الجزء الأول

الملوثات: مصادرها وعلاقتها بالنشاط الحيوى

الفصل الأول

التعريفات

الملوث: Contaminant

أى عامل بيولوجى أو كيميائى أو إشعاعى أو مواد غريبة أو أى مواد أخرى لم يتعمد إضافتها للغذاء فتؤثر على سلامة الغذاء أو ملائمته للاستهلاك.

تلوث الغذاء: Food Contamination

هو وصول أى من الملوثات السابق ذكرها إلى الغذاء أو البيئة المحيطة بالغذاء.

الغذاء الأمن: Safe Food

هو الغذاء الخالى من الملوثات والمخاطر، والذى لا يسبب أذى أو ضررًا أو مرضًا للإنسان على المستوى البعيد أو القريب؛ وذلك بناء على تحاليل معملية وتجارب على الحيوانات أو بناء على استخدامات طويلة له.

سلامة الغذاء: Food Safety

هى جميع الإجراءات اللازمة لإنتاج غذاء صحى غير ضار بصحة الإنسان.

ملائمة الغذاء: Food Suitability

ضمان قبول الغذاء للاستهلاك الأدمى طبقاً للغرض المحدد من استخدامه.

فساد الغذاء : Food Spoilage

هو أى تغير يحدث فى الغذاء، ويؤثر على خواصه، بسبب نشاط ميكروبى أو كيميائى أو ميكانيكى ضار، مما يؤدى إلى رفضه من قبل المستهلك، أو إيقافه من قبل الجهات الرقابية لعدم مطابقته للمواصفات الخاصة بشروط جودة وسلامة وصحة الغذاء.

التسمم الغذائى: Food Poisoning

هو الحالة المرضية التى تحدث نتيجة تناول غذاء إما لكونه ملوثاً بالميكروبات المرضية أو نواتجها السامة أو نتيجة تناول ملوثات كيميائية.

ميكروب مرض: Pathogenic Microbe

وصف للدلالة على قدرة ميكروب على إحداث مرض للإنسان.

مخاطر : Risks

هى احتمال حدوث تأثير ضار ومدى شدة هذا التأثير الضار المحتمل على صحة الإنسان نتيجة تناول غذاء معين.

الفصل الثانى

مصادر ملوثات الغذاء

مقدمه

ملوثات الغذاء هى مواد تصل إلى الغذاء من مصادر طبيعيـــة كـــالهواء والمـــاء والتربة بجانب التلوث الناتج من الإنسان والحيوان، وإستخدام النفايات الحيوانية وبعض المضافات الغذائية.

وسوف نتناول هنا أهم المصادر الطبيعية (الهواء والماء والتربه).

أ - الهواء

يحتوى الهواء عديداً من الملوثات لها تأثير ضار بالصحة، ومصادر هذه الملوثات إما أن يكون طبيعياً لا دخل للإنسان فيه، ويتمثل ذلك فـــى نـــواتج بعـــض الظـــواهر الطبيعية الكونيه كالبراكين والمذنبات وحرائق الغابات. وقـــد يكـــون المـــصدر غيـــر طبيعى، أى من صنع الإنسان مثل مخلفات المصانع (كيماوية - بترولية - أســـمنت - حديد وصلب)، وعوادم السيارات، ونواتج إحتراق مخلفات المنازل والحقول والملوثات الناتجة من رش المبيدات بالطائرات والملوثات الناتجـــة عـــن التفجيـــرات النوويـــة والحروب الكيماوية والبيولوجية.

وتعد ملوثات الهواء أكثر أشكال التلوث البيئى انتشاراً نظراً لسهولة انتقالها مـــن مكان لآخر فى فترة زمنية قصيرة، وهى إما أن تكون على صورة أكاسيد غازية مثل الأكاسيد الكربونية والكبريتية والنيتروجنية. ولهذه الغازات آثار صحية ســـيئة نتيجـــة

تنفس الإنسان لها، إذ تؤدى إلى أمراض القلب وانتفاخ الرئه emphysema، وحدوث اضطرابات فى كرات الدم البيضاء، وما يتبعه من أمراض خبيثه. كما ثبت أن عمليات حرق المخلفات الصناعية والوقود ينتج عنها بعض الهيدروكربونات الحلقية العطرية (بنزوبيرين) تسبب أنواعا مختلفة من السرطان، وتزداد المشكلة مع وجود نفايات بلاستيكية تحتوى مادة البولى كلوريد الفينيل، حيث ينتج عن حرقها غاز كلوريد الأيدروجين السام. كما يحمل الهواء عناصر ثقيلة كالرصاص والزئبق والزرنيخ والكاديوم ....ألخ الناتجة من عوادم السيارات والمبيدات وحرق القمامه الصلبة. كما يحمل الهواء الغبار الذرى الناتج من التفجيرات النووية. وتسقط كل هذه الملوثات على التربة والماء وتنتقل عبر سلسلة الغذاء إلى النبات والحيوان والطيور والإنسان. ومن ملوثات الهواء ملوثات ميكروبية مصدرها تحلل الحيوانات والنباتات، وكذلك تلك الناتجة عن الحروب البيولوجية كالميكروبات المسئولة عن الجمرة الخبيثة، والطاعون والحمى القلاعية والتيفوس والكوليرا .... ألخ.

ب – المجارى المائية

التلوث الحادث للمجارى المائية (بحار – أنهار – محيطات – أبار ...) إما أن يكون:-

١- تلوث طبيعى يغير من خواص الماء الطبيعية (لون – طعم – رائحة) كالطمى مثلاً.

٢- تلوث كيميائى: وهو من اخطر أنواع التلوث فالمواد الكيميائية التى تلوث الماء إما أن تكون قابلة للذوبان والتحلل وهى أقل ضرراً، وإما أن تكون قابلة للتراكم والتجمع فى أجسام الكائنات الحية وهى الأشد خطراً.

٣- تلوث بيولوجى: ويعنى وجود ميكروبات وطفيليات مسببه للأمراض.

٤- تلوث حرارى: وينتج عن استعمال بعض المصانع للماء فى عملية التبريد كما هو الحال فى محطات توليد الكهرباء والمفاعلات النووية ومصانع الحديد والصلب، حيث تقوم هذه المصانع بصرف المياه الساخنة فى المسطحات المائية (برك – بحيرات – أنهار) مما يؤدى لارتفاع درجة حرارة مياهها، وتعرض الأحياء المائية بها للخطر، كما يعمل التلوث الحرارى للمياه على أكسدة بعض

المكونات المعدنية التى تلقيها بعض هذه المصانع، مما ينتج عنه بعض الأكاسيد السامة.

