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.