماله في الخيوط غير القابلة للاحتراق؛ وهناك الكثير من الكيماويات، التي تشبه حمض الهيدروكلوريك والبيوريك، في كونها تقع تحت أكثر من مجموعة مختلفة في الوقت ذاته، ومن أمثلة ذلك مركبات «الكومارين»<sup>(١)</sup> 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، في أجسام الإنسان والحيوان. أما المركب المعروف اختصارا بالـ: «د.د.د.» الشبيه بالـ «د.د.ت.» (ثنائي كلورو ثنائي فينيل ثلاثي كلوروايثان)، فهو مبيد الآفات سئ السمعة، والذي حرّمته كثير من الدول وأولها الولايات المتحدة، وهذا المركب (د.د.د.) هو في حد ذاته مبيد حشري، ولكنه استخدم أيضا لعلاج صور معينة لسرطان الغدة الكظرية<sup>(٢)</sup>.

والدرس المفيد، الذي يجب علينا أن نستوعبه، ونستخلصه من كل هاتيك الأمثلة واضح الدلالة، ويتلخص في أن الصفات الفيزيائية والكيميائية والسمية، لأي مركب كيميائي، لا تعتمد بأية حال على المجموعة التي يقع تحتها؛ حيث إن سمية حمض البوريك مثلا، تختلف عند استعماله كعقار علاجي عنها عند استعماله كمبيد آفات.

---

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

(٢) مركب الد.د.ت. ومشتقاته من أخطر المبيدات التي صنعها الإنسان، وقد نجح في تخليقه أحد الكيمائيين الألمان عام ١٨٧٤. وقد اكتشف السويسري بول مولر وظيفته كمبيد حشري 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 في أغلب بقاع العالم، ألا وهي مبيدات الآفات. وهذه الكيماويات إما طبيعية وإما مخلقة، وتستخدم بهدف القضاء على بعض الآفات، سواء كانت نباتية أم حيوانية أم حشرية، أم أى كائن آخر تبيّنت 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، بيد 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 تتمش 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 الكيماوية، فى اعتقاد كثير من الناس، إما أن تكون سامة قاتلة وإما أن تُعتبر آمنة لا ضرر منها، دون أى تدرّج بين هذين الطرفين النقيضين!

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

### الكيماويات سلاح ذو حدين :

إن التصور الخاطئ، الذي يجب أن نمحوه من إدراكنا حول الكيماويات؛ ليعتسنى لنا فهم ماهية السُمِّية، يتلخص في الاعتقاد بأن كل ما هو طبيعي نافع ومفيد وآمن، وفي المقابل فإن كل ما هو صناعي، أو من صنع الإنسان، مؤذٍ وضار. والواقع أن المختصين في علم السموم، يدركون جيداً أن «أمننا الطبيعية» أكثر حذقاً وإبداعاً، من الإنسان في تخليق الكيماويات السامة. إنها ليست فقط أكثر عبقرية منه، ولكنها أيضاً أوفر إنتاجاً، وأكثر تنوعاً. وتدُلُّنا الإحصاءات الدقيقة أن العدد المعروف، من الكيماويات الطبيعية، يفوق بكثير عدد الكيماويات التي صنعها الإنسان. وإضافة إلى ذلك، توجد عشرات بل مئات الآلاف من النباتات، التي لم يتعرف إليها علماء النبات بعد؛ وعلى ذلك، لم يتم التعرف إليها أيضاً، من الناحية الكيميائية.

إن الأدبيات العلمية الكثيرة، التي تدور حول صفات الكيماويات الطبيعية، التي تم التعرف إليها في النباتات الغذائية وغير الغذائية، وفي الحيوانات، وفي الأحياء الدقيقة، تؤكد كلها على أن عدد الكيماويات الطبيعية السامة يساوي على الأقل عدد الكيماويات المُخلِّقة. وهناك بعض الكيماويات، التي تُعد من أخطر أنواع السموم الموجودة على الإطلاق، تنتجها بعض الكائنات الحية. وعلى سبيل المثال: فإن ميلليجراما واحداً من سم البوتيتولين<sup>(١)</sup> له القدرة على قتل عشرين مليوناً من الفئران. وقد تم تعيين متوسط الجرعة القاتلة للنصف LD50

---

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

فى الإنسان، بالنسبة لهذا السم الزُعاف. فوجد أنها تساوى ميكروجرامين<sup>(١)</sup>، وهى كمية صغيرة جدا جدا، لا تستطيع أن تتبينها الموازين الكهربائية الحساسة التقليدية. وثمة كيمائيات 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 الكيمائيات التى صنعها الإنسان. والواقع أن نوعى الكيمائيات 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 الكيمائيات، التى أنتجها الإنسان، تشكل مجموعة قليلة جدا، بالمقارنة إلى الكيمائيات الطبيعية، فقد أضحت هذه الكيمائيات، رمزا للإيذاءات والأضرار، التى يسببها الإنسان لكوكب الأرض وجميع سكانه. فلماذا يُنظرُ إلى الكيمائيات المخلقة بشكل مغاير، على الرغم من أنها تشكل جزءا من الكيمائيات 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 للكيمائيات المخلقة، تلك المنتجات والأدوات التى ترمز لمديته الطارئة. ونتيجة لذلك، فإن مشاكل التلوث البيئى العام، لاسيما ذلك الذى حدث فى الهواء والماء والترسب، قد أضربَ بالمجتمعات فى العالم كله. فضلا عن ذلك، فهناك إدراك خفى بأن الإنسان، الذى صنع هذه الكيمائيات، يستطيع أن يتحكم فيها، وعلى سبيل المثال: فإنه يمكنه منع تخليق الجديد أو المزيد منها؛ كما يمكنه أيضا أن يوقف إنتاج الكيمائيات القديمة.

---

(١) الميكروجرام وحدة وزنية صغيرة جدا لا تتبينها حتى الموازين الكهربائية الحساسة. وتبلغ ٠,٠٠٠٠٠٠١ من الجرام أى واحد من مليون من الجرام

أما السبب الثالث: فيكمن في الشعور والاعتقاد العام، بأن الكيماويات الطبيعية - كما ذكرنا آنفاً - لا تشكل أى تهديد للإنسان. فهناك نظرية تدعى أن كلا من الإنسان والحيوان، قد نشأ مع الكيماويات الطبيعية، وأنهما بذلك قد تكيفتا معها. ووجهة النظر هذه، لا تتفق مع التأثيرات الضارة للكيماويات الطبيعية على الإنسان، مثل قدرة سموم فطرية معينة على إحداث الأورام الخبيثة، أو ظهور السمية الحادة، من جراء 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 بيولوجياً.

ولتفسير ذلك نقول: إن هذه المواد، الصناعية المخلقة، قد بلغت درجة عالية من التعقيد المفرط، إضافة إلى كونها مواد جديدة وغريبة؛ ولذلك فالكائنات الحية الدقيقة، تفتقر إلى الإنزيمات التى تستطيع أن تحللها؛ ومن ثم فإنها تستعصى على التحلل بيولوجياً، ولعل ذلك يفسر سبب امتلاء شواطئنا بالكثير من العوالق والنفايات، ذلك أن المواد المصنعة من الكيماويات المخلقة، 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 مصنعة من مواد سليولوزية طبيعية، فإنها تتحلل بسرعة فائقة.