ومن أهم مصادر تلوث المياه

١ - المخلفات الصناعية

وتضم هذه المخلفات كثيراً من المواد العضوية (زيوت وشحوم) ومواد سامة ومعادن ثقيلة، ومواد مشعة (مفاعلات الوقود الذرى، التجارب العلميه، الاستخدامات الطبية) ويكمن خطر هذه المخلفات فى قدرة الكائنات البحرية على تركيزها فى خلاياها رغم أن تركيزها فى البحار قد لايكون مرتفعاً بدرجة تشكل خطراً كبيراً ولكن بتناول الإنسان لهذه الكائنات فإن مابها من مخلفات سامة تنتقل إلى جسم الإنسان وهذا ما قد يفسر زيادة انتشار بعض الأمراض الخبيثة بالعالم.

ويعتبر تلوث البيئة المائية بالمواد المشعة موضوعاً معقداً، فالنشاط الإشعاعى ينتج عنه كثير من المتاعب، فالنظائر المشعة لا تسبب فقط تأثيراً مباشراً سريعاً على الكائنات الحية بل الأهم من ذلك قد تسبب تغيرات وراثية (طفرات سيئة) يكون لها أثر ضار على الأجيال التالية.

وكمية هذه المخلفات الصناعية فى المياه تختلف فى الدول المختلفة باختلاف درجة نشاطها الصناعى. فمثلاً تلقى الصناعات الأمريكية حوالى ٥٠٠ طن من الزئبق سنوياً بالمسطحات المائية، وتلقى الصناعات الفرنسية حوالى ٥٠ طن زئبق، و٢٥٠ ألف طن رصاص، وهو لا يقل سمية عن الزئبق، ويقدر ما يقذف فى البحار والمحيطات من الكادميوم سنوياً بحوالى ألف طن. والجميع يعلم دور هذا العنصر فى هشاشة العظام وفقر الدم. وله تأثير على الأطفال المولودين من سيدات تناولت غذاء ملوثاً به؛ إذ يسبب فشلاً كلوياً وتشوهاً فى هيكل الأطفال العظمى، كما حدث فى إحدى مقاطعات اليابان، حيث تسبب أحد المناجم فى زيادة نسبة الكادميوم فى التربة والتى تستخدم فى زراعة الأرز، وكان الأرز المزروع يروى بمياه نهر تصرف فيه مخلفات هذا المنجم، ويستخدم السكان هذا النهر فى نفس الوقت مصدراً لمياه الشرب، وقد حدث نتيجة لذلك أن أنجتب أكثر من ٢٠٠

سيدة أطفالاً مصابين بالفشل الكلوى وتشوه الهيكل العظمى، وتبين أن الأرز الذى تناولته هؤلاء السيدات يحتوى عشرة أضعاف الكمية المسموح بها من الكادميوم، كذلك الحال فى مياه الشرب.

٢- المخلفات (الملوثات) الناتجة عن الصرف الصحى

فرغم أن البحار تعتبر مركزاً طبيعياً لتصريف فضلات الإنسان حيث أن لها القدرة على التنقية الذاتية والتخلص من هذه الفضلات؛ إلا أنه نتيجة زيادة الفضلات من المدن الواقعة على السواحل وزيادة سكانها، جعلت هذه الفضلات تحمل الكثير من الملوثات الكيماوية كالصابون والمنظفات الصناعية ومخلفات آدمية غير معالجة، والأخيرة تحتوى كل مسببات نقل الأمراض إلى الإنسان (بكتريا - فيرس - طفيليات) عن طريق الفم والجلد والجروح عند الاستحمام فى هذه المياه أو تناول أسماكها، فهناك الكثير من الأمراض التى تصيب الإنسان جراء تلوث المسطحات المائية بمياه المجارى على سبيل المثال: بكتريا السلمونيللا *Salmonella* والتى تتسبب فى بعض أمراض الحمى والنزلات المعوية؛ وبكتريا الشيجللا *Shigella* التى تتسبب فى أمراض الجفاف والقئ خاصة عند الأطفال؛ وبكتريا *Vibrio* التى تتسبب فى مرض الكوليرا.

٣- الملوثات الناتجة عن البترول ومخلفاته:

وهى من الملوثات الآخذة فى الزيادة عاماً بعد عام، وهى تتسرب إلى المسطحات المائية إما بطريقة لا إرادية (غير متعمدة) كما هو الحال فى انفجار آبار النفط البحرية، أو بطريقة متعمدة كما حدث فى حرب الخليج والحرب العراقية الإيرانية. كما تتعمد بعض ناقلات البترول إلقاء المياه المستخدمة فى غسيل خزاناتها فى أعالى البحار، أو مقابل سواحل بعض الدول التى ليست لها تشريعات قانونية لحماية بيئتها البحرية ومياهها الإقليمية، وتلوث المياه بالبترول يشكل خطورة كبيرة على الأحياء المائية إذ يحتوى البترول الخام على مركبات سامه لهذه الأحياء، منها الهيدروكربونات العطرية والتى لها القدرة على النفاذ من جدر الأمعاء والتجمع فى الأجزاء الدهنية Lipid pool وهى لا تنحل بسرعة وتنتقل منها إلى الإنسان مسببة الأمراض.

وتختلف خطورة هذه المخلفات باختلاف أماكن تصريفها سواء فى المياه العذبه أو المياه المالحه، إذ يكون لها تأثير بالغ إذا ما صرفت فى المياه العذبة؛ حيث تكون مواداً سامه عديمة الرائحة تشكل خطراً جسيماً للإنسان إذا استعمل هذا الماء كمصدر للشرب. وتظهر خطورة التلوث النفطى للمياه المالحة على الدول التى تعتمد على تحلية مياه البحر كما هو الحال فى دول الخليج، إذ تؤدى عملية تحليه المياه بطريقة التقطير إلى تبخر بعض المركبات البترولية المتطايرة وتكثفها مع بخار الماء، كما أن بعض المواد فى النفط قد تذوب فى الماء، وبعد التحلية تتفاعل مع الكلور المستخدم فى تعقيم هذه المياه وينتج عن هذا التفاعل مواد عضوية تحدث العديد من الأمراض.

ونظراً للأخطار الجسيمة الناجمة عن تلوث المياه بالبترول فقد وضعت عدة اتفاقيات دولية وقوانين تحد من تلوث المياه الناشئ عن ناقلات البترول، إلا أن معظم هذه القوانين فى كثير من الدول خاصة النامية منها تفتقر إلى الطرق العلمية التى تثبت مدى مسئولية الناقلات عن بقع الزيت هذه. إلا أنه فى الدول المتقدمة مثل الولايات المتحدة وأوروبا أمكن استخدام تقنية الفلورة بالليزر كطريقه للتعرف عن مسئولية السفينه (معينة) عن بقعة زيت معينه، والفكرة فى ذلك أن أشعة الليزر تصطدم بالنفط الذى يمتص الأشعة فيتفلور، كما تتفلور كافة الأجسام ولكن بأشكال مختلفة بحيث يمكن التفرقة بين النفط والطحالب والأجسام الأخرى الطافية، وقد أمكن تحديد شكل فلورة ٤٢ نوعاً من الزيوت منها ٢٢ نوعاً من الزيت الخام، ١٠ أنواع من زيت الوقود، ١٠ أنواع من زيوت التشحيم. وعليه يمكن بمقارنة شكل فلورة عينة من الزيت فى البحر بشكل فلورة عينة من الزيت بالسفينة، وبمعرفة خط سير السفينة يمكن إثبات مسئولية السفينة المتسببة فى إلقاء الزيت.

