تصنيف المواد السامة

١ -طرق تصنيف المواد السامة Classification Methods of Organic Compounds :

يمكن تصنيف المواد السامة بطرق مختلفة بالاستناد إلى نواحٍ معينة . و أهم التصنيفات تلك التي تعتمد على :

- **مصدر المواد السامة** : حيث تقسم إلى منتجات طبيعية Natural Products ، ومنتجات اصطناع Synthetic Products ..

- **الخواص الفيزيائية الكيميائية** : وتقسم وفقها إلى غازات Gases ، ومنتجات ذرورية Pulverulents ، وسوائل طيارة Volatile Liquids ،...

- **العائلة الكيميائية** : حيث تكون من المنتجات المعدنية Mineral Products، أو المنتجات العضوية Organic Products ، أو المنتجات العضوية الفلزية Organometallic Compounds ، ...

- **الاستعمال** : وتصنف وفقه إلى مذيبات (محلات) Solvents ، أو محفزات (وسائط) Catalysts للتفاعلات ، ومبيدات حشرية، وأسمدة ، ...

- **نمط التأثير السمي** : حيث هناك التسميم الموضعي (لعضو ما) ، والتسميم المناعي ، والتسميم الوراثي ، ...

- **الخطورة أو التركيز الحدي المسموح به .**

- **آلية التأثير** : ويؤخذ بالاعتبار في هذا التصنيف الآليات الكيميائية الحيوية المتدخلة في التأثير السمي ، والخواص الفيزيائية الكيميائية للمركبات الداخلة إلى العضوية .

إن التصنيفات السابقة عشوائية ، وسنأخذ منها بالتفصيل إثنان هما التصنيف حسب الخواص الفيزيائية الكيميائية ، والتصنيف حسب الخطورة أو حسب التركيز الحدي المسموح به .

٢ - تصنيف المواد السامة حسب الخواص الفيزيائية الكيميائية :

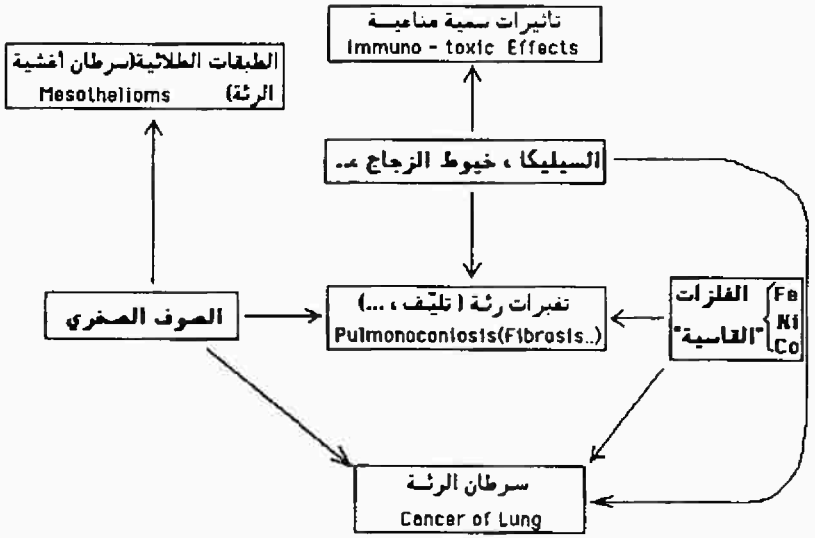
يسمح هذا التصنيف بالتمييز بين الانماط التالية :

- المنتجات الذرورية .
- الغازات والابخرة .
- المواد العدوانية أو المؤذية .
- مواد أخرى : صلبة وسائلة .

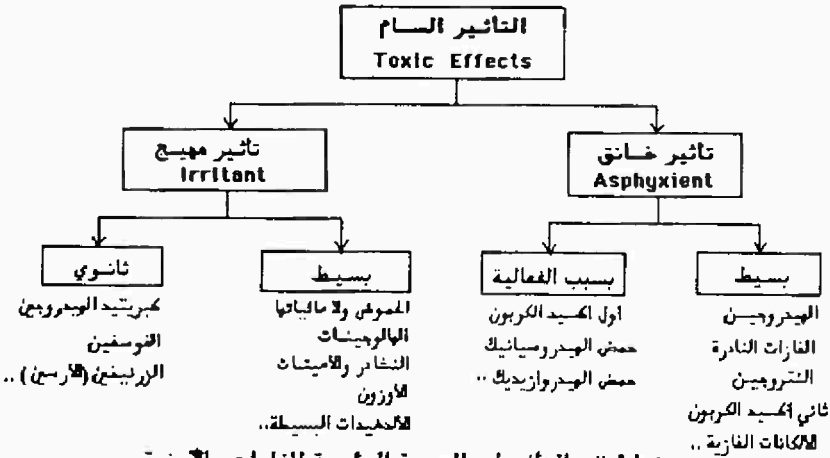
١ - المنتجات الذرورية Pulverulent Products:

