**بسم الله الرحمن الرحيم**

 وهو الذي سخر البحر لتأكلو

منه لحماً طرياً وتستخرجو منه حلية تلبسونها وترى الفلك مواخر فيه ولتبتغوا من فضله ولعلكم تشكرون \*

 صدق الله العلي العظيم

**طرق تداول وحفظ وتصنيع الاسماك**

**أ.د. خديجة صادق جعفر الحسيني**



**المقدمة :**

 الأسماك حيوانات فقرية، من ذوات الدم البارد، تتنفس بواسطة الغلاصم وتتحرك بمساعدة الزعانف وتعتمد كلياً على الماء لمعيشتها. يغطي جسم معظم أنواعها قشور Scales. والأسماك أكثر تنوعاً من اللحوم والطيور حيث يوجد أكثر من 20 ألف نـــوعاً من الأسماك الصالــــــــــــــــــــــــــــــحة للأكل سواء الــــــــنهرية والبــــــــــــــــحرية والأصداف (احمد واخرون، 2005).

 تمتاز الأسماك بأنها مصدر للبروتين الحيواني أرخص من كثير من المصادر الأخرى بالإضافة إلى بساطة طرق إعدادها وتجهيزها للأكل وإنخفاض تكاليفها وكذلك قيمتها الحرارية المعتدلة. وقد تبين أن القيمة الغذائية للأسماك مساوية للحوم. كما اتضح من الدراسات أن زيوت الأسماك مصدراً معتدلاً للطاقة الحرارية بجسم الإنسان بالإضافة إلى ماتحتويه من فيتامينات هامة. كما يمتاز دهن السمك باحتوائه على نسبة مرتفعة من الأحماض الدهنية غير المشبعة مما يُساعد على تقليل مستوى الكوليسترول فى دم الإنسان. كما تعد الأسماك مصدراً غنياً للأملاح المعدنية مثل الكالسيوم والفوسفور واليود والحديد وكذلك المعادن النادرة التي لاغنى عنها للإنسان عنها ولذلك تعمل كل من هيئة الصحة العالمية WHO وهيئة الأغذية والزراعة الدولية FAO على نشر الوعي لزيادة تربية الأسماك. وتعود القيمة الهضمية للأسماك الى السهولة التى يمتص بها بروتين الأسماك وبمعنى آخر سرعة ودرجة نشاط الإنزيمات فى تحليله وتكسيره إلى وحدات بنائه الأولية وهي الأحماض الأمينية. وترجع سهولة الهضم لانخفاض محتوى أنسجة الأسماك من الأنسجة الضامة وكذلك لقصر طول الأليف الأساسية الداخلة فى تركيب العضلات. وتتأثر القيمة الهضمية لبروتينات الأسماك المجففة وخاصة عند إرتفاع درجات الحرارة أو عند زيادة مدة تعرض الأسماك لظروف التجفيف ويعلل ذلك بتكون روابط مقاومة لفعل الأنزيمات Enzymes resistant linkag. وقد ثبت أن دخول الأسماك فى الوجبات الغذائية يسبب انخفاضاً في مستوى الليبيدات فى بلازما دم الإنسان بدرجة أكبر من تأثير الأغذية الحيوانية الأخرى (الهيئة العامة للثروة السمكية، 2013).

 تعتبر الأسماك من الأغذية الهامة للإنسان وتنمية الثروة السمكية بالبلاد وهي الهدف السريع للخروج من أزمة نقص البروتين الحيواني ومن أهم الطرق فعالية لزيادة الإنتاج من الأسماك هو إنشاء صناعة صيد السمك على أساس علمي حديث وإنشاء صناعة متطورة لتصنيع الأسماك حيث يحتل التبريد والتجميد يليها صناعة الحفظ في العلب والتدخين والتمليح والتجفيف. وأن أهمية الحفظ بالتبريد والتجميد تتلخص في المحافظة على الصفات المبدئية للأسماك بحالتها الطازجة الأولية دون أى تغيير(هندي، 1986).