جـ - التربه

لقد أدى تدخل الإنسان فى النواميس الكونية، ومحاولته المستمرة لإفساد النظم البيئية بقصد زيادة إنتاجية الأرض ومقاومة الآفات أدى هذا كله إلى تلوث البيئة عامة وتلوث التربة بصفة خاصة.

ومن أهم ملوثات التربه:

١- المخلفات الصلبة:

وهى تنتج عن المصانع والمزارع والمنازل والمطاعم، وتصل إلى التربة إما مع مياه الرى أو نتيجة طمرها فيها، أو تساقط المركبات العالقة فى الهواء (معادن ثقيلة) الناتجة عن حرق هذه المخلفات، ونظراً لأن بعض هذه المخلفات لاتتحل بسهولة فى التربة مع سمية بعضها فإنها تتراكم بالتربة مع الاحتفاظ بسميتها وقد يرى البعض استخدام مياه الصرف الغير معالجة (المخلفات الآدمية) فى رى المحاصيل التى لا تؤكل طازجة، لما فى ذلك من زيادة إنتاجية الأرض وتحسين خواص التربة إلا أن ذلك قد يؤدى إلى تراكم بعض العناصر فى أنسجة النبات بصورة تسبب أضراراً للإنسان. فقد وجد أن معدل المعادن السامة فى مخلفات الإنسان تفوق الموجودة فى الأرض الزراعية ١٠٠- ٣٠٠ مرة.

٢- المبيدات الحشريه ومزيلات الأعشاب:

وهذه تتلوث بها التربة من جراء تساقط المبيدات عليها أثناء رش المحاصيل الزراعية، أو نتيجة معالجة التربة أو البذور بغرض وقايتها من الآفات، وكذا نتيجة تساقط أوراق النباتات المعالجة بالمبيدات، أو غسيل هذه النباتات بماء المطر وغالباً ما يتبقى جزء كبير منها (حوالى ١٥٪ من كمية المبيد المستعمل) فى التربة ليمتص النبات جزءاً كبيراً يخزنه فى ساقه وأوراقه وثماره؛ حيث تنتقل إلى الإنسان عند تغذيته عليها أو إلى الحيوانات لتظهر فى ألبانها ولحومها وبيضها مسببة أضراراً بالغة لمن يتعاطى هذه المنتجات. ومن أمثلة ذلك ما حدث فى العراق ١٩٧١، ١٩٧٢ حيث أستعمل نوع من المبيدات الحشرية يحتوى على الزئبق فى رش المحاصيل الزراعية وقد أختلط الزئبق بحبيبات التربة وامتصه النبات لينتقل بعد ذلك للإنسان، وقد أدى تسمم النباتات بالزئبق إلى موت نحو ٥٠٠ شخص وإصابة ٥٥٠٠ أخرين بأعراض تسمم. وإن كان البعض يقول أن سبب هذا التسمم يرجع إلى استيراد العراق لكمية من بذور القمح المنتقاة للإكثار والمعاملة بالزئبق (لحفظها من الفطريات) لاستخدامها فى الزراعة، ولكن حدث بطريق الخطأ طحنها واستخدامها فى صناعة الخبز.

٣- التلوث بالأسمدة الكيماوية:

إذ تنتقل مكونات هذه الأسمدة من التربة إلى النبات والحيوان فالإنسان. وقد يكون لبعضها أثر ضار على صحة الإنسان، خاصة النترات والنتريت إذ تسبب نوعاً من فقر الدم عند الأطفال، وسرطان البلعوم والمثانة عند الكبار، ويقال أن النترات قد تتحول إلى نتريت فى الخضروات ببعض الأنزيمات مما يزيد من فرصة تفاعلها مع ملوثات أخرى مكونة مادة Nitrosamine وهى مادة مطفرة ومسرطنة.

الفصل الثالث

ملوثات الغذاء وعلاقتها بالنشاط الحيوى للإنسان

نتناول فى هذا الموضوع بجانب المقدمة:

١- تقسيم ملوثات الغذاء حسب طريقة دخولها للجسم

٢- ديناميكية توزيع الملوثات بالجسم وأماكن تخزينها

٣- التأثيرات الناجمة عن التلوث بالسموم

٤- مستويات التسمم الناتجة عن الملوثات

٥- اختبارات السمية

٦- فاعلية المادة السامة

٧- متبقيات الملوثات السامة

مقدمه

كثير من ملوثات الغذاء عبارة عن مواد سامة، قد تكون كيماوية كالعناصر المعدنية الثقيلة والمبيدات وبعض العقاقير، وقد تكون عبارة عن مواد ناتجة عن التمثيل الغذائى للكائنات الحية كالسموم البكتيرية والفطرية والحشرية والنباتية ....الخ.

وتعرف المواد السامة بأنها مواد تسبب ضرراً للكائن الحى بتعرضه لها، ويتوقف الأثر الضار على مقدار الجرعة أو التركيز الذى يتعرض له الكائن الحى. ويحدث الأثر أو التأثير الضار بعد وصول المادة السامة أو نواتج تمثيلها لمكان تأثيرها بالقدر المناسب والصورة المناسبة مع توفير الوقت الكافى للتعرض لها.

١- تقسيم ملوثات الغذاء حسب طريقة دخولها للجسم

تقسم هذه السموم (الملوثات) حسب طريقة دخولها للجسم سواء كانت هذه السموم (الملوثات) من مصدر حيوى أو غير حيوى إلى:

١- سموم معوية: ومن أمثلتها المعادن الثقيلة؛ وهى تدخل إلى الجسم مع الغذاء عن طريق الفم إلى القناة المعد معوية gastrointestinal حيث تنفذ وتمتص خلال جدر الخلايا المبطنة للأمعاء، وتتفاعل مع أو ترتبط ببعض الأحماض الأمينية المكونة لبروتوبلازم الخلايا الطلائية المبطنة للأمعاء.

٢- سموم تنفسيه: ومن أمثلتها المواد الغازية والمتطايرة كالأيروسولات والمبيدات الحشرية وتدخل الجسم عن طريق الجهاز التنفسى.

٣- سموم بالملامسة: ومن أمثلتها مجموعة المبيدات الهيدروكربونية العضوية الكلورونية، الفوسفورية العضوية ،الكرباماتية العضوية، وتدخل الجسم عن طريق الجلد وتؤدى عملها فى الغالب كسموم عصبية، حيث تعمل على خلل الجهاز العصبى، فالمركبات الفوسفوريه والكرباماتية تثبط إنزيم أستيل كولين استريز. والمركبات الكلورونية العضوية تؤثر على نفاذ الأيونات.

