الفصل الرابع :

نماذج من المواد السامة

١ - مقدمة :

لقد تحدثنا في الفصلين السابقين عن ظاهرة التسمم بصورة عامة ، وطرق تأثير المواد السامة على الكائن الحي الذي يتعرض لها . ثم استعرضنا أهم طرق تصنيف المواد السامة ، بشكل يوضح بعض جوانب التأثير السام لكل صنف ، ودرجات خطورة بعض المواد الكيميائية كثيرة التداول.

واستكمالاً لذلك ، وإيضاحاً للجوانب الاخرى في تأثير المواد السامة الاكثر استعمالاً في حياتنا اليومية ، نتحدث الآن عن بعض أهم هذه المركبات بصورةٍ تفصيلية كافية ، وذلك كنماذج للمواد السامة وتأثيراتها . إن من أهم أنواع المواد السامة من حيث الاستعمال الاصناف التالية :

- المذيبات (المحلات) .
- الاسلحة الكيميائية .

- المبيدات .

- مواد أخرى كمركبات الزئبق والرصاص والنترو ومشتقات الانيلين وإيزو سيانات المثيل ...

سنتناول بالدراسة هذه الانواع .

٢ - المذيبات Solvents :

تستخدم المذيبات (المحلات) على نطاق واسع في الصناعة والمختبرات وفي الحياة اليومية . فهي وسط تفاعلي Reaction Medium لمعظم التفاعلات الكيميائية ، كما أنها أداة استخلاص المنتجات الطبيعية Extraction of Natural Products من الانسجة الحيوانية والنباتية ، أو استخلاص مركب الاصطناع Synthesis Compound من الوسط التفاعلي . وهي الاساس في عمليات التنقية المتنوعة مثل إعادة البلورة Recrystallization ، والكروماتوغرافيا Chromatography بأشكالها المتعددة . والمذيبات هي أيضاً عوامل التبريد Cooling Agents في أجهزة التكييف والتبريد وغيرها ، إضافةً إلى أنها تستعمل ككواشف Reagents أو مواد أولية Raw Materials في صناعات كثيرة ، كما هو حال البنزين

Benzene ورباعي كلوريد الكربون Canbon Tetrachloride مثلاً . أخيراً فإن بعض المذيبات تستخدم في التنظيف المنزلي أو التنظيف الجاف Dry Cleaning للملابس أو تنظيف الادوات الزجاجية في المختبرات . كما أن بعضها يستخدم كمذيب لمواد صناعية كثيرة مستخدمة بشكل واسع في الحياة اليومية كالمبيدات الحشرية والادوية ومواد الدهان ومزيلات البقع ومضادات التجمد ومثبتات الشعر ومواد طلاء الاحذية وغيرها .

يتعرض الإنسان في المختبر والمنزل وغيرهما من الاماكن لتأثير هذه المواد الكيميائية بشكل أبخرة أو بشكلها السائل مباشرة . وينطبق على هذه المواد ما ذكرناه من آلية لتأثير المواد الخارجية عن الجسم في داخل العضوية ، أو من تأثيرات للمواد السامة بمختلف أشكالها وفقاً لخصائص المذيب الفيزيائية الكيميائية ولقدرته السمية . سنستعرض هنا نماذج عن بعض المذيبات الخطرة و بعض خصائصها وتأثيراتها ، علماً أن آفاق هذه الدراسة لا تتسع لدراسة كافة المذيبات ، أو حتى لدراسة عدد كبير منها ، كما أنها لاتتسع لتفصيلات كثيرة عنها .

١ - المذيبات الهيدروكربونية Hydrocarbon Solvents :

من المتفق عليه أن « البنزين أو البنزن Benzene » هو

المذيب الهيدروكربوني الاكثر خطورة ، بل هو " العدو الاول للبشرية The Public Enemy nº 1 " حسب تعبير عالم التسمم الشهير ر. تروهو R.Truhaut .

يقود التعرض المستمر للبنزين ، ولو بعيارات صغيرة ، إلى إصابة نخاع العظام حيث تتكون الخلايا الدموية بصورة قد لا تكون قابلة للشفاء، وهو مرض يدعى داء البنزين Benzenism . يؤدي ذلك إلى فقر دم ضموري أي نقصان تكون كريات الدم الحمراء ، وأحياناً إلى ابيضاض الدم (أي تزايد عدد كريات الدم البيضاء) الذي يمكن أن يقود إلى سرطان الدم .

أما التعرض للبنزين لفترة قصيرة كاستنشاق أبخرته مثلاً فيؤدي إلى الدوران (الدوخة) أو الصداع أو الاختناق أو مجموعة من هذه الاعراض . وتصل الإصابة إلى فقدان الوعي بشكل كامل إذا ازداد تركيز الابخرة بشكل كبير . أخيراً فإن أبخرة البنزين تسبب تهيجاً للعيون والاغشية المخاطية أو التهاباً للجهاز التنفسي عند تماسها معها .

لذلك ينصح في الاستخدامات الشائعة - وكلما أمكن ذلك - استبدال البنزين **بالتولوين** Toluene الذي لايسمم النخاع العظمي ، وإن كان يسمم الجهاز العصبي بشكل محسوس ، أو **بحلقي**

الهكسان Cyclohexane الذي لا يملك أياً من هاتين السيئتين ولكنه يهيج إلى حد ما العيون والجهاز التنفسي ويخدر الجسم عندما يكون بتراكيز عالية ، أو **بالهكسان** Hexane الذي يقود إلى التهابات عصبية خارجية تعتمد شدتها على مدة التعرض له ، وأضرار أخرى تشبه تلك التي يقود إليها حلقي الهكسان .

