

## السيطرة والتحكم في نمو وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة لضمان سلامة الغذاء

نظراً لأن الخطر البيولوجي والذي يعني تلوث الأغذية بالكائنات الحية الدقيقة كما ذكرنا ذلك من قبل، لذلك ومن أجل السيطرة والتحكم في نمو وتكاثر تلك الكائنات الحية الدقيقة وخصوصاً الممرضة منها يجب الامام بمعرفة احتياجات وعوامل نشاط هذه الكائنات وذلك من أجل امكانيات السيطرة عليها والحد من اضرارها او منعها قدر الامكان.

عوامل نشاط البكتيريا: Factors for Bacterial Growth

هناك ستة عناصر اساسية تحتاج اليها البكتيريا وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة الاخرى وخصوصاً الضارة منها حتي يمكنها النشاط والنمو والتكاثر أو حتي الاستمرار في الحياة، وهذه العناصر الستة يمكن أن نخترها في لفظ "FATTOM" وهي تمثل العناصر الستة الهامة للإستمرار حياة ونشاط وتكاثر ونمو البكتيريا وهي تتمثل فيما يلي:

F	• الطعام Food
A	• الحموضة (pH) Acidity
T	• درجة الحرارة Temperature
T	• الوقت Time
O	• الاكسجين Oxygen
M	• الرطوبة أو النشاط المائي Moisture $a_w$

شكل العوامل الستة لنمو وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة

أولاً: الطعام: Food

يمكن تقسيم الطعام بالنسبة للبكتيريا وسرعة التلوث إلى ثلاث انواع من المواد الغذائية وهي كما يلي:

### 1- الأغذية عالية الخطورة High Risk Foods

هي عبارة عن الأغذية التي يفضلها الميكروب وهي ايضاً الأغذية سريعة التلف والتي تكون صلاحيتها قد لا تتعدي بضعة ساعات قليلة إلى عدة ايام قليلة. وهذا النوع من الأغذية سريع التلف والفساد وهي تتمثل عادة في الأغذية الغنية خصوصاً بالبروتينات والكربوهيدرات, ولا يقصد هنا بكلمة عالية الخطورة انه لا ينبغي تناول هذه الانواع من الاطعمة إنما يقصد أن يتم التعامل معها بجديّة وحظر والسعي دائماً إلى ضمان سلامتها وجودتها حتي يمكن تفادي مخاطر فسادها أو تلوثها. كما يمكن أن تشمل الأغذية عالية الخطورة اصناف الاطعمة التالية: (الأغذية الغنية بالبروتينات والكربوهيدرات مثل اللحوم والطيور والاسماك ومنتجاتهم كذلك اصناف مثل المكرونة والارز والكسكسي المطهي – وكذلك الاطعمة الناضجة أو المطهية حيث أن الأغذية المطهية تكون اكثر عرضة للفساد عنها وهي نيئة – كذلك الأغذية التي يتم شرائها وهي ناضجة ولا تحتاج إلى طهي وتسمى الأغذية الجاهزة للاكل Ready To Eat Foods مثل الانشون والسلامي والجبن وغيرها ) حيث أن مثل هذه الاصناف اذا تم تلوثها لا يمكن السيطرة عليها