٢- ديناميكية توزيع الملوثات بالجسم وأماكن تخزينها

أ- سوائل الجسم

عندما تدخل هذه الملوثات الجسم وتصل إلى الدم يقوم الدم بتوزيعها على كل أنسجة الجسم عن طريق سوائل الجسم والتى تمثل ٦٥ ٪ من وزن الجسم (حجما ٤٠ لتر) ويمكن تقسيم هذه السوائل إلى:

١- **سوائل داخل الخلايا:** وهى تمثل ٦٠ ٪ من سوائل الجسم (٢٥ لتر) وتقوم بتهيئة الوسط الخلوى المناسب للعمليات الحيوية المختلفة ومن أهم مكوناتها (جدول ١)

جدول (١) أهم مكونات سوائل الجسم (سوائل داخل الخلايا)

المكون	k	Na	Mg	Ca	Cl	Po4	Hco3	بروتينات
ملليمكافئ/لتر	١٥٥	١٢	١٥	٢	١	٩٠	٨	٦٠

ويلاحظ أن الصوديوم يمثل ١٠٪ من الموجود بالسوائل خارج الخلايا.

٢- سوائل خارج الخلايا: وهى تمثل ٤٠٪ من سوائل الجسم (١٥ لتر) وتقوم بنقل وحمل المواد الغذائية، وما فيها من ملوثات إلى الخلايا، كما تقوم فى نفس الوقت بحمل الفضلات إلى خارج الخلايا ومن أهم مكوناتها (جدول ٢).

جدول (٢) أهم مكونات سوائل الجسم (سوائل خارج الخلايا)

المكون	Na	Mg	Ca	Cl	Po4	بيكربونات	بروتينات
ملليمكافئ / لتر	١٤٥	٢	٢	١	٢	٢٧	٦٠

ويلاحظ أن الصوديوم هو السائد فى السوائل الموجودة خارج الخلايا إذ يمثل ٩٥٪ تقريباً من الصوديوم النشط الممثل بالجسم، ويمثل جدول (٣) أنواع السوائل الموجودة خارج الخلايا.

جدول (٣) أنواع السوائل الموجودة خارج الخلايا

سائل بين خلوى أو بين نسيجى	بلازما الدم	سوائل عابرة
يوجد بين الخلايا يمثل ٢٧٪ من سوائل الجسم يعادل ٣ ٪ من وزن الجسم	هو الوسط الذى تسبح فيه خلايا الدم. يمثل ٨٪ من وزن سوائل الجسم ويمثل ٥٥٪ من حجم الدم ويتكون من ٩١٪ ماء + ٩٪ مواد صلبة (بروتينات الدم) والتى تشمل الألبيومين والفيبرينوجين والجلوبيولين وقد ترتبط جزيئات السم بهذه البروتينات خاصة الألبيومين.	وتشمل: العصارات الهاضمة ومنها الأنزيمات والهرمونات. سوائل ومنها سوائل النخاع الشوكى والسائل الزجاجى للعين

ب - العوامل المحددة لتوزيع (السموم) الملوثات على أنسجة الجسم

بعد دخول جزيئات السم (الملوث) إلى البلازما تكون هذه الجزيئات جاهزة للتوزيع داخل أنسجة أعضاء الجسم المختلفة ويتحدد معدل التوزيع بكل عضو على:

- معدل سريان وتدفق الدم للعضو: إذ تتوزع جزيئات السموم (الملوثات) التى دخلت مجرى تيار الدم على كل أنسجة أعضاء الجسم بمعدل يتناسب مع سرعة دورة سريان الدم خلالها.
- مدى نفاذية جدر خلايا العضو: بمعنى أخر مدى السهولة التى تعبر بها هذه الجزيئات خلال وسادة الشعيرات الدموية الدقيقة capillary bed حيث تتخلل خلايا أنسجة هذا العضو.
- مدى ارتباط جزيئات السم (الملوث) بالعضو فنلاحظ أن:

– الجزيئات الذائبة فى الماء (وكذا الأيونات) والتى يصل وزنها الجزيئ حتى ٢٠٠ دالتون تمر خلال أغشية جدر الخلايا (خلال القنوات الثقبية المائية الموجودة فى أغشية جدر الخلايا والتى يبلغ قطرها ٤ A°.

– جزيئات الملوثات كبيرة الحجم لايمكنها المرور خلال أغشية جدر الخلايا إلا بآليات خاصة.

– بعض الملوثات لايمكنها المرور، وهنا يتحدد موقع توزيعها، وتتراكم بأجزاء مختلفة من الجسم نتيجة ارتباطها ببعض المكونات الحيوية بالخلايا.

ج ــ مواقع تخزين الملوثات (السموم) بالجسم

عادة ما تتركز جزيئات السموم والملوثات البيئية والكيماوية الغريبة عن الجسم فى أنسجة خاصة، والمكان الذى يتركز فيه السم يسمى موقع أو مستودع التخزين، والسم فى هذا المستودع يكون فى حالة متزنة مع جزيئات السموم الحرة الموجودة بالبلازما. ويمكن اعتبار مستودعات التخزين كأعضاء وقاية للجسم Protecting agents إذ تمنع وصول تركيز السم فى البلازما إلى الدرجة اللازمة لحدوث فعله القاتل أو السام. وفيما يلى بعض مواقع تخزين السموم والملوثات فى الجسم:

*** الدهن كمستودع لتخزين السموم Fats as a storage depots**

من المعروف أن مجموعة السموم الهيدروكربونية العضوية الكلوريتية (مبيدات) مركبات ليبوفيلية Lipophilic محبة للدهون، لذا فهى:

– تمتص وتذوب فى الأنسجة الدهنية addipose tissue وتتراكم حيوياً Bioaccumulation

فى هذه الأنسجة دون حدوث ضرر لهذه الأنسجة، وتخزين جزيئات السموم بهذه الأنسجة يعد آليه لوقاية وحماية الجسم ولو وقتياً حيث أن تخزينها يمنع ظهور تركيز مفاجئ منها فى البلازما، ولكن عند الإذابة الفسيولوجية لهذه الدهون (مخزن السم) كما هو الحال عند الصيام أو الجوع لمدة طويلة، أو كما هو الحال عند احتياج الجسم لها للطاقة عند بذل مجهود كبير، أو عند تناول إنزيمات محللة للدهون (دواء) تؤدى إلى تحلل وإنفراد الدهن مما يؤدى لزيادة مفاجئة فى تركيز السموم التى كانت مخزنة، وظهورها فى صورة حرة ببلازما الدم وقد يكون هذا التركيز كافياً لإحداث الفعل السام أو القاتل.

* **بروتينات البلازما كمستودع لتخزين السموم Plasma proteins as a storage depots**

يحدث أثناء عملية توزيع الدم، وما يحمله من جزيئات سامة أن تتداخل هذه الجزيئات السامة مع المحتوى البروتينى فى بلازما الدم خاصة الألبيومين، وترتبط مكونة معقدا كبير الوزن الجزيئ يصعب مروره مع الدم عبر جدر الشعيرات الدموية وبالتالى يبقى مقيداً بفراغ الخلية مما يؤدى إلى إرتفاع مفاجئ فى تركيزه.

* **العظام كمستودع لتخزين السموم Bone as a storage depots of toxicants**

يتكون النسيج العظمى من بللورات هيدروكسى الأباتيت، ولهذه المقدرة على تخزين جزيئات بعض السموم والملوثات التى يدخل فى تركيبها الفلور والرصاص والأسترانشيوم، حيث يحدث تبادل كتيونى بين السطوح العظمية (بللورات هيدروكسى الأباتيت) وبين تلك السموم الموجودة فى السوائل الملامسة للعظام، ونتيجة هذا التبادل يتخلل السم سطح البللورة ليتبادل الكالسيوم مكانها.

* **الجهاز التناسلى كمستودع لتخزين السموم Reproductive system as a storage depots**

تتراكم بعض السموم (الملوثات) بالأعضاء التناسلية، حيث تخزن بالأعضاء الغنية بالهرمونات كالأجسام الصفراء للمبيض والغدد الثديية، ولهذه السموم بتلك الأعضاء تأثيرات عكسية غير مباشرة (زيادة وزن المبيض والرحم).

* **المشيمة والأجنة كمستودع لتخزين السموم Placenta and fetus as a storage depots**

من وظائف المشيمة نقل المواد الغذائية الأساسية (أحماض أمينية – جلوكوز وسكريات سداسية – فيتامينات – أيونات مثل Fe، Ca) من الأم إلى الجنين، ويتم هذا النقل عبر المشيمة ضد التدرج فى التركيز against a concentration gradient كما يحدث خلالها تبادل الأكسجين والفضلات، وتحمى المشيمه كذلك الجنين من عبور العديد من جزيئات السموم، فرغم أن لبعض أنسجة الأجنة القدرة على تركيز بعض السموم، ورغم أن جزيئات بعض المواد الغريبة كالفيروسات والبكتريا تمر من المشيمه عن طريق الإنتشار الوسيط، إلا أن بالمشيمه آليات للتحول الحيوى للسموم Biotransformation تمكنها منع بعض المواد السامه من الوصول إلى الجنين.

* **الجهاز العصبى كمستودع لتخزين السموم Nervous system as a storage depots**

يعد الجهاز العصبى أقل مكاناً لتجمع جزيئات السموم، فالعديد من السموم لا تدخل المخ بكميات كبيرة يمكن تقديرها وقد يرجع ذلك إلى:

- وجود ما يعرف بالعائق الدموى المخى Blood Barrier Brain (BBB) يحيط بالمخ، وتقل فيه النفاذية عن أغلب المساحات الأخرى الموجودة بالجسم، وتختلف فاعلية هذه العائق فى الأطفال والكائنات حديثة الولادة أو المولودين قبل ميعاد ولادتهم (المبتسرين) حيث يكون العائق عند هؤلاء غير مكتمل النمو، مرتفع النفاذية. وهذا ما قد يفسر كون بعض السموم أكثر فاعلية (سمية) عند حديثى الولادة مثل النترات والمورفين حيث يبلغ معدل التسمم لديهم بهذه المواد ٣ – ١٠ أضعاف قدر البالغين، كما يؤدى الرصاص إلى أمراض الدماغ Encephalo pathy لحديثى الولادة فقط وليس للكبار.
- التركيب الدقيق والشديد التلاصق للخلايا الطلائية المبطنة للجهاز العصبى والأنسجة الضامة الطلائية مما يؤدى لعدم وجود مسافات بينية مسامية تسمح بنفاذ جزيئات السم منها.
- قلة تركيز البروتين فى السائل البينى Interstitial fluid فى الجهاز العصبى مما يؤدى لخفض توزيع السموم بالجهاز العصبى المركزى.

وتختلف نوعية السموم التى يمكن أن تنفذ إلى المخ. ويتوقف معدل نفاذيتها لحد كبير على درجة ذوبانها فى الدهون، فالمركبات عالية الذوبان فى الدهون تدخل الجهاز العصبى المركزى أكثر من المركبات الأقل ذوباناً كما أن السموم الحرة (الجزيئات الحرة) والتى هى غير مرتبطة ببروتين البلازما تدخل بحرية أكبر إلى المخ.

٣- التأثيرات الناجمة عن التلوث بالسموم

تشمل تأثيرات السموم على النشاط الحيوي بالجسم:

أ- تأثيرات عكسية وغير عكسية Adverse / not adverse

والتأثيرات العكسية هى تلك التأثيرات التى لا تحدث تلفاً مستمراً لوظائف الأعضاء، وتتراوح فى شدتها من تأثيرات بسيطة إلى تأثيرات حادة. أما التأثيرات غير العكسية فهى التى تؤدى لتلف مستمر فى الأعضاء؛ فلا يعود العضو لحالته الطبيعية مرة أخرى، وتبقى هذه التأثيرات حتى بعد تخلص الجسم من متبقياتها، وغالباً ما تنتهى بالموت إذا كان التأثير على خلايا أنسجة الجهاز العصبى.

ب – تأثيرات عامة وخاصة:

التأثيرات العامة وهى التى تظهر على عدة أجزاء (أجهزة) بالجسم، أما الخاصة فهى التى يظهر تأثيرها على عضو معين.

ج ــ تأثيرات مباشرة وغير مباشرة:

التأثيرات المباشرة هى التى تحدث عقب التعرض للمؤثر (السم) مباشرة (التسمم الغذائى) أما التأثيرات غير المباشرة فتحدث بعد فترة من التعرض للمؤثر (الأورام بعد ٥ – ٣٠ سنه).

د – تأثيرات حركية وغير حركية:

التأثيرات الحركية (تمثيلية) وهى التى ينفذ فيها المؤثر (السم) خلال الأغشية ويمثل ويرتبط بالعضو، (يخزن) ويفرز بالبول والبراز أو مع التنفس. أما التأثيرات غير الحركية فهى تأثيرات قاصرة على مكان التعرض وهذه يمكن إزالتها أو إزالة فعلها أو المتبقى منها من على السطح.