سنتحدث في فصل مقبل عن التأثير المسرطن للهيدروكربونات العطرية ومنها البنزين بصورة أكثر تفصيلاً .

ب - المذيبات الهالوجينية Halogenated Solvents :

تملك المذيبات الهالوجينية بصورة عامة القدرة على تسميم النظام العصبي ، كما أن غالبيتها تؤدي لإصابات في القلب مثل الكلوروفورم وثلاثي كلورو الإثيلين . ويتميز **رباعي كلوريد الكربون** CCl_4 من بين المذيبات عامةً والمذيبات الهالوجينية خاصةً بشدة خطورته وتأثيراته البالغة السمية التي قد تنتهي بالسرطان أو الموت . يمكن لرباعي كلوريد الكربون أن يولد غاز الفوسجين $COCl_2$ الشديد السمية خاصةً عند استخدامه في إطفاء الحرائق . ويستطيع رباعي كلوريد الكربون السائل النفوذ من خلال الجلد بكميات سامة . وهو يسبب آلاماً وجروحاً

في ملتحمة العيون عند ملامسته لها . يصاب المتعرض له بكميات كبيرة أولاً بأوجاع رأس مصحوبة بتهيج في العيون وغثيان ودوران وتقيؤ وغيبوبة وذلك خلال بضع ساعات يتبعها الإصابة بداءٍ كلوي حاد وانقطاع البول . ثم تظهر أعراض متقدمة مثل تضرر الكلى والكبد والقلب والجهاز العصبي ، مما قد يسبب الموت ، وهذا ما ندعوه التسمم الحاد . أما التسمم المزمن الناشيء عن التعرض لتراكيز عالية لفترة كافية من الزمن ، فإنه قد يؤدي إلى إلحاق أضرار بليغة بالكلى والكبد ثم الموت إذا لم يتم إيقاف التعرض لهذه الابخرة أو معالجة المصاب .

يملك **الكلوروفورم** $CHCl_3$ الذي استخدم لفترة طويلة كمخدر في العمليات الجراحية تأثيرات مشابهة . وكذلك **ثلاثي كلورو الإثيلين** $CCl_2=CHCl$ ورباعي كلورو الإيثان $CHCl_2-CHCl_2$ والبروموفورم $CHBr_3$. وقد أضيف لهذه القائمة منذ عامين أو ثلاثة **كلوريد المثيلين** CH_2Cl_2 الذي ظن لفترة طويلة أن تأثيره السمي يقتصر على التخدير ، وكان ينصح باستخدامه كبديل لرباعي كلوريد الكربون والكلوروفورم كلما أمكن ذلك . وينصح الآن عند الآضطرار لاستخدام مذيب هالوجيني غير محدد باستعمال ١،١،١- **ثلاثي كلورو الإيثان** CH_3-CCl_3 الذي لا يعرف له الآن أضرار سمية كبيرة كالمذيبات السابقة .

لنلاحظ على كل حال أن سمية الكلوروفورم مثلاً لا تمنع استخدامه كحامي للكبد في بعض الادوية مثل Hepatoum Schoum أو Stago التي تحوي ١-٢ ٪ كلوروفورم ، أو استخدامه في بعض الشرابات المضادة للسعال .

ج - المذيبات الكحولية Alcoholic Solvents :

يعتبر الميثانول CH_3-OH أكثر المذيبات الكحولية سمية (ولكنه ليس أكثر الكحولات سمية ، فهنا يمكن أن نذكر كحولات سامة جداً مثل الإثيلين غليكول $HOCH_2$-CH_2OH والكحول الأليلي CH_2=CH-CH_2OH وغيرهما) . يؤدي استنشاق تراكيز عالية من أبخرة الميثانول إلى الدوار وفقدان الوعي جزئياً والمغص وإلى اضطراب في الجهاز العصبي . أما التراكيز الضعيفة نسبياً فتقود إلى الصداع والغثيان والتقيؤ وتهيج الاغشية المخاطية . كما يشكل البخار والسائل خطورة شديدة على العيون . ولكن هذه التأثيرات السمية لا تظهر إلا بعد بضع ساعات .

يؤدي ابتلاع الميثانول ، على أنه مشروب كحولي أو بالخطأ ظناً أنه الإيثانول (عند مدمني الخمر) ، إلى أضرار جسيمة للجهاز العصبي المركزي وخاصة أعصاب البصر ، مما يسبب العمى المؤقت أو الدائم ، إضافةً إلى أضرار في الكليتين والكبد والقلب . وقد يحصل إغماء بعد

ساعات من الابتلاع يتبعه في بعض الحالات الموت .

إن من أشد مخاطر الميثانول كونه يؤثر كسم تراكمي Cumulative Poison ، إذ يحتفظ الجسم به فترة طويلة ، أي يتم أيضه بشكل أبطأ من السموم العادية . ومن المعروف أن سرعة أيض الميثانول أقل خمس مرات من سرعة أيض الإيثانول .

فيما يتعلق **بالإيثانول** $CH_3\text{-}CH_2OH$ ينبغي كما ذكرنا من قبل ملاحظة تأثيره المؤازر على سمية المواد السامة الاخرى . ونحن نعرف التأثيرات الضارة العديدة لهذه المادة التي حرم ديننا الحنيف شربها بكافة الاشكال الطبيعية منها والصنعية ، والتي يخرج نطاق دراستها بشكل مفصل عن مجال موضوع هذه الدراسة .

