

تصنيف المواد السامة

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

يمكن تصنيف المواد السامة بطرق مختلفة بالاستناد إلى نواح معينة . وأهم التصنيفات تلك التي تعتمد على :

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

- الخواص الفيزيائية الكيميائية : وتقسم وفقاً 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 :

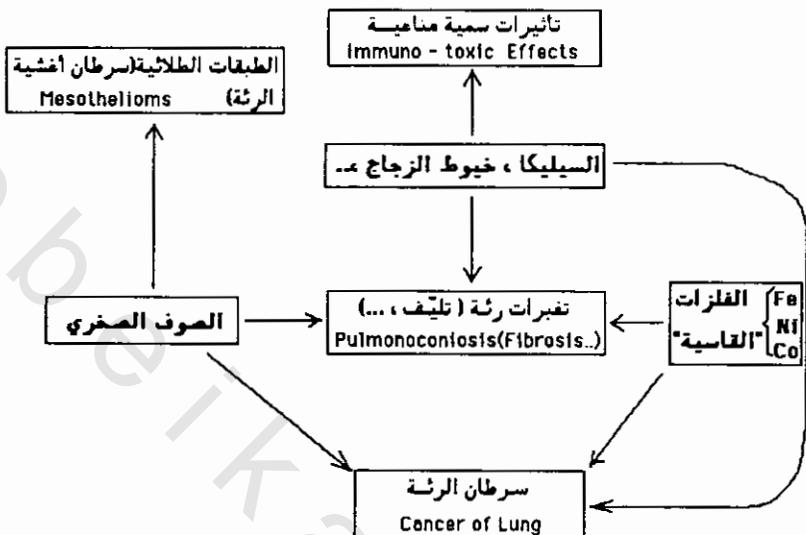
يسمح هذا التصنيف بالتمييز بين الانماط التالية :

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

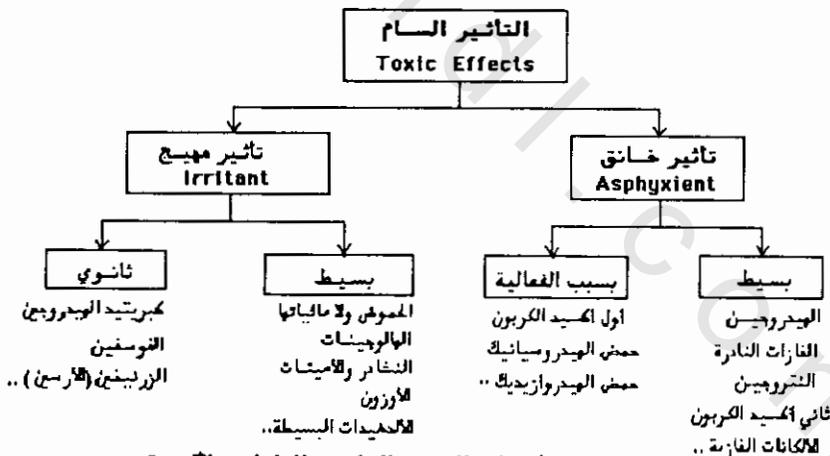
1 - المنتجات الذرورية Pulverulent Products:

تعتبر المنتجات الذرورية أو الفبارية الطابع مثل السيليكا (السيليس) Silica ، والصوف الصخري (الاسبستوس) Asbestos ، والخيوط الزجاجية ، والفلزات القاسية كالحديد ، من المواد السامة شديدة الخطورة . ويمكن أن تؤدي إلى تغير 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 ، سواء كانت من النوع Silica gel أو Kieselguhr أو Celite ، ولا تؤدي عندئذ إلى تصون في الرئة Silicosis .



المخطط XI : التأثيرات السمية للمنتجات المعدنية الضرورية



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 تغير رئة خطير جداً يدعى *Asbestosis* ، أو إلى أشكال مختلفة للسرطان في القصبات ، أو الرئة أغشية الرئة المصلية أو غيرها . يوضح المخطط IX التأثيرات السمية الرئيسية للمنتجات الذرورية المعدنية .

من بين المنتجات العضوية الذرورية المستخدمة في المختبر ، نذكر الأكريل أميد *Acrylamide* الذي يجب التعامل معه بانتباه ، إذ يسهل دخوله الجسم بالاستنشاق أو بالتماس 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 كأمنطة الحموض ولامانيات 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 Asphyxiant Gases:

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

٤) الغازات الخانقة الفعالة Active Asphyxiant Gases :

تقوم هذه الغازات ، ومنها أول أكسيد الكربون وحمض الهيدروسيانيك HCN وحمض الهيدروأزيديك HN_3 وغازات أخرى ، بمنع الأكسجين 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 والهيدروأزيديك بسهولة نتيجة معالجة السيانيدات Cyanides والازيدات Azides بحمض . ولذلك يجب إتلاف هذه المركبات عند انتهاء الاستخدام بعناية قبل رمي المخلفات .

Aggressive المواد العدوانية أو المؤذية : Substances

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

أ) Corrosive Substances المواد الآكلة :

هي مركبات فعالة جداً يمكن أن تدمر أو تخرب الأنسجة التي تمسها كالجلد والأغشية المخاطية Mucous Membranes . ويمكن أن نذكر من بينها حسب النوع الكيميائي الذي تنتمي له الأنواع 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 .

= حموض عضوية : مثل حمض الفورميك HCOOH وحمض الخل
CH₃COOH وحموض الهالوكربوكسيليك ...

- لامائيات وهاليدات الحموض Acid Anhydrides
and Acid Halides : وهي أيضاً نوعان :

= المعدنية : مثل خماسي كلوريد الفوسفور PCl₅ وثلاثي كلوريد
الفوسفور PCl₃ وأوكسي كلوريد الفوسفور POCl₃ وخماسي أكسيد
الفوسفور P₂O₅ وأكسيد الكبريتي (الكبريتوز) SO₂ والفوسجين
COCl₂ وكلوريد السلفوريل SO₂Cl₂ وكلوريد الثيونيل SOCl₂
ورباعي كلوريد الكبريت SCl₄ ... وغيرها .

= العضوية : مثل لامائي الخل (CH₃CO)₂O ولامائي
ثلاثي فلور الخل (CF₃CO)₂O وكلوريد الاستيل CH₃COCl
وكلوريد البنزويل PhCOCl ... الخ .

- الاملاح القابلة للحلماء : Hydrolysable Salts :

مثل كلوريد الالنيوم AlCl₃ وكلوريد الزنك (الفارصين)
ZnCl₂ وثلاثي كلوريد الانتيموان (الإشم) SbCl₃ وخماسي كلوريد

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 الرباعية **Tertiary Ammonium**
Hydroxides ومركبات الألكيل الفلزات القلوية **Alkyl Alkali-metal**
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) غسل أني بتيار ضعيف من الماء الدافئ لمدة ١٥ دقيقة على الأقل .

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

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

= الماء الأكسيجيني H_2O_2 ومشتقاته (الهيدرو فوق أكاسيد $R-O-O-R$ ، فوق الأكاسيد أو البيروكسيدات مثل $R-O-O-R$ أو Na_2O_2 ، فوق الحموض $R-CO-O-OH$ Peracids ، ... الخ) .

= الحمض الكرومي **Chromic Acid** وأملاح الكرومات وثاني الكرومات .

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

- العوامل المؤلكة Alkylating Agents القوية :ومنها:

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

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

ب) المواد المهيجة Irritant Substances :

تقوم المواد المهيجة ؛ إضافة لإصابتها أنسجة الجلد (النخر
الموضعي) أو الأغشية 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 للدموع نرة هالوجين في موقع α من وظيفة منشطة . مثال ذلك :

= هاليدات البنزيل (كلوريد وبرومييد البنزيل $\text{Ph-CH}_2\text{Cl}$ و $\text{Ph-CH}_2\text{Br}$) .

= α -هالو الكيتونات (كلورو الاسيتون $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{Cl}$ ، برومو الاسيتوفينون $\text{Ph-CO-CH}_2\text{Br}$ ، ...) .

= α -هالو الإسترات (برومو أو يودو الخلات $\text{BrCH}_2\text{-CO-OR}$ أو $\text{ICH}_2\text{-CO-OR}$ ، ...) .

= α -كلورونetro الالكانات (الكلوروبكرين ...) .

= α -هالو النتريلات ... الخ .

يمكن للعديد من المواد المسيلة للدموع أن تقود إلى عمى مؤقت (كحالة إيزوسيانات المثيل $\text{CH}_3\text{-NCO}$ 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 المذيبة للدهون . وتزداد القدرة المهيجة من المشتقات الاكسجينية مثل الكيتونات والإسترات إلى المشتقات الهالوجينية مثل الكلوروفورم ورباعي كلوريد الكريون ، 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 شُعبى Bronchitis أو نزلات 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 (السليمانتي) 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 الأبخرة 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 بالمليغرام في المتر المكعب ،
ويحسب عادة على أساس التعرض للمادة بهذا التركيز ثماني ساعات في
اليوم خمسة أيام في الاسبوع وذلك لفترة طويلة من الزمن .

يمكن تصنيف المواد السامة 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 ومشتقاته ، ثلاثي
كلور البنزو ، ٢ - فنيل البيريدين ، النفثو كوينون ، الاوزون ، فلز الزئبق ،
مركبات الرصاص ، كبريتيد الهيدروجين ، فلزات المنغنيز والسيلينيوم
والتيلوريوم والثوريوم ، فلزات ومركبات البيريليوم وافاناديوم والكادميوم
والنيكل والكوبالت والزرنيخ والثاليوم واليورانيوم والكروم .

ب - المواد التي يتراوح تركيزها الحدي المسموح به

منها بين ١ و ١٠ مغ / م^٣ :

تذكر منها : الاكروالين ، الانيلين ، بروميد المثيل ، البرومفورم ،
ثنائي مثيل الامين ، سداسي مثيلين ثنائي الامين ، ثنائي مثيل الفورم
أميد ، اليود ، الكافور ، لامائي البيوتيريك ، ٤.١ - الديوكسان ، ٢.١ -
ثنائي كلورو الإيثان ، الكابرولاكتام ، حمض الزيت ، حمض الميتاكريليك ،
مثيل الامين ، مشتقات النتروبنزين ، أكاسيد النتروجين ، أكسيد الإثيلين ،
البيريدين ، الكحول البروبارجيلي ، البروبانول ، الكلوروبرين ، حمض
الكبريت ، حلقي الهكسانون ، حلقي الهكسيل أمين ، حلقي البنثادين ،
ثنائي الإثيلين أمين ، الفينول ، الفورم ألدهيد ، كبريتيد الكريون ، كلوريد
الهيدروجين ، غبار الكوارتز والسيليكات ، غبار فحم الكوك ، مركبات
المنغنيز ، فلز الزركونيوم ، فلزات ومركبات المنغنيز والمنيوم والتتغستين
والجرمانيوم ، أكاسيد الحديد والزنك (الضارصين) .

ج - المواد التي يتراوح تركيزها الحدي المسموح به

منها بين ١٠ و ١٠٠ مغ / م^٣ :

تذكر منها : الفشار ، البنزين Benzene ، ثنائي إثيل الامين ،
الإيزوبرين ، الكزيلين ، أكريلات المثيل ، الميثانول ، النفثالين ، نترو
الميثان ، نترو الإيثان ، أكسيد الكريون ، كلوريد المثيلين ، كلوريد الإثيل ،

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

د - المواد التي يبلغ تأثيرها الحدي المسموح به منها

١٠٠ مغ / م^٣ أو أكثر :

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