٤- مستويات التسمم بالملوثات Toxicity Levels

يمكن تصنيف مستويات التسمم الناتجة عن الملوثات إلى:

١- السمية الحادة Acute Toxicity

وفيها تحدث السمية مباشرة بعد التعرض للمادة السامة فى صورة جرعة واحدة (عن طريق الفم أو الحقن) وذلك بعد المعالجة مباشرة؛ وقد تطول إلى ساعات أو إسبوعين بعد المعاملة. وتجرى اختبارات السمية الحادة على نوعين من الحيوانات على الأقل، أحدهما حيوان غير قارض حيث يتم تغذية الحيوانات بجرعات مختلفة التركيز من المركب، مع متابعة دقيقة لسلوك وتصرفات هذه الحيوانات واستهلاكها للغذاء، وملاحظة الصفات الخارجية مثل سقوط الشعر، ومعرفة نتائج التحاليل الإكلينيكية (كتحليل الدم وتحليل البول)، كما يجب تشريح الحيوانات بعد الموت لفحص ما قد يطرأ على الأعضاء الداخلية من تغيرات، والكشف عن الأورام وتحديد سبب الوفاة. وتساعد إختبارات السمية الحادة فى الكشف والتعرف على أكثر الأجهزة والأعضاء تأثراً بالجرعات المستخدمة وعادة تستخدم الجرعة القاتلة LD50 فى تقدير السمية الحادة.

٢- السمية تحت الحادة Subacute Toxicity

مثل اختبارات السمية الحادة، حيث تجرى الاختبارات على نوعين من الحيوانات، عادة فئران حديثة الولادة mice وكلاب. حيث يضاف المركب المراد اختباره عادة إلى العليقة ومياه الشرب لمدة ٢ - ٣ شهور، مع ملاحظة الحيوانات بكل دقة أثناء فترة التغذية وما قد يطرأ عليها من تغيرات.

٣- السمية أقل من المزمنة (تحت المزمنة - شبه المزمنة) Subchronic Toxicity

فيها تظهر الأعراض على الحيوان الموضوع تحت الملاحظة بعد مدة قد تصل إلى ١٥٠ يوماً وهى تعطى دلائل على إمكانية استخدام مادة ما فى المجال الغذائى، ويتم استخدام المادة المراد اختبارها فى هذه التجارب بتركيزات مختلفة فى تغذية حيوانات مختلفة بقدر الإمكان.

ونحاول إحداث أضرار فى هذه التجارب عن طريق رفع تركيز المادة، ويمكن التعرف على العضو الأكثر قابلية أو استعداداً للتأثر بهذه المادة.

ومن خلال التجارب الخاصة بالسمية تحت المزمنة يمكن التوصل إلى الجرعة التى لاتسبب أى تأثير مرضى Pathological effects والتى تعرف بالحد غير المؤثر No- effect level.

٤- السمية المزمنة Chronic Toxicity

تظهر الأعراض على الحيوان الموضوع تحت الملاحظة بعد ١٨ - ٢٤ شهراً، وفى هذه التجارب تضاف المادة المراد اختبارها بتركيزات عادية وتركيزات عالية فى عليقة الحيوانات، وتتراوح التركيزات المستخدمة بين جرعة منخفضة إلى جرعات تبلغ مائة إلى ألف ضعف الكمية التى عادة ما يتناولها الإنسان وعموماً يكون مستوى الجرعة أعلى من الجرعة دون المؤثرة NOEL ولكن أقل من مستوى LD50 ويختار لذلك أنواع من الحيوانات التى يمكن أن تتعاطى هذه المادة لمدة مناسبة طول حياتها، وكذلك الحيوانات التى لها تمثيل غذائى وتفاعلات حيوية وتفاعلات إزاء السموم تشبه إلى حد كبير ما يحدث عند الإنسان.

وتتطلب تجارب التغذية المزمنة نوعين من القوارض ونوع أخر من غير القوارض، ويجب استخدام الجنسين (ذكر وأنثى) فى هذه الاختبارات، كما أن العمل بعدد كبير من حيوانات التجارب يمكن معه تحليل النتائج بالطرق الإحصائية وبذلك يمكن تجنب النتائج الخاطئة التى تنشأ من الاختلاف البيولوجى، وعموماً يتم فى هذه التجارب دراسة التغيرات التى تسببها المادة المراد اختبارها على مدى أداء أعضاء الجسم المختلفة، ويتم تتبع مدى الأداء بطريقة منتظمة فى الحيوانات الحية باستخدام الطرق الحيوية، وباستخدام الطرق الهستولوجية على الأعضاء بعد انتهاء التجربة وموت الحيوانات وتشريحها. ويتم على وجه التحديد دراسة الأداء المنتظم للأعضاء الآتية: الكبد - الكلية - القلب - الرئة - المعدة - الأمعاء - الطحال - الغدة فوق الكلوية - الغدة الدرقية - الغدة الكظرية - الغدة التناسلية - العضلات - الجلد - الغدة النكفية - البنكرياس - العينين - النخاع العظمى - المخ - الحبل الشوكى.

٥- السمية المتأخرة Delayed Toxicity

فيها تحدث السمية بعد سنين طويلة من التعرض للمادة السامة ومن مظاهر التسمم فى هذه الحالة:

أ- التسبب فى حدوث تشوه فى الأجنة Teratogenicity

ويعرف ذلك بقدرة أحد المواد السامة على إحداث تشوه فى البويضة الملقحة Embryo أو الجنين، ولاختبار التسبب فى حدوث تشوه الأجنة يتم إعطاء المادة المراد اختبارها للحيوانات فى بداية الحمل وطول فترة الحمل مع تتبع حدوث التشوه بالمقارنة بالحيوانات التى لا تتعاطى هذه المادة، وتجرى دراسات التشوه الخلقى فى الأجنة على حيوانين أحدهما من القوارض والآخر من غير القوارض، وتعرف بالاختبارات الجيلية Generational tests وذلك للتأكد من أن الحيوانات تتكاثر طبيعياً، وأن النسل الناتج لم يتعرض لتشوهات خلقية أو تأثيرات طفرية من التعرض للمادة المختبرة. وتجرى هذه الاختبارات على الأنثى خلال فترة الحمل لتقييم مدى تشوه النسل، كما تجرى دراسة على الفئران rats لتقدير التأثير على القدرة التناسلية، حيث تضاف المادة المختبرة إلى الغذاء الذى يتناوله الذكور قبل التزاوج، وللإناث خلال الحمل وكذلك خلال فترة رعايتها للأبناء، وبعد ذلك يتعرض النسل الناتج إلى نفس الغذاء المعامل حتى تمام نضج الأبناء ثم يترك النسل للتزاوج وتتكرر هذه الدورة لمدة ثلاثة أجيال.

ب- التسبب فى حدوث طفرات Mutagenicity

وذلك نتيجة حدوث تغير فى الجينات genes أو الكروموسومات chromosomes وبالتالى تغير الصفات الوراثية. وأفضل وسيلة للتعرف على القدرة على إحداث طفرات هو اختبار القدرة التناسلية gonad test فى الحيوانات الثديية الحية وهناك اختبارات أخرى سريعة قليلة التكاليف ولكن نتائجها لا يمكن الاعتماد عليها ولذلك يمكن اعتبارها اختبارات تمهيدية ومنها Ames test, Host madisted assay, Dominant lethal test وتجرى هذه التجارب فى بعض الحالات على الأحياء الدقيقة معملياً.