 أن الأسماك من الأغذية سريعة التلف والفساد لذلك فإنه إن لم تتبع الطرق الصحيحة فى الحفظ والتداول فإن الأسماك تفسد وتتغير صفاتها لذا فإنه من بدء الصيد للأسماك حتى وصولها إلى أيدى المستهلكين يجب أن تكون الأسماك المصادة تحت ظروف التخزين المبرد وبالشروط والمواصفات القياسية أي ان هذا يشمل التبريد المبدئي والتجميد والتخزين المبرد والمجمد وعمليات النقل المبرد والتخزين لحين استهلاكها بحالة عالية الجودة (الطائي، 1987).

**تداول الاسماك**

 تعتبر عملية تداول الاسماك بعد الحصاد من أهم العمليات التى يجب الاهتمام بها بهدف الحفاظ على الانتاج بحالة جيدة حتى يمكن الحصول على أعلى سعر. وقبل ان نتكلم عن طرق حفظ وتداول الاسماك يهمنا ان نعرف صفات الاسماك الطازجة ومظهر الفساد في الاسماك والاسباب والعوامل التى تؤدى الى فساد الأسماك (هندي، 1986).

 لجأت شركات صيد وحفظ الأسماك إلى طرق الحفظ المختلفة بغرض إطالة عمرها والاستفادة منها أقصى استفادة. ومن هنا لجأت هذه الشركات إلى إقامة مصانع على سفن ومراكب الصيد على اختلاف حجمها لحين نقلها إلى الثلاجات وأماكن التخزين بغرض تداولها وبيعها.

 من المعروف ان مدة حفظ الاسماك المبردة فى الثلج المجروش لا تتعدى 14 يوماً بينما يمكن بالتجميد حفظ الاسماك لمدد اطول من ذلك بكثير تتراوح بين ثلاثة شهور وسنه او اكثر على حسب نوع الاسماك وطريقة التجميد المستخدمة كما أن هناك طريقة وسطية لحفظ الاسماك بالتجميد الجزئي. ومدة [حفظ الأسماك](http://www.gafrd.org/tags/6710/posts) بهذة الطريقة تصل الى35 يوماً وتستخدم هذه الطريقة لبعض الأنواع من الأسماك التى سوف يعاد تصنيعها ببعض الطرق الاخرى مثل التعليب والتدخين وخلافه.

**أهم العوامل التي تؤثر فى فساد الأسماك**

1. أسلوب الصيد: يعتبر الخطوة الاولى التى تؤثر على الاسماك فالصيد بشباك الجر ذات الكيس يؤدي الى تراكم الاسماك فوق بعضها مما ينتج عنه ضغط الاسماك فى الكيس مما يؤدي الى بروز الاحشاء وهو مصدر للتلوث الميكروبي كما يحدث تهتك للعضلات تحت تاثير الانضغاط يؤدي الى تحرير الانزيمات الداخلية من الجسم وهذه تساعد على الفساد.
2. نوع الاسماك:الاسماك المفلطحة اسرع تلفاً من الاسماك المستديرة لسرعة حدوث التيبس الرمي في الاسماك المفلطحة عن المستديرة كما ان الاسماك الدهنية اسرع فساداً لاكسدة دهونها غير المشبعة .
3. حالة الاسماك عند اصطيادها: الاسماك المجهدة كثيرة المقاومة تفقد الكلايكوجين ومع التداول الزائد تكون اكثر تلفاً من الاسماك الاقل اجهاد كما ان الاسماك ذات الامعاء الخالية اقل عرضة للتلف من الاسماك الممتلئة امعائها .
4. نوع ومدى تلوث الاسماك البكتيري: تتلوث الاسماك بالبكتيريا من الماء الذى تعيش فيه او العمال المصابين او من المعدات والشباك الملوثة وكذلك من داخل امعائها وكلما زادت اعداد البكتيريا زاد الفساد خاصة اذا كانت هناك جروح بالأسماك .
5. عملية فرز وتصنيف الاسماك: تعتبر عملية فرز وتصنيف الاسماك من العمليات الهامة والحيوية والتى تساعد على رفع القيمة التسويقية للاسماك فكل تاخير فى هذه العملية يسبب خسارة تقدر بـ 25 % من صلاحية الاسماك ويراعى عند الفرز غسل الاسماك باستعمال تيار مائي مضغوط ومن الاخطاء الشائعة الغسيل في حوض  حيث يساعد على انتشار الميكروب.