د - بعض المذيبات الأخرى :

نذكر من بين المذيبات الاخرى الشديدة السمية :

١) ١,٤- الديوكسان **1,4-Dioxan** : يهيج بخار هذه المادة الانف والعيون ، ويسبب الصداع والنعاس . وتقود التراكيز العالية منه إلى الغثيان والتقيؤ ثم تلف الكبد والكلى . كما أن لهذه المادة

تأثيراً مسرطناً .

٢) ثاني كبريتيد الكربون CS_2 : يؤدي استنشاق هذه المادة المتطايرة لفترة طويلة إلى تلف الجهاز العصبي ، إضافة إلى فقدان البصر والشلل وتلف الكبد حتى لو كان التعرض له بتراكيز ضعيفة . أما استنشاقها بتراكيز عالية فيسبب التخدير وفقدان الوعي وتهيج العيون إضافة لآثار أخرى ، خاصة إذا دخل الفم .

٣) الاسيتو نتريل CH_3-CN : يمكن للأسيتو نتريل أن ينفذ خلال الجلد مؤدياً إلى أعراض تشبه تلك الناشئة عن استنشاق أبخرته أو ابتلاعه . يسبب استنشاق بخار الاسيتو نتريل بكمية كبيرة أو لفترة طويلة من الزمن إلى التعب والإعياء والغثيان والاسهال مع تشنج وارتجاف قد يتطورا إلى شلل جزئي أو كلي وغيبوبة .

٤) ثنائي مثيل الفورم أميد $HCO-N(CH_3)_2$ (DMF) : ينتمي هذا المذيب إلى مجموعة المذيبات القطبية اللابروتية Polar Aprotic Solvents التي يمكنها التسرب خلال الجلد وإيذاء العيون . ويسبب بخاره تهيجاً للجهاز التنفسي ، ويؤدي للتسمم إذا دخل الفم . وهو يتلف الكبد تدريجياً عند التعرض له فترة طويلة بتراكيز قليلة .

٣ - الأسلحة الكيميائية Chemical Weapons :

إن الاسلحة الكيميائية التي كثر الحديث عنها خلال عقد الزمن الاخير ، وخصوصاً من خلال استخدامها خلال الحرب العراقية - الإيرانية والتهديد باستخدامها في حرب الخليج ، هي أحد التعابير الصارخة على الاستخدام السيء للتقدم العلمي والتكنولوجي في مجال الكيمياء .

تستخدم معظم الاسلحة الحالية ، التقليدية منها وغير التقليدية ، المواد الكيميائية في إيصال الاذى للمصابين بشكل مباشر أو غير مباشر (الطلقات النارية ، الصواريخ ، القنابل والمتفجرات ، القنابل الذرية والهيدروجينية ، ...الخ) . إلا أن المقصود بالاسلحة الكيميائية تحديداً الاسلحة التي تستخدم فيها مواد ذات تأثير سمي لإيذاء الخصم أو القضاء عليه .

لقد استخدمت الاسلحة الكيميائية منذ مئات السنين في الحروب والخلافات . ولكن استخدامها بشكل موسع بدأ عام ١٩١٥ أثناء الحرب العالمية الاولى عندما استعمل الالمان غاز الكلور ضد الحلفاء ، وتبع ذلك

استخدام هذه الاسلحة من قبل أطراف عدة في حروب عديدة منها الحرب العالمية الثانية والحرب الكورية وحرب فيتنام وأخيراً الحرب العراقية الإيرانية ، مع أنه جرى توقيع معاهدة جنيف عام ١٩٢٥ واتفاقات أخرى لتحريم استخدام الاسلحة الكيميائية والجرثومية . وهناك الآن دول عديدة تملك أسلحة كيميائية في مقدمتها الولايات المتحدة الامريكية والاتحاد السوفييتي وفرنسا والصين وإسرائيل وإثيوبيا وتايلند وبورما وتايوان وكوريا الشمالية وفيتنام ...، ومن الدول العربية العراق وليبيا وسورية ومصر وغيرها .

تكون المواد السامة المستخدمة في صنع الاسلحة الكيميائية غازية غالباً ، ولكنها قد تكون سائلة سريعة التبخر ، وتكون في حالات نادرة صلبة .

يتم استخدام الاسلحة الكيميائية بأشكال متعددة منها :

- إطلاقها في الفضاء أو رشها على الارض بواسطة الطائرات .
- إطلاقها بواسطة قذائف أو قنابل مدفعية أو صاروخية .
- دس السموم في مناطق حساسة مثل مصادر المياه .

وهي تدخل الجسم عن طريق الفم أو ملامسة العيون أو الاغشية المخاطية أو الجهاز التنفسي أو الجلد .

تقسيم الاسلحة الكيميائية إلى أنواع بحسب طبيعة تأثيرها :

- المواد المسيلة للدموع .
- المواد الخانقة والمعطلة .
- مسممات الدم .
- مسببات القروح .
- غازات التقيؤ .
- المواد المسببة للهلوسة .
- غازات الاعصاب .
- مواد أخرى عضوية أو غير عضوية .

سنتناول بالتعريف هنا أهم المركبات التي تنتمي لكل صنف ، وأهم خصائص هذه المركبات . علماً أن الدراسة المفصلة للأسلحة الكيميائية تتطلب إطاراً أوسع من مجال هذا الكتاب .

