

الباب الأول

علم السموم (التوكسيكولوجي)

علم السموم (Toxicology) : هو فرع من العلوم المختص بدراسة تأثير الجرعات المختلفة من السموم علي النشاط البيولوجي (Biological activity) و فاعلية وظائف أجهزة الجسم المختلفة من حيث :

- دراسة تأثيراتها المختلفة و التي غالبا ما تكون عكسية (Adverse effects) و تتراوح في حدتها بين تأثيرات بسيطة (Slight effects) إلي تأثيرات حادة (Sever effects) و لا تحدث تلف مستمر في وظائف أعضاء الجسم المختلفة المتأثرة بها (Not-permanent damage) .
 - دراسة تأثيراتها الغير عكسية (Not-adverse effects) حيث تحدث تأثيرات تؤدي إلي تلف مستمر في أعضاء أجهزة الجسم فلا تعود لحالتها الطبيعية مرة أخرى و غالبا ما تنتهي بالموت خاصة إذا ما كان تأثير المادة علي خلايا أنسجة الجهاز العصبي و التي لا تستطيع الإتقسام أو الإحلال و تبقى تأثيراتها حتي بعد تخلص جسم الكائن المعرض منها و من متبقياتهما .
 - دراسة تأثيراتها المختلفة و التي غالبا ما تكون علي عضو معين أو قد تؤدي إلي سمية عامة (Generalized toxicity) حيث تتأثر بها عدة أجهزة بالجسم .
 - دراسة آلية : ميكانيكية تأثيرها (Mode : Mechanism of action) .
 - تقييم فاعلية السموم و الملوثات البيئية و تحليلها و تحليل متبقياتهما (Residues) و ممثلاتها (Metabolites) لتعين حد الأمان (Safety level) .
 - و لا تحدث مثل هذه التأثيرات بالنظام / الأنظمة البيولوجية بالجسم المعرض إلا بعد وصول المادة السامة أو نواتج تمثيلها لمكان الفعل (Site of action) و بتركيز مناسب وفي الصورة المناسبة مع توافر الوقت الكافي للتعرض لها .
 - وقد تتطور تأثيرات السمية سريعا عقب التعرض أو قد تتأخر ظهورها لفترة من الوقت (٥-٣٠ سنة) كما بحالة الأورام السرطانية أو قد تقصر حسب نوعية و شدة التأثير و المادة المؤثرة و مكان التأثير .
- فبعض الأمهات الحامل و المتعاطية لمادة داي إيثيل ستيل بسترول

(Diethyl stilbestrol : DES) تظهر أورام سرطانية في مهبل و رحم أنسالتها التالية ، كذلك ظهور أعراض حالات السمية المتأخرة (Delayed neurotoxicity) عقب التعرض لبعض أفراد مجموعة السموم الفوسفورية العضوية مثل مركب تترأورثو كريزول فينول (TOCP) .

▪ وقد تحدث بعض المواد تأثيرها في مكان التعرض وهنا تسمى تأثيراتها بالتأثيرات الغير حركية (Non-Kinetic effects) كتأثير ملامسة الأحماض و القلويات القوية لسطح الجسم المعرض وهنا تتوقف شدة التأثير علي خواص المادة الكيميائية والطبيعية ومكان التعرض ومدى حساسية التلف الناجم ونوع الكائن المعرض ومدى التركيز المستخدم وهنا يمكن إيقاف فعلها (تفاعلها الكيميائي) بإزالتها أو متبقياتا من علي السطح المعرض ويطلق علي التوكسيكولوجست القائم بهذه النوعية من الدراسات بالتوكسيكولوجست اللامتيلي (Non-metabolic toxicologist) في حين يطلق علي مثيله والقائم بدراسات السمية علي مواد ذات تأثيرات حركية بالتوكسيكولوجست الحركي أو التمثيلي (Kinetic : Metabolic toxicologist) فمثل هذه السموم والملوثات البيئية تنفذ وتنتقل خلال أغشية جدر الجسم وتمثل لنواتج تمثيل ترتبط طبيعيا أو كيميائيا أو تخزن في أماكن تخزين خاصة (Specific depots) أو يتم إفرازها أو إخراجها مع البول (كجزئيات السموم والملوثات البيئية القطبية) أو مع البراز (كجزئيات السموم والملوثات البيئية الغير قطبية) أو أثناء التنفس (كجزئيات السموم والملوثات البيئية المتطايرة) .

فالسّم هو مادة تسبب تأثيرات ضارة في أي كائن حي متعرضة له سواء بقصد أو عرضيا بدون قصد و تأثيره يرتبط أساسا بقيمة الجرعة (Dose) أو التركيز المتعرض لها حيث أن أي مادة سامة عند جرعة منخفضة لا تحدث تأثيرات ضارة في حين أن معظم المواد إن لم تكن جميعها تحدث تأثيرات ضارة عند التعرض لجرعات عالية منها.

أما المواد الغريبة (Foreign compounds) عن المواد الناتجة عن عمليات التمثيل (Metabolism) في جسم الكائن الحي فيطلق عليها إصطلاح

(Xenobiotics) و عليه فالمواد السامة يمكن و أن تكون مواد غريبة عن الجسم أو نواتج داخلية المنشأ (Endogenous) بما فيها نواتج التمثيل الوسطية (Intermediate products) إذا ما نتجت بتركيز عالي نتيجة خلل أو مرض ما في الجسم مثل الجلوتامات و الهرمونات كالثيروكسين أو عند إعطائها بجرعات عالية .

حيث يقوم التوكسيكولوجست (Toxicologist) الاختصاصي بعلم السموم : السُمومي وهو الشخص الفني المتمرن و المتمرس بجانب دراسته (والمتلقي لتدريبات متقدمة خاصة من حيث طرق الفحص و تحديد طبيعة التأثيرات الضارة العكسية و الغير عكسية و تقدير احتمالات حدوثها و تنوعها و اتساع حدودها و مجالها) بدراسة أثر مثل هذه السموم و متبقياتا و ممثلاتها علي الكائنات الحية داخل الجسم (In-vivo) أو خارج الجسم في أنبوب اختبار (In-vitro) لتحديد وتعريف و تقنين الضرر النسبي لها (Relative hazards) أنسجة عضو بجهاز ما أو علي جهاز مستهدف بكائن حي ما (Target system) .

و عليه يقوم علم السموم بالدراسة النوعية (Qualitative studies) و الكمية (Quantitative studies) للتأثيرات الضارة (Hazard effects) سواء أكانت تأثيرات عكسية أو تأثيرات غير عكسية (Reversible or Irreversible effects) لمواد الطبيعية و المركبات الكيميائية خاصة السموم و الملوثات البيئية .

أما علم السموم البيئية (Environmental toxicology) فهو فرع من علم السموم ويهتم بدراسة التأثيرات السامة للسموم و الملوثات البيئية (Toxicants & Environmental Pollutants) و أثارها السامة الجانبية (Toxic side effects) و الناجمة عن الأنشطة البشرية و المصادر الطبيعية في مكونات النظام البيئي (Ecosystem components) كالهواء و التربة و الترسيبات و الماء (أنهار و بحيرات و بحار و بحيرات و محيطات) و الكتلة الحية (Biomass) كالنبات و الحيوان و الإنسان و بأكثر تحديدا مكونات طبقة الهواء الجوي البيوسفير (Biosphere) التي يعيش فيها البشر و الكائنات الحية الأخرى و المتأثرة تأثيرا مباشرا و غير مباشرا بمدي التلوث ، أي دراسة التأثيرات الضارة العكسية و الغير عكسية للملوثات و السموم البيئية علي الحياة البرية و كيفية تأثيرها علي النظام البيئي .

فنقص مصادر الغذاء الآن و الناجمة عن موت الأسماك لتسمم و موت البلاكتون (Plankton) و تلك نتيجة تلوث مياه المسطحات المائية (Water surfaces) بأنواعها المختلفة بمتبقيات و أبخرة السموم و العناصر الثقيلة (Heavy elements) كالرصاص و الكاديوم أو نتيجة فعل تفاعلات الأكسدة الضوء كيميائية : الطبخن (Photochemical oxidation : Smog) و تأثيرها علي التوازن الطبيعي و البيولوجي (Bionatural Balance : BB) و الإستجابة الطبيعية و الفسيولوجية للكائنات الحية لها خاصة البشر (Human natural physical & physiological response) و التي يمكن و أن تنشأ نتيجة التأثيرات الضارة الناجمة في كائنات أخرى يعتمد عليها الإنسان في النهاية : السلاسل الغذائية (Food chains) و هو ما يشار إليه بالسمية البيئية (Ecotoxicity) . و عليه يكون الهدف الرئيسي (Main task) للتوكسيكولوجست البيئي هو تقييم و قياس المخاطر (Risk evaluation & assessment) الناجمة من تفاعل وجود و تواجد الملوثات البيئية و من قبل المحافظة علي منع وصول هذه الملوثات و السموم البيئية إلي مستويات خطيرة (Harmful levels) أو محاولة الحد من أخطارها لحدودها الدنيا (Minimizing level) خاصة عند بلوغها الحدود القصوى حيث تتوقف حدة تأثيراتها الضارة علي حث :

- درجة السمية الأصلية للمركب (Inherit toxicity) .
- معدل الأمتصاص و النفاذية و التخلل خلال جسم الكائن الحي (Absorption . Penetration & permeability) .
- مقدار ما يفقد من سمية المركب قبل أن يمتص و يتوزع إلي مكان التأثير (Detoxification) .
- مقدار ما يفقد من سمية المركب من خلال طرحه خارج الجسم (Elimination) .
- الحالة الفسيولوجية للكائن المتعرض .

أما علم السموم الشرعي (Forensic toxicology) فيتناول نواحي السمية و إعتباراتها بجانب النواحي القانونية و المرضية حيث يختص بدرجة أكبر بالأدلة و بالظواهر المتعلقة بمسببات الموت في الحالات الغير عادية .

ولقد بدأ هذا الفرع بالإهتمام بالتأثيرات الضارة لبعض النباتات والمعادن وكيفية علاجها . وعليه فهو العلم المهتم بالتشريعات الطبية الخاصة بالتأثيرات الضارة للمركبات الكيميائية علي الإنسان والحيوان حيث تكون مهمة التوكسكولوجست هنا هي تحديد مسببات التسمم والمرض الناجم .
 أما علم السموم التوكسيني (Toxinology) فيتعلق بدراسة السموم التي تنتجها الكائنات الحية كالتوكسينات (Toxins) و التي ينجم عنها أضرار في الكائنات الحية مثل :

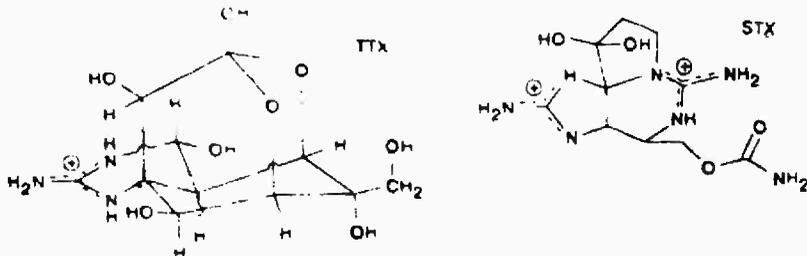
- سموم الثعابين (Snake poisons : Venoms)
- سموم العنكب (Spider poisons) مثل سم الأرملة السوداء (Black widow)
- سموم الحشرات كسموم النحل و الدبابير .
- سموم بكتيرية مثل البوتولينيم و المستخرج من البكتريا و الذي يوقف إفراز الموصل العصبي الأسيتيل كولين و تحلل كروماتيني (Chromatolysis) و زيادة في مستوى حمض الريبونيوكلريك (RNA) يتبعه زيادة في مستوى حمض الريبونيوكلريك الريبوسومي .
- سموم فطرية و أحسن مثال لذلك هو توكسين فطر الفيوزاريوم ، المكون الرئيسي في المستخلص الكحولي (T2-Fusarium toxin) لمزارع فطر *Fusarium sporotrichioids* و هو المسؤول عن السمية الناجمة عن الخبز المصنع من حبوب مخزونة تحت ظروف تخزين سيئة ويؤدي إلي فرط إستساخ : هيبربلاسيا (Hyper placia) في الفئران و في بعض الحالات يؤدي إلي أورام في القناة المعد معوية . أما التوكسين الموجود في بعض أنواع من عيش الغراب : المشروم (Mushroom) فيحتوي علي هيدرازينات مطفرة (Mutagenic) و مسرطنة (Carcinogenic) .
- سموم سوطية : مثل ساكسي توكسين (Saxi toxin : STX) و المستخرج من السوطيات *Gony laular* فعند تغذية المحار علي البلاكتون المحتوي علي مثل هذه السوطيات فإن المحار يصبح سام للإنسان حيث تؤدي لسد المرشح الإختياري (Sf) و ترتبط بالموقع السالب الشحنة مثل الصوديوم (التلوث البيئي و السموم الديناميكية و إستجابة الجهاز العصبي لهما للمؤلف) .