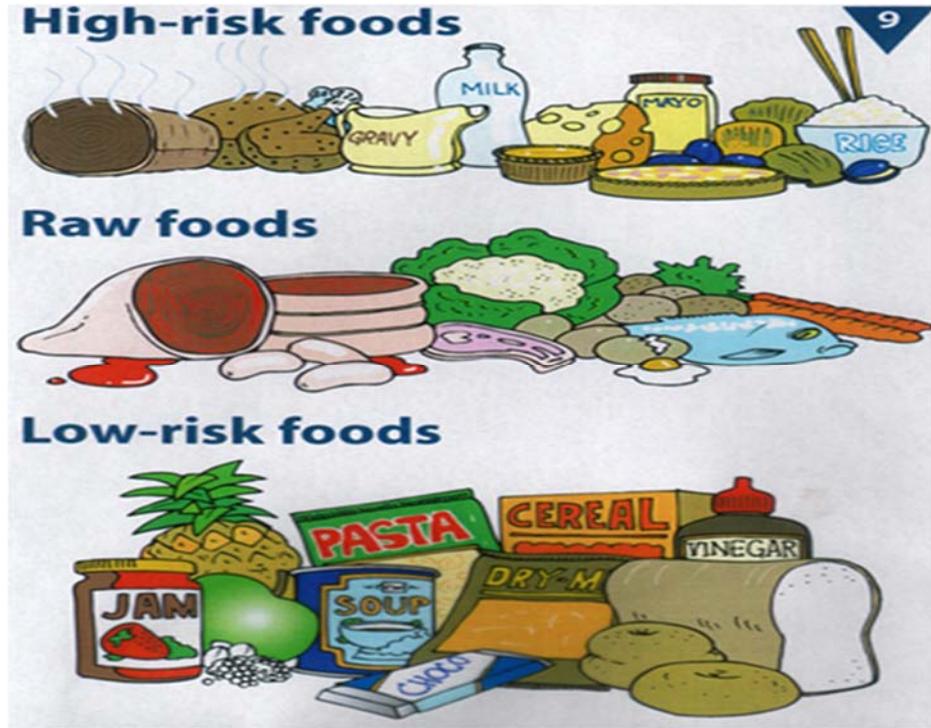
## 2-الأغذية متوسطة الخطورة:Medium Risk Foods

هي مجموعة الأغذية التي يمكنها مقاومة الفساد والتلف فترة اكبر قد تكون من عدد من الايام وحتى عدد من الاسبوع، وغالباً ما تكون مثل هذه الانواع من المواد الغذائية قليلة المحتوي من البروتينات والكربوهيدرات ولكنها غالباً ما تكون غنية بالعناصر الاخرى مثل

الاملاح المعدنية والفيتامينات والالياف ومن امثلة هذا النوع من الأغذية اصناف الخضروات والفاكهة التي يمكن ان تكون صالحة للاستخدام لعدد من الايام أو الاسبوع. كما أنه غالباً ما يفسد مثل هذا النوع من الأغذية انواع من الفطريات.

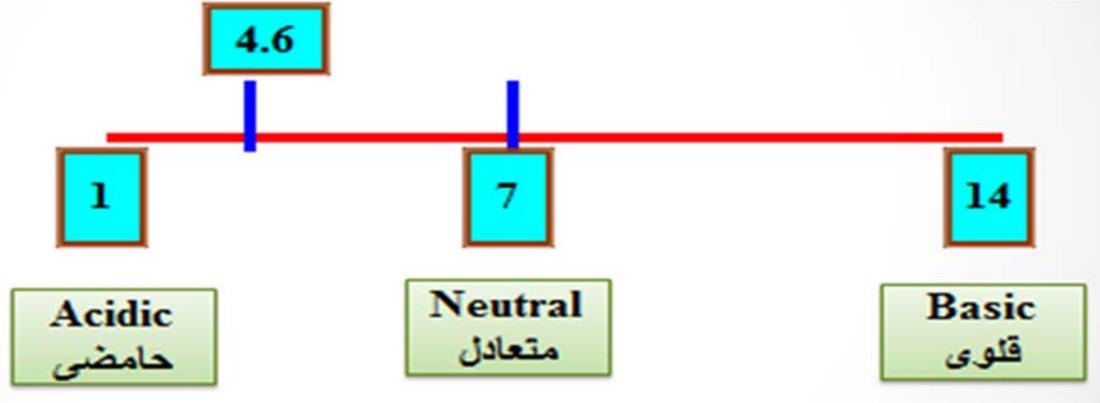
## 3-الأغذية منخفضة الخطورة:Low Risk Foods

هي مجموعة الأغذية التي يمكنها مقاومة التلف والفساد وذلك نظراً لانه غالباً ما ينقصها عدد من العوامل الستة المساعدة علي نمو وتكاثر البكتيريا FATTOM حيث أن هذا النوع من الأغذية غالباً ما يكون اما جاف Dry مثل الفول الجاف أو الارز أو المكرونة الجافة – أو يكون مضاف إليه كميات من السكر أو الملح مثل العسل أو المربي أو المخللات – كذلك تعتبر الاطعمة المعلبة والمضاف اليها المواد الحافظة ضمن هذه المجموعة من الأغذية. كذلك يمكن القول بان هذه المجموعة من الأغذية يمكن أن تقوام التلف والفساد إلى مدة قد تصل من عدة اشهر وحتى عدد من السنوات.



الشكل يوضح اقسام المواد الغذائية الثلاث

غالباً ما يمكن تقسيم السوائل والمواد الغذائية إلى أنواع تميل للوسط الحامضي Acidic أو أنواع تميل للوسط القلوي أو القاعدي Basic أو النوع الوسطي المتعادل. Neutral ويمكن توضيح هذا الامر من خلال التعرف علي مقياس الاس الهيدروجيني والذي يختصر علمياً بـ power/ Potential of hydrogen (pH). هي القياس الذي يحدد ما إذا كان السائل حمضاً أم قاعدياً أم متعادلاً. ويمكن معرفة درجة حموضة أي محلول باستخدام مؤشر الرقم الهيدروجيني. درجة الحموضة (يسمونها أحياناً الأس الهيدروجيني) هي سالب لوغاريتم تركيز أيون الهيدروجين في محلول ما ويشير إلى درجة حموضة ذلك المحلول، ويمكن قياسه عن طريق مؤشر الأس الهيدروجيني.



الشكل لمقياس الاس الهيدروجيني أو مقياس الحموضة والقلوية في الغذاء

من الـ 1 حتي الـ 7 هي مقياس درجة الحموضة، ومن الـ 7 حتي الـ 14 هو مقياس القلوي، بينما عند درجة الـ 7 نفسها هو الوسط المتعادل أي أن المادة ليست حمضية ولا قلوية. والدرجة 7 هي فقط مقياس المياة المقطرة في درجة حرارة الغرفة، بينما من الاطعمة والمواد الغذائية الحامضية يمكن أن نذكر الليمون، البرتقال، اللارنج، الخل، الطماطم...الخ. ومن الاطعمة والمواد القلوية نذكر بياض البيض، الفول المدشوش الجاف، البيكنج صودا...الخ.

في حين نجد أن البكتيريا والكائنات الحية الضارة يمكنها الحياة بشكل جيد في ظل درجة حموضة تتراوح ما بين 4,6 درجة وحتى 7 درجة حموضة لذلك لو اردنا مقاومة البكتيريا يمكن من خلال عدم توفير هذه الدرجة التي تفضلها من خلال العمل علي خفض الحموضة حتي تكون اقل من درجة 4,6 وذلك من خلال اضافة وسط أو مواد حامضية للغذاء مثل الخل أو الليمون أو غير ذلك أو رفع القلوية إلى ما هو اعلي من درجة الـ 7 وذلك من خلال استخدام مواد قلوية مثل بياض البيض أو البيكنج صودا أو غيرها .

ملاحظة: يمكن القول بأن الدرجة ما بين 4,6 وحتى 7 هي درجة الحموضة الخطر

ما هي درجة الحموضة الخطر Acidic/pH danger zone ؟

هي درجة أو منطقة الحموضة التي يمكن أن تعيش فيها البكتيريا والجراثيم بشكل جيد دون مخاطر وهي الدرجة ما بين 4,6 حموضة وحتى 7. لذلك يجب مقاومة البكتيريا والجراثيم باستخدام الحموضة والقلوية من خلال توفير الدرجة الغير الملائمة لنمو وتكاثر البكتيريا والجراثيم وهذه الدرجة تكون اقل من 4,6 أو اعلي من 7 وذلك من خلال اضافة أو استخدام مواد حمضية أو مواد قلوية.

ثالثاً: درجة الحرارة الخطر (TDZ) Temperature Danger Zone

هي درجة الحرارة المناسبة لنمو وتكاثر البكتيريا والميكروبات (الاحياء الدقيقة) وهي من درجة 5م° إلى 65م°. بينما درجة الحرارة المثلي. Optimum Temperature 30°C to 40°C (37°C) لذلك يجب حفظ الأغذية بعيداً عن هذه الدرجة، حيث يجب ما يلي:

درجة الحفظ البارد (الأغذية المبردة) من 1م° إلى 5م° السماح إلى 8م°

درجة حفظ التجميد (الأغذية المجمدة) من -18 م° إلى -20 م° السماح إلى -12 م°

درجة حفظ الأغذية الساخنة اعلي من 65 م° السماح إلى 60 م°

درجة حفظ الأغذية الجافة من 15 م° إلى 25 م° هي دون درجة 30 م°

كما أنه يجب ضمان أن يتم طهي الطعام علي درجات الحرارة الآمنة كما يلي:

- اللحم 68م لمدة دقيقتين أو 78 م لمدة 20 ثانية وهذا كحد ادني
- الطيور 75 م لمدة دقيقتين أو 82 م لمدة 20 ثانية كحد ادني

بينما ليس هناك درجات حرارة لتسوية الاسماك وغيرها من المنتجات الاخري حيث انها يجب ان تطهي بشكل كامل. لكن وبشكل عام يجب ضمان طهي جميع اصناف الطعام علي درجة حرارة 75 م كحد ادني.

ملاحظة: يجب دائماً ضمان حفظ الاطعمة في درجات الحرارة الصحيحة والمناسبة لها حيث أن هناك قاعدة تخص سلامة الغذاء تذكر أنه "إذا تم ترك الطعام في نطاق درجة الحرارة الخطر TDZ مدة تزيد عن 4 : 6 ساعات يعتبر هذا الغذاء غير صالح للاستخدام الأدمي"

رابعاً: الوقت: Time

وهنا يجب السؤال عن ما هو الوقت المناسب لنمو وتكاثر البكتيريا وغير من الميكروبات؟

الاجابة: تحتاج البكتيريا للتكاثر حوالي من 10 : 20 دقيقة اذا توافرة لها ظروف النمو المناسبة FATTOM حيث تتكاثر البكتيريا غالباً بالانقسام الثنائي حيث يمكن أن تصل الواحدة منها في خلال 1:40 دقيقة اي فقط 100 دقيقة إلى مليون كما يمكن أن يصل عددها في خلال من 10 : 12 ساعة إلى حوالي البليون. وعند العدد بليون تسمى مستعمرة وعندها يمكن رؤية البكتيريا بالعين المجردة.

لذلك يجب ضمان أن يتم العمل دائماً بشكل سريع حيث يجب إتمام إجراءات الاستلام أو التخزين أو الصرف أو التجهيز أو الطهي أو الحفظ بعد الطهي أو الخدمة كل شيء يجب أن يتم في اسرع وقت ويفضل أن لا يزيد وقت التعامل مع الغذاء عن المتوسط 15 دقيقة. حيث يجب أن يتم استلام المواد الغذائية الواردة في اقل من 15 دقيقة وليس المقصود هنا كل الكمية إنما يجب الاعتماد علي عمليات التنظيم والترتيب اثناء إجراءات الاستلام حيث يجب ضمان العمل في نطاق هذا الوقت لما يخرج من سيارات المورد حيث يجب أن يتم الفحص وقياس الحرارة وغيرها من الإجراءات خلال المدة المحددة وعدم ترك المواد الغذائية عرضة للتلف واشاعة الشمس وفي درجة الحرارة الخطر مدة اكثر من اللازم.

خامساً: الاكسجين Oxygen

يمكن تصنيف البكتيريا وغيرها من الكائنات الحية الاخري حسب احتياجها للهواء أو الاكسجين إلى ثلاث انواع اساسية هي:

- هناك انواع من البكتيريا هوائية Aerobic هي انواع تحتاج إلى الاكسجين ولا تعيش غالباً بدونه ويمكن التحكم بها من خلال التحكم في كمية الاكسجين
- وهناك انواع لاهوائية Anaerobic هي انواع تعيش وتنمو في عدم وجود الاكسجين
- وهناك انواع وسطية أو اختيارية Optional هي انواع يمكنها الحياة في وجود أو عدم وجود الأوكسجين

السؤال هنا: كيف يمكن لنا التحكم بنمو وتكاثر البكتيريا والميكروبات بعنصر الهواء أو الأوكسجين؟

الاجابة: بشكل عام يمكن التحكم في الانواع المحبة للأكسجين من خلال ما يلي:

- سحب الأوكسجين والتخلص منه كما في حالات صناعة المعلبات وحفظ الاطعمة في عبوات أو اكباس مفرغة الهواء حيث أن البكتيريا هنا لا يتوافر لها كمية الأوكسجين المناسبة وهنا إما تموت أو علي الاقل يقل نشاطها أو حتي تتوقف عن الحياة حتي يعود الأوكسجين.
- التغطية حيث أن تغطية الطعام يمكنها أن تعمل علي تقليل كميات الأوكسجين مما يساهم في خفض النشاط والتكاثر للبكتيريا الموجودة
- التسوية وطهي الطعام حيث أن وجود الحرارة يعمل علي تبخر الأوكسجين الموجود في السوائل مما يصعب علي البكتيريا النشاط والتكاثر، ولذلك يجب العمل علي قلب الطعام اثناء الطهي حتي يمكن التخلص من اكبر قدر ممكن من الملوثات.

#### سادساً: الرطوبة Moisture النشاط المائي (aw) Water Activity

إن الماء هو اساس الحياة وبدون الماء تنتهي الحياة لذلك حتي البكتيريا وغيرها من الكائنات الحية تحتاج إلى الماء أو الرطوبة من اجل حياتها، ولذلك ايضاً فانه من خلال التحكم في كميات المياة أو الرطوبة يمكننا من التحكم في تلوث الغذاء وضمان سلامة الغذاء.

النشاط المائي أو الرطوبة تعني بشكل مبسط "كمية الماء المتوافرة أو الضرورية لحياة البكتيريا واتمام مراحل التكاثر والنشاط، هذا ويمكن قياس النشاط المائي أو الرطوبة علي المقياس التالي:



الشكل لمقياس النشاط المائي أو محتوى الرطوبة

- الصفر مياة أو رطوبة يعني لا نمو ولا حياة نظرا لعدم توافر المياة أو الرطوبة
  - الواحد هو الماء نفسة في صورته الطبيعية ووجود الماء يعني وجود الحياة والنمو والتكاثر وغيرها من أنشطة الحياة الاخرى
  - بينما يمكن للبكتيريا النمو والتكاثر والحياة اذا كانت موجودة في بيئة توفر درجة رطوبة ما بين 0,6 وحتى 0,85 (60%):  
85% نسبة رطوبة، لذلك يمكننا السيطرة والتحكم في نمو وتكاثر البكتيريا من خلال عدم توفير نسبة الرطوبة الملائمة لها وذلك يمكن أن يحدث من خلال المراحل الاربع التالية:
- 1 التجفيف: (يعني سحب اكبر قدر ممكن من رطوبة الطعام وبحيث تكون اقل من 60% حتي يمكن التحكم أو قتل اكبر قدر من البكتيريا أو علي الاقل ضمان وقف نشاطها)
  - 2 التسكير: (يعني اضافة كميات كبيرة من السكر حيث أن السكر يصعب علي البكتيريا امتصاص الرطوبة الاستفادة منها لذلك نجد أن الاطعمة التي تحتوي علي كميات مرتفعة من السكر يمكنها أن تكون صالحة إلى فترات اكبر كما في حالة العسل والمربي وغيرها)

-3 التمليح: (يعني اضافة كميات كبيرة من الملح حيث أن الملح يصعب علي البكتيريا امتصاص الرطوبة الاستفادة منها لذلك نجد أن الاطعمة التي تحتوي علي كميات مرتفعة من الملح يمكنها أن تكون صالحة إلى فترات اكبر كما في حالات المخلل والحفظ بالتمليح)

-4 التجميد: (حيث أن تجميد الطعام يعمل علي تجميد جزيئات الرطوبة مما يصعب علي البكتيريا امتصاص الرطوبة وهنا يمكن ان تموت أو علي الاقل يقف أو يقل نشاطها وتكاثرها)

ملاحظة: درجة الرطوبة الخطر Moisture Danger Zone

هي نسبة الرطوبة التي يمكن من خلالها للبكتيريا النمو والتكاثر حيث تحتاج البكتيريا إلى نسبة رطوبة ما بين 0,6 وحتى 0.85 (60% : 85%) نسبة رطوبة