تعتبر المنتجات الذرورية أو الغبارية الطابع مثل السيليكا (السيليس) Silica ، والصوف الصخري (الاسبستوس) Aspestos، والخيوط الزجاجية ، والفلزات القاسية كالحديد ، من المواد السامة شديدة الخطورة . ويمكن أن تؤدي إلى تغبر في الرئة Pulmonoconiosis يظهر بشكل تليفات رئوية Pulmonary Fibrosis أو غير ذلك ، ويتميز بظهور صعوبة متزايدة في التنفس .

ويمكن الإيضاح في هذا المجال أن السيليكا المستخدمة في المختبر تكون غالباً عديمة الشكل ، سواءً كانت من النوع Silica gel أو Kieselguhr أو Celite ....، ولا تؤدي عندئذ إلى تصون في الرئة Silicosis .



المخطط XI : التأثيرات السمية للمنتجات المعدنية الفرورية



مخطط X : التأثيرات السمية الرئيسة للغازات والأبخرة

أما الصوف الصخري المستخدم في المختبر فيكون عادةً من الكريسوتيل Chrysotile (وهي فيلوسيليكات المغنيزيوم Magnesium Phyllosilicate) ، ويقود استنشاق خيوطه باستمرار إلى تغبر رئة خطير جداً يدعى الاسبستوز Aspestosis ، أو إلى أشكال مختلفة للسرطان في القصبات ، أو الرئة أغشية الرئة المصلية أو غيرها . يوضح المخطط IX التأثيرات السمية الرئيسة للمنتجات الذرورية المعدنية .

من بين المنتجات العضوية الذرورية المستخدمة في المختبر ، نذكر الاكريل أميد Acrylamide الذي يجب التعامل معه بانتباه ، إذ يسهل دخوله الجسم بالاستنشاق أو بالتماسّ مع الجلد . يهيج هذا المركب الجلد ويسبب تسمماً عصبياً محيطياً Peripheric Neuro- toxicity يتمثل بتشوش لحس الاعضاء Paresthesis أو اضطرابات رؤية . وقد عرف عنه أخيراً أنه مسرطن للحيوانات (الفيران ، الجرذان) .

ب - الغازات والابخرة Gases and Vapors :

يمكن استخدام التصنيف التالي للغازات والابخرة حسب تأثيرها على الصحة (انظر المخطط X) .

١) المواد المهيجة البسيطة Simple Irritants :

ينتمي إلى هذه المواد كأمثلة الحموض ولامائيات الحموض Acid Anhydrides والهالوجينات Halogens والنشادر (الامونيا) والامينات البسيطة Simple Amines والاوزون والالدهيدات Aldehydes البسيطة وغيرها . وهي تقود إلى التهاب في الاغشية التي تدخل في تماس معها . كما يمكن أن تسبب وذمات (استسقاء موضعي) حادة للرئة Acute Œdema of Lung .

٢) المواد المهيجة الثانوية Secondary Irritants :

ينتمي إلى هذه المركبات كبريتيد الهيدروجين H_2S والفوسفين PH_3 والزرنيخين (الارسين) AsH_3 ومشتقات للمركبين الاخيرين مع مركبات أخرى . تؤدي هذه المواد إلى تأثيرات التهابية كالوذمات ، مثل المواد المهيجة البسيطة ، ولكن ينتج عنها أيضاً تأثيرات سامة على العضوية ككل ، وخصوصاً على الجهاز العصبي . ولذلك يجب عند التعامل معها اتخاذ أقصى الاحتياطات .

٣) الغازات الخانقة البسيطة Simple Asphyxient Gases:

ينتمي إلى هذه الغازات النتروجين والغازات النادرة (الهيليوم ، الارغون ، ...) والهيدروجين و ثاني أكسيد الكربون والالكانات الغازية (الميثان، البيوتان ، ...) وغيرها . ويقتصر دورها السمي على إزاحة الاكسجين الضروري للتنفس . ولكن بعض هذه الغازات قابلة جداً للالتهاب أو الاشتعال (الهيدروجين ، الالكانات البسيطة ، ...) .

٤) الغازات الخانقة الفعالة Active Asphyxient Gases :

تقوم هذه الغازات ، ومنها أول أكسيد الكربون وحمض الهدروسيانيك HCN وحمض الهيدرو أزيديك HN_3 وغازات أخرى ، بمنع الاكسجين أيضاً من أداء دوره ، ولكن على مستوى الهيمو غلوبين في الدم (حالة أول أكسيد الكربون) أو على مستوى أنزيمات السلسلة التنفسية في الخلايا (حالة HCN و HN_3 ...) .

يتحرر حمضا الهيدروسيانيك والهيدرو أزيديك بسهولة نتيجة معالجة السيانيدات Cyanides والازيدات Azides بحمض . ولذلك يجب إتلاف هذه المركبات عند انتهاء الاستخدام بعناية قبل رمي المخلفات .

ج-المواد العدوانية أو المؤذية Aggressive Substances :

تصنف هذه المواد حسب شدة الاذى الناتج إلى نوعين : آكلة ومهيجة .

أ) المواد الآكلة Corrosive Substances :

هي مركبات فعالة جداً يمكن أن تدمر أو تخرب الانسجة التي تمسها كالجلد والاغشية المخاطية Mucous Membranes . ويمكن أن نذكر من بينها حسب النوع الكيميائي الذي تنتمي له الانواع والمواد التالية :

- الحموض القوية Strong Acids : وهي نوعان :

= حموض معدنية : منها حمض الكبريت H_2SO_4 وحمض فوق الكلوريك $HClO_4$ وحمض النتريك HNO_3 والحموض الهالوجينية HF و HCl و HBr و HI ... وغيرها .

= حمـوض عضـويـة : مثل حمـض الفورميك $HCOOH$ وحمـض الخـل CH_3COOH وحموض الهالوكربوكسيليك ...

- لامائيات وهاليدات الحموض **Acid Anhydrides and Acid Halides** : وهي أيضاً نوعـان :

= المعدنية : مثل خماسي كلوريـد الفوسفور PCl_5 وثلاثي كلوريـد الفوسفور PCl_3 واوكسي كلوريـد الفوسـفور $POCl_3$ وخماسـي أكسـيد الفوسفور P_2O_5 وأكسيد الكبريتي (الكبريتوز) SO_2 والفوسـجين $COCl_2$ وكلوريـد السلفوريل $SO2Cl_2$ وكلوريـد الثيونيل $SOCl_2$ ورباعي كلوريـد الكبريت SCl_4 ... وغيرها .

= العضويـة : مثـل لامائي الخـل $(CH_3CO)_2O$ ولامـائي ثلاثـي فلـور الخل $(CF_3CO)_2O$ وكلوريـد الاسـتيل CH_3COCl وكلـوريـد البنـزويل $PhCOCl$ ...الخ .

- الامـلاح القابلة للحلمأة **Hydrolysable Salts** :

مثل كلوريـد الالمنيـوم $AlCl_3$ وكلوريـد الزنـك (الخارصيـن) $ZnCl_2$ وثلاثـي كلوريـد الانتيمـوان (الإثمـد) $SbCl_3$ وخماسـي كلوريـد

الانتيموان $SbCl_5$ وكلوريد القصديري (القصديروز) $SnCl_2$ وكلوريد القصدير $SnCl_4$ وكلوريد التيتانيوم $TiCl_4$ ورباعي كلوريد الفاناديوم VCl_4 ...

- هاليدات البورون (البور) **Boron Halides** : مثل ثلاثي كلوريد البورون BCl_3 وثلاثي فلوريد البورون BF_3 ...الخ .

- القواعد (الاسس) القوية **Strong Bases** : وهي نوعان :

= معدنية : مثل هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ أو البوتاسيوم KOH أو الامونيوم NH_4OH أو الكالسيوم $Ca(OH)_2$ وكربونات الصوديوم Na_2CO_3 أو البوتاسيوم K_2CO_3 وهيدرات الهيدرازين $NH_2NH_2.H_2O$ وغيرها .

= عضوية : مثل الامينات البسيطة Simple Amines وهيدروكسيدات الامونيوم الرابعية Tertiary Ammonium Hydroxides ومركبات الكيل الفلزات القلوية Alkyl Alkali-mtal Compounds وغيرها .

يكون الفعل المدمر للقواعد القوية خطراً بشكل خاص على مستوى العيون . ويجب أن يتبع أي تعرض للعيون لهيدروكسيد الصوديوم أو هيدروكسيد البوتاسيوم مثلاً (حتى لو كان لقطرة واحدة) غسلٌ آني بتيار ضعيف من الماء الدافيء لمدة ١٥ دقيقة على الاقل .

- **الهالوجينات Halogens** : وهي الفلور والكلور والبروم واليود .

- **المؤكسدات القوية Strong Oxidants** : ومنها :

= الماء الاكسيجيني H_2O_2 ومشتقاته (الهيدروفوق أكاسيد R-OOH ، فوق الاكاسيد أو البيروكسيدات مثل R-O-O-R أو Na_2O_2 ، فوق الحموض Peracids R-CO-OOH ، ...الخ) .

= الحمض الكرومي Chromic Acid وأملاح الكرومات وثاني الكرومات .

= فوق منغنات (برمنغنات) البوتاسيوم $KMnO_4$ والمركبات المشابهة .

- العوامل المولكلة Alkylating Agents القوية :ومنها:

= كبريتات ثنائي المثيل $(CH_3)_2SO_4$ أو الإثيل Et_2SO_4 .

= فلورو سلفونات المثيل CH_3SO_2Cl (المثيل السحري Magical Methyl).

ب) المواد المهيجة Irritant Substances :

تقود المواد المهيجة ؛ إضافةً لإصابتها أنسجة الجلد (النخر الموضعي) أو الاغشية Mucous Membranes في العيون والانف والجهاز التنفسي والجهاز الهضمي ؛ إلى عملية التهابية شديدة أو قليلة الشدة . لنلاحظ أن المواد الآكلة تكون مهيجة عندما تكون قليلة التركيز . هذا وتختلف التأثيرات الملاحظة للمواد المهيجة بحسب مكان التأثير كالتالي:

أ- التأثير على العيون :

يلاحظ سيلان شديد للدموع Lachrymal Action ، يتبعه

إصابات عينية شديدة أو محدودة الخطورة ، حسب طبيعة وكمية المادة المؤذية .

تحمل كثير من المركبات المسيلة الدموع ذرة هالوجين في موقع α من وظيفة منشطة . مثال ذلك :

= هاليدات البنزيل (كلوريد وبروميد البنزيل $Ph\text{-}CH_2Cl$ و $Ph\text{-}CH_2Br$) .

= α -هالو الكيتونات (كلورو الاسيتون $CH_3\text{-}CO\text{-}CH_2Cl$ ، برومو الاسيتوفينون $Ph\text{-}CO\text{-}CH_2Br$ ، ...) .

= α - هالوالإسترات (برومو أو يودو الخلات $BrCH_2\text{-}CO\text{-}OR$ أو $ICH2\text{-}CO\text{-}OR$ ، ...) .

= α - كلورو نترو الالكانات (الكلوروبكرين ...) .

= α - هالو النتريلات ... الخ .

يمكن للعديد من المواد المسيلة للدموع أن تقود إلى عمى مؤقت (كحالة إيزو سيانات المثيل $CH_3\text{-}NCO$ وهي المادة المؤذية في حادث مصنع Union Carbide بمدينة بهوبال في الهند مؤخراً) أو عمى نهائي (كما في حالة رباعي أكسيد الاوسميوم OsO_4 الذي يستخدم الآن بشكل مفضل بشكل محاليل تجارية مخففة لتجنب تبعثره بالتسامي) .

٢ - التأثير على الجلد :

يمكن للتأثير على الجلد أن يتراوح بين حرق كيميائي بسيط (طفح أو حمامي وردي Erythema) والنخر الموضعي Necrosis الحقيقي للجلد .

تعتبر الكثير من المذيبات مهيجة للجلد بتأثير خواصها المزيلة للدهون . وتزداد القدرة المهيجة من المشتقات الاكسجينية مثل الكيتونات والإسترات إلى المشتقات الهالوجينية مثل الكلوروفورم ورباعي كلوريد الكربون ، ثم إلى الهيدروكربونات البسيطة مثل الالكانات وحلقي الالكانات .

٣ - التأثير على الجهاز التنفسي :

تؤثر بعض المواد المهيجة مثل النشادر على المجاري التنفسية العليا فقط مؤدية إلى التهابات مخاطية في الانف Rhinitis أو الحنجرة Laryngitis أو البلعوم Pharyngitis . وتهاجم مواد أخرى القصبات ثم الرئتين ، وتؤدي أحياناً إلى التهاب شُعبي Bronchitis أونزلات رئوية (التهاب قصبات) Lung Œdema .ويمكن أن تظهر النزلات الرئوية متأخرة ٤ - ٢٤ ساعة عن التعرض للمادة ، وهذا هو حال

الفوسجين وفوق أكسيد النتروجين والاوزون .

د - مواد سامة أخرى :

١) مواد صلبة : نذكر منها أشباه القلويات Alkaloides كالنيكوتين ، وأكاسيد الزرنيخ وكلوريد الزرنيخ (السليماني) والفوسفور الابيض واليود .

٢) مواد سائلة : منها مركبات النترو العطرية وكبريتيد الكربون ورباعي إثيل الرصاص ورباعي مثيل الرصاص وكلورو البيكرين ورباعي كلوريد الكربون والكلوروفورم والديوكسان وثنائي مثيل السلفوكسيد DMSO وثنائي مثيل الفورم أميد DMF وسداسي مثيل الفوسفور ثلاثي الاميد HMPT .

٣ - تصنيف المواد الكيميائية حسب الخطورة (التركيز الحدي المسموح به) :

يكون التركيز الحدي المسموح به للغازات أو الابخرة أو غبار المواد مختلفاً حسب المكان . وهو يزيد في المصانع بـ ٣ - ٥٠٠٠ مرة عنه في

المناطق المأهولة حيث لا يوجد احتياطات خاصة بها . ويتعلق ذلك بمدى خطورة المادة .

يقاس التركيز الحدي المسموح به بالميليغرام في المتر المكعب ، وبحسب عادة على أساس التعرض للمادة بهذا التركيز ثماني ساعات في اليوم خمسة أيام في الاسبوع وذلك لفترةٍ طويلة من الزمن .

يمكن تصنيف المواد السسامة من غازات وسوائل ومركبات صلبة حسب تراكيز أبخرتها أو غبارها إلى أربع فئات تزداد خطورتها كلما قل التركيز الحدي المسموح به :

أ - المواد التي يقل التركيز الحدي المسموح به منها في المصانع عن ١ مغ / م ^{٣} :

نذكر منها : بارا البنزو كوينون ، الهيدرازين ومشتقات ه ، ثلاثي كلور البنزو ، ٢ - فنيل البيريدين ، النفثو كوينون ، الاوزون ، فلز الزئبق ، مركبات الرصاص ، كبريتيد الهيدروجين ، فلزات المنغنيز والسيلينيوم والتيليريوم والثوريوم ، فلزات ومركبات البيريليوم وافانياديوم والكادميوم والنيكل والكوبالت والزرنيخ والثاليوم واليورانيوم والكروم .

ب - المواد التي يتراوح تركيزها الحدي المسموح به منها بين ١ و ١٠ مغ / م^{3} :

نذكر منها : الاكرولئين ، الانيلين ، بروميد المثيل ، البروموفورم ، ثنائي مثيل الامين ، سداسي مثيلين ثنائي الامين ، ثنائي مثيل الفورم أميد ، اليود ، الكافور ، لاماثي البيوتيريك ، ٤،١ - الديوكسان ، ٢،١ - ثنائي كلورو الإيثان ، الكابرولاكتام ، حمض الزيت ، حمض الميتاكريليك ، مثيل الامين ، مشتقات النترو بنزين ، أكاسيد النتروجين ، أكسيد الإثيلين ، البيريدين ، الكحول البروبارجيلي ، البروبانول ، الكلوروبرين ، حمض الكبريت ، حلقي الهكسانون ، حلقي الهكسيل أمين ، حلقي البنتاديين ، ثنائي الإثيلين أمين ، الفينول ، الفورم ألدهيد ، كبريتيد الكربون ، كلوريد الهيدروجين ، غبار الكوارتز والسيليكات ، غبار فحم الكوك ، مركبات المنغنيز ، فلز الزركونيوم ، فلزات ومركبات المنغنيز والالمنيوم والتنغستين والجرمانيوم ، أكاسيد الحديد والزنك (الغارصين) .

ج - المواد التي يتراوح تركيزها الحدي المسموح به منها بين ١٠ و ١٠٠ مغ / م^{3} :

نذكر منها : النشادر ، البنزين Benzene ، ثنائي إثيل الامين ، الإيزوبرين ، الكزيلين ، أكريلات المثيل ، الميثانول ، النفثالين ، نترو الميثان، نترو الإيثان ، أكسيد الكربون ، كلوريد المثيلين ، كلوريد الإثيل ،

حمض الهيدروسيانيك ، السيانيدات ، حلقي الهكسان ، رباعي كلوريد الكربون ، هباب الفحم ، ثاني أكسيد الكبريت ، أكسيد الفوسفور ، الكلور .

د - المواد التي يبلغ تاثيرها الحدي المسموح به منها ١٠٠ مغ / م^3 أو أكثر :

تذكر منها : بنزين السيارات ، إيثر البترول ، الاسيتون ، خلات الاميل ، ٣.١ - البيوتاديين ، البيوتانول ، ثنائي إثيل الإيثر ، الكيروسين، خلات المثيل ، ٢ - البيوتانون ، الاوكتانول ، خلات الإثيل ، الإيثانول .