- سموم نباتية (Phyto toxins) كالهيدرازينات و الفلافونويدات (Flavonoids) كاليورستين (Uroctin) بالقهوة والشاي (Kaempferol) وكلاهما لهما تأثير سام وراثيا كذلك السيكلامات والسكرارين والتي تتحول بفعل البكتيريا إلي سيكلو هكسيل أمين المسرطنة للمثانة (Carcinogenic to bladder) .
- كذلك أيضا الجليكوسينولات الموجودة بالكرنب والتي تستهدف الغدة الدرقية و النيتريت و النترات التي تختزل بدورها إلي نترات بيكتريا الأمعاء الموجودة في السبانخ و التي تسبب ميثيموجلوبيينيميا .
- كذلك تحتوي بعض الحشائش البحرية مثل حشيشة البحر الأحمر (Red sea weed) والتي يستخرج منها مركب كاراجينان و التي تنهار فسي الأمعاء الدقيقة لنواتج إنهيار تكون فرح . كذلك مركبات الديكستران (Dextrin sulfate) وهي مركبات كبريتية للجلاكتوز عديد السكريد و توجد بمختلف أنواع الحشائش البحرية وتستخدم في أدوات التجميل (Cosmetics) و بعض العقاقير الجلدية (Plarmia coattails) و تستخدم أساسا كمواد مثبتة و مستحلبة .
- أما الكالويدات الفنكا خاصة ألكالويد فينرستين (Vinerstin) فيسبب أضرار في محاور الألياف العصبية (Neurofibrils) وهو ما يوقف عملية النقل في بلازما المحور (Exoplasmic transport) . وفينبلاستين (Vinblastine) و المستخرجة من نبات *linblastine vineristins* و كلاهما يستخدم لوقف نشاط الخلية البيولوجي (Cytostatic action) و المستخدمة في علاج السرطان الدموي لكنها في نفس الوقت تؤدي لإلتهابات بالأعصاب الطرفية وإضطرابات في الإحساس وضمور الأعصاب الحركية و العضلات مع تجمعات و تراكم خيوط سيتوبلازم الخلية (Argentophilic) بالوحدات العصبية الخلفية بقاع المخ والحبل الشوكي .

• سموم حيوانية : مثل إستروريد باتراكوتوكسين (Batrachotoxine BTX) و الموجود في جلد الضفادع في أمريكا الشمالية و المؤدي لزيادة نفاذية غشاء الخلية لأيونات الصوديوم في الحالة المستقرة مما يؤدي بدوره الي تحول الكهربية الموجبة إلي كهربية سالبة و لهذا ففي غياب الصوديوم لا يكون له تأثير علي العصب . أما سم العقرب (Aa H II) فله نفس تأثير الساكسينتوكسين (STX) و التترادوتوكسين (TTX) مع أيونات الهيدروجين في سد المرشح الإختياري (Sf) و ترتبط بالموقع السالب الشحنة مثل أيونات الصوديوم حيث تجعل مادة تراي ميثيل أكسونيم (TMO) غير مثارة للتترادوكسين (TTX) و تختزل نفاذيتها للصوديوم فترتبط مادة تراي ميثيل أكسونيم مع أيونات الهيدروجين السالب الشحنة الثاني بنهاية قناة الصوديوم .

أما علم السموم البيوكيميائي (Biochemical toxicology) فهو العلم المعني بتقديم الطرق و المعلومات الأساسية و الحيوية و المستندة عليها فروع علم التوكسكولوجي الأخرى . ويهتم بالتأثيرات التي والظواهر التي تحدث علي المستوي الجزيئي (Molecular toxicology) نتيجة تداخل جزيئات المركبات السامة مع الكائنات الحية موضع الإختبار وهو ما يؤدي بدوره لتفهم أعمق للعمليات الناشئة و المؤدية لحدوث التسمم (حاد أو مزمن) في نفس الوقت لها أهميتها في كيفية الوصول للطرق العلاجية و تقييم الأخطار الناجمة .

ومن هنا يمكن القول بأن التوكسيكولوجست البيوكيميائي يهتم بدراسة جميع مراحل التسمم عدا مرحلة التعرض (Exposure) أو المسار أو الطريق الذي يجعل الكائن المتعرض جزء من البيئة المحيطة و المحتوية علي المادة السامة . فمرحلة التوزيع (Distribution) و المتضمنة تقنية نقل جزيئات السموم عبر خلايا أنسجة أعضاء الجسم وأيضا مرحلة التمثيل (Metabolism)



والحادثة في معظم خلايا أنسجة أعضاء الجسم المختلفة خاصة الكبد و الذي يقوم بهدهما في الغالب إلى ممثلات قد تساهم في كيفية إحداه الأثر السام بجانب المركب الأصلي كذلك المرحلة التي تليها و المتضمنة إعادة التوزيع (Redistribution) ثم مرحلة تداخل جزيئات منبقيات المركب و ممثلاته مع المستقبل الحيوي أو البيوكيميائي لإحداه الفعل كذلك مرحلة خروج بعض هذه النواتج بعد وصولها لأعضاء الإخراج كالكلبي و الرئتان و المراحل السابقة كلها يتضمنها علم السموم البيوكيميائي . مما سبق نجد أن أنشطة الاحتراف للتوكسيكولوجست تقع في إحدى مصاف المراتب التالية :

- **توكسيكولوجست وصفي (Descriptive toxicologist)** و هو المضطلع بصفة خاصة في تصميم و تخطيط إختبارات السمية بناء علي معلومات تمكنه من تقويم الأخطار العكسية و الغير عكسية الناجمة عن التعرض للمركبات الكيميائية في البيئة سواء للإنسان أو الطيور و الأسماك سواء أكانت مواد كيميائية و إضافات أغذية و عقاقير طبية و كيماويات المصانع .
- **توكسيكولوجست تقني (Technical toxicologist)** و هو المضطلع في تقنيات السمية المتقدمة من حيث السموم و طريقة تأثيرها علي الكائن الحي و بهذا تقود نتائج دراسته دائما إلى تطوير التقنيات المستخدمة و زيادة درجة حساسيتها لإمكانية التنبؤ بأخطار هذه السموم خاصة التفهم العميق لآلية الفعل تساهم في المعرفة الأساسية لعلم الفسيولوجي و البيولوجي و الصيدلاني .
- أما التوكسيكولوجست التشريعي فهو الشخص المضلع بمسؤولية سن التشريعات و القوانين و اتخاذ القرار التي نوه عنها التوكسيكولوجست الوصفي لمادة أو عقار له أخطار سواء بوقف أو استمرار استخدام مثل هذه المادة كما تفعل منظمة الغذاء و الدواء : (Food & Drug Administration FDA) و المسؤولة عن تداول و منع تداول المواد الغائبة (إضافات الأغذية) و العقاقير و مواد التجميل كذلك حماية البيئة (Environmental Protection Agency EPA) و المسؤولة عن تنظيم التعامل مع المواد الكيميائية ذات الطابع الخاص كمبيدات الآفات بأنواعها .

ويهدف علم السموم إلى الكشف وكما أشير عن السموم وإستعمالاتها المختلفة لصالح البشرية وهو ما له علاقة بكثير من العلوم الأخرى شكل رقم (١-١) مثل :

- علم وظائف الأعضاء : الفسيولوجي (Physiology) : والذي يدرس وظيفة أعضاء الجسم المختلفة والعوامل المؤثرة عليها .
- علم الكيمياء الحيوية (Biochemistry) : حيث تسهل تمحيص الوصف العلمي الدقيق لأي تغير في الحالة الفسيولوجية والسلوكية .
- علم الطب السريري (Clinical toxicology) : ويهتم بتطوير تشخيص حالات التسمم الناجمة عن السموم والعقاقير خاصة حالات التسمم الحاد والمزمن (Acute & Chronic Poisoning) وطرق علاجها وتطوير الترياق (Antidote) الخاص بها وطرق التحليل الدقيق لمبتقيات ومثلاث هذه السموم بالعينات البيولوجية وهنا يأتي دور الكيمياء التحليلية ، كذلك دراسة طرق دخول و امتصاص و نفاذ و سريان و إنتقال جزيئات السموم و آليات إنتقالها و حركيتها.

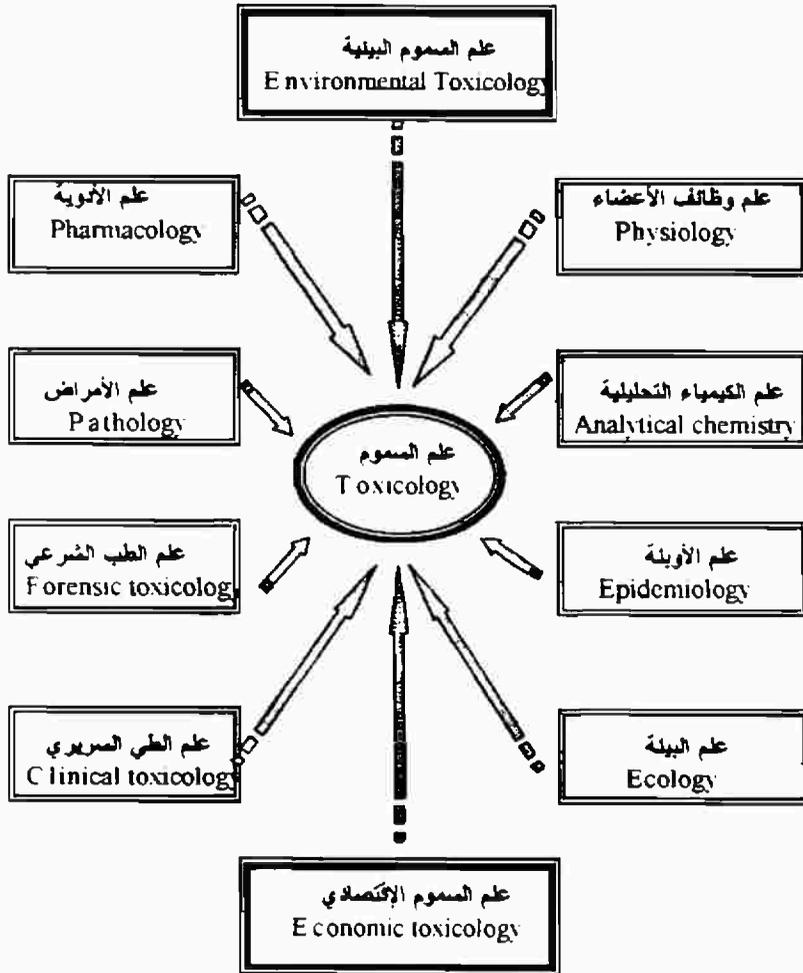
• علم البيئة (Ecology) و هو العلم المهتم بدراسة

- علم الأمراض الوبائية (Epidemiology) : و يهتم بدراسة الأمراض الوبائية و التي تعد الحشرات ناقلات هامة لها (Vectors) خاصة الأمراض المؤثرة علي الصحة العامة كالتيفود و الكوليرا و الطاعون و الملاريا وأخري لا يعلمها إلا الله .

- علم السموم الشرعي (Forensic toxicology) وهو العلم المختص بدراسة الجانب القضائي لإستخدام و تداول السموم مع تشخيص الأعراض و التحاليل الكيميائية و الطبية الخاصة بإثبات تواجد متبقيات و ممثلاثها أو تأثيراتها من خلال تطوير و تنمية الوسائل التحليلية لتقدير متبقيات و هنا يأتي دور الكيمياء التحليلية للمرة الثانية .

- علم السموم الاقتصادي (Economic toxicology) : و يهتم بدراسة و تطوير السموم و أستخداماتها لينطبق عليها مبدأ الربح و الخسارة حيث يجب و أن تكون الخسارة الناجمة عن الإصابة بعد إستخدام المركب أقل ما يمكن أي عملية إنتقاء الأحسن و الأكثر مناسبة للإصابة أو الأفة أو

الوباء المنتشر من حيث الفاعلية البيولوجية مع قلة التكاليف و إنعدام الأثر الجانبي .



شكل رقم (١-١) : شكل توضيحي يبين مدى الارتباط القوي بين علم السموم و العلوم الحيوية الأخرى

وتقسم السموم والملوثات البيئية إلى عدة مراتب تقسيمية وذلك تبعاً لتركيبها الكيميائي ومصدرها وطريقة دخولها إلى الجسم وطريقة تأثيرها واستخداماتها الأساسية :

١- تقسيم السموم والملوثات البيئية حسب تركيبها الكيميائي :

حيث تقسم السموم والملوثات البيئية حسب طبيعة تركيبها الكيميائي إلى :

١-١-١ سموم وملوثات بيئية غير عضوية (Inorganic poisons) :

١-١-١-١ مجموعة السموم الزرنيخية (Arsenious poisons)

١-١-١-٢ مجموعة السموم الفلورونية (Fluoronic poisons)

١-١-١-٣ مجموعة السموم الكبريتية (Sulfur poisons)

١-١-١-٤ مجموعة السموم النحاسية (Copper poisons)

١-١-١-٥ مجموعة السموم الزئبقية (Mercury poisons)

١-١-١-٦ مجموعة السموم القصديرية (Tin poisons)

١-١-١-٧ مجموعة السموم الكلورات (Chlorate poisons)

٢-١ سموم وملوثات بيئية عضوية (Organic poisons) :

١-٢-١-١ مجموعة السموم والملوثات الهيدروكربونية العضوية الكلورونية

(Chlorinated hydrocarbons)

١-٢-٢-١ مجموعة السموم والملوثات الفوسفورية العضوية

(Organophosphorus : OB.s)

١-٢-٣-١ مجموعة السموم والملوثات الكرباماتية العضوية (Carbamates)

١-٢-٤-١ مجموعة السموم والملوثات الفينولية والنيترو فينولية (Phenols &

Nitrophenols)

١-٢-٥-١ مجموعة السموم والملوثات النيتروجينية الحلقية المتجانسة

(Homocyclic nitrogenous) كمشقات اليوريا .

١-٢-٦-١ مجموعة السموم والملوثات النيتروجينية الحلقية الغير متجانسة

(Homocyclic nitrogen's) كمشقات الترايازينات .

١-٢-٧-١ مجموعة السموم والملوثات من مشتقات حمض البنزويك .

١-٢-٨-١ مجموعة السموم والملوثات الزئبق العضوية .

١-٢-٩-١ مجموعة السموم والملوثات السيانيدية .

١-٢-١٠-١ مجموعة السموم والملوثات من الثيوسيانات .

- ١-٢-١١- مجموعة السموم و الملوثات من السياناتاميدات .
- ١-٢-١٢- مجموعة السموم و الملوثات من الكارباميدات .
- ١-٣-٣- سموم و ملوثات بيئية طبيعية (Natural poisons) :
- وهي مجموعة من السموم النباتية أو البترولية مثل :
- ١-٣-١- مجموعة السموم النباتية (Botanical poisons) :
- وهي مجموعة من السموم النباتية المصدر و تستخرج من
الأجزاء النباتية المختلفة كالأوراق و السوق و الجذور مثل :
- ١-٣-١-١- مجموعة السموم النباتية الألكالويدية (Botanical alkaloid poisons) :
- كالنيكوتين والنور نيكوتين والأاباسين والمستخرجة من نبات
التبغ والمورفين من نبات الخشخاش والكوليستين من نبات
اللحلاح والهيوسيامين من نبات الداتورة والأكونتين من نبات
خانق الذئب والبيريثرينات من نبات البيريثرم والدرس من
جذور نبات الدرس والهيوسين من نبات السكران .
- ١-٣-١-٢- مجموعة السموم النباتية جليكوسياتوجين (Botanical
Glycocyanogen poisons) : و تستخرج من بذور التفاح واللوز
المر والكمثري والمشمش والذرة .
- ١-٣-١-٣- مجموعة السموم النباتية جليكوستيرويدية (Botanical
Glycosteroide poisons) : و تستخرج من نبات الدفلة والحنظل و
الديجاتاليس .
- ١-٣-١-٤- مجموعة السموم النباتية جليكوكومارينية (Botanical
Glycocoumarine poisons) : و تستخرج من نبات الدفلة و
الحنثوق وكستة الحصان .
- ١-٣-١-٥- مجموعة السموم النباتية البروتينية (Botanical protein poisons) :
- مثل الريسيسين و تستخرج من بذور نبات الخروع .
- ١-٣-٢- مجموعة السموم الفطرية (Phyto Toxins) : وهي مواد سامة تنتجها
الفطريات مثل الأماتوكسين (Amatoxin) والبيسلوسيبين (Psilocybin)
والمسيمييد (Muscimide) و المسكرين (Muscrine) .

١-٣-٣- مجموعة السموم الزيتية كزيوت البترول و نواتج تقطيرها و تكريرها و التي تقتل سواء عن طريق صفاتها الطبيعية : أسفكسيا الخنق و كذلك السموم القطرانية .

٢- تقسيم السموم و الملوثات البيئية حسب طريقة دخولها الجسم (Mode of Entry) :

و هذا التقسيم غير حقيقي حيث لا يوجد حد فاصل بين طريقة دخول جزيء المركب السام إلى جسم الكائن و طريقة تأثيره (Mode of Action) فعلي سبيل المثال مركب النيكوتين سم معدي (Stomach poison) لدخوله عن طريق الفم (Oral administration) للجهاز الهضمي مع الغذاء في نفس الوقت له تأثير لامس (Contact poison) عند ملامسته لسطح الجسم الخارجي (جلد/جلد) كما أن له تأثير مدخن كإحدى (Fumigant) و ذلك عند دخول أبخرته من الفتحات التنفسية أو الثغور التنفسية في الحشرات كذلك كان الحال مع مركبي الهبتاكلور (Heptachlor) و السيكلوهكسان (Cyclo hexane) .

فجزيئات المواد الغريبة كالسموم و الملوثات البيئية تتواجد في الجسم في صورة إتران مع السوائل البيولوجية بالجسم فالمعدة و الأمعاء تفرز حوالي ثلاثة لترات من السوائل يوميا و عليه فمعدل توزيع جزيئات السم بين السوائل و البلازما له دوره سواء في عملية إمتصاصها بالنقل النشط في القناة الهضمية أو التخلص منها تبعا لدرجة قطبيتها و حجم الجزيء و درجة تأينه و تركيز أيون الهيدروجين للسائل البيولوجي . وعموما يمكن تقسيم السموم و الملوثات البيئية تبعا إلى طريقة دخولها الجسم إلى :

٢-١- سموم معدية (Stomach poisons) :

وهي مجموعة السموم و الملوثات البيئية التي يتم دخولها للجسم من خلال تناولها عن طريق الفم (Oral administration) مع الغذاء أو مع مياه الشرب فتصل إلى القناة المعد معوية (Gastrointestinal duct) حيث يتم نفاذها و تخللها ثم إمتصاصها بسرعة و ذلك نتيجة رقة جدر أغشية الخلايا و خلوها من الكيتين فتؤثر على الخلايا المبطنة للأمعاء فتؤدي إلى ترسيب البروتين الخلوي كما في حالة السموم الزرنيخية و الفلورونية .

وغالبا ما يتمتع جزيء السم المعدي بالصفات التالية :

- له معدل ذوبان نسبي (Relative solubility) حتى يتسنى لجزيء السم و يتمكن من القيام بفعله و لكن لا يجب و أن يزيد معدل ذوبانه إلي الحد الذي يسمح بغسيله (Washing) من الأسطح المتعرضة له أو لمتبقياتاه . كذلك يجب تمتع مترسباتها (Depositors) و مخلفاته (Residues) بقدرة ذوبان معينة في الطبقات الليبوفيلية حتى تتمكن من الإنتشار في صورة فيلم رقيق (Thin film) لا يزال سريعا من الأسطح المعاملة بها بفعل العوامل الطبيعية و الميكانيكية .

أما من حيث ثباتها أمام الكائنات الحية الدقيقة (Flora) الموجودة بالأمعاء و التي تقوم باختزال مجاميع النيترو (Nitro group) في المركبات : النترات (Nitrate) و النترت (Nitrite) إلي أمينات خاصة إذا ما كانت أمينات حلقيه ذات التأثير المسرطن (Carcinogenic effect) فتتحول النترات الملوثة لمياه الآبار بواسطة بكتريا *E. coli* المتواجدة في معدة الأطفال ذات الحامضية العالية إلي نترت فتسبب ميثيموجلوبينيما (Methemoglobinemia) علاوة علي تأثيرها المسرطن للأمعاء و اضطراب الغدة الدرقية . كذلك تتحول الأمينات الثانوية (Secondary amines) المتواجدة في الخضروات و الأسماك و الفواكه أو النترت المضافة كمادة حفظ في الأسماك المدخنة و اللحوم إلي نواتج مسرطنة . كذلك يجب تمتع جزيئاتها بدرجة ثبات أمام العصارة المعدية الحامضية و إنزيماتها ، فحمض الهيدروكلوريك الموجود بمعدة الثدييات في حين يوجد حمض الفوسفوريك بالجهاز الهضمي بالحشرات فتتحول مثلا جزيئات مركب زرنخات الرصاص السامة إلي فوسفات رصاص غير ذائبة .

- يتناسب معدل إمتصاص جزيئات السموم المعدية مع معدل ذوبانها في الماء ذلك بالإضافة إلي عامل حجم الجزيئات الكبيرة كما أن حركة جدر الأمعاء تزيد من معدل الإمتصاص لجزيئات السموم بطيئة الحركة (السعة الإمتصاصية) . كذلك فالمعدة و الأمعاء الخاوية من الغذاء يزداد نسبة و سرعة الإمتصاص بها حيث أن وجود كتلة الغذاء بها يؤدي إلي تخفيف الجرعة حيث تمتص كتلة الغذاء بعض من جزيئات السم و لهذا يفضل تجويع (Starvation) الحيوانات المستخدمة في الإختبار قبل المعاملة بسنة ساعات .

- يتمتع بطعم مستساغ و رائحة غير منفرة (Good taste & No-repel odor) خاصة مع الكائنات المستهدفة (Target organism) فلا تبعدها أو تنفرها من السطح المعامل و المتعرضة لها خاصة و أن لبعض هذه الكائنات المقدرة علي رفض تناول الطعام الملوث بها أو الإمتناع عن الإستمرار في تناوله مع تقيئ (Vomiting) ما تم تناوله .
- في نفس الوقت يعد الجهاز الهضمي هنا مسؤول عن التخلص من جزيئات عنصر الكاديوم عن طريق مخاط الأمعاء و المعدة أو الصفراء و هنا يجب الأخذ في الإعتبار أن إخراج الصفراء لبعض جزيئات السم يعتمد علي حجم الجرعة و درجة الحرارة حيث يزداد معدل ما تخرجه منه بزيادة حجم الجرعة و ارتفاع درجة الحرارة .
- أما جزيئات الزئبق و التي تعد كسم بروتوبلازمي فتمتص بالقناة المعد معوية و ترتبط مع مجاميع الكبريت : مجاميع السلفهيدريل (-SH) في جزيئات البروتين و لا تتركز في الكبد و عليه فأى تركيزات ضئيلة من الزئبق يتم التخلص منها ببطيء عن طريق عصارة الصفراء و تظهر في البراز ، حيث يرجع ظهور جزيئات السموم ذات التأثير المعدي في البراز إلي :

• عدم الأمتصاص الكامل لها .

• إفرازها في الصفراء بالأمعاء الدقيقة ثم تخرج مع البراز أو بالبنكرياس

• طردها عن طريق الكحة أو الكحة المتكررة (السعال) أو العطس من الجهاز التنفسي إلي البلعوم فتبتلع من جديد

(Swallowed) . هذا بجانب عمليات القيء (Vomiting) عقب تناول المواد المقيئة و التي تزيل جزء كبير منها .

• أما بالنسبة للسيلينيوم و البريليم (Selenium & Beryllium) فتمتص خاصة البريليم في حين يتطاير حوالي ٣٠ % من السيلينيوم و تخرج عن طريق الرنة و الباقي في البراز في حين يخرج البريليم مع البول .

• أما جزيئات الرصاص فتختلف درجة أمتصاصها تبعاً للعمر حيث تبلغ النسبة الممتصة بالأطفال حوالي ٥٠ % من الجرعة الفموية بينما تنخفض كثيراً في البالغين فتصل النسبة الممتصة إلي ٥-١٠ % .

٢-٢-٢ سموم بالملامسة (Contact poisons) :

وهي مجموعة من السموم تقتل بالملامسة المباشرة للجلد أو الجليد المحيط بجسم الكائن الحي حيث يتم تخلل و نفاذ جزيئاته و أمتصاصها و إنتقالها خلال أغشية جدر الجسم : الحواجز (Barriers) ومن هنا يتبين لنا أهمية عامل النفاذية و الأمتصاص كصفة مميزة لهذه المجموعة من السموم والتي تؤدي عملها في الغالب كسموم عصبية مثل مجموعة السموم الهيدروكربونية العضوية الكلورونية ومجموعة السموم الفوسفورية العضوية ومجموعة السموم الكرباماتية العضوية وكذلك السموم الطبيعية النباتية كالبيريثرينات و الروتينون و الثيوسيانات والتي لها في نفس الوقت تأثير تخديري (Narcotic) أو الصدمة العصبية (Knock down) وهنا يتمتع جزيء السم بالملامسة بالصفات التالية :

- لون ورائحة غير منفرة أو طاردة و التي تضفي عدم الإحساس من قبل الكائن لإستمرارية التلامس و التعرض له و هنا يتسنى وصول التركيز الكافي منه لداخل الجسم .
- سهولة مرور جزيئاته عبر طبقات أغشية جدر الكائن الحي (جلد أو الجليد) خاصة الأماكن رقيقة السمك الخالية من التغلظ و التصلب و لهذا يجب و أن يتمتع جزيئات المركب السام بالملامسة بدرجة نعومة مناسبة للحبيبات لتلتصق بقوة بالسطح المرغوب .
- تتمتع مترسباته (Depositors) ومتبقياتاه (Residues) بأثر باقي طويل (Long residual effect) فمعدل ثباتها عامل هام وإستراتيجي لتحقيق هدفها و من هنا تتبلور أهمية العوامل البيئية المحددة لبقائها .

٢-٢-٣ سموم تنفسية : مدخنات (Respiratory poisons : Fumigants) :

وهي مجموعة السموم الغازية و التي تقتل بصورتها الغازية أو الأبخرة أو الإيروسولات (Gases . Fumes & Aerosoles) من خلال دخولها لجسم الكائن الحي عبر الفتحات التنفسية بالثدييات (أو من خلال الثغور التنفسية بالحشرات) ومنها للقصبه الهوائية (Trachea) ثم القصيبات (Tracheoles) فالرئتين (Lungs) و لهذا تلعب درجة الحرارة دورها خاصة مع السموم المتطايرة منها (ضغط بخاري < ١٠ مم ز) أو تكون في صورة

صلبة تتسامي بسرعة للحالة الغازية فيكاد يتشابه تأثيرها مع السموم باللامسة و ينحصر الفرق بينهما في الصفات الطبيعية .

و الإيروسولات جزينات سامة صلبة في صورتها النقية ومذابة في غاز سائل تحت ضغط عالي وعندما يخفف عنها الضغط تنطلق جزيناتها مندفعة بسرعة و تنتشر في الهواء بصورة جزينات دقيقة تعلق بالجو لفترة من الزمن حيث تكون جزينات المادة الفعالة في التجهيزة (Formula) في صورة مركزات زيتية (Oil concentrate) و بتركيز يتراوح بين ١٠-٥٠ % و مذابة في زيت أليفاتي أو عطري .

و تتوقف نسبة (تركيز) السموم التنفسية الداخلة إلى الرئة علي نسبتها في الهواء الداخل للرئة (جم / د) و بتجميع الجرعة علي مدي الزمن المتعرضة له الرئة يمكن حساب الجرعة المستنشقة مع مراعاة نمط التنفس (راحة جري عمل) .

في حين يتوقف حجم الجرعة الداخلة علي حجم فيدال (Fidal vollium) و هو الحجم الذي تحدث له تهوية أثناء التنفس (٥٠٠ سم^٣) حيث :

التهوية الحويصلية (الهواء الطازج) =

حجم فيدال (٥٠٠) - الحجم المتبقي (١٥٠) X عدد مرات التنفس (١٥ / د) = ٥٢٥٠ سم^٣ (ديناميكية السموم والملوثات البيئية)

وإستجابة الجهاز التنفسي والدوري لها (للمؤلف)

حيث يتقارب حجم الغاز المتبادل مع حجم الدم الذي يملأ الرئة وهذا التكافؤ مهم لتحقيق تبادل سليم للغازات و الأكسجين بالدم .

ويتوقف مكان ترسبها و إستقرارها تبعا لحجم جزيناتها و التي بناء عليها تتفاوت درجة ترسبها و إستقرارها أثناء تدفقها و إندفاعها مع الهواء المستنشق و نوعية تركيبها الطبيعي و الكيميائي:

- فالجزينات ذات الحجم الأكبر من ١٥ ميكرون تستقر و تطبق في التجويف الأنف بلعومي و تظل مترسبة حتي تزال منه بالتنظيف أو العطس أو تبتلع أثناء الكحة و تصل إلي القناة المعد معوية .
- الجزينات و التي يتراوح حجمها بين ٣-٥ ميكرون فغالبا ما تترسب و تستقر بالشعبيات (Tracheo bronchiolar) و تتحرك بالحركة السلمية بأهدابها (املم / د) و لهذا فالكحة المتكررة أو السعال و العطس عوامل هامة لطردها خارج الجسم أو تبتلع و تصل للقناة الهضمية .

▪ الجزيئات التي حجمها أقل من ١ ميكرون تنتشر خلال عملية التبادل الغازي (التنفس) و تترسب و تستقر في النهاية بالحوصلات الهوائية (Olveolar) و ربما تمتص بالدم أو تتطاف بالتأثير التنظيضي الخلوي (Macrophagus) أو تمتص بالنسيج الطائفي بها أو يعاد امتصاصها منها للدم مرة أخرى فيحملها و يوزعها علي باقي أعضاء الجسم .
 ▪ و تنقسم إلي :

أ-سُموم تنفسية مخدرة (Narcotic respiratory poisons) :

وهي سموم لها القدرة علي النوبان في دهون جدر الرئة و تصل إلي حالة التسبع بالدم ثم تنتقل ذائبة للأنسجة حيث يكون إنتشارها بمعدلات مختلفة التركيز . ومن أمثلتها رابع كلوريد الكربون (CCl_4) وثنائي كبريتيد الكربون (CS_2) و حمض الهيدروسيانيك (HCN) .
 حيث تسبب إثارة (Excitation) ثم شلل (Paralysis) ثم الموت (Death)

ب-سُموم تنفسية مهيجة (Irritant respiratory poisons) : وهي سموم لها القدرة علي الدخول عبر الفتحات التنفسية و تطلق منها أحماض سامة بداخل الجسم . ومن أمثلتها الكلوربكرين و الميثيل بروميد وثنائي أكسيد الكبريت .
 فهي تؤثر علي حركة القلب حيث يخضع معدل و مدي النبض (Amplitude beat) للتحكم العصبي .
 حيث تسبب إثارة (Excitation) ثم تشنج (Convulsion) ثم الموت بدون ظهور أعراض الشلل .

٣-تقسيم السموم حسب طريقة فعلها (Mode of Action) :

تختلف طريقة تأثير المركب و فعله حسب تركيبته الكيميائية

٣-١-سُموم بروتوبلازمية (Protoplasmic poisons) :

وهي مجموعة السموم التي لها القدرة علي ترسيب بروتين البروتوبلازم الموجود في طبقة الخلايا الطلائية المبطنة للأمعاء من خلال تفاعلها الكيميائي مع مجاميع السلفهيدريل (-SH) الموجودة بالأحماض الأمينية المكونة للبروتين .

ومن أمثلتها السموم الزرنيخية و الزئبقية و النحاسية و الفلوريدات و الفلوسيليكات و البورات و العادن الثقيلة و الدلائل القلوية و الألكالويدات و النيتروفينولات و النيتروكربزولات و الأحماض الأمينية .

٣-٢-٢- سموم طبيعية (Physical poisons) :

وهي مجموعة السموم و التي تؤثر من خلال خواصها الطبيعية أكثر من خواصها الكيميائية حيث يكون تأثيرها المباشر غير مصحوب بتفاعلات كيميائية أو بيولوجية و لكن بطريق طبيعي فقط مثل :

٣-٢-١- زيوت معدنية و قطرانية (Heavy mineral oils & tar) :

حيث تحدث تأثيرها من خلال أسفكسيا الخنق حيث تعمل غشاء رقيق عازل يحيط بالكائن الحي فيعزله عن الجو الخارجي فيعوق عملية التبادل الغازي (Gas exchange) ونظراً لأن كثافة الزيت أقل من كثافة الماء لذا تستخدم بنجاح في مكافحة البعوض الناقل للملاريا من خلال رش طبقة رقيقة من هذه الزيوت علي المسطحات المائية كالبرك و المستنقعات ذات المياه الراكدة بدون حركة (الغير مفتوحة : المغلقة) فتعزل حوريات البعوض عن الهواء الخارجي وتمنع وصول الهواء و ملاسته لسطح الماء و ذوبانه فيه، ويزيد من درجة تأثيرها القاتل وجود شوائب غير مشبعة بالزيت .

٣-٢-٢- مساحيق خاملة كاشطة (Abrasive Inert powder) :

و هي مساحيق خاملة كيميائياً و ذات تأثير طبيعي يظهر في فقد رطوبة الجسم فتعرضه للجفاف حيث لها القدرة علي كشط (Abrasive) و تمزيق الطبقة الخارجية لجدار الجسم مما يؤدي بدوره إلي نفاذ رطوبة الجسم للجو الخارجي و هو ما يحدث مع أكسيد الألومنيوم .

٣-٢-٣- مساحيق خاملة هيجروسكوبية (Hygroscopic inert powder) :

و هي مساحيق خاملة كيميائياً و ذات تأثير طبيعي تظهر في فقد رطوبة جسم الكائن الحي و تعرضه للجفاف من خلال قدرتها علي الامتصاص الشره لماء الجسم مثل القمح و السيليكات جيل .

وتوجد بعض المساحيق الخاملة كيميائيا و تجمع بين الخاصيتين السابقتين كمادة كاشطة و في نفس الوقت شرهة لامتصاص الماء من الجسم لهيجروسكوبيتها العالية .

٣-٣- سموم عصبية (Nervous poisons) :

- و هي السموم المؤدية لخلل بالجهاز العصبي فتحدث :
- شلل إرتخائي بالعضلات (Flacid muscle paralysis) كما في حالة التعرض للروتينون .
- شلل إنقباضي بالعضلات (Tetanic muscle paralysis) كما في حالة التعرض لمركب الدددت .