ج- التسبب فى حدوث السرطان Carcinogenicity

٨٠ – ٩٠٪ من المواد المسببه للطفرات لها تأثير سرطانى، ولإختبار إحتمال التأثير السرطانى للمادة تضاف المادة لعليقة الحيوان من أصغر سن ممكنة وطول مدة حياته ويستخدم عادة الفئران البيضاء والهمستر hamster.

٥- اختبارات السمية Toxicity Tests

تجرى هذه الاختبارات فى معاهد متخصصة باستخدام النوع المناسب من حيوانات التجارب، والطريقة المناسبة للتربية والتغذية مع إضافة المادة المراد اختبارها بالطريقة المناسبة والتركيز الصحيح، ويستخدم فى هذه التجارب عادة حيوانات صغيرة الحجم، قصيرة العمر، تستهلك كمية قليلة من الغذاء مثل الفئران البيضاء والأرانب والخنازير والكلاب والقرود. ولما كان معظم هذه الملوثات والموجودة بالأغذية تؤخذ فقط عن طريق الفم، فإن اختبارها يتم عن طريق إضافتها لعليقة حيوانات التجارب.

ملاحظات على اختبارات وتجارب السمية

١- تجرى تجارب السمية للأغذية لأسباب بديهية أساساً على الحيوانات، ولذلك فإن هناك خطورة وإن كانت محدودة فى نقل نتائج هذه التجارب على الإنسان.

٢- يجب أن يؤخذ فى الاعتبار أن كمية الغذاء التى تتعاطاها بعض حيوانات التجارب أكثر نسبياً مما يأكله الإنسان إذا أخذنا وزن الجسم فى الاعتبار فمثلاً يلتهم الفأر بالنسبة لجسمه ٧ – ٨ مرات قدر ما يأكله الإنسان.

٣- يتم تقدير معدل الاختفاء الأيضى لهذه المركبات فى حيوانات المعمل وذلك من خلال تمييز المركب الكيماوى بالعناصر المشعة isotope قبل إعطائه الحيوان وذلك للحصول على معدلات الامتصاص والتوزيع والتمثيل والإفراز فى حيوانات المعمل حتى يمكن تقدير سلوك هذا المركب وتعرف هذه الاختبارات باختبارات السلوك الحيوى.

٤- ويوضح الجدول (٤) ملخصاً لحالات التسمم الناتجة عن التعرض للمواد السامة.

جدول (٤) حالات التسمم الناتجة عن التعرض للمواد السامة

مستوى التسمم	الجرعة	فترة التعرض
تسمم حاد acute toxicity	مرتفعة	لمدة أيام
تسمم تحت حاد subacute toxicity	متوسطة	شهر
تسمم شبه مزمن subchronic toxicity	منخفضة	١ - ٣ شهور
تسمم مزمن chronic toxicity	منخفضة جدا	أكثر من ٣ شهور

٥- كما يمكن تقسيم المواد السامة حسب درجة سميتها كما فى جدول (٥).

جدول (٥) تقسيم المواد السامة حسب درجة سميتها

	خطرة Dangerous شديدة السمية LD_{50}		سام Toxic عالية السمية LD_{50}		تحذير warning متوسطة السمية LD_{50}		إحترس Caution منخفضة السمية LD_{50}	
	صلبة	سائلة	صلبة	سائلة	صلبة	سائلة	صلبة	سائلة
بالفم	٥	٢٠	٥٠ - ٥	٢٠٠-٢٠	٥٠٠ - ٥٠	٢٠٠٠-٢٠٠	٥٠٠ <	٢٠٠٠ <
ملامسه	١٠	٤٠	١٠٠-١٠	٤٠٠-٤٠	١٠٠٠-١٠٠	٤٠٠٠-٤٠٠	١٠٠٠ <	٤٠٠٠ <
إستنشاق	غازية	٠،٢	غازية	٢	غازية	٢٠	غازية	٢٠ <
مثال :	DDT		الدرين		دورسبان		ملاثيون	

٦- فاعلية المادة السامة Potency

هو مقياس لقوة المادة السامة فى إحداث التأثير السام إذا ما قورنت بمواد سامة أخرى، فكلما كانت المادة السامة أكثر فاعلية قلت الكمية منها التى تلزم لإحداث الموت أو الضرر والعكس. وغالباً ما يعبر عن فاعلية المواد السامة بالتعبيرات التالية:

١- جرعة أقصى تحمل Maximum tolerated dose (MTD)

تعبر عن أقصى جرعة من المركب المختبر لاتحدث تأثيرات ضارة للحيوان ولاتؤثر على طول فترة حياته مقارنة بالحيوانات غير المعاملة.

٢- الجرعة دون المؤثرة Non - Observable Effect Level (NOEL)

أقصى جرعة لا تحدث تأثيراً يمكن تقديره أو الكشف عنه سواء بالطرق الهستولوجية أو غيرها ويعبر عنها مجم / كجم من وزن الجسم ويستفاد منها فى تقدير:

أ- الحد الأدنى للأمان (عامل الأمان) Minimum safety factor (MSF)

هى الجرعة التى لاتسبب أية أضرار لحيوانات التجارب تحت الظروف العادية ولايترتب عنها ظهور أى أثار على صحة هذه الحيوانات مثل سقوط الشعر، تأخر النمو والاضطراب العصبى وقد اتفق على أن يكون الحد الأدنى للأمان MSF = ١/١٠ الجرعة دون المؤثرة NOEL وبمعنى أخر فأن الجرعة دون المؤثرة تساوى عشرة أضعاف الحد الأدنى للأمان.

ب- الكمية المسموح بها يومياً Acceptable daily intake (ADI)

هى الجرعة المقبولة التى يمكن لجسم الإنسان قبولها يومياً مدى الحياة دون ظهور أى أضرار صحية ويعبر عنها مجم / كجم من وزن الجسم يومياً أى أن ADI = NOEL ◊ ١/ م

حيث م = معامل الأمان = ١٠٠.

ويستخدم معامل الأمان عادة ١٠٠ أى ١٠٠ ضعف الجرعة دون المؤثرة لضمان حدود آمنة للمادة عند استخدامها بواسطة الإنسان نظراً لأن عدد الحيوانات المختبرة قليل، مقارنة بعدد الأفراد الذين يتعرضون لهذه المادة، كما يعتقد أن الأفراد ذات الحساسية المرتفعة يكونون أكثر حساسية بحوالى ١٠ أضعاف، لذا يستخدم لديهم معامل أمان ١٠٠٠.

ولذا يوجد نوعان من ADI الأولى الكمية المسموح بها يومياً بدون شروط unconditional ADI والثانية الكمية المسموح بها بشروط conditional ADI ويقصد بها الكمية المسموح بها لمجموعات حساسة معينة من البشر كتلك التى تحتاج لرعاية خاصة مثل الأطفال، المرضى، كبار السن.