 الفرز على حسب الانواع والاحجام ووضعها فى العبوات المناسبة مع وضع الثلج الكافي وترص بالطريقة الصحيحة .

**طرق تداول الأسماك**

 • يعتبر نقل الأسماك من أخطر مراحل [تداول الأسماك](http://www.gafrd.org/tags/5836/posts) وتتم على مرحلتين:

 • الأولى: بعد الصيد مباشرة وقبل الحفظ حيث يتم تجميع الاسماك ونقلها الى اماكن الفرز والتعبئة وتعتبر هذه المرحلة من اخطر المراحل حيث تؤدي الاخطاء الشائعة خلال هذه المرحلة الى فساد نسبة عالية من الأسماك .

 والطريقة الصحيحة هى وضع الأسماك فى عبوات خشبية ( طوايل) عبوة 2 كيلو او عبوات بلاستيك 15 كيلو ولا يتم وضع الاسماك في عبوات كبيرة حتى لاينضغط السمك والنقل يتم بعيداً عن الشمس المباشرة او الاتربة والغبار ويجب تغطية الاسماك اثناء النقل.

 •الثانية: النقل من مراكز الفرز والتعبئة الى الاسواق او مراكز الحفظ والتصنيع ويتم النقل الى المراكز المختلفة اما في سيارات مجهزة أوسفن مجهزة لنقل الأسماك (هندي، 1986).

**كيفية التغلب على الآثار السلبية للتداول**

 هناك بعض الاعتبارات لو اتبعت لامكن الإقلال من الآثار الضارة الى حد كبير الا وهي:

 **(أ) معاملة مصيد الجر والصيد من المزارع السمكية.**

 وتعتمد على تحاشي التمزق والتهتك الناتج عن ضغط الصيد بعضه ببعضه ومن آثار الشوائب والملوثات هي عدم تكدس الاسماك فى أكوام او في الصناديق وتوزع الاسماك في طبقة لا تتجاوز 3 سم.

- فرز الأنواع المختلفة من الانتاج كل على حدة بحسب ليونة أجسامها ولا تخلط ذات الدهن العالي مع الاسماك العضلية.

- لا تستعمل المجارف الحديدية لتفريغ او تجميع الاسماك.

- تنظيف الاسماك كلها بتيار سريع من المياه.

- عدم غسل الاسماك في أحواض تملأ بالمياه حتى لاتؤدي الى توزيع العوالق والملوثات والتخلص فوراً من الاسماك الممزقة او المشوهة.

* يتم الفرز على مائدة مغطاة بالبلاستيك او الصاج المجلفن والنقل الى طوايل خشب او البلاستيك ذات ثقوب لتصفية المياه والشوائب العالقة.

- عدم ترك الاسماك فى الشباك اكثر من ساعتين.

**(ب) معاملة الاسماك قبل النقل واثناء التسويق**

 1-غسل الطوايل التي توضع بها الاسماك بالمياة النظيفة.

 2- نثر كمية من الثلج المجروش جيدًا على قاع الطاولة بسمك 2 – 3 سم.

 3- يتم رص الاسماك فى طبقة واحدة الروؤس عكس الذيل.

  4- يتم رص طبقة الاسماك فوق الثلج ثم طبقة ثلج واخرى [سمك](http://www.gafrd.org/tags/6509/posts) وهكذا.

 5- يتم رص المجموعة الاولى من الطوايل وتحفظ سواء في ثلاجة المركب او غرف الحفظ.

 6- يجب ان تكون نسبