الجمهورية العربية السورية
الجامعة السورية الخاصة
كلية الصيدلة




# المُلَوِّثَاتِ الغِذَائِيّةِ

# Nutritional Contaminators

دراسةٌ أُعدّت لنيل درجة الإجازة في الصيدلة والكيمياء الصيدلية

بإشراف

الأستاذ الدكتور

زيد العسّاف

إعداد الطلاب

عبد الرحمن مروان شوقي
شام محمد غسان العطوة
لانا كميل أبو حسون
ساندرا بسام علي
رند محمد العلي

للعام الدراسي 2020–2021

# مخطط البحث


| العنوان الرئيسي | العنوان الفرعي | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| مقدّمة | سلامة الغذاء | 1 |
| | التلوث الغذائي | 2 |
| التلوث الفيزيائي | | 3 |
| التلوث الإشعاعي | | 8 |
| | المواد المشعة في الغذاء | 9 |
| | المنتجات المثيرة للقلق | 11 |
| | الآثار الصحية | 12 |
| | المعايير والتوجيهات الدولية | 16 |
| الملوثات الكيميائية | | 19 |
| | المبيدات الحشرية | 20 |
| | الأسمدة | 24 |
| | بقايا الأدوية البيطرية | 28 |
| | الملوثات العضوية عديدة الحلقة | 32 |
| الملوثات الحيوية | | 36 |
| | الملوثات الحيوية ضمن الأطعمة | 39 |
| | المجموعات الميكروبية المنتجة للأمينات الحيوية | 41 |
| | فساد الغذاء في أنحاء العالم | 44 |
| | الخمائر | 45 |
| | الوسط المناسب لنمو الميكروبات | 47 |
| | البكتيريا | 50 |
| المراجع | | 62 |

# مخطط الأشكال


| | رقم الشكل | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| التلوث الفيزيائي والإشعاعي | الشكل 1 طبيعة تأثيرات الإشعاعات على جسم الإنسان | 15 |
| التلوث الكيميائي | الشكل 1 سلامة الغذاء | 19 |
| | الشكل 2 المواد الكيميائية | 20 |
| | الشكل 3 طرق رش المبيدات | 1 |
| | الشكل 4 أعراض عامة للمبيدات | 22 |
| | الشكل 5 سماد الـ NPK اختصاراً للمركبات الأساسية التي تحويه | 24 |
| | الشكل 6 الانفجار الهائل في بيروت | 25 |
| | الشكل 7 حادثة تكساس | 26 |
| | الشكل 8 زرقة الأطراف | 27 |
| | الشكل 9 الأدوية الهرمونية | 28 |
| | الشكل 10 السوماتوتروبين | 30 |
| | الشكل 11 هرمون النمو | 31 |
| | الشكل 12 العد الكلوري الشائع | 32 |
| | الشكل 13 الاضطرابات العصبية الناتجة عن التسمم بالزئبق | 35 |
| الملوثات الحيوية | الشكل 1 أسباب تلوث الغذاء | 40 |
| | الشكل 2 العوامل التي تساعد على فساد الغذاء | 43 |
| | الشكل 3 منسب يوضح فاعلية الماء مع النمو الجرثومي لكل جرثومة | 47 |
| | الشكل 4 أهم الاسباب التي وضعتها الـ FDA فيما يتعلق بتلوث الأغذية | 56 |
| | الشكل 5 خطوات غسل اليدين | 58 |

# المقدمة Introduction

لقد وُجد أنّ البشر يُصابون بالأمراض المنقولة عن طريق الغذاء أكثر من غيرها من الأمراض. وعندما تحدث حالتان أو أكثر من نوعٍ مماثلٍ من مرضٍ ما بعد تناول الطعام، فإنّ هذا يُسمّى "**تفشّي الأمراض المنقولة عن طريق الأغذية**" أو "**التسمّم الغذائي**".

يُعدّ الغذاء الناقل الأكثر ملاءمة لنقل العوامل المسببة للأمراض بما في ذلك الجراثيم والفيروسات والفطريات وما إلى ذلك، لذلك، تُعدّ سلامة الغذاء ذات أهمية قصوى، وتكون الأهمية بالانتباه إلى كيفية تحضير الطعام وطريقة تخزينه والتعامل معه وما إلى ذلك.[1]

سلامة الغذاء:

لسلامة الأغذية، تُعدُّ الاحتياطات ضرورية لتجنب المخاطر الصحية، وبالتالي تتوقف سلامة الأغذية بشكلٍ عام على أنظمة تصنيع الغذاء لحماية المستهلكين.

يُمكن تقسيم ضوابط سلامة الأغذية إلى جزأين:

- الجزء الأول عبارة عن احتياطات سلامة الأغذية التي يجب تطبيقها في الصناعات الغذائية وعمليات التوزيع وصولاً إلى السوق.
- والجزء الثاني التداول من مراكز التوزيع وصولاً إلى المستهلك.

تشمل الاحتياطات الخاصة التي يجب التشدّد بها سواءً أثناء التصنيع أم في الأسواق:

تطبيق الشروط الصحية بصرامة. وكذلك المضافات الغذائية نوعاً وكماً. بطاقة البيانات المناسبة. ضمان عدم وجود بقايا مبيدات الآفات. تطبيق اللوائح والمواصفات المعتمدة من الحكومة لفحص شحنات الأغذية المستوردة أو المصدرة. سياسات التصديق الحكومية، إلخ...

بينما تشمل الاحتياطات ضمن مرحلة الطرح في السوق حتى الوصول إلى المستهلكين: التخزين الآمن. إرشادات إعداد الطعام لبعض الأغذية إذا لزم الأمر. مواد التغليف لضمان الوصول الآمن للمستهلكين.[1]

## التلوّث الغذائي Food Contamination:

عادةً ما تكون الأطعمة الغنيّة بالمغذيات عرضة للعدوى من قبل العوامل المسببة للأمراض وبعد ذلك، من خلال الطعام، يتم نقل هذه الميكروبات إلى البشر أو الحيوانات الأخرى.

اعتماداً على نوعية التلوث، قد يُصاب الشخص بالأمراض وقد يصل الأمر إلى حدوث الوفيات أحياناً.

تُعدّ الأطعمة الملوثة وسط حاضن لنمو وتكاثر العوامل المُمرضة، ويُعدّ الماء المكون الأساسي لتحضير الأطعمة، ولكن في العديد من البلدان، وخاصة في البلدان الفقيرة والنامية، تكون المياه ملوثة غالباً بالكثير من العوامل المُمرضة أو غيرها من المواد السامة.

ولا يجب إهمال الكم الهائل من الأشخاص المشاركين في سلسلة التوريد الغذائي ولابد من اتخاذ كافة الاحتياطات، للحفاظ على الطعام من العوامل المُمرضة ومُسبّبات المرض.[2]

# أولاً: التلوّث الفيزيائي في الغذاء

# Physical Contamination of the Food

## مقدمة

يُشير التلوث الفيزيائي إلى تلوث الغذاء بجسم غريب أثناء مراحل عملية الإنتاج، حيث يُمكن أن تنتج الملوثات الفيزيائية في الطعام من مصادر خارجية، (مثل القطع المعدنية)، أو مصادر داخلية (مثل بقايا العظام).

والتي من الممكن أن تدخل إلى الطعام عن طريق الخطأ أثناء عمليات التصنيع أو التخزين أو النقل أو البيع بالتجزئة.

تُعتبر بعض الملوثات الفيزيائية بمثابة مخاوف تتعلق بسلامة الأغذية مثل الزجاج. في بعض الأحيان، يُمكن أيضاً أن يكون الطعام الملوث فيزيائياً ملوث بيولوجياً مثل وجود أظافر فيه.

من غير الواضح مدى انتشار هذه المشكلة لأنّ معظم الحوادث لا تسبّب إصابات خطيرة ولا يتم الإبلاغ عنها.

ومع ذلك، فهو أكثر شيوعاً مما كان متوقعاً، وارتبطت شكاوى الأجسام الغريبة التي تتضمّن الإصابة بالمرض بتلوث الفواكه والخضروات، حيث إذا دخلت أي أجسام غريبة في الطعام، فقد تسبّب إصابة أو مرض أو صدمة نفسية.

يسرد (الجدول 1) أمثلة على الملوثات الفيزيائية والمصادر الشائعة والإصابات المحتملة وبعض عمليات سحب المنتجات بسبب التلوث الفيزيائي.[2]

**الجدول -1-**

الملوثات الفيزيائية والمصادر الشائعة والإصابات المحتملة

| الملوث | مصدر التلوث | الإصابة المحتملة | عمليات سحب المنتج |
|---|---|---|---|
| **الخشب** | الحقول – المباني – المنصات الخشبية | الجروح، العدوى، الاختناق وقد تكون هنالك الحاجة إلى الجراحة. | 1994 – تم اكتشاف شظايا الخشب في مكعبات اللوز التي سوقتها شركة Shade Foods، مما تسبب في توقف شركة General Mills عن الإنتاج، وإتلاف علب الحبوب المنتجة، وإعادة اللوز غير المستخدم إلى الشركة المصنعة للأغذية. |
| **الحشرات** | الحقول، عمليات الإنتاج والتعبئة والتغليف | المرض، الصدمات، والاختناق. | 2010 – قامت مختبرات Abbott بسحب تركيبة سيميلاك للأطفال الشهيرة بسبب احتمال وجود أجزاء صغيرة من الحشرات ويرقات الخنافس. |
| **الزجاج** | العبوات الزجاجية والمصابيح الكهربائية | الجروح، النزف، قد تكون هناك حاجة إلى الجراحة لتحديد | 2013 – قامت شركة نستله بسحب رمزي إنتاج من Lean Cuisine بعد أن أبلغ ثلاثة مستهلكين |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | وأكواب القياس ومقاييس الحرارة وأغطية المقاييس. | مكان الإصابة واستخراج الشظايا. | عن العثور على شظايا صغيرة من الزجاج في جزء الرافيولي من المقبلات. |
| **المعادن** | المسامير المفاتيح العملات المعدنية قطع غيار الآلات آلات النجارة الحقول الأسلاك وأدوات العمال | الجروح، النزف، الاختناق وقد تكون هناك حاجة إلى الجراحة | 2012 — سحب طوعي لعبوات القمح الصغيرة الحجم الأصلية من Frosted Mini-Wheats نظراً لاحتمال وجود أجزاء من شبكة معدنية مرنة من جزء تصنيع معيب. |
| **مواد بلاستيكية** | الحقول ومواد التعبئة وسلال الحصاد والعمال | الاختناق والجروح والعدوى وقد يكون هنالك الحاجة للجراحة | 2012 - سحبت جامعة كريمري طواعية جميع المثلجات بسبب تقارير عن وجود أجسام بلاستيكية صغيرة غريبة في المنتج |

## 1.1 العوامل التي تُحدّد المخاطر المُحتملة للتلوث الفيزيائي

**تشمل العوامل والتي قد تُسبّب مخاطر محتملة للمستهلكين في المنتجات الغذائية ما يلي:**

- **الحجم:** تنص وزارة الصحة الكندية على أنّ أي شيء غريب في أي منتج غذائي ويبلغ حجمه مليمتران أو أكثر يُمكن له أن يشكّل خطراً على الصحة.
- **نوع المستهلك:** حيث إنّ المنتجات التي تستهدف الأطفال وكبار السن وما إلى ذلك ذات مستوى مخاطر أعلى من المنتجات المُستهلكة من قبل الشباب.
- **نوع المنتج:** الشكل الذي يتخذه المنتج مثل تركيبات الرضع والمشروبات وما إلى ذلك يُمكن أن يزيد من مستوى المخاطر.
- **الخصائص الفيزيائية:** يُمكن أن تؤثر صلابة المنتج وشكله وحدته على مستوى الخطر.[3]

## 1.2 منع المخاطر الفيزيائية الشائعة

**هناك العديد من الاحتياطات التي يُمكن من خلالها لمصنّعي الأغذية منع المخاطر الفيزيائية في المنتجات الغذائية وهي تشمل التالي:**

- تقييم كل خطوة في عملية الإنتاج بحثاً عن مصادر التلوث المحتملة
- فحص المواد الخام والمكونات الغذائية لملوثات الحقول، مثل الحجارة الصغيرة في الحبوب والتي لم يتم العثور عليها أثناء الاستلام.

- التعامل مع الطعام وفقاً لممارسات التصنيع الجيدة (GMPs) ، على سبيل المثال: تجنب المخاطر الفيزيائية مثل الحلي أو الأظافر في المنتجات الغذائية باستخدام الممارسات الصحيحة.
- القضاء على المصادر المحتملة للمخاطر المادية في مناطق المعالجة والتخزين، على سبيل المثال: استخدم لمبات أكريليك واقية أو أغطية مصابيح لمنع التلوث من الزجاج القابل للكسر.
- تطبيق نظام فاعل للكشف والتخلص من الأخطار المادية، حيث ستكتشف أجهزة الكشف عن المعادن أو المغناطيس شظايا معدنية في خط الإنتاج بينما تقوم المرشحات أو الشاشات بإزالة الأجسام الغريبة في نقطة الاستلام.
- إنشاء برنامج صيانة فاعل للمعدات في المنشآت لتجنب مصادر المخاطر المادية مثل المواد الغريبة التي يُمكن أن تأتي من المعدات القديمة والبالية.[3]

## 1.3 الكشف عن المخاطر الفيزيائية وإزالتها

**هناك عدة طرائق متاحة للكشف عن الأجسام الغريبة على خطوط إنتاج تصنيع الأغذية نذكر منها:**

- يمكن استخدام المغناطيس لجذب المعادن وإزالتها من المنتجات.
- يمكن لأجهزة الكشف عن المعادن تحديد المعادن في الطعام ويجب إعدادها لرفض المنتجات إذا تم الكشف عن المعادن فيها، كما يجب صيانة المعدات بشكلٍ صحيح للتأكد من أنّها دقيقة دائماً ولا تؤدي إلى نتائج إيجابية كاذبة.
- يمكن استخدام أجهزة الأشعة السينية لتحديد المخاطر مثل الأحجار والعظام والبلاستيك الصلب، وكذلك المعادن.

## 4.1 التلوث الإشعاعي في الغذاء

**Radiational Contamination of the Food**

تُعد النظائر المشعة للعناصر (النويدات المشعة) موجودة بشكلٍ طبيعي في البيئة، وهذا يشمل أجسامنا وطعامنا ومياهنا، حيث نتعرض للإشعاع من هذه النويدات المشعة بشكلٍ شبه يومي، يأتي الإشعاع من الفضاء (أي الأشعة الكونية) وكذلك من المواد المشعة الطبيعية (النويدات المشعة) الموجودة في التربة والماء والهواء.

يُمكن الكشف عن النشاط الإشعاعي في الغذاء والماء ويختلف تركيز النويدات المشعة التي تحدث بشكلٍ طبيعي حسب عدة عوامل مثل الجيولوجيا المحلية والمناخ والمُمارسات الزراعية.

يمكن أن يتعرّض الأشخاص أيضاً للإشعاع من الأنشطة صنيعة الإنسان، بما في ذلك التدخل الطبي التشخيصي.

يُمكن للنشاط الإشعاعي أن يلوث الطعام بعد أن يتم تصريفه في البيئة من الصناعات التي تركّز على النويدات المشعة الطبيعية ومن العمليات النووية المدنية أو العسكرية.

سواءً أكانت المواد المشعّة من صنع الإنسان أم طبيعية، فإنّها تمر عبر السلسلة الغذائية بنفس الطريقة التي تمر بها المواد غير المشعة.

**تعتمد درجة الضرر الذي يلحق بصحة الإنسان على:**

- نوع النويدات المشعة.
- طول الفترة التي يتعرض فيها الإنسان لها.

تختلف كمية الإشعاع التي يتعرض لها الأشخاص من مكان إلى آخر ومن فرد لآخر.

في حالة إطلاق النشاط الإشعاعي بعد حالة الطوارئ في محطة للطاقة النووية، يمكن أن تتلوث الأرض والأنهار والبحر والبنى الموجودة بالقرب من محطة الطاقة بمزيج من النويدات المشعة المتولدة داخل المفاعل، والمعروف أيضًا باسم "**منتجات الانشطار النووي**"، لذلك يمكن أن يتعرض الأفراد للإشعاع من نواتج الانشطار هذه.[4]

## 1.4.1 المواد المشعّة في الغذاء

تختلف المستويات الأساسية للنويدات المشعة في الأطعمة وتعتمد على عدة عوامل، بما في ذلك نوع الطعام والمنطقة الجغرافية التي تم إنتاج الغذاء فيها، إنّ النويدات المشعة الشائعة في الغذاء هي البوتاسيوم والراديوم واليورانيوم.

بشكلٍ عام، يعد البوتاسيوم أكثر النظائر المشعة الطبيعية شيوعاً. على سبيل المثال، تكون مستويات البوتاسيوم في الحليب حوالي 40– 50 بيكريل/ لتر، وبالنسبة للّحوم والموز وبقية المنتجات الغنية بالبوتاسيوم، فقد تصل المستويات لعدة مئات من بيكريل/ كغ. توجد نظائر مشعة طبيعية أخرى بتركيزات أقل بكثير، وتنشأ من اضمحلال اليورانيوم والثوريوم.

عندما يتم تصريف كميات كبيرة من النظائر المشعة في البيئة، فإنّه يُمكن لها أن تؤثر على الأطعمة إما عن طريق السقوط على سطح الأطعمة مثل الفواكه والخضروات أو علف الحيوانات كرواسب من الهواء أو من خلال مياه الأمطار / الثلوج الملوثة.

يمكن أن يتراكم النشاط الإشعاعي في الماء أيضاً في الأنهار والبحر، ويترسّب على الأسماك والمأكولات البحرية، وبمجرد وصولها إلى البيئة، يُمكن أيضاً أن تندمج

المواد المشعة في الطعام حيث يتم تناولها بواسطة النباتات أو المأكولات البحرية أو تناولها بواسطة الحيوانات.

على الرغم من أنّه يُمكن تصريف العديد من الأنواع المختلفة من النويدات المشعة بعد حدوث حالة طوارئ نووية كبرى، إلا أنّ بعضها قصير العمر والبعض الآخر لا ينتقل بسهولة إلى الغذاء.

تشمل النويدات المشعة المتولدة في المنشآت النووية والتي يمكن أن تكون هامة بالنسبة للسلسلة الغذائية، الهيدروجين المشع، الكربون، التكنيشيوم، الكبريت، الكوبالت، السترونشيوم، الروثينيوم، اليود، اليورانيوم، البلوتونيوم، السيزيوم، السيريوم، الإيريديوم، والأمريسيوم.[4]

تم النظر في النويدات المشعة الأكثر إثارة للقلق فيما يتعلق باحتمال انتقالها إلى الأطعمة عند تحديد المستويات الإرشادية لقيمها وفقاً للدستور الغذائي أدناه.

يُعدُّ اليود 131 مصدر قلق فوري، فهو ذو قدرة على التوزع على مساحة واسعة، ويوجد في المياه وعلى المحاصيل وينتقل بسرعة من الأعلاف الملوثة إلى الحليب. ومع ذلك، فإنّ اليود 131 له نصف عمر قصير نسبياً وسوف يتحلل في غضون أسابيع قليلة.

على النقيض من ذلك، فإنّ السيزيوم المشع الذي يُمكن اكتشافه مبكراً، يكون أطول عمراً، فهو ذو نصف عمر يبلغ حوالي عامين و Cs–137 له عمر نصف يبلغ حوالي 30 عاماً ويمكن أن يبقى في البيئة لمدة وقت طويل.

يتم أيضاً نقل السيزيوم المشع بسرعة نسبياً من العلف إلى الحليب. كما أن تناول السيزيوم في الغذاء هو أيضاً مصدر قلق على المدى الطويل.

إنّ النظائر المشعة الأخرى التي يمكن أن تكون مصدر قلق طويل الأجل إذا تم إطلاقها، هي السترونشيوم والبلوتونيوم، يبلغ نصف عمر السترونتيوم 90 حوالي 29 عاماً.

ويمتلك البلوتونيوم نصف عمر أطول بكثير من ذلك Pu-23 يبلغ 88عاماً، Pu-239يبلغ 24100عاماً، Pu-240يبلغ 6564 عاماً.

ومع ذلك، فإنّ كلّاً من السترونشيوم والبلوتونيوم غير متحركين نسبياً في البيئة وهما مصدران للقلق على المستوى المحلي، وبالتالي من غير المحتمل أن يسببا مشكلة في التجارة الدولية للأغذية على المدى القريب والمتوسط.[5]

## 1.4.2 المنتجات المثيرة للقلق

يُمكن أن تتأثّر الخضراوات والنباتات في الهواء الطلق بالإطلاق الجوي للنويدات المشعة، مما يؤدي إلى التلوث الإشعاعي.

وبالتالي، تميل النويدات المشعة إلى الخضار الورقية خاصةً تلك ذات الأجزاء المورقة الكبيرة. يعاني الحليب أيضاً من التلوث في المراحل المبكرة بسبب النقل السريع لليود المشع والنقل السريع "نسبياً" للسيزيوم المشع من الأعلاف الملوثة إلى الحليب.

بمرور الوقت، يمكن أن يتراكم النشاط الإشعاعي أيضاً داخل الغذاء، حيث تنتقل النويدات المشعة عبر التربة إلى المحاصيل أو الحيوانات، أو إلى الأنهار والبحيرات والبحر حيث يمكن للأسماك والمأكولات البحرية الأخرى أن تمتص النويدات المشعة.

وأما الأطعمة التي يتم جمعها من البرية، مثل الفطر والتوت ولحوم الطرائد، تكون معرضة للمشكلة الإشعاعية لفترة طويلة.

قد تتركز بعض النويدات المشعة بيولوجياً في الأسماك والنباتات الدقيقة المائية، ولكن نظراً للتخفيف العالي الذي يحدث للنويدات المشعة في الماء، يميل التلوث إلى أن يكون محصوراً نسبياً.[5]

## 1.4.3 الآثار الصحية

الخطر الصحي الرئيس للمستهلكين على المدى الطويل بسبب التعرض للإشعاع العالي هو الإصابة بالسرطان، تعتمد أنواع السرطان والأعضاء المستهدفة على النويدات المشعة.

تقدّر الوكالة الدولية للطاقة الذرية أنّه في المتوسط، يبلغ تعرّضنا للإشعاع بسبب جميع المصادر الطبيعية حوالي 2.4 ملي سيفرت في السنة ويُمكن لهذا الرقم أن يختلف اعتماداً على الموقع الجغرافي بعدة فواصل في المائة.

ففي كندا، يبلغ متوسط الجرعة الناتجة عن إشعاع الخلفية الذي يحدث بشكلٍ طبيعي حوالي 2 ملي سيفرت سنوياً، يأتي نصفها تقريباً من استنشاق غاز الرادون الطبيعي ومنتجاته ذات التحلل قصيرة العمر.

ينشأ حوالي 0.7 ملي سيفرت سنوياً، بالنسبة لعدد السكان، من إشعاع غاما الكوني والأرضي. تبلغ نسبة جرعة الخلفية الناتجة عن تناول النويدات المشعة الطبيعية في الطعام حوالي 0.25–0.4 ملي سيفرت سنوياً.

يؤدي استهلاك الأطعمة الملوثة إلى زيادة كمية النشاط الإشعاعي داخل العضوية وبالتالي زيادة تعرضه للإشعاع، مما قد يزيد من المخاطر الصحية المرتبطة بالتعرض للإشعاع. ستعتمد الآثار الصحية الدقيقة على نوعية وكمية النويدات المشعة التي يتم التعرض إليها.

### 1.4.4 اليود المشع(131-I)

يُشكّل **اليود المشع (131–I)** في الغذاء مصدر قلق فوري بسبب انتقاله السريع إلى الحليب من الأعلاف الملوثة وتراكمه في الغدة الدرقية، ويمتلك اليود عمر نصف قصير نسبياً (8 أيام) وبالتالي سوف يتحلّل بشكلٍ طبيعي خلال إطار زمني قصير.

إذا تم استنشاق اليود المشع أو ابتلاعه، فسوف يتركز في الغدة الدرقية ويزيد من خطر الإصابة بسرطان الغدة الدرقية.

يمكن تقليل امتصاص اليود المشع في الغدة الدرقية أو منعه عن طريق تناول اليود غير المشع، وذلك بتناول حبوب يودور البوتاسيوم.

بمجرد تشبع الغدة الدرقية باليود، لا يمكنها قبط المزيد من اليود. لا ينبغي استخدام ملح الطعام المعالج باليود كبديل لأقراص يودور البوتاسيوم، لأنّه لا يحتوي على كمية كافية من اليود لإشباع الغدة الدرقية، وقد يكون لتناول كميات كبيرة من الملح آثار صحية ضارة.[5]

### 1.4.5 السيزيوم المشع (Cs-134 وCs-137)

**يمتلك السيزيوم المشع (Cs–134 وCs–137)**، على عكس اليود المشع عمر نصف عمر طويل (Cs–134: 2 سنة، Cs–137: 30 سنة).

حيث يُمكن أن يبقى السيزيوم المشع في البيئة لسنوات عديدة ويُمكن له أن يستمر في تقديم مشكلة طويلة الأمد على الغذاء وعلى إنتاجه مما يهدد صحة الإنسان.

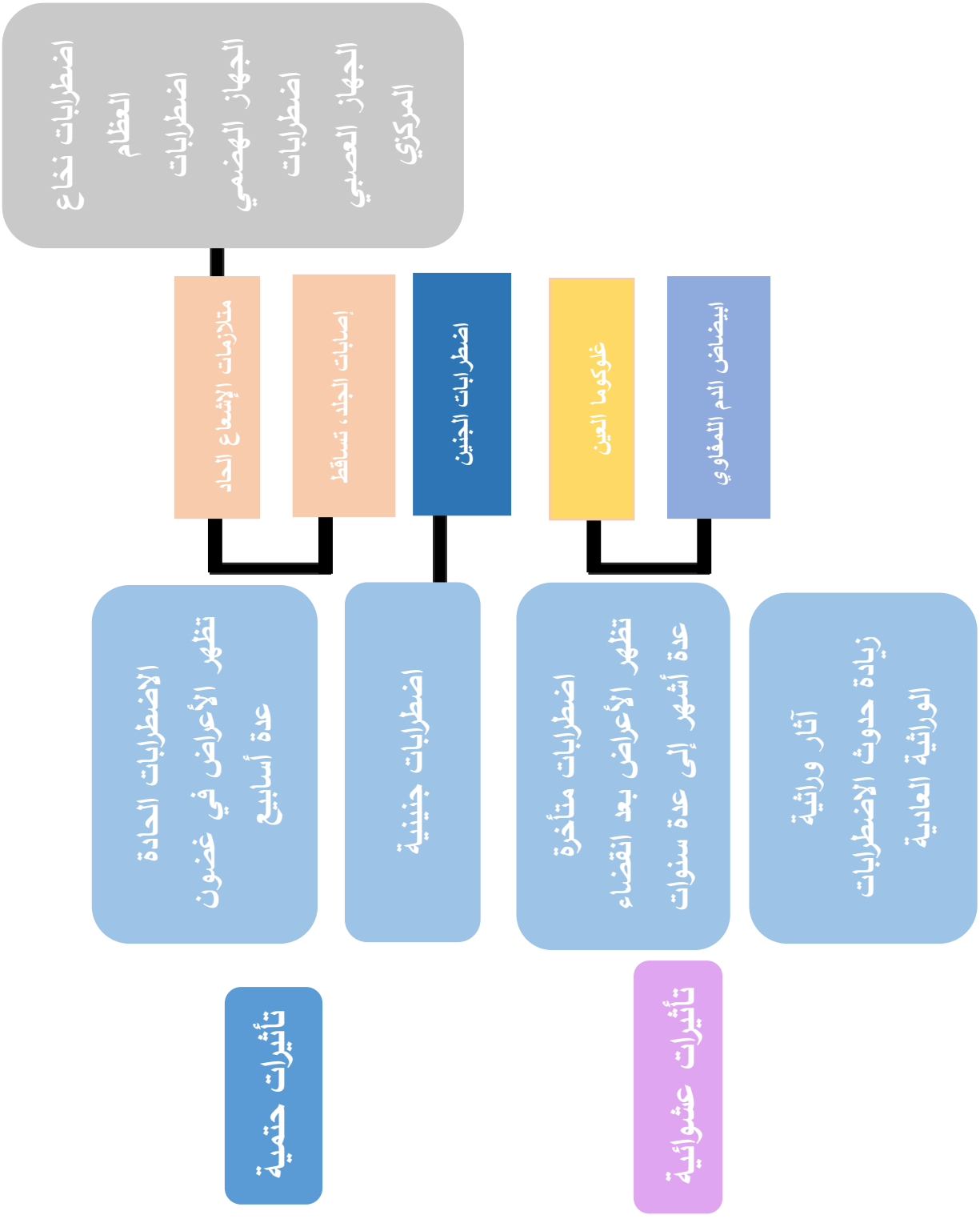
إذا دخل السيزيوم 137 الجسم، فإنّه يتم توزيعه بشكلٍ موحد إلى حدٍّ ما في جميع أنحاء أنسجة الجسم الرخوة، مما يؤدي إلى خطر إصابة تلك الأنسجة.

بالمقارنة مع بعض النويدات المشعة الأخرى، يبقى السيزيوم 137 في الجسم لفترة قصيرة نسبياً.

مثل جميع النويدات المشعة، يؤدي التعرض لإشعاع السيزيوم 137 إلى زيادة خطر الإصابة بالسرطان، وقد تكون النويدات المشعة الأخرى مصدر قلق، وذلك اعتماداً على طبيعة الحادث النووي وطبيعة النظائر المطلقة.[5]

لتوضيح الآثار الجانبية الناتجة عن التعرض للإشعاع يجب مراعاة الانتباه إلى:

- أي آثار صحية تنشأ بعد التعرض للإشعاع آنياً أو لاحقاً.
- نوعية هذه التأثيرات.
- كمية الإشعاع والأجزاء المعرضة للإشعاع:
  - تعرض كامل الجسم.
  - تعرض منطقة محددة.
- أنماط التعرض:
  - التعرض الحاد.
  - التعرض المزمن.
  - التعرض المجزأ.[5]




**يظهر الشكل –1– طبيعة تأثيرات الإشعاعات على جسم الإنسان**

وعند النظر في الآثار الصحية للإشعاع على جسم الإنسان، تتمثّل إحدى الطرق في النظر بشكلٍ منفصل في الآثار الحتمية والآثار العشوائية، يجمع الشكل أعلاه هذين التأثيرين.

لا تظهر التأثيرات الحتمية إلا إذا تعرضت لإشعاع يتجاوز مستوى معين، ويتم تصنيف معظم التأثيرات الحتمية إلى اضطرابات حادة تظهر أعراضها في غضون عدة أسابيع بعد التعرض. أما التأثيرات العشوائية هي تأثيرات لا يمكن إنكار حدوثها تماماً حتى مع التعرض لجرعة إشعاع منخفضة.[5]

## 1.5.1 المعايير والتوجيهات الدولية

وضعت هيئة الدستور الغذائي (برنامج معايير الأغذية المشترك بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية) المستويات الإرشادية لبعض النويدات المشعة في الأغذية بعد حالات الطوارئ النووية (المعيار العام للملوثات والسموم في الأغذية والأعلاف (GSCTFF)، 1995 –193 CODEX STAN).

تم تطوير المستويات الإرشادية لأول مرة في عام 1988 ثم تمت مراجعتها في عام 2006 لزيادة عدد النويدات المشعة المشمولة.

يتم تطبيق هذه المستويات الإرشادية على الأطعمة الموجهة للاستهلاك البشري والمتاجر بها دولياً، والتي تلوّثت بعد حالة طوارئ نووية أو إشعاعية.

إذا كانت مستويات النويدات المشعة في الغذاء لا تتجاوز مستويات الإرشادات المقابلة، فيمكن اعتبار الغذاء آمناً للاستهلاك البشري.[6]

## 1.5.2 إن النص التالي مأخوذ من GSCTFF ويوجه التعليمات وفقاً لما يلي:

### 1.5.2.1 النطاق:

تنطبق المستويات الإرشادية المحددة على النويدات المشعة الموجودة في الأطعمة المخصصة للاستهلاك البشري والمتاجر بها دولياً، والتي تلوّثت بعد حالة طوارئ نووية أو إشعاعية.

تنطبق هذه المستويات الإرشادية على الأغذية المعدة للتحضير أو النحو المُعدة للاستهلاك المباشر، ولا تنطبق على الأطعمة المجففة أو المركزة، وتعتمد على مستوى سماح من التدخل يبلغ 1 ملي سيفرت في السنة.

### 1.5.2.2 التطبيق:

فيما يتعلق بالحماية الإشعاعية العامة لمستهلكي الأغذية، عندما لا تتجاوز مستويات النويدات المشعة في الغذاء المستويات الإرشادية المحددة، يمكن اعتبار الغذاء آمناً للاستهلاك البشري، أما عندما يتم تجاوز المستويات الإرشادية، يجب على الحكومات الوطنية أن تقرر ما إذا كان ينبغي توزيع الغذاء داخل أراضيها أو ولايتها القضائية وتحت أي ظروف يتم ذلك.

قد ترغب الحكومات الوطنية في اعتماد قيم مختلفة للاستخدام الداخلي داخل أراضيها حيث قد لا تنطبق الافتراضات المتعلقة بتوزيع الأغذية التي تم وضعها لاشتقاق المستويات التوجيهية، على سبيل المثال، في حالة التلوث الإشعاعي واسع الانتشار.

بالنسبة للأطعمة التي يتم استهلاكها بكميات صغيرة، مثل التوابل، والتي تمثّل نسبة صغيرة من إجمالي النظام الغذائي وبالتالي السماح بنسبة إضافية إلى الحدّ المسموح، أي يمكن زيادة المستويات الإرشادية بمعامل 10.[6]

### 1.5.2.3 النويدات المشعة:

لا تشمل المستويات الإرشادية جميع النويدات المشعة.

حيث أن النويدات المشعة المدرجة هي الأكثر أهمية لامتصاصها في السلسلة الغذائية، عادة ما يتم احتواؤها في المنشآت النووية أو استخدامها كمصدر للإشعاع بكميات كبيرة بما يكفي لتكون مساهماً محتملاً كبيراً في المستويات في الأطعمة، ويمكن إطلاقها عرضياً في البيئة من منشآت نموذجية أو قد يتم توظيفها في أعمال ضارة، كما تُستبعد النويدات المشعة ذات الأصل الطبيعي عموماً من النظر في هذه الوثيقة.[6]

# ثانياً الملوثات الكيميائية في الغذاء

# Chemical Contaminations of the Food

يُعدّ التلوث الغذائي من الموضوعات المثيرة للقلق والذي يشمل عدداً كبيراً من المواد الملوثة حيث تختلف أصول الملوثات من الحقل أي التربة والبيئة، الهواء، الماء، والمنتجات الزراعية مثل الاسمدة والمبيدات الحشرية.

ويعني التلوث الكيميائي وجود مواد كيميائية لا ينبغي أن تكون موجودة إلا بكميات وتراكيز محدّدة مقبولة ليكون الغذاء آمناً.

تُعدّ الملوثات الكيميائية أحد الأسباب الرئيسة لتلوث الأغذية والتي تُسبّب عدداً من الأمراض المنقولة حيث تتراوح أعراض المرض الذي ينتقل عن طريق الغذاء من التهاب معدة والأمعاء الخفيف إلى الحالات الخطيرة مثل السرطانات والمتلازمات الكبدية والعصبية.[1]



**الشكل (1): سلامة الغذاء**

**Food Safety**

على سبيل المثال، توفّي ما يُقدر بنحو ٤٠٠-٥٠٠ طفل من التسمم الحاد بالرصاص بسبب تناول طعام ملوث.

وقد أكّد المركز الأميركي لمكافحة الامراض والوقاية أنّ أكثر من ١١٠٠٠ إصابة منقولة بالغذاء في عام ٢٠١٣ بمسبّبات عديدة مثل الفيروسات، البكتيريا والسموم

والطفيليات والمعادن والمواد الكيميائية الأخرى التي تسبّب تلوث الطعام (كاليخون وآخرون٢٠١٥).

**مع وضع مثل هذه الحوادث في عين الاعتبار والاثار الصحية الضارة بشكل عام نبحث في هذا البحث عن أسباب وأنواع الملوثات والآثار الصحية المترتبة عليها:**

1. المبيدات الحشرية.
2. الأسمدة.
3. بقايا الأدوية البيطرية (مضادات حيوية، هرمونات...).
4. الملوثات العضوية عديدة الحلقات.

## 2.1 المبيدات الحشرية Pesticide

تدخل المبيدات الحشرية المُستخدمة كعوامل لوقاية النباتات.

**يظهر تعرّض الإنسان لهذه المواد الكيميائية مجموعة واسعة من المشكلات الصحية مثل:**




- تثبيط المناعة.
- تناقص في معدلات الذكاء.
- اضطراب الهرمونات.
- السرطانات.
- التشوهات الولادية والخلقية (Abhilash and singh ٢٠٠٩).[2]

يتم استخدام ما يُقارب ٣ مليارات كيلوغرام من المبيدات سنوياً في جميع أنحاء العالم (pimentel، ٢٠٠٥) مما يُشكّل تهديداً خطيراً على البيئة وصحة الإنسان.

## 2.1.1 المبيدات الحشرية الفسفورية :

تضم هذه المجموعة عدداً كبيراً من المركبات أكثرها شيوعاً:

- Dipterex
- سافروتين propetam phos Mc%
- Parathion





**الشكل (3): طرق رش المبيدات الحشرية**

تُستعمل مركبات هذه المجموعة لإبادة الآفات الزراعية والأعشاب الضارة ولإبادة الحشرات التي تؤذي الانسان وتُستعمل أيضاً للقضاء على القوارض والديدان الضارة.

**صفات المبيدات الحشرية:**

- زيتية القوام.
- قاتمة اللون.
- تميل إلى الاسوداد.
- غير منحلة بالماء.
- لها رائحة كريهة.

- تذوب في المذيبات العضوية ولكنها قابلة للذوبان بالماء بكميات ضئيلة.

وهي ذات تأثير سمي شديد، حيث تكمن خطورته في تأثيره على الكولين إستيراز الموجود في جسم الانسان وتثبيط عملها.

حيث أنّ قياس نسبة الكولين إستيراز في الدم يحدد لنا درجة السمية، فانخفاض نشاطها عن ٤٠% من المستوى الطبيعي يُعتبر علامة خطرة للتسمم وقد تظهر أعراض التسمم خلال ١٢ ساعة.

**في حال ابتلاع او استنشاق او ملامسة الجلد للمبيدات الحشرية يحدث لدينا الاعراض التالية:**

- ضعف عام.
- إرهاق.
- صداع.
- ألم في البطن (إسهال، غثيان، إقياء...).
- زيادة في المفرزات (تعرق شديد، رطوبة بالفم).[3]



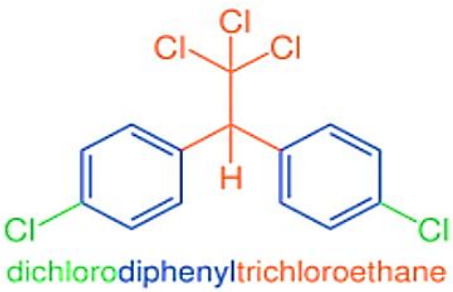

**الشكل (4)**

## 2.1.2 المبيدات الحشرية الكلورية العضوية

وهي مبيدات حشرية فائقة الفاعلية وطويلة الأمد أكثرها شيوعاً (D.D.T) والذي يملك فاعلية قاتلة للبعوض مما مكّن من مليار شخص أن يعيش في مأمن من خطر الموت بالملاريا Malaria.

أكد العلماء أنّ مادة الـ D.D.T لها تأثيرات كارثية حيث وبعد ٣٠ عام من استعمالها وُجد بالاختبار وجود آثار كبيرة لها في الماء والهواء والتربة والنباتات والحيوانات.

حيث من الممكن أن تنتقل إلى الانسان بالاستنشاق أو عن طريق تناول الأطعمة الملوثة بها حيث أنّها لا تتحلّل بسهولة في الأنسجة الدهنية، مما يُسبّب تراكمها في أنسجة الحيوانات والبشر وتؤدي الى فشل في الكبد، الكلى، الغدة الدرقية، المثانة مسبّبة سرطانات وأمراض خطيرة عدة.




**بنية دي كلورو دي فينيل ثلاثي الكلور**

**(D.D.T)**

**يسبّب التعرض الطويل لهذه المادة:**

- صداع.
- اضطراب في الجهاز الهضمي.
- مشاكل في الأذن.[4]
- تهيج في الجلد.

## 2.1.3 الأسمدة Fertilizers

**الآزوت (N)** هو العنصر الأكثر انتشاراً في الغلاف الجوي، حيث يشكل ٨٠% من الهواء الذي نتنفسه.

تكتفي النباتات بكميات الآزوت التي تحصل عليها من البكتيريا والمعادن بغية تكثيف الزراعة والحصول على كميات كبيرة من المحاصيل، بالعادة لا تكفي كميات الآزوت السابقة في الزراعة، لذلك يُلجأ لتخصيب التربة بالآزوت وعناصر أخرى.



**الشكل (5)**

**سماد الـ NPK اختصاراً للمركبات الأساسية التي تحويه (آزوت، فسفور وبوتاسيوم).**

## 2.1.4 الأسمدة النترية:

هي مجموعة من المواد الطبيعية أو العضوية أو الصناعية التي تستخدم بقصد تحسين نمو النباتات حيث تتم إضافة الأسمدة إلى التربة بهدف تحسين إنتاجيتها من خلال تزويدها بالعناصر الغذائية المطلوبة.

وتعد هذه الأسمدة شائعة الاستخدام، لأنّها فعّالة للغاية ولكنّها من أكثر الأسمدة خطورة، وذلك لأنّ مادة نترات الأمونيوم هي من المواد شديدة الانفجار بسبب أكسدتها السريعة لمركبات الكربون وتحرير كميات كبيرة من الغازات الساخنة.[5]

وقد كان الانفجار الذي حدث في بيروت هو الحلقة الأخيرة في الوقت الحاضر على الأقل من سلسلة طويلة من الحوادث والكوارث الناتج عن الإهمال في التعامل مع هذه المادة الخطرة.



**الشكل (6) الانفجار الهائل في بيروت/لبنان جراء وجود نترات الأمونيوم في المرفأ**

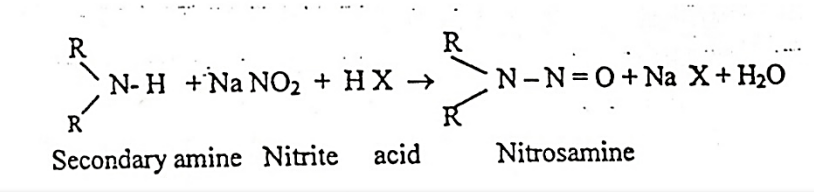
كما وقعت إحدى الحوادث الشهيرة أيضاً في أبريل /نيسان ١٩٤٧ في مدينة تكساس في الولايات المتحدة، حيث نشب حريق على سفينة محملة بنترات الأمونيوم فقام ربان السفينة بأمر اطفاء هذه الحرائق بالمياه الساخنة فكانت عملية غير مجدية، لأنّ تحلل نترات الأمونيوم أدى إلى انبعاث الأوكسجين وزاد من اشتعال النيران حتى انفجرت السفينة بعد أقل من ساعة. وكانت النتيجة أن لقي أكثر من ٥٦١ شخصاً حتفهم وأدى الانفجار إلى أضرار تبعد اكثر من ٦٠ كيلومتر.



**الشكل (7) حادثة ابريل/نبسان ١٩٤٧ تكساس/ الولايات المتحدة**

**يُسبّب استنشاق هذا المركب:**

- السعال الجاف.
- ضيق التنفس.
- مشاكل تنفسية حادة تصل حد الاختناق
- الحماض التنفسي Systemic Acidosis
- مشاكل في الهيموغلوبين.
- الزرقة Cyanosis




حيث يتكون النتروز أمين في التربة من نواتج تحلل هذه الأسمدة ويكمن الخطر الحقيقي عندما يتم امتصاصه بواسطة النباتات ودخوله السلسلة الغذائية مؤدياً أخطاراً صحية للإنسان والحيوان.

حيث إن التأثير السائد لمركبات النتروز أمين سمية أذنية كبدية التي قد تصل الى مرحلة النزف ومن اهم الأضرار التي يُسبّبها ظاهرة خضاب الدم المبدل Methahaemoglobinaemia يحدث نتيجة ارتفاع نسبة الخضاب غير المؤكسد في الدم اي عندما تصل نسبة اشباع الدم بالأوكسجين الى ٨٥% مما يؤدي الى التضيق الوعائي ممايساهم في ظهور زرقة في مناطق معينة من الجسم.

**الأعراض والعلامات:**

- تعب وصداع.
- تلون الشفتان بلون أزرق خفيف وأطراف الأذنين والخدين والأظافر واليدين ومن ثم الجلد كله يصبح بلون أزرق، يجب عندها طلب العلاج الفوري.



**الشكل (8) زرقة الأطراف الناتج عن نقص التروية الدموية الناتج عن التسمم بالنتروزامين**

## 2.2 بقايا الأدوية البيطرية في الحيوانات

### 2.2.1 الصادات الحيوية وحصول مناعة ضد الجراثيم:

تُصاب الحيوانات بأمراضٍ عديدة فيلجأ الأطباء البيطريون إلى استخدام بعض الصادات لمعالجة هذه الحيوانات المصابة.

ففي الدنمارك قام الأطباء البيطريون بمعالجة الأبقار المُصابة ببعض الطفيليات باستخدام البنسيلينات كونها الأرخص ثمناً مما ظهر لديها ممانعة ومقاومة كبيرة لبعض الجراثيم على هذه الصادة.[6]

لذلك أقرّت منظمة الصحة العالمية باتخاذ قرارات جادة لاستخدام هذه الأنواع من الأدوية بحذر شديد، حيث تكمن مشكلتها في بقاء هذه الصادات في اللحوم فيظهر عند المستهلك مشكلات صحية خطرة عند تناولها بصورة مستمرة لأنها تؤثر سلباً في الفلورة المعوية وتسبب نقصاً فيها فتنخفض مقاومة الجسم للأمراض وقد تسبب أمراضاً في الكلى.

حيث هناك أدلة على إن بعض المستحضرات مثل السلفانيلاميد والنيتروفورانات لها خواصاً مسرطنة وتؤثر في تغير الجينات.[7]




**الشكل (9)**

**Hormones Drugs**

## 2.2.2 منشطات النمو (الأدوية الهرمونية)

**تُقسم إلى:**

- **الهرمونات الستيروئيدية.**
- **مشابهات بيتا B.**

### 2.2.2.1: الهرمونات الستيروئيدية Steroids Hormones

إنّ **الهرمون Hormone** هو عبارة مادة كيميائية تُفرز من الغدد الصماء لكي تؤدي عمل معين في الجسم لفترة قصيرة.
ومن ضمن هذه الهرمونات لدينا الهرمونات الجنسية سواءً ذكرية او أنثوية حيث لها تأثير على نمو الأعضاء في الجسم:

- فالهرمونات الأنثوية تزيد الدهون في الجسم.
- أما الهرمونات الذكرية فهي تعمل على زيادة حجم العضلات.

تكمن مشكلة الهرمونات في إمكانية انتقالها للإنسان وصعوبة كشفها في التحاليل المخبرية، ويكون تأثيرها أكبر على الأطفال خاصة عند تناول الحليب ومنتجاته.

والحقيقة إنّها تتسلل الى أجسامنا محدثة آثار ضارة على الإناث والذكور تمثلت في سرعة بلوغ الإناث وتأخر في بلوغ الذكور وضعف القدرة الجنسية عند الرجال أو العقم عند الجنسين وحدوث تأثيرات ضارة على الأجنة أثناء فترة الحمل.

حيث أن التعرض الى هذه الهرمونات لفترات طويلة تؤدي الى حدوث أمراض سرطانية مثل سرطان الثدي والرحم والكبد، لصعوبة تحلل الهرمونات داخل الجسم.

فأوصت منظمة الصحة العالمية على تشديد الرقابة الصحية على المزارع بعدم ذبح الحيوان خلال فترة تواجد الهرمون في جسمه لمدة تصل الى ١٢٠ يوماً منذ الانتهاء باستخدام آخر جرعة وعدم الاستخدام العشوائي لهرمونات النمو في المزارع مع ضرورة عمل التحاليل الدورية اللازمة للحيوانات التي ترسل للذبح.



**الشكل (10) سوماتوتروبين Somatotropin**

### 2.2.2.2: مشابهات بيتا B

**مثال هرمون النمو Growth Hormone**

وهو هرمون ببتيدي يقوم بتحفيز النمو ويحفّز تكاثر الخلايا وتجديدها في البشر وفي الحيوانات.

وهو هرمون بروتيني مؤلف من سلسلة وحيدة من عديدات الببتيد يتم إنتاجها وتخزينها ومن ثم إفرازها عن طريق خلايا تُدعى Somatotroph في الغدة النخامية الأمامية.

أما هرمون النمو الذي يفرز في الحيوانات يُدعى Somatotropin فقد أُجريت الكثير من الدراسات على هذا الهرمون من أجل استخدامه في زيادة كفاءة تربية المواشي Industrial Agriculture، وبُذلت جهود كثيرة للحصول على موافقة حكومية لاستخدامه لتحسين الإنتاج الحيواني، لكنّ هذه الاستخدامات كانت مثيرة للجدل حيث سمحت الولايات المتحدة الأميركية باستخدام هرمون النمو فقط ويستخدم نوع من الهرمون يُسمّى بـ Somatotropin Bovine.[9]

وتكون الآثار الصحية على المستهلك سرطانات في الكبد والرحم، اضرابات في عمل الكلية والعجز الجنسي.



**الشكل (11)**

## 3.2 الملوثات العضوية عديدة الحلقة

### 3.2.1 ثنائي الفينيل عديد الكلور (PCBs)

تُوجد هذه المركبات في الغذاء نتيجة التلوث البيئي بهذه المركبات أو بالاتصال المباشر بالأعلاف الحيوانية أو بمواد تغليف المواد الغذائية.

في عام ١٩٦٨، أدى التلوث زيت نخالة الأرز الصالح للأكل الى تسمّم العائلات اليابانية التي استهلكت هذا الأرز[10].

**أصبح المرض يُعرف باسم يوشو yusho أو مرض زيت الأرز Rice oil disease حيث كانت الأعراض على الشكل التالي:**

1. تغير لون الجلد (العد كلوري المنشأ وهو تظاهر مميز).
2. الصداع
3. التعب
4. آلام البطن
5. تغيرات في الدورة الشهرية
6. اضطرابات في الكبد



الشكل (12)

**العد الكلوري الشائع**

كان الأطفال المولودين لأمهات تناولن زيت الأرز يعانون من الاصفرار بشكلٍ غير طبيعي مترافق مع تغير مؤقت في لون الجلد.

تم تسجيل الأعراض الأولى لمرض يوشو في ٧ يونيو ١٩٦٨، وتم الإبلاغ عن ١،٢٩١حالة اعتباراً من مايو ١٩٧٥.

تم الاحتفاظ بسجلات دقيقة لـ٢٩١ مريضاً من يوشو Yusho لتحديد الآثار المحتملة على المدى الطويل.

ما لا يقل عن ٩ من ٢٩ حالة وفاة حدثت بالسرطان Malignant Neoplasms

توصلت دراسة يوشو الى نتيجتين هامتين:

- أثبتت الدراسة أنّه يُمكن نقل ثنائي الفينيل متعدد الكلور من الأم إلى الجنين ومن الأم إلى الطفل من خلال الرضاعة الطبيعية.
- أظهرت التجارب الحديثة على الفئران والجرذان التي تغذت على مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور إصابتها بالسرطان.[11]

## 2.3.1 الزئبق وميثيل الزئبق

Mercury and Methylmercury

إنّ الأطعمة هي المصدر الرئيسي لتعرّض الإنسان المؤكد لمركبات الزئبق، لذلك تمتلك جميع الكائنات الحية القدرة على تخزين الزئبق بكميات ضئيلة جداً.

منذ مأساة خليج مينماتا في اليابان تم توثيق آثار التعرض المزمن لميثيل الزئبق جيداً يتراكم الزئبق بسهولة داخل الجهاز العصبي ويكون التخلص منه في مجرى الدم بشكلٍ بطيء جداً.

وبالتالي يُعدُّ الجهاز العصبي المركزي هدفاً في التعرض المزمن للزئبق.

**تشمل الأعراض السريرية لإصابة الجهاز العصبي المركزي[12]:**

- صداع
- دوار
- اضطرابات حركية
- رنح
- ألم
- خدر ونمل في الأطراف

إنّ أبرز التغيرات الناتجة عن تعرّض الوليد للزئبق هي **التنكس الخلوي المنتشر Diffuse Cellular Degeneration.**

وتُعدُّ أذية الدماغ من أكثر المخاطر التي تم الابلاغ عنها حيث كان ينتقل عبر المشيمة الى الجنين المرتبطة بتعرض الأم للزئبق.

حيث تم التعرف على نقل الزئبق في المشيمة الى الجنين لأول مرة في الخمسينات القرن الماضي مع انتشار **مرض مينماتا الخلقي Congenital Minamata Disease** في اليابان .[13]

بحلول ١٩٥٩ وُلد ٢٣ طفلاً يعانون من تخلف عقلي واضطرابات حركية لأمهات تعرضن للزئبق خلال فترة ما قبل الولادة في اليابان.

**الأعراض السريرية للرضع:**

- تُشبه أعراض الشلل الدماغي الشديد أو متلازمة الشلل الدماغي.
- اضطراب شديد في التنسيق الحركي والكلام والسمع.
- اضطرابات في الرؤية وغيرها من الاعراض العصبية.[14]



**الشكل (13): الاضطرابات العصبية الناتجة عن التسمم بالزئبق**

# ثالثاً التلوّث الحيوي للغذاء

# Biological Contamination of the Food

شهدت العقود الأربعة الماضية الكثير من الأبحاث فيما يتعلق بآثار التلوث الحيوي على النظام الغذائي. يركز دائماً على الاستجابات الحيوية والكيميائية والفيزيائية للغذاء حيث لُوحظ وجود مستويات مرتفعة من مركبات النيتروز والكبريت المترسبة والتي تؤثر بشكلٍ مباشر في الغذاء. [1]

لقد أظهرت العديد من الدراسات الاختلاف الحاصل بين الأنواع النباتية والحيوانية ومدى حساسيتها وقابليتها للتعرض للملوثات والعواقب الناتجة عن التلوث.

**من العواقب الناتجة عن التلوث:**

- تلوث التربة.
- المياه الحامضية.[2]

يُعرَّف تلوث الغذاء عمومًا على أنّه عبارة عن أغذية فاسدة أو ملوثة إما أن تحتوي على كائنات حية دقيقة، مثل (الجراثيم أو الطفيليات، أو الذيفانات) أي المواد التي تجعل الغذاء غير صالحٍ للاستهلاك البشري.

يُمكن أن يحتوي الغذاء على ملوثات حيوية أو كيميائية أو فيزيائية وهذه الملوثات لها عدة طرق للدخول إلى منتج غذائي وجعله غير صالح للاستهلاك.

**ومن الكائنات الحية الأكثر تلويثاً للغذاء:**

- العطيفة الصائمية Campylobacter jejuni
- الذيفان الوشيقي Clostridium botulinum
- الليستريا المستوحدة Listeria monocytogenes
- السلمونيلا التيفية Salmonella spp،
- الشيغلا Shigella spp
- العنقوديات المذهبة Staphylococcus aureus
- الإشريكية القولونية E.coli .

أقرّت منظمة الصحة العالمية بأنّ تلوث الأغذية يمثّل تحديًا عالميًا [1،2].

حيث تم الاعتراف به بوضوح في بيان رسمي حيث تم التوصل إلى أنّ: "تلوث الغذاء في مكان ما من هذا العالم قد تؤثر في صحة المستهلكين الذين يعيشون في مناطق آخرى" [3].

**حيث يؤدي تلوث الغذاء إلى تفشي الأمراض، ومن الأمثلة عن حالات تفشي حصلت في القرن الواحد والعشرين:**

- فاشية الإشريكية القولونية التي حصلت في دول الاتحاد الأوربي عام 2006 بعد تناول السبانخ المغلفة الملوثة بالأشريكية القولونية.
- حادثة التلوث الحيوي للخيارفي ألمانيا ودول الاتحاد الأوربي الأخرى عام 2011.
- تفشي السلمونيلا في السلطة المعبأة عام 2016 في أستراليا.

إنّ التلوث المتعمّد للأغذية والمنتجات الغذائية هو أيضاً قد تم تصنيفه من قبل منظمة الصحة العالمية على أنّه مصدر قلق عالمي متزايد، وذلك بسبب تعمّد بعض الشركات إلى إضافة مادة ضارة أو سامة إلى المنتجات الغذائية بهدف تحسين الصفات الحسية حيث تم تصنيفه على أنّه عمل إجرامي ويُعرف أيضًا باسم "**الاحتيال الغذائي**".[4]

وعلى الرغم من أنّ الأطعمة لها دورٌ هام في الجسم إلا أنّه يُمكن لها أن تكون أيضًا بمثابة وسيط لانتقال المرض وسبب الوفاة إذا كانت ملوثة بالكائنات الحية الدقيقة الضارة أو الذيفانات الجرثومية و الفطرية أو الملوثات البيئية (المواد الكيميائية المسببة للحساسية والجسيمات الفيزيائية الدقيقة).

إنّ "**سلامة الغذاء**" مصطلح شامل يشتمل على العديد من الجوانب كالتداول والتحضير وتخزين الطعام والوقاية من المرض والإصابة) بما في ذلك الجوانب الكيميائية والفيزيائية والميكروبيولوجية والتي تتعلق بجودة الغذاء [5].

يتضمّن الجانب الميكروبيولوجي لسلامة الأغذية استبعاد الكائنات الحية الدقيقة المُسبّبة للأمراض من الغذاء أو يُمكن أن تشكّل الذيفانات الجرثومية والتي تشكّل أعظم المخاطر الصحية المحتملة.

أظهرت العديد من الدراسات أنّ التلوث الحيوي أكثر شيوعًا من كلٍّ من التلوث الكيميائي أو الفيزيائي بسبب أنّ عدد الأمراض التي تنتقل عن طريق الكائنات الحية الدقيقة كبيرٌ مقارنةً مع باقي أنواع تلوث الغذاء الأخرى .[6]

حيث أنّ الأغذية الملوثة يُمكن أن تؤدي إلى مجموعة واسعة من الأمراض كالحمى التيفية والإسهال والسرطانات وغيرها من الأمراض ويُمكن أن تؤدي إلى وفاة المستهلكين في كل من البلدان النامية والمتقدمة على حد سواء [6].

## 3.1 بعض الملوثات الحيوية الموجودة بالأطعمة:

### 3.1.1 Clostridium botulinum

### (المطثية الوشيقية):

يجب توخي الحذر من المطثية الوشيقية عند تجهيز وتحضير المعلبات في المنزل وخاصة الأطعمة ذات الحموضة المنخفضة مثل الذرة والفاصوليا الخضراء.

حيث تحتاج الأطعمة منخفضة الحموضة إلى المعالجة عند درجة حرارة ١٢١ درجة مئوية للقضاء على جراثيم المطثية الوشيقية والذيفان الوشيقي .[7]

### 3.1.2 Listeria monocytogenes

### (الليستريا المستوحدة):

لتقليل خطر الإصابة بداء الليستريات يجب طهي اللحوم النيئة جيدًا والدواجن وغسل الخضار النيئة بعناية.

بالإضافة إلى تجنّب تناول الجبن الطري، كما يجب تسخين جميع الأطعمة المطبوخة واللحوم المعالجة، مثل اللحوم الباردة والنقانق. [8]

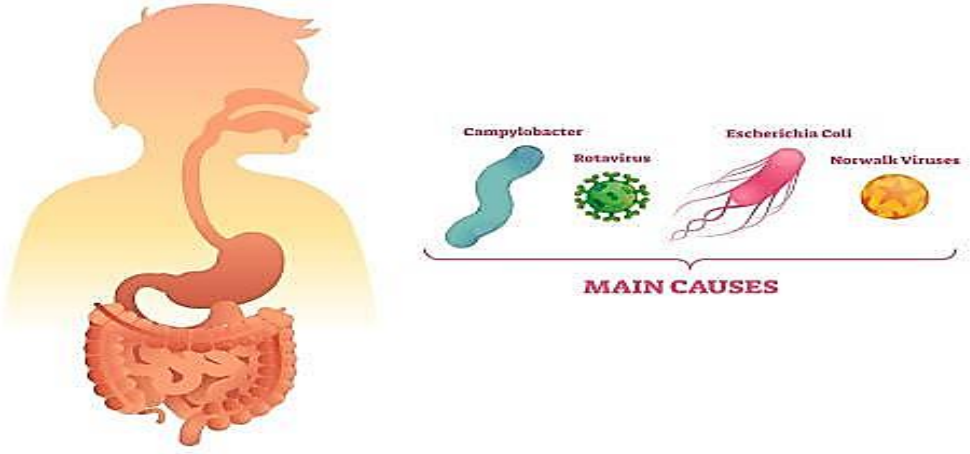
### 3.1.3 Escherichia coli OI57: H7

### (الاشريكية القولونية) :

هناك خطوات يجب اتخاذها لمنع دخول الاشريكية القولونية في الطعام من قبل الأفراد والمجتمعات على حدٍّ سواء.

تقوم المجتمعات المحلية بتطهير المياه بالكلورة للقضاء عليها، ويحتاج الأشخاص العاملون في مجال تحضير الطعام إلى غسل أيديهم دائمًا بعد استخدام الحمام ويجب طهي الأطعمة جيدًا. [8]

### 3.1.4 السالمونيلا:




**الشكل (١) : يوضح الأسباب الرئيسية لتلوث الغذاء حيوياً**

يُمكن السيطرة على السالمونيلا في البيض المطروح للاستهلاك عن طريق مراقبة عمليات الإنتاج و التكاثر في المداجن.

عمدت بعض الدول على الحد من وجود السالمونيلا في لحم الخنزير الطازج إلى نسبة 1٪ في عام 1997.

ويُمكن لمنتجي الماشية تقليل نسب إصابة اللحوم بالسالمونيلا لدى الحيوانات قبل وأثناء الذبح. [9]

### 3.1.5 المجموعات الميكروبية الرئيسية المنتجة للأمينات الحيوية المفسدة للغذاء:

إنّ **الأمينات الحيوية Bio-Amins** هي أسس عضوية من الممكن أن تتواجد في الأطعمة وتسبّب العديد من ردود الفعل السلبية لدى المستهلكين.

وهي مركبات آزوتية، عضوية، أساسية، تتشكل بشكل رئيسي من خلال عملية نزع الكربوكسيل من الحموض الأمينية.**[10]**

توجد الأمينات حيوية المنشأ في مجموعة واسعة من الأطعمة، بما في ذلك منتجات الألبان، ويمكن أحياناً أن تتراكم بتراكيز مرتفعة وقد يسبب استهلاك الأغذية التي تحتوي كميات مرتفعة من هذه الأمينات عواقب سمية.

لذا يفترض عموماً ألا يُسمح بتراكم الأمينات حيوية المنشأ رغم عدم وجود تشريعات محددة بشأن محتواها في العديد من المنتجات المخمرة.

تُعدُّ الكائنات الحية الدقيقة شديدة التباين بالنسبة لعملية انتزاع الكربوكسيل من الحموض الأمينية.

وغالباً ما تُجري هذه العملية على سلالة معينة، وبالتالي فإنّ تحديد الجراثيم التي تُعتبر غير فعالة بالنسبة لعملية انتزاع الكربوكسيل من الحموض الأمينية هو أمر مهم لتقدير احتمال وجود الأمينات حيوية المنشأ ضمن الأطعمة ولمنع تراكمها في المنتجات الغذائية. [10]

بالإضافة إلى أنّ تطور المعرفة بما يخص العوامل التي تدخل بتركيب وصناعة الأمنيات حيوية المنشأ، ينبغي أن يؤدي إلى انخفاض في معدل الإصابة بها في المواد الغذائية.

**ومن الأطعمة التي من المحتمل أن تحتوي على مستويات عالية من Bio-Amins هي:**

- الأسماك والمنتجات السمكية.
- الأطعمة المخمرة، مثل: اللحم، منتجات الألبان والخضروات.
- المشروبات، مثل: النبيذ، عصير التفاح والبيرة.

الأمينات حيوية المنشأ الأكثر أهمية من ناحية الكم والنوع في الاطعمة و المشروبات بالترتيب هي الهيستامين، التيامين، بوتريسين، كادفيرين، بيتافينيل إيتيل أمين، نواتج الهستيدين عندما يخضع لعملية نزع الكربوكسيل، تيروزين، أورينتين، ليسين، وبيتا فينيل آلانين [10].

العمر الافتراضي للطعام هو الوقت الذي يظل فيه ثابتًا ويحتفظ بالصفات المرغوبة وتشمل الكائنات الدقيقة المسبّبة لفساد الأطعمة الجراثيم سالبة الغرام، والخمائر، والعفن، والعصيات اللبنية غير المتجانسة والبكتيريا القادرة على تشكيل بذيرات.




**الشكل(٢) : توضيح العوامل التي تساعد على فساد الغذاء**

يُمكن لبعض أنواع البكتيريا إنتاج كميات كبيرة من إنزيمات التحلل المائي خارج الخلية، حيث يحدث هذا بشكل عام في منتجات الألبان المبسترة، حيث يتجلى التلف للألبان من خلال وجود مجموعة متنوعة من المنتجات الثانوية الاستقلابية، مما يسبّب الروائح المنبعثة والنكهات، بالإضافة إلى تغيرات واضحة في اللون أو الملمس.[11]

يُمكن أن تسبب البكتيريا القولونية والخمائر والبكتيريا المنتجة لحمض اللبن والبكتيريا إنتاج غازات في الجبن.

**يتم إبطاء معدل تلف منتجات الألبان من خلال تطبيق واحد أو أكثر مما يلي:**

1. تقليل الأس الهيدروجيني (PH) عن طريق تخمير اللاكتوز إلى حمض اللبن.
2. إضافة الأحماض أو المواد الحافظة.
3. إدخال البكتيريا المرغوبة التي تثبط نمو الكائنات الحية الدقيقة غير المرغوب فيها.
4. إضافة السكر أو الملح من أجل تقليل فاعلية الماء.
5. التجميد.

### 3.1.6 فساد الغذاء في جميع أنحاء العالم:

تختلف أسباب فقد الغذاء في جميع أنحاء العالم، وتعتمد إلى حد كبير على الظروف والوضع المحلي في بلد معين. وبشكلٍ عام تتأثر خسائر الغذاء بطريقة إنتاج الغذاء.

تصل خسائر الفاكهة والخضروات في جميع أنحاء العالم بعد الحصاد إلى 30–40٪ وتكون النسبة أعلى من ذلك بكثير في بعض الدول النامية. [12]

إنّ صناعة الألبان العالمية مثيرة للإعجاب إلى حد كبير، ففي عام 2005 قُدّر إنتاج العالم من الألبان بـ 644 مليون طن منها 541 مليون طن حليب أبقار.

أما في الاتحاد الأوروبي حيث بلغ إنتاجهم ما يُقارب 142 مليون طن، الهند 88 مليون طن، الولايات المتحدة 80 مليون طن (20.9 مليار جالون) وروسيا 31 مليون طن. كما بلغ إنتاج الجبن 8.6 مليون طن في أوروبا الغربية و 4.8 مليون طن في الولايات المتحدة [13].

**إنّ تلف منتجات الألبان يعود بشكلٍ رئيسي لوجود الكائنات الحية الدقيقة حيث تتأثر هذه المنتجات بمجموع من العوامل منها:**

- الرطوبة.
- درجة الحموضة.
- درجة الحرارة.
- التخزين [14].

وهناك مجموعة من التفاعلات الكيميائية التي تُسبّب تغيرات حسية في الأطعمة تتوسطها مجموعة متنوعة من الميكروبات التي تستخدم الغذاء كمصدر للكربون والطاقة.

وتشمل هذه الكائنات بدائيات النوى (البكتيريا) وحقيقيات النوى وحيدة الخلية كالخمائر والكائنات متعددة الخلايا كالعفن.

توجد بعض الميكروبات بشكلٍ شائع في العديد من أنواع الأطعمة الفاسدة بينما توجد أنواع أخرى أكثر انتقائية للأطعمة التي تتغذى عليها غالبًا ما يتم تحديد أنواع متعددة من الميكروبات في عنصر غذائي واحد فاسد ولكن هناك قد يكون أحد أنواع الميكروبات مسؤول بشكل أساسي عن إنتاج المركبات المسببة للروائح والنكهات. [15]

## 3.1.7 الخمائر:

إنّ الخمائر هي مجموعة فرعية من مجموعة كبيرة من الكائنات الحية تُسمّى الفطريات والتي تشمل أيضًا العفن والفطر.

وبشكلٍ عام هي كائنات وحيدة الخلية تتكيف مع الحياة في بيئات متخصصة كالسائلة عادةً ولا تنتج مستقلبات ثانوية سامة.

يمكن أن تنمو الخميرة مع أو بدون أكسجين وهي معروفة جيدًا بتخميرها النافع الذي ينتج الخبز وبعض المشروبات الكحولية.

غالبًا ما توجد الخمائر في الأطعمة التي تحتوي على نسبة عالية من السكر أو الملح وتساهم في تلف شراب القيقب والمخللات وفي الفواكه والعصائر ذات الأس الهيدروجيني المنخفض وهناك بعض الخمائر التي تنمو على اللحوم والجبن.[16]

**هناك أربع مجموعات رئيسية من الخمائر المفسدة:**

### 3.1.8 Zygosaccharomyces

والتي تتحمّل نسبة عالية من السكر والملح.

وهي الكائنات التي تُسبّب تلف في الأطعمة مثل العسل والفواكه المجففة والمربيات وصلصة الصويا.

عادةً ما تنمو ببطء وتنتج روائح ونكهات منبعثة وثاني أكسيد الكربون الذي قد يتسبب في انتفاخ وانفجار حاويات الأطعمة.

### 3.1.9 Debaryomyces hansenii

يُمكن أن تنمو بتراكيز ملحية تصل إلى 24٪.

وتتواجد بشكلٍ أساسي في اللحوم المعالجة والجبن والزيتون [17].

### 3.1.10 Saccharomyces spp:

تشتهر بدورها في إنتاج الخبز والنبيذ، ولكن بعض السلالات تفسد أيضًا النبيذ والمشروبات الكحولية الأخرى عن طريق إنتاج الغازات والعكارة.

بعض الأنواع تنمو على الفاكهة وبعضها مقاوم للحرارة [17].

### 3.1.11 Candida (المبيضات) :

هي مجموعة غير متجانسة من الخمائر، وبعضها يُسبّب أيضًا عدوى بشرية لها دور في فساد الفواكه وبعض الخضار ومنتجات الألبان [18].

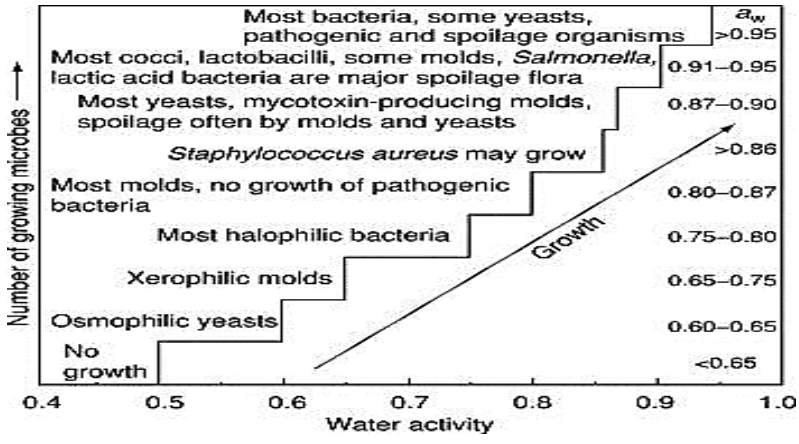
### 3.1.12 Dekkera / Brettanomyces

تسبب بشكل أساسي في تلف الأطعمة المخمرة بما في ذلك الكحول.

## 3.2 الوسط المناسب لنمو الميكروبات :

- درجة الحموضة تتراوح بين 3–8 pH.
- بنسبة ماء منخفضة تتراوح بين 0.7–0.8

وفي حال أصبحت الشروط غير مناسبة تتحول إلى أبواغ أو بذيرات تكمن حتى تصبح الظروف مناسبة وتنتش وتعود لعملية التكاثر و النمو.[19]




**الشكل (٣): منسب يوضح فاعلية الماء مع النمو الجرثومي لكل جرثومة**

## 3.3 تصنيف قوالب التلف إلى أربع مجموعات رئيسية:

### 3.3.1 Zygomycetes :

تعد فطريات بدائية نسبيًا ولكن منتشرة في الطبيعة وتنمو بسرعة معتمدة على مصادر الكربون البسيطة في التربة وبقايا النباتات كذلك توجد عادةً في الهواء.

بشكلٍ عام تتطلب وجود فاعلية ماء عالية للنمو وتسبب التعفن في مجموعة متنوعة من الفواكه والخضروات المخزنة كالفريز والبطاطا الحلوة. [20]

### 3.3.2 Penicillium ( **البنسليوم**):

يوجد البنسليوم في التربة ومخلفات النباتات على الرغم من أنّه يُمكن له أن يكون مفيداً للإنسان في إنتاج المضادات الحيوية والجبن الأزرق، إلا أنّ العديد من الأنواع ينتج سموم فطرية قوية (باتولين، أوكراتوكسين، سيتروفيريدين، بينيتريم).[20]

### 3.3.4 Penicillium spp :

تسبّب تعفنًا واضحًا على الحمضيات والكمثرى والتفاح وتسبّب خسائر فادحة في هذه المحاصيل. تفسد أيضًا الفواكه والخضروات الأخرى بما في ذلك الحبوب.

يمكن لبعض الأنواع مهاجمة الأطعمة المبردة والمعالجة مثل المربيات والسمن. [20]

### 3.3.5 Byssochlamys :

هو أهم كائن حي يسبب تلف منتجات الألبان المبسترة وذلك بسبب مقاومة أبواغها للحرارة العالية.

### 3.3.6 Aspergillus(الرشاشيات):

تنمو الرشاشيات بشكلٍ عام بشكل أسرع وتكون أكثر مقاومة لدرجات الحرارة المرتفعة وانخفاض الماء مقارنة مع Penicillium spp.

**تنتج العديد من الرشاشيات الذيفانات الفطرية:**

- الافلاتوكسين.
- الاوكراتوكسين.
- حمض السيكلوبيازونيك.

وتشتهر بتلف الحبوب والفول المجفف والفول السوداني والجوز وبعض البهارات.[21]

### 3.3.7 Fusarium spp :

تسبب أمراض النبات وتنتج عدة سموم فطرية مهمة ولكنها لا تفسد الطعام بشكل كبير.

ومع ذلك، يُمكن للسموم الفطرية الملوثة للحبوب أن تشكل خطراً على الصحة.

## 3.4 البكتيريا:

عادةً ما ترتبط البكتيريا المكوّنة للأبواغ بفساد الأطعمة المعالجة بالحرارة، وذلك لأنّ جراثيمها يمكن أن تعيش بدرجات حرارة معالجة عالية.

قد تكون هذه البكتيريا موجبة الغرام اللاهوائية المجبرة أو الاختيارية (قادرة على النمو مع أو بدون أكسجين).

بعض البذيرات محبة للحرارة، وتفضل النمو في درجات حرارة عالية (تصل إلى 55 درجة مئوية).

تنتج بعض أنواع الحرارة اللاهوائية كبريتيد الهيدروجين (Desulfotomaculum) وينتج البعض الآخر الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون (Thermoanaerobacterium) أثناء النمو في الأطعمة المعلبة / محكمة الغلق المحفوظة في درجات حرارة عالية، على سبيل المثال، الحساء المباع في آلات البيع.[22]

تُسبّب الأنواع الأخرى من الحموضة الحرارية (Bacillus و Geobacillus spp.) تلفًا حامضًا مسطحًا للأطعمة المعلبة ذات درجة الحموضة العالية أو المنخفضة وربما تنتج القليل من الغاز أو لا تقوم بإنتاجه على الإطلاق ويسبّب أحد الأنواع خشونة الخبز المحتفظ به في درجات حرارة الغرفة.

تسبّب الكائنات اللاهوائية Mesophili التي تنمو في درجات الحرارة المحيطة، عدة أنواع من تلف الخضروات (Bacillus ssp.) تعفن المنتجات المعلبة، النفخ المبكر للجبن، وإنتاج حمض الزبدة في الخضروات المعلبة والفواكه (Clostridium spp.)؛ والنكهات "الطبية" في الأطعمة المعلبة قليلة الحموضة ( (Alicyclobacillus Chang & Kang) 2003).

تنتج البذيرات الغازات والروائح الكريهة في اللحوم المبردة ولحم الخنزير المملح (Clostridium spp.) بينما ينتج البعض الآخر روائح وغازات في الأطعمة المعبأة بتفريغ الهواء والمبردة والحليب (Bacillus spp.). [23]

### 3.4.1 الجراثيم المُنتجة لحمض اللبن

lactic acid bacterial (LAB):

هي مجموعة من الجراثيم إيجابية الغرام، بما في ذلك أنواع Lactobacillus، Pediococcus

Leuconostoc و Oenococcus، وبعضها مفيد في إنتاج الأطعمة المخمرة مثل الزبادي والمخللات.

ومع ذلك في ظل انخفاض الأكسجين ودرجة الحرارة المنخفضة والظروف الحمضية، تؤدي إلى حدوث فساد بالأطعمة تشمل التغييرات غير المرغوبة فيها التي يسببها LAB تخضير اللحوم والغاز المتكون في الجبن (النفخ) والمخللات (ضرر الانتفاخ) واللحوم والخضروات المعلبة أو المعبأة.

قد ينتج LAB أيضًا كميات كبيرة من عديدات السكاريد الخارجية التي تسبّب ضرر على اللحوم والتلف في بعض المشروبات. [24]

### 3.4.2 Pseudomonas(الزوائف) :

هي جراثيم توجد في التربة وهي هوائية سالبة الغرام، وبعضها يمكن أن يؤدي إلى تدهور مجموعة واسعة من المركبات.

تتطلب عمومًا فاعلية مائية مرتفعة للنمو (0.95 أو أعلى) ويتم تثبيطها بواسطة قيم الأس الهيدروجيني أقل من 5.4.

تنمو بعض الأنواع في درجات حرارة التبريد بينما تتكيف أنواع أخرى بالنمو في درجات حرارة محيطة أكثر دفئًا. [24]

### 3.4.3 Shewanella putrefaciens و Xanthomonas campestris :

هي الكائنات الحية الرئيسية لتلف الطعام. تحدث التعفنات اللينة للأطعمة النباتية عندما تتحلل البكتين الذي يربط الخلايا النباتية عن طريق إنزيمات الليز البكتيرية التي يفرزها X. campestris و P. fluorescens و P. viridiflava.

يشكل هذين النوعين من الزوائف ما يصل إلى 40٪ من الجراثيم التي تحدث بشكل طبيعي على سطح الفاكهة والخضروات وتسبّب ما يُقارب 10% من حالات تعفن ما بعد الحصاد للمنتجات الطازجة المخزنة في درجات حرارة باردة.

### 3.4.5 P. fluorescens, P. fragi, P. lundensis: S. putrefaciens and

تتسبّب في تلف الأطعمة المشتقة من الحيوانات (اللحوم والأسماك والحليب) عن طريق إفراز الليباز والبروتياز الذي يسبّب تكوين الكبريتيدات وتراي ميثيل أمين (٢٥).

### 3.4.6 (البكتريا المعوية )

: Enterobacteriaceae

البكتيريا المعوية هي بكتيريا لاهوائية سلبية الغرام تشمل عددًا من مسببات الأمراض البشرية.

(Salmonella، E. coli، Shigella، Yersinia ) وكذلك عدد كبير من الكائنات الحية المفسدة.

هذه البكتيريا منتشرة في الطبيعة في التربة وعلى أسطح النباتات وفي المسالك الهضمية للحيوانات وبالتالي فهي موجودة في كثير الأطعمة. [26]

### 3.4.7 Erwinia carotovora :

هي واحدة من أهم البكتيريا المسببة لتعفن الخضار في الحقل أو المخزنة في درجات حرارة الغرفة.

يتم إنتاج الأمينات الحيوية في اللحوم والأسماك من قبل العديد من أعضاء هذه المجموعة بينما ينتج البعض الآخر روائح أو الألوان في البيرة (Obesumbacterium) واللحوم المقددة الأخرى (Serratia،Proteus) والبيض (بروتيوس، إنتيروباكتر، سيراتيا).

العديد من البكتيريا سالبة الجرام، بما في ذلك pseudomonads و enterobacteriaceae تفرز اللاكتونات أسيل هوموسيرين Acetyl homosrein lacton (AHLs) لتنظيم التعبير عن جينات معينة، مثل عوامل الفوعة.[26]

تعمل AHL على إنتاج الإنزيم المحلل للبروتين واستخلاب الحديد أثناء تلف بعض الأطعمة على الرغم من أنّ دور هذه المؤشرات في أنظمة التلف الأخرى غير واضح.[26]

### 3.4.8 بكتيريا فساد الأطعمة المبردة الغنية بالبروتين مثل اللحوم والأسماك ومنتجات الألبان حيث تساهم في تحلل مكونات الغذاء وقد تنتج روائح كريهة وتشمل:

#### 3.4.8.1 Acinetobacter (الراكدة ):

هي بكتيريا توجد على جثث الدواجن على خط معالجة اللحوم أثناء عملية التصنيع وتم عزلها من مجموعة متنوعة من اللحوم والأسماك الفاسدة.

تنمو Acinetobacter عند درجة حموضة منخفضة تصل إلى 3.3 وقد تم اكتشافها في حالة فساد المشروبات الغازية.

لا ينتج هذان الجنسان الليباز خارج الخلية أو كبريتيد الهيدروجين أو ثلاثي ميثيل أمين وبالتالي تعتبر ذات احتمالية أنّها تسبّب فساد للأطعمة منخفضة.[27]

#### 3.4.8.2 Alcaligenes( المقليات) :

هو ملوث محتمل لمنتجات الألبان واللحوم وقد تم عزله من الزبدة والحليب الفاسد تتميز بإنتاجها برائحة كريهة.

توجد هذه البكتيريا بشكلٍ طبيعي في الجهاز الهضمي لبعض الحيوانات وكذلك في التربة والمياه.[27]

### 3.4.8.2 Flavobacterium (الصيفرية):

توجد هذه البكتيريا على نطاق واسع في البيئة وفي الأطعمة المبردة، وخاصة منتجات الألبان والأسماك واللحوم.

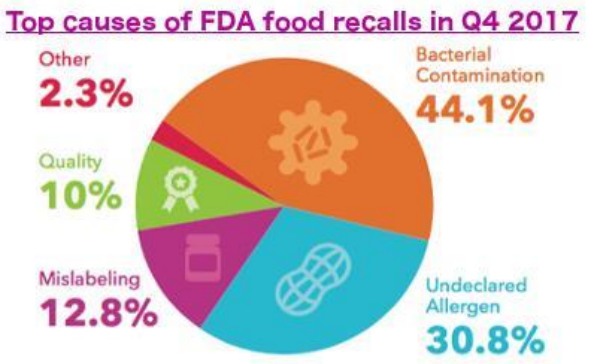
تنتج كل من الليباز والبروتياز لإنتاج روائح كريهة في الزبدة والسمن والجبن والقشدة وغيرها من منتجات الألبان.

### 3.4.8.3 Photobacterium و Moraxella

مكونات مهمة للميكروفلورا توجد في الأسماك.

يمكن أن تنمو وتنتج ثلاثي ميثيل أمين في الأسماك المخزنة بالثلج والمعبأة بالتفريغ من الهواء .[27]

### 3.4.8.4 Brochothrix :

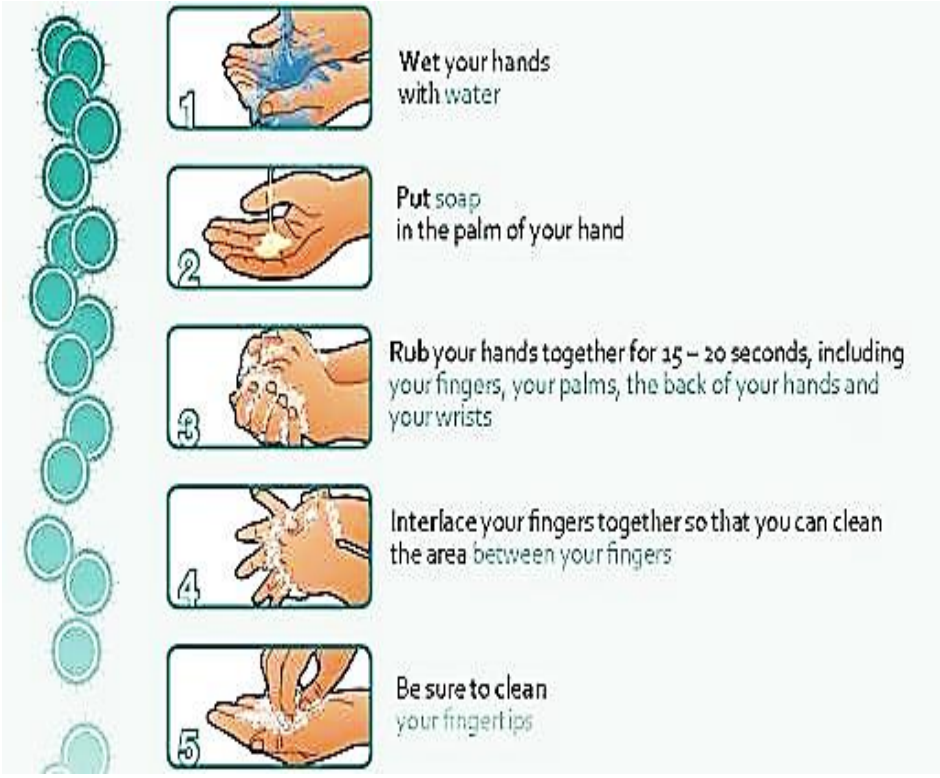



**الشكل (4): يوضح أهم الاسباب التي وضعتها الـ FDA فيما يتعلق بتلوث الأغذية.**

تم عزل Brochothrix عن اللحوم والأسماك ومنتجات الألبان والخضروات المجمدة. ينتج مجموعة من الروائح تعرف بأن لها طبيعة حامضية وعفن تفوح منه رائحة كريهة [٢٧].

لمنع تلوث الغذاء بالملوثات البيلوجية لا بد من أخذ الكثير من الاحتياطات:

1. تجنّب الاستهلاك، أي عدم تناول الأطعمة مثل اللحوم والأسماك النيئة وينبغي تجنّب وضعها في السلطات.
2. إنّ انتفاخ العلب ذات الأغطية الصدئة أو غير محكمة الإغلاق قد يدلّ على أنّها قد تحتوي على سموم المطثية الوشيقية لذلك لابد من التخلص منها.
3. الأطعمة منتهية الصلاحية يجب عدم استخدامها وعدم استهلاكها.
4. يجب تجنّب تناول الحليب الخام لما قد يحتويه من ملوثات بيولوجية تضر بصحة الأنسان والاعتماد على المنتجات المبسترة ومواد التطهير والتنظيف تساعد تمامًا على حماية الأشخاص من مسبّبات الأمراض.
5. يجب توخي الحذر عند استهلاك الطعام وأي بقايا أطعمة كانت في درجة حرارة الغرفة لأكثر من ساعتين أو في الطقس الحار لأكثر من ساعة، حيث يجب التخلص منها.
6. إنّ المعالجة الحرارية المناسبة وطهي الأطعمة بشكلٍ صحيح يقلل من خطر الإصابة بالأمراض التي تنتقل عن طريق الأغذية الملوثة ببعض الميكروبات مثل اللحوم والدواجن والأسماك والمحار.




**الشكل(5): يوضح خطوات غسل اليدين الصحيحة.**

| Bacteria Responsible | Description | Habitat | Types of Foods | Symptoms | Cause | Temperture Sensitivity |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Staphylococcus aureus** | Produces a heat–stable toxin | Nose and throat of 30 to 50 percent of healthy population; also skin and superficial wounds. | Meat and seafood salads, sandwich spreads and high salt foods. | Nausea, vomiting and diarrhea within 4 to 6 hours. No fever. | Poor personal hygiene and subsequent temperature abuse. | No growth below 40° F. Bacteria are destroyed by normal cooking but toxin is heat–stable. |
| **Salmonella** | Produces an intestinal infection | Intestinal tracts of animals and man | High protein foods – meat; poultry, fish and eggs. | Diarrhea nausea, chills, vomiting and fever within 12 to 24 hours. | contamination of ready–to–eat foods, insufficient cooking and recontamination of cooked foods. | No growth below 40° F. Bacteria are destroyed by normal cooking. |
| **Clostridium perfringens** | Produces a spore and prefers low oxygen atmosphere. Live cells must be ingested. | dust, soil and gastrointestinal tracts of animals and man. | Meat and poultry dishes, sauces and gravies. | Cramps and diarrhea within 12 to 24 hours. No vomiting or fever. | Improper temperature control of hot foods, and recontamination. | No growth below 40° degrees F. Bacteria are killed by normal cooking but a heat–stable spore can survive. |
| **Clostridium botulinum** | Produces a spore and requires a | Soils, plants, marine sediments and fish. | Home–canned foods. | Blurred vision, respiratory distress | Improper methods of home– | Type E and Type B can grow at 38° F. Bacteria |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | low oxygen atmosphere. Produces a heat-sensitive toxin. | | | and possible DEATH. | processing foods. | destroyed by cooking and the toxin is destroyed by boiling for 5 to 10 minutes. Heat-resistant spore can survive. |
| **Vibrio parahaemolyticus** | Requires salt for growth. | Fish and shellfish | Raw and cooked seafood. | Diarrhea, cramps, vomiting, headache and fever within 12 to 24 hours. | Recontamination of cooked foods or eating raw seafood. | No growth below 40° F. Bacteria killed by normal cooking. |
| **Bacillus cereus** | Produces a spore and grows in normal oxygen atmosphere. | soil, dust and spices. | Starchy food. | Mild case of diarrhea and some nausea within 12 to 24 hours. | Improper holding and stroage temperatures after cooking. | No growth below 40° F. Bacteria killed by normal cooking, but heat-resistant spore can survive. |
| **Listeria monocytogenes** | Survives adverse conditions for long time periods. | Soil, vegetation and water. Can survive for long periods in soil and | Milk, soft cheeses, vegetables fertilized with manure. | Mimics meningitis. Immuno-compromised individuals most | Contaminated raw products. | Grows at refrigeration (38-40° F.) temperatures. May survive minimum |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | plant materials. | | susceptible. | | pasturization tempertures (161° F. for 15 seconds.) |
| **Campylobacter jejuni** | Oxygen sensitive, does not grow below 86° F. | Animal reservoirs and foods of animal origin. | Meat, poulty, milk, and mushrooms. | Diarrhea, abdomianl cramps and nausea. | Improper pasteuriztion or cooking. cross-contamination. | Sensitive to drying or freezing. Survives in milk and water at 39 ° F for several weeks. |
| **Versinia enterocolitica** | Not frequent cause of human infection. | Poultry, beef, swine. Isolated only in human pathogen. | Milk, tofu, and pork. | Diarrhea, abdominal pain, vomiting. Mimics appendicitis. | Improper cooking. Cross-contamination. | Grows at refrigeration temperatures (35-40° F.) Sensitive to heat (122 °F.) |
| **Enteropathogenic E. coli** | Can produce toxins that are heat stable and others that are heat-sensitive. | Feces of infected humans. | Meat and cheeses. | Diarrhea, abdominal cramps, no fever. | Inadequate cooking. Recontaminati on of cooked product. | Organisms can be controlled by heating. Can grow at refrigeration temperatures. |

# References قائمة المراجع

## Physical Contamination:


1- Luisa F. Castro and James R. Hollyer Department of Plant and Environmental Protection Sciences, A Farmer's Guide to Biological, Chemical, and Physical Food Adulteration, (2014).

2- CVO/Food Safety Knowledge Centre, Food Safety Program.

3- Anil Kumar, School of Biotechnology, Devi Ahilya University, Indore, India, Some Physical, Chemical and Biological Contaminants Which are Dangerous to Food Safety, (2019).

4- Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments (IAEA Technical Reports Series No.472, 2010).

5- Measurement of Radionuclides in Food and the Environment A Guidebook, Technical Reports Series No. 295 (IAEA Technical Reports Series No. 295, 1989).

6- Radioactive fallout in soils, crops and food (FAO, 1989)


## Chemical Contamination:


1-Abhilash p.,singh N – (2009). Pesticide use and application :an Indian scenario .j.Hazard.Mater.165.1-12 .10.1016/ [pubmed].

2-Bassil k..Vakil C ..sanbon M..cole D..Kaur j..Kerr K.(2007).Cancer health effects of pesticides.Can .Fam Phys .53.1704-1711[pubmed].

3-Bajwa U ..Sandhu K.(2011).Effect of handling and processing on pesticide residues in food -a review J.Food Sci Technol .51.201-220.10.1007/ [PMC free article] [63eiss63].
4-Androutsopoulos V..Hernandez A..(2013). A mechanistic overview of health associated effects of low levels of organochlorine and organophosphorous pesticides. Toxicology 307.89-94 [pubmed].
5-Fertilizers Europe (2006) guidance for compatibility of fertilizer blending materials.
6- Donoghve Dj (2003).Antibiotics resdues in poultry tissue and eggs human health concerns poultry Sci.
7-Heitzman Rj (1994) : vet .drug residues in food producing Animal and their products Black well scientific publication oxford .UK.
8-Meinhardt UJ .Hokk (2006) "modulation of growth hormones actions by sex steroids hormons". Clin endocrinal (OXF).65 (4):413-22.
9-Low Lc (1991) Growth hormones "clinical studies and 63eiss63nment63 aspects".Neuroendocrinology .53 suppl 1:37-40.
10-cordle .F..et al "Human Exposure to poly chlorinated Biphenyls and polybrominated biphenyls. "Environ ."Health persp. 24:157,1978.
11-McNulty.W.P ."primate Study, "Nation al conference on polychlorinated Bipheyls .Chicago.1975.
12-United Nations 63eiss63nment program and the world health Organization Environmantal Health Criteria : Mercury Geneva .p.23.1976.
13-Gerstner ,H .B..and J .E .Huff " clinical Tox icology of mercury" Journal of Toxicology and enviromantal health 2:491.1997.
14-Evans H.LR ..Garman and B .weiss "Methylmercury exposure duration and Regional distribution as determinants of Neurotoxicity in Nonhuman Primates" .Tox icology and applied pharmacology 41:15.1997.

## Biological Contamination:

[1] Adedoyin, O.T., Ojuawo, A., Adesiyan, O.O., Mark, F. and Anigilaje. E.A. (2008) Poisoning Due to Yam Flour Consumption in Five Families in Ilorin, Central Nigeria. West African J. Med, vol 27 pp. 27: 41-43.

[2] Adeleke, S.I. (2009). Food Poisoning Due to Yam Flour Consumption in Kano (Northwest) Nigeria. J. Health Allied Sci. vol 8 pp 10-12.

[3] Aarnisalo, K., Raaska, L. & Wirtanen, G. (2007). Survival and Growth of Listeria monocytogenes in Lubricants used in the Food Industry‖. Food Control, vol 18, pp 1019–1025.

[4] Aarnisalo, K., Tallavaara, K., Wirtanen, G., Maijala, R, & Raaska, L. (2006). The Hygienic Working Practices of Maintenance Personnel and Equipment Hygiene in the Finnish Food Industry‖. Food Control vol 17, pp 1001–1011

[5] Hyman, F. N., Wontz, K. C. and Tollefson, L. (1993). Food and Drug Administration Surveillance of the role of foreign objects in foodborne injuries. Public Health Reports 108:54 – 59.

[6] Prescott, L.M.S., Harley, J.P. and Lein, D.A.(1999) . Microbiology. MacGraw-Hill publisher, New York, 4th edition. pp 916-919.

[7] Gorham, T. R. and Zarek, L. (2006). Filth and other foreign objects in foods, a review of analytical methods and health significance: In Handwork of food science Tech and Engineering Hui, Y. (ed). Taylor and Francis CRC press, Boca Raton. FL.

[8] Scallan. E. et al., (2011). Foodborne illness required in the United States major pathogen. Emerging infectious disease 17, 7 – 15.

[9] World Health Organization (2005). How Safe is your Food? From Farm to Plate, Make Food Safe‖. Available on

http://www.afro.who.int/en/rdo/speeches/4599-message-of-the-who-regional-director-for-africa-dr-matshidiso-moeti-for-world-health-day-2015.html Accessed 26 Jan, 2016

[١٠]D.E. Burkepile, J.D. Parker, C.B. Woodson, H.J. Mills, J. Kubanek, P.A. Sobecky and M.E. Hay. Ecol., 2006 .2831-2821 :87 ،

[١١]L.S. Kantor, K. Upton, A. Manchester and V. Oliveira. Food Rev., 1997, 20: 2-12 .

[١٢]P. Martorell, M.T. Fernandez-Espinar and A. Querol. Int. J. Food Microbiol., 2005, 101: 293-302 .

[١٣]V.B. Fonnesbech, K. Venkateswaran, M. Satomi and L. Gram. Appl. Environ. Microbiol., 2005, 71: 6689-6697 .

[١٤]T. Kutzemeier. Europ. Dairy Magzin., 2006, 7: 34-36 .

[١٥]P. Lempert. Progressive Grocer, 2004, 83: 18p .

[١٦]L. Gram, L. Ravn, M. Rasch, J.B. Bruhn, A.B. Christensen and M. Givskov. Int. J. Food Microbiol., 2002, 78 .97-79 :

[١٧]R.E. Mandrell, L. Gorski and M.T. Brandl. In: Microbiology of fresh fruits and vegetables (Eds. G.M. Sapers ،J.R. Gorney, and A.E. Yousef), New York: Taylor and Francis Group, 2006, pp. 33-73 .

[١٨]P. Elez-Martinez, J. Escola-Hernandez, R.C. Soliva-Fortuny and O. Martin-Belloso. J. Food Prot., 2004, 67 .2602-2596 :

[١٩]G.D. Casey and A.D.W. Dobson. J. Appl. Microbiol., 2003, 95: 13-22 .

[٢٠]J.A. Couto, F. Neves, F. Campos and T. Hogg. Int. J. Food Microbiol., 2005, 104: 337-344 .

[٢١]J.I. Pitt and A.D. Hocking. Fungi and Food Spoilage. Blackie Academic and Professional, New York, 1977 .

[٢٢]K. Boor and H. Fromm. In: Food Spoilage Microorganisms (Ed. C. Blackburn), CRC Press LLC, Boca Raton FL, 2006, pp. 171–193 .

[٢٣]M. Rasch, J.B. Andersen, K.F. Nielsen, L.R. Flodgaard, H. Christensen, M. Givskov and L. Gram. Appl .Environ. Microbiol., 2005, 71: 3321–3330 .

[٢٤]J.B. Bruhn, A.B. Christensen, L.R. Flodgaard, K.F. Nielsen, T.O. Larsen, M. Givskov and L. Gram. Appl .Environ. Microbiol., 2004, 70: 4293–4302 .

[٢٥]F. Russo, D. Ercolini, G. Mauriello and F. Villani. Food Microbiol., 2006, 23: 797–802 .

[٢٦]M.C. Hozbor, A.I. Saiz, M.I. Yeannes and R. Fritz. Food Sci. Technol., 2006, 39: 99–104.

[27]R. Mayr, K. Gutser, M. Busse and H. Seiler. Milchwissenschaft, 2004, 59: 262–266.