وتأثير هذه المركبات يكون مصحوب بسرعة ومعدل ذوبانها في الدهون علاوة على مقدرتها العالية على النفاذية السريعة خلال الأغشية الدهنية المسؤولة عن حماية الجهاز العصبي وتنظيم مستوي الأسيتيل كولين (Acetyl choline : A. Ch) بمناطق الشبك العصبية (Synapsis) المسؤولة عن قوة السيالات العصبية (النيض) والتي يتم تحليلها مباشرة بعد تأدية وظيفتها بواسطة إنزيم الأسيتيل كولين استيريز .

وتتمثل أعراض هذه المجموعة من السموم في أربعة مظاهر عرضية

هي :

- إثارة زائدة (Hyper excitation)
- تشنج (Convulsion)
- شلل (Paralysis)
- الموت (Death)

ومن أمثلة السموم العصبية :

أ- المثبطة للإنزيم : مجموعة السموم الفوسفورية العضوية و مجموعة السموم الكرباماتية العضوية .

ب- و المؤثرة على نفاذ الأيونات : مجموعة السموم الكلورونية العضوية و البيريثرينات و المركبات الحلقية الكلورونية (سيكلوداينات) .

ج- و المؤثرة على المستقبلات العصبية : مجموعة السموم الطبيعية النباتية و النيكوتينية .

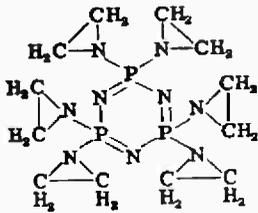
٣-٤- سموم تعمل كمثبطات إنزيمية (Enzyme Inhibitors) :

وهي مجموعة من السموم العضوية و الغير عضوية ذات الطبيعة الكيميائية المتفاوتة فقد تكون نواتج تمثيل و تؤدي إلي نقص أو خفض جزئي أو كلي في النشاط الإنزيمي لأنظمة إنزيمية مختلفة بالجسم مثل :

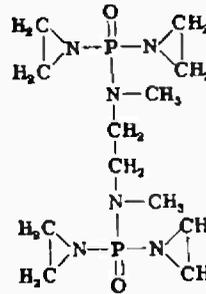
- مثبطات إنزيمات الأكسدة ذات الوظيفة المختلطة (Mixed Function Oxidase :MFO) مثل مجموعة السموم الطبيعية النباتية البيريثرويدية.
- مثبطات إنزيمات تمثيل الكربوهيدرات (Carbohydrate Metabolism) مثل فلورو أسيتات الصوديوم .
- مثبطات إنزيمات تمثيل الأمينات (Amines Metabolism) مثل الكلوروديمينوم .
- مثبطات الهرمونات مثل هورمون الشباب (Juvenile hormone : JH) و هورمون النمو (Growth Regulator : GR) .

٣-٥- المعقمات الكيميائية (Chemosterilants) :

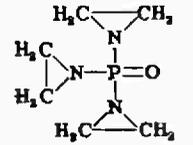
وهي مجموعة من المركبات تؤثر علي وظائف الأعضاء التناسلية (الجنسية) فتوقف إنتاج البيض أو الحيوانات المنوية مثل التيبا (Tepa) و الميتا تيبا (Meta Tepa) و الأمفولات (Ampholac) و لقد حد من إتساع نطاق إستخدامها سميتها العالية للتدييات و يخشى من التلوث بها .



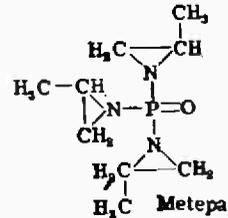
Apholate



Aphomide



Aphoxide (TEPA)



Metepa

- ٤- تقسيم السموم حسب معايير أو درجات السمية (Category of Toxicity) :
- قسمت هيئة الصحة العالمية السموم إلى أربعة فئات (Category) ،
جدول رقم (١-١) وهي :
- سموم شديدة السمية (Extremely Highly Toxic poisons) .
 - سموم عالية السمية (Highly Toxic poisons) .
 - سموم متوسطة السمية (Moderately Toxic poisons) .
 - سموم منخفضة السمية (Lightly Toxic poisons) .

جدول رقم (١-١) : فئات السمية (Category of Toxicity) :

سموم منخفضة السمية Lightly Toxic poisons إخترس : Caution	سموم متوسطة السمية Moderately Toxic poisons تحذير : Warning	سموم عالية السمية Highly Toxic poisons سام : Toxic	سموم شديدة السمية Extremely Highly Toxic poisons خطرة : Dangerous
<p>٥٠٠ <</p> <p>٢٠٠٠ <</p> <p>< أونص</p>	<p>٥٠٠-٥٠</p> <p>٢٠٠٠-٢٠٠</p> <p>يحدث ضرر إذا ما تم بلعه (ملعقة شاي- أونص)</p>	<p>٥٠-٥</p> <p>٢٠٠-٢٠</p> <p>قد يكون عن طريق الدم (نقط -ملعقة شاي)</p>	<p>الجرعة القاتلة للنصف بالغم (LD₅₀) :</p> <p>صلبة : ٥</p> <p>سائلة : ٢٠</p> <p>قتل عن طريق الدم فقط</p>
<p>١٠٠٠ <</p> <p>٤٠٠٠ <</p>	<p>١٠٠٠-١٠٠</p> <p>٤٠٠٠-٤٠٠</p> <p>يحدث ضرر عند امتصاصه بالجلد</p> <p>يؤدي لهياج بالتمسجة العين و الجلد و يمكن شفائها خلال سبعة أيام</p>	<p>١٠٠-١٠</p> <p>٤٠٠-٤٠</p> <p>قد يكون قاتل إذا امتص بالجلد (لذا تستخدم الملابس الواقية)</p> <p>يؤدي لهياج بالعين و تلف بالقرنية و يمكن شفائها خلال سبعة أيام</p>	<p>الجرعة القاتلة للنصف بالجلد (LD₅₀) :</p> <p>صلبة : ١٠ ></p> <p>سائلة : ٤٠</p> <p>قتل إذا امتص بالجلد لذا تستخدم الملابس الواقية</p> <p>يؤدي لتآكل بالعين و تلف بالقرنية و لا يمكن شفائها خلال سبعة أيام</p>
<p>٢٠ <</p>	<p>٢٠</p> <p>يحدث ضرر إذا ما استنشقى</p>	<p>٢</p> <p>أبخرته قد تكون قاتلة إذا ما استنشقى</p>	<p>الجرعة القاتلة للنصف بالاستنشاق (LD₅₀) :</p> <p>٠.٢</p> <p>أبخرته قاتلة إذا ما استنشقى لذا يلزم لبس قفص</p>
<p>ميثوكسي كلور-كلثين- تكيون-دياثين-أكتيليك- ملائيون-بترس- جاردونا-تديفول-نمروه</p>	<p>أنثيو-دورسبان- دايميثو-ست- سوميثيون-سودال- سيميوس-سمميثيدين</p>	<p>بيدرين-ألديرن- أزودرين-أزيفوس- تمارون- داكلورفوس-تمارون</p>	<p>إفريين-لندون- كلوردان-دنت- بارثيون-سيولين- سترواين-ديمكرون-</p>