أ - الغازات المسيلة للدموع Tear Gases :

تكون هذه المواد غالباً مشتقات هالوجينية α للكيتونات والإسترات ، أو هاليدات بنزيل . وهي تسيل دموع الإنسان بشدة وتصيبها بحرقة تعيق المصاب عن التصرف السليم . ومن أهمها المركبات التالية :

obeikandl.com

Chloroacetone	كلورو الاسيتون
Chloroacetophenone	كلورو الاسيتوفينون
Xylyl Bromide	بروميد الزايليل
Benzyl Bromide	بروميد البنزيل
Bromomethyl Ethyl Ketone	بروموميثيل إثيل الكيتون
Bromoacetone	برومو الاسيتون
Ethyl Bromoacetate	برومو خلات الإثيل
Iodoacetone	يودو الاسيتون
Ethyl Iodoacetate	يودو خلات الإثيل
Benzyl Iodide	يوديد البنزيل
Bromobenzyl Cyanide	سيانيد برومو البنزيل
Acrolein	الاكرولئين

ب - الغازات الخانقة والمعطلة Choking Gases :

هي غازات تخرب الجهاز التنفسي أو تحل محل الهواء فيختنق الإنسان . وهي ذات تأثير سام أيضاً . ومن آثارها السريعة التهاب الرئة والعينين والكحة الشديدة والدموع الغزيرة والضيق في التنفس . ومعظم هذه المواد مشتقات كلورية للإيثرات والحموض ، أو لمركبات ألكيل الزرنيخ.

وأهمها المركبات التالية :

Chlorine	الكلور
Methylsulfuryl Chloride	كلوريد مثيل السلفوريل
Chloromethyl Chloroformate	كلورو فورمات كلورو المثيل
Ethylsulfuryl Chloride	كلوريد إثيل السلفوريل
Dimethyl Sulfate	كبريتات ثنائي المثيل
Perchloromethyl Mercaptan	فوق كلورو مثيل المركبتان
Phosgene (CG)	الفوسجين
Diphosgene	ثنائي الفوسجين
Chloropicrin	كلورو البيكرين
Phenylcarbylamine Chloride	كلوريدالفنيل كربيل أمين
Phenyldichloroarsine	فنيل ثنائي كلورو الزرنيخ
Ethyldichloroarsine	إثيل ثنائي كلورو الزرنيخ
Phenyldibromoarsine	فنيل ثنائي برومو الزرنيخ
Dichloromethyl Ether	ثنائي كلورو مثيل الإيثر
Dibromomethyl Ether	ثنائي برومو مثيل الإيثر

ج - مسممات الدم Blood Poisons :

وهي مركبات توقف عمل أنزيمات الاكسدة في الخلايا ، وتؤدي في

البدء إلى أعراض اختناق وحاجة إلى الهواء ، ويعدها إلى الموت إذا لم يتم علاج سريع لها . ومنها المركبات التالية :

سيانيد الهيدروجين	Hydrogen Cyanide (AC)
بروميد السيانوجين	Cyanogen Bromide
كلوريد السيانوجين	Cyanogen Chloride (CK)

د - مسببات القروح Blister Agents :

وهي أشهر وأكثر الاسلحة الكيميائية انتشاراً الآن ، وقد استخدمت ابتداءً من الحرب العالمية الثانية . وهي غالباً إما مركبات زرنيخ عضوية هالوجينية أو غازات خردل . وغازات الخردل Mustard Gases المشهورة هي إما مركبات كبريت عضوية هالوجينية لها رائحة البصل أو الثوم (الغازات H و HQ و HT) ، أو مركبات نتروجين عضوية هالوجينية لها رائحة السمك أو الصابون (مثل الغاز HN_3) . وهي تسبب تقرحات وبثور مؤلمة جداً على الجلد وخاصة على الجروح ، كما تؤدي إلى التهاب وتورم وألم في العينين ،مصحوبة بعطش شديد وكحة متواصلة بسبب التهاب الجهازين التنفسي والهضمي . وتؤدي هذه المواد إلى الموت إذا كان التعرض لها بنسبة عالية أو إذا لم تعالج بسرعة .

إن من أهم مسببات القروح المركبات التالية :

كلورو فينيل ثنائي كلورو الزرنيخ Chlorovinyl dichloroarsine

مثيل ثنائي كلورو الزرنيخ Methyl dichloroarsine

ثنائي برومو مثيل السلفيد Dibromomethyl Sulfide

غازات الخردل وهي :

(١) ثنائي(β- كلورو إثيل)السلفيد

Bis(β–Chloroethyl)Sulfide (H)

$Cl\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Cl$

(٢) ١,٢- ثنائي (β- كلورو إثيل ثيو) الإيثان

1,2–Bis(β–Chloroethylthio)ethane (HQ)

$Cl\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Cl$

(٣) ثنائي (β- كلورو إثيل ثيو إثيل) الإيثر

Bis (β–Chloroethylthioethyl) ether (HT)

$ClCH_2\text{-}(CH_2\text{-}S\text{-}CH_2)_3\text{-}CH_2Cl$

(٤) ثلاثي (β- كلورو إثيل) الاميـن

Tris (β–Chloroethyl) amine (HN_3)

$Cl\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}N(\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Cl)\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Cl$

هـ - غازات التقيؤ Vomiting Gases :

وهي مركبات تؤدي إلى اضطرابات في الجهاز الهضمي وغيره ، وإلى إحساس مستمر بالحاجة إلى التقيؤ ، مما ينتج عنه وهن وتعب للجسم في فترة قصيرة . ومن هذه المركبات :

Diphenyl chloroarsine	ثنائي فنيل كلورو الزرنيخ
Diphenyl cyanoarsine	ثنائي فنيل سيانو الزرنيخ
Ethyl carbazole	إثيل الكربازول
Phenarsazine Chloride	كلوريد الفينارسازين

و - المواد المسببة للهلوسة Hallucinogenic Agents :

وهي مركبات من أنواع المخدرات تسبب اضطرابات نفسية وعصبية، مما يؤدي ألى عدم الاتزان ، وعدم السيطرة على الذات لفترة من الزمن . وهي تشل بذلك القدرة القتالية للجنود المتعرضين لها . ومن هذه المركبات :

Mescaline	المسكالين

البسيلوسين Psilocin

ثنائي إثيل أميد حمض الليسيرجيك Lyserrgic Acid Diethylamide (LSD - 25) .

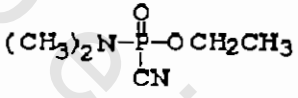
ز - غازات الأعصاب Nerve Gases :

وهي أكثر الاسلحة الكيميائية فعالية وخطراً . وقد اكتشفها الالمان أثناء الحرب العالمية الثانية . وتم بعد ذلك تطويرها على نطاق واسع ، ولكنها لم تستخدم استخداماً واسعاً إلى الآن .

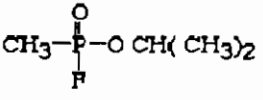
تتكون غازات الاعصاب من إسترات عضوية لحمض الفوسفوريك مرتبط بمجموعات مختلفة قد تكون الفلور . ومن أهمها غازات التابون Tabun (GA)، والسارين Sarin (GB)، والسومان Soman (GD) ، والـ VX . تبطل غازات الاعصاب نشاط الاعصاب بإيقاف عمل الانزيمات التي تتدخل في نقل الإشارات العصبية . ويؤدي التعرض المحدود لها إلى انقباض حدقة العين وانضغاط الصدر وألم الرأس والدوخة والتقيؤ . أما التعرض لمزيد منها فتؤدي لدوخة وحصر نفسي (قلق) وعجز في التنفس وانقباض في الاعصاب ، ويلي ذلك الموت .

إن من أخطر خواص غازات الاعصاب ، إضافة إلى فعاليتها وسميتها العالية ، أنها عديمة اللون والرائحة تقريباً . ولذلك يصعب

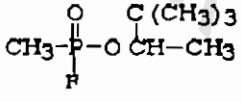
اكتشافها ، على عكس الغازات السامة الاخرى التي يمكن تفاديها قبل التعرض لها بكميات كبيرة . ويسبب صاروخ واحد من السارين إصابة أو موت ثلث السكان غير الحاملين لاقنعة في دائرة قطرها ٢ كم . وهذا يعني إصابة ألوف عديدة إذا كانت منطقة الإصابة مكتظة بالسكان أو الجنود .



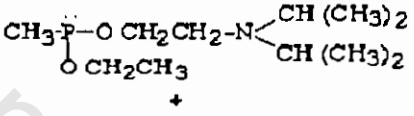
Tabun التابون



Sarin السارين



Soman السومان



Agent (VX) الـ في اكس

وتبلغ الكمية المميتة من السارين حوالي ٠,٥ ميليغرام . ويعتبر غاز الـ VX الذي طوره الامريكيون أخطر من السارين ، لانه يبقى فترة طويلة على الارض ولا يذهب بسهولة مع الريح ، إضافة إلى أن تأثيره سريع جداً .

وفيما يلي تركيب أهم غازات الاعصاب :

يتعلق تأثير الغازات السامة بدرجة حرارة الجو ، وشدة الرياح واتجاهها ، إضافة إلى ارتباطه بفعالية الغاز . وتقلل الحرارة المرتفعة والرياح من مدة بقاء الغاز السام على منطقة الإصابة . لكن ارتفاع درجة

الحرارة يقلل من قدرة الانسان على تحمل القناع الواقي .

تكون معظم الغازات السامة أكالة أو آكلة جداً ، وتحتاج إلى أوعية تخزين خاصة . فغازات الاعصاب تحتاج إلى أوعية مبطنة بالفضة وإلا خربت الاوعية وانتشرت منها . كما أن غازات الاعصاب تتحلل مائياً مع الوقت أو بوجود قلوي ، ولا تعود فعالة بنفس القدر .

لذلك اتجهت الولايات المتحدة الامريكية منذ الستينات ، وتلتها بعض الدول الاخرى إلى استخدام السلاح الكيميائي المزدوج . وهو سلاح يحتوي على مادتين توضعان في القذيفة أو القنبلة أو الصاروخ منفصلين عن بعضهما ، ثم تتحدان عند الاطلاق مكونتان لغاز الاعصاب المميت . وحيث أن أياً من المادتين لا تكون سامة كثيراً بمفردها ، فإن ذلك يسمح بتجنب التعرض لغاز الاعصاب أثناء التخزين والنقل .

ج - مواد سامة اخرى مستخدمة كاسلحة كيميائية :

مثيل - N -(β- كلورو إثيل) - N -نتروزو الكربامات
Methyl-N-(β–chloroethyl)-N-nitrosocarbamate KB-16

فلورو خلات المثيل Methyl Fluoroacetate

أكسيد الكاديوم Cadmium Oxide

كربونيلات الحديد Iron Carbonyls

كربونيلات النيكل Nickel Carbonyls

الريسين Recin : وهو بروتين سام في حبوب زيت الخروع .

٤ - المبيدات :

في محاولات الانسان لرفع مستوى معيشته وصحته ، بدأ باستخدام مواد كيميائية تساعده في تحسين الانتاج النباتي بالقضاء على الحشرات والآفات والاعشاب المعيقة لنمو النبات ، وامتد هذا الاستخدام إلى المنازل لإبادة الحشرات المنزلية . وقد اختيرت لذلك مواد كيميائية افترض أنها سامة أو مبيدة للأنواع الحية المرغوب التخلص منها فقط دون غيرها. ولكن تبين مع انتشار استعمال هذه المركبات السامة أنها تؤثر في حالات كثيرة على الحيوان وحتى الإنسان . والامثلة على ذلك كثيرة ، ولكن المبيد الحشري المسمى ٢،٢- ثنائي (بارا- كلورو فنيل)- ١،١،١- ثلاثي كلورو الإيثان أو الـ D.D.T. أخذ شهرة واسعة في هذا المجال . حيث تبين أنه كاد يؤدي لانقراض عدة أنواع من الطيور الجارحة في الولايات المتحدة الامريكية ، حيث انتشر استخدامه أولاً دون أية قيود ، وذلك عن طريق التأثير عل الانزيمات المساعدة على تشكيل القشرة الكلسية لبيوض هذه الطيور ، وانكسار البيوض ذات القشرة الهشة عند خروجها من الانثى أو قبل الفقس . كماتبين أن مادة الـ D.D.T. ، وخصوصاً المادة الناشئة من تحولها أو أيضها ضعيفة التحلل البيولوجي ، مما جعلها تتراكم في

التربة ثم في مياه المجاري والانهار والبحار وداخل الاسماك ثم في الطيور التي تتغذي عليها . وقد وجدت نسب محسوسة منها في جليد القطب الشمالي ، وأصبحت أنواع حيوانية أخرى مهددة بهذا الخطر المتزايد .

لقد كان رد فعل لدى الحكومة الامريكية والحكومات الغربية الاخرى مناسباً للخطر ، فقد قيدت ثم منعت استخدام الـ D.D.T. والمبيدات الخطرة الاخرى في بلادها ، ولكنها لا تزال تسمح بتصنيعه بغرض تصديره إلى دول العالم الثالث الفقيرة ، التي لا تتردد كثيراً في تفضيل استمرار حياة شعوبها الحاضرة ، وبأية صورة كانت ، بين الخيارين المعروضين أمامها ، وهما زيادة انتاج الغذاء لإطعام الافواه الجائعة ، أو ايقاف الخطر على مستقبل البيئة والصحة العامة للإنسان والحيوان على السواء .

تعود كثير من حوادث التسمم بالادوية الزراعية والمبيدات المنزلية إلى سوء استعمالها ، سواء كان ذلك نتيجة الإهمال أو عدم التقيد بتعليمات الاستخدام التي تلح على نقاط مثل الرش باتجاه الرياح ، وعدم التدخين أثناء الرش ، وعدم أكل الفاكهة والخضار المرشوشة حديثاً ، و غسلها قبل الاستخدام ، وارتداء الالبسة الواقية قبل الرش ، والابتعاد عن مكان الرش... الخ .

	المبيد	LD 50 مغ / كغ	المتسمم	العضو المتسمم
١	الميتاكسيكلور	٦٠٠٠	الماء الانسان	جهاز الهضم
٢	الكلوربيون	١٣٠٠	الفار	"
٣	المالايون	١٠٠٠	"	"
٤	الميازيتون	٧٠٠	"	"
٥	الميثركس	٦٠٠	"	"
٦	الهكسا (الجامكسان)	٢٨٠	الإنسان	"
٧	د . د . ت .	٢٤٠	"	"
٨	اللندان	٢٠٠	"	"
٩	الهبتاكلور	٨٠	"	"
١٠	الدلدرين	٦٥	"	"
١١	الاندوسلفين	٥٨	"	"
١٢	الألدرين	٥٠	"	"
١٣	ثنائي مثيل الباراثيون	١٥ - ٤٧	"	"
١٤	فسفيد الزنك	٤٠	"	"
١٥	الأندرين	٢٠	"	"
١٦	الميزاثيون	١٦	الفار	"
١٧	كبريتات الثاليوم	٦	"	"
١٨	ثنائي إثيل الباراثيون	٥	"	"
١٩	الغب TEPP	٢	"	"
٢٠	الكلوروبيكرين	٢	"	"
٢١	حمض الهيدروسيانيك	١	الانسان	"

	المبيد	LD 50 مغ / ل هواء	المتسمم	العضو المتسمم
٢٢	ثنائي كبريتيد الكربون	١٥	الإنسان	جهاز التنفس
٢٣	بروميد المثيل	٠,٥	"	"
٢٤	أكسيد الإثيلين	٠,١	"	"
٢٥	أملاح السيانيد	٠,٠٣	"	"

	مبيدات الأعشاب	LD_{50} مغ / كغ	المتسمم	العضو المتسمم
٢٦	الهرلدكسون	١٥٥٠	القط	جهاز الهضم
		٢٣٦٠	الأرنب	"
		٥٠٠٠	الهرد	"
		١٠٠٠	الكلب	"
٢٧	السيمازين	٥٠٠٠	الهرد	"
٢٨	الهيراسين	٥٥٠٠ (جلد ولمسة)	الأبقار	"
		٣٠ (بوبا) لمدة ٢٠ يوما)	الأبقار	"
٢٩	الفنزال	١١٠٠٠	الفأر	"
٣٠	الهلانافين	٢٠٠٠٠	الفأر	"

تعطي الجداول المرفقة أعلاه قيم الجرعة المميتة الوسطى LD_{50} لبعض المبيدات الشائعة الاستخدام والجهة المتسممة والعضو المتسمم بها . كما تبين تركيب بعض هذه المبيدات ، حيث يلاحظ من ذلك أن معظم المبيدات هي مركبات عضوية كلورية أو فوسفورية .

٥ - مركبات خطرة أخرى :

نعطي هنا بعض الامثلة الاخرى عن مركبات ذات سمية كبيرة .

أ) الزئبق وأملاحه :

من أهم الاعراض التي تميز الشخص المتعرض للزئبق أو بخاره بكمية محسوسة التهاب اللثة ، والقلق النفسي وارتجاف الاطراف مع

ارتعاش العضلات في مرحلة أكثر تقدماً ، وكذلك اللون البني على الغلاف الداخلي لعدسة العين دون إصابة الرؤية بأضرار . ويؤدي التسمم الحاد بالزئبق إلى الغثيان وآلام في البطن والتقيؤ والإسهال والصداع الشديد إضافة إلى أمراض كلوية . أما التسمم المزمن فمن ظواهره الاضطراب الشديد في الجهاز العصبي (ارتعاش اليدين ، الارق ، فقدان الذاكرة ، السرعة غي الغضب والانفعال ، الشعور بالكآبة ، تخلخل الاسنان ، اللعاب الغزير) ، إضافة إلى التهابات جلدية وإصابات شديدة في الكلى . ويسمح ذلك بمتابعة الإصابة عن طريق تحليل الزئبق في البول ، حيث يجب أن لا يتجاوز ٠,٢ مغ / ل من البول .

من الاخطاء التي تزيد خطورة الزئبق ارتداء الملابس المختبرية الواقية خارج المختبر ، وترك الزئبق المسكوب مهما صغرت كميته ، وتناول الاطعمة والمشروبات في المناطق المعرضة لابخرة الزئبق التي يمكنها المرور إلى الجسم عن طريق الجلد أو الجهاز التنفسي أو الفم .

تعتمد سمية مركبات وأملاح الزئبق على طبيعتها وقابلية ذوبانها في الماء وقابلية تبخرها . ومن المعروف أن مركبات الزئبق ثنائي التكافؤ مثلاً أكثر سمية بكثير من مركبات الزئبق أحادي التكافؤ . ومن أمثلة ذلك كلوريد الزئبق $HgCl_2$ المسمى السليماني ، وأكسيد الزئبق HgO وكلوريد إثيل الزئبق CH_3-CH_2-HgCl وكلوريد فنيل الزئبق

C_6H_5-HgCl وكلوريد ميثوكسي إثيل الزئبق أو السرزان CH_3-O-CH_2-CH_2-HgCl . وتشبه كثير من هذه المركبات في سميتها الزئبق ذاته .

ب) الرصاص ومركباته :

الرصاص ومشتقاته العضوية وغير العضوية مركبات سامة جداً . يؤدي استنشاق غبار الاملاح غير العضوية للرصاص أو ابتلاعها إلى أضرار داخلية بليغة مصحوبة بالتقيؤ والإسهال والانهيار . أما الإصابات المزمنة الناشئة عن تعرض مستمر للغبار بتراكيز منخفضة فإن من أعراضها فقدان الشهية للطعام وشحوب غير طبيعي وفقر دم ومغص وقبض المعدة وزرقة اللثة .

من أكثر مركبات الرصاص سمية سيانيد الرصاص ، وزرنيخات الرصاص ، ورباعي إثيل الرصاص ، ورباعي مثيل الرصاص .والاخيران يستخدمان في رفع عدد أوكتان وقود السيارات ، أي تنظيم احتراقها في المحرك ، ولكنهما يؤديان لتسمم أهم مظاهره ازدياد نسبة الرصاص في الدم وخاصة لدى الاطفال . ولعل هذا هو سبب الحملة التي يقودها أنصار البيئة لتحريم استخدام مركبات ألكيل الرصاص في وقود السيارات واستخدام بدائل له .

ج) الانيلين ومشتقاته وأملاحه :

تعرف كثير من المركبات النتروجينية بقابليتها لتغيير تركيب الدم العادي وتكوين مادة الميثيموغلوبين Methemoglobine التي تحتوي بعكس الهيموغلوبين على الحديد ثلاثي التكافؤ الذي لا يمكنه نقل الاكسجين . ويعتبر الانيلين من الامثلة الشهيرة والاكثر خطورة بين المركبات النتروجينية . يمكن لهذه المادة ومشتقاتها النفوذ بسهولة خلال الجلد السليم إلى الجسم ، ولذلك يجب الاحتراس الشديد عند استخدامها من اللمس أو التعرض للأبخرة أو الابتلاع .

من أهم أعراض التسمم بواسطة الانيلين ومشتقاته وأملاحه الصداع الشديد والنعاس والدوار . أما التراكيز العالية فتسبب التشنج والرجفة والتقيؤ ثم الغيبوبة وتوقف التنفس .

د) مركبات النترو :

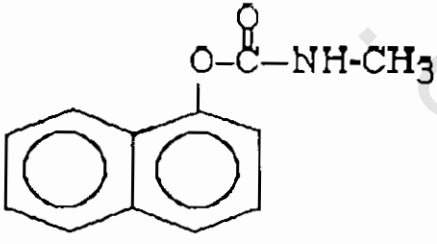
لمركبات النترو العطرية ، وخاصة نترو البنزين ، دور مشابه للأنيلين، لانه يختزل في الجسم إلى الانيلين ويمارس دوره على هذا الاساس . كما أنه يمكن أن يخترق الجلد بسهولة شديدة مثل الانيلين . وعلى هذا فإن أعراض التسمم بنترو البنزين والانيلين متشابهة .

سنتعرض في فصل مقبل إلى الدور المسرطن لهذه المواد .

أما مركبات النترو الاليفاتية مثل نترو الإيثان فإن بخارها يهيج الجهاز التنفسي والعيون وكذلك السائل الذي يمكنه أن يخترق الجلد بسهولة حيث يسبب كما في حالة الابتلاع أضرار كبيرة في الكبد والكليتين .

هـ) ايزو سيانات المثيل :

اكتسب إيزو سيانات المثيل $CH_3-N=C=O$ شهرة عالمية في ٢ ديسمبر (كانون الثاني) عام ١٩٨٤ ، عندما أدى تسرب أطنان منه من أحد الخزانات في مصنع شركة Union Carbide الامريكية للمبيدات في الهند إلى موت آلاف من البشر ، وإصابة آلاف آخرين بإصابات جسيمة.



Sevin السيفين

(1- Naphthyl - N - methylcarbamate)

يصنع هذا المركب في الهند والولايات المتحدة من المثيل أمين والفوسجين . والاخير هو أيضاً مادة سامة جداً استخدمت كغاز سام في الحرب العالمية الاولى . وقد استخدم إيزو سيانات المثيل في بهوبال لتحضير السيفين Sevin (N- مثيل كربامات ١- النفثيل) ، وهو مبيد حشري فعال جداً وقابل للتحلل البيولوجي ، بالتفاعل مع ١- النفثول ، إضافة إلى مبيدات حشرية أخرى اعتماداً على الفعالية الشديدة لإيزو سيانات المثيل ، وقدرته على إضافة الماء وكثير من المركبات الحاوية لزمر OH أو NH_2 . ويظن أن الاصل في ارتفاع درجة الحرارة والضغط اللذان قادا ، مع عطل في الصمامات إلى كارثة بهوبال هو وجود آثار من الماء أكثر من المسموح به في الخزان تفاعلت مع إيزو سيانات المثيل ناشرة حرارة بخرت هذا السائل المتطاير . وقد زاد من تفاقم المشكلة أن بخار المركب أثقل من الهواء مرتين مما جعله ينتشر على سطح الارض في منطقة مكتظة بالسكان .

يتآكل الجلد والعيون بمجرد تماسه مع هذا المركب ، ويؤدي استنشاق بخاره إلى أضرار جسيمة للرئتين ، إضافة إلى أعضاء عديدة أخرى .

لنذكر أن التركيز الحدي المسموح به من هذه المادة لعمال المصانع في الولايات المتحدة كان في وقت الكارثة ٠,٠٢ جزءاً من المليون ppm في

الهواء . فإذا علمنا أن هذا التركيز للفوسجين ذاته يبلغ ١ . ٠ جزءاً من المليون ، أدركنا أبعاد خطورة هذه المادة .

أخيراً فإنه إذا كانت الحكومات والشركات الصناعية مهتمة جداً جداً بالحاجة إلى الامان والوقاية من أخطار المواد الخطرة ، فإن حادث بهوبال جعل القضية أكثر إلحاحاً وأهمية بكثير .

و) خلات الفينيل :

خلات الفينيل Viny! Acetate (CH_3-COO-CH=CH_2)

سائل عديم اللون يغلي في الدرجة ٧٢,٢ م ، وهو قليل الذوبان في الماء وشديد القابلية للالتهاب . وقد اكتسب هذا المركب شهرة في دولة الامارات العربية المتحدة بعد غرق السفينة عجمان غلوري المحملة بعدد من البراميل الحاوية لهذا المركب قبالة شاطىء الإمارات ، ثم بدء تسرب هذه البراميل من السفينة الغارقة إلى شواطىء الإمارات الشمالية في الخليج مسببة اضطراباً وقلقاً وبلبلة ، خصوصاً مع التصريحات المتناقضة حول خطر هذه المادة على الصحة العامة .

إن بخار هذا السائل له تأثير مخدر ومهيج للجهاز التنفسي والعيون عند التعرض له بتراكيز عالية ، كما أنه يكون مؤذياً إذا دخل عن طريق الفم . ويعود ذلك إلى فعله المزيل للشحوم . ومن تأثيراته الاخرى أنه يؤدي

للاختناق بحلوله مكان الهواء . أما تأثيره على الاسماك فيشبه تأثير الهيدروكربونات في البترول . ويعتبر خلات الفينيل من المركبات ذات السمية المعتدلة .فهو يعطى القدرة السمية ١ من بين ٣ درجات حسب ساكس Sax عام ١٩٧٥ .كما أنه يعطى القرة السمية ٢ من بين ٤ درجات حسب الـ NFPA ، وهذا عائد إلى فعاليته بسبب وجود رابطة مزدوجة فيه . ويدل ذلك أن المركب يمكن أن يسبب الاذى ، وأنه يحتاج عندئذ لمعالجة سريعة لإزالة المخاطرالناشئة عنها .

أخيراً فإن التركيز الحدي المسموح به من أبخرة خلات الفينيل في هواء الاماكن المأهولة هو ٠.٢ مغ / م٣ ، بينما هو في المصانع ١٠ مغ/م٣ .