٣- الجرعة المؤثرة بمقدار ٥٠٪ Effective dose ٪50 (ED_{50})

هى الجرعة التى تؤثر على ٥٠٪ من تعداد كائنات الإختبار.

٤- الجرعة السامة بنسبة ٥٠٪ Toxicity dose ٪50 (TD_{50})

هى الجرعة التى يتعرض لها حيوان التجربة لتنتج علامات السمية بمقدار ٥٠٪ أو تعطى علامات السمية على ٥٠٪ من تعداد حيوانات التجارب، مع العلم بأن الجرعة السامه TD_{50} لاتعطى معلومات عن الجرعة القاتلة LD.

٥- الجرعة القاتلة لنصف العدد (LD_{50}) Lethal dose ٪50

هى الكميه من المادة الفعالة التى يتم إعطاؤها بالفم أو تمتص عن طريق الجلد وتؤدى لقتل نصف تعداد حيوانات التجارب التى أجرى عليها الإختبار، وهى تعبير يدل على مدى سمية المركب المختبر. ويعبر عنها عادة مجم/ كجم من وزن الجسم. وكلما صغرت LD_{50} كان المركب المختبر أشد سمية كما يتضح من الجدول (٦)

جدول (٦) العلاقة بين مستوى السمية وجرعة LD_{50}

مستوى السمية	جرعةLD_{50} مجم/ كجم من وزن الجسم
غير سام عمليا practically nontoxic	أكثر من ١٥٠٠٠
ضعيف السمية slight toxic	١٥٠٠٠ - ٥٠٠٠
متوسط السمية moderately toxic	٥٠٠٠ - ٥٠
شديد السمية very toxic	٥٠ - ٢٠
بالغ السمية Extremly toxic	٥ - أقل من ٢٠
فائق السمية super toxic	أقل من ٥

ويلزم عند مقارنة LD_{50} لعدد من المركبات السامة أن يتم تحديد كيفية تطبيق المركب (بالفم - التنفس - الجلد) وعلى أى نوع من حيوانات التجارب (ثديي - غير ثديي - قارض - ذكر - أنثى) تم تطبيقه، حيث تتغير قيمة LD_{50} للمركب الواحد بتغير طريقة تعريض حيوانات التجارب للمركب السام عند الإختبار، وأيضاً بتغيير نوع الحيوان المختبر، فبعض المركبات تكون عالية السمية جداً إذا ما وصلت إلى داخل جسم الحيوان بالابتلاع أو عن طريق الجهاز التنفسى بينما لايكون لها تأثير يذكر إذا ما وضعته على جلد الحيوان.

٦- التركيز القاتل أو المميت لنسبة ٥٠٪ Lethal Concentration (LC_{50})

هو التركيز من المادة الفعالة الذى يتواجد فى الوسط الذى يعيش فيه كائن الاختبار (هواء - ماء) والذى يؤدى لقتل ٥٠٪ من أفراد العينة المختبرة أثناء تعرضها لهذا التركيز ويستخدم ذلك عندما يكون المركب السام منتشراً فى الوسط الذى يعيش فيه كائن الاختبار ويعبر عن LC_{50} بالجزء فى المليون ppm.

٧- مقياس قيم الحد الحرج Threshold Limit Value (TLV)

يدل على التركيز الذى ينتشر فى الوسط من المادة السامة والذى لايسبب أى تأثيرات سيئة أو سامة على العمال الذين يتعرضون لها لمدة ثمانى ساعات لخمس أيام متتالية (لايسبب أى تأثيرات سامه مثل إلتهابات الجلد والعينين) ويعبر عنه بالجزء / مليون ppm.

٨- المقدار المؤقت المقبول تناوله يومياً Temporary Acceptable Daily Intake (TADI)

هو المقدار المقبول الذى يجوز (يمكن) تناوله لفترة معينة محددة، ويمكن منه الحصول على بيانات توكسيكولوجية أو بيوكيماوية ويمكن منه حساب المقدار المقبول تناوله يومياً ADI.

٧- متبقيات الملوثات السامة Toxic Compound Residues

هى الجزيئات من المادة السامة الملوثة للغذاء ويشمل المصطلح أيضاً مشتقات هذه المواد مثل نواتج تحللها وتحولها ونواتج تفاعلها والتى تعتبر ذات أهمية توكسيكولوجية toxicology

وهى تعطى مؤشراً على درجة الأمان التى تتوافر للإنسان وغيره من الثدييات عند استهلاك هذه المنتجات (الغذاء) ولقياس ذلك تتم تغذية بعض حيوانات التجارب الثديية على هذه المنتجات، مع تتبع أثارها وسميتها على الدم والأنسجة والسلوك العام للحيوان، وذلك لمدة لاتقل عن تسعين يوماً وتنتهى النتائج إلى تحديد الحد الأقصى من متبقيات أى مركب سام بالغذاء أو مياه الشرب يجب ألا تتعداه أية كميه منه يستهلكها الأنسان أو الحيوان.

ومن المصطلحات المستخدمة فى هذا المجال:

١- حد التقدير Limit of Determination

هو أقل تركيز من متبقى الملوث يمكن تقديره كمياً فى غذاء معين بدرجة مقبولة من الثقه باستعمال طريقة منظمه للتحليل regulatory method of analysis وهى

الطريقة المثبته والتى يمكن تطبيقها باستعمال الأجهزة والوسائل المعملية للكشف عن وتقدير متبقى الملوثات فى الغذاء.

٢- المستوى الأرشادى Guide Line Level

ويستخدم فى تقدير التركيز الأقصى للمتبقى.

٣- الحد الأقصى للمتبقى Maximum Residue Limit (MRL)

أقصى تركيز من متبقى الملوث يسمح به فى أو على الغذاء ويعبر عنه مجم متبقى / كجم غذاء.

٤- الحد الأقصى للمتبقى المؤقت Temporary MRL (TMRL)

يعبر عن الحد الذى تم إقراره لفترة معينه محددة.

٥- التحمل Tolerance

أكبر كميه من المتبقى يمكن للجسم أن يستهلكها فى غذائه ومسموح بها قانوناً.

٦- صفر تحمل Zero Tolerance

حيث لا يسمح القانون بأى أثار من المتبقى فى الغذاء المتداول.

٧- حمل الجسم Boody Buden

كمية المتبقى التى يمكن للجسم أن يخزنها.

٨- حد المتبقى الدخيل Extraneous Residue Limit

أقصى كمية من بقايا الملوث فى البيئه ويعبر عنه مجم/ م^{٣} من البيئه.

٩- الحد الأقصى الذى يمكن تناوله Tolerable Upper Intake Level (UL)

أعلى كمية يمكن أن يتناولها معظم الأفراد دون أن يكون لها أثار جانبية. مثال ذلك اليود فهو ١١٠٠ µg /يوم للبالغين و٢٠٠ µg / يوم للأطفال ١ – ٣ سنوات والزيادة عن ذلك يؤدى لزيادة النشاط فى الغدة الدرقية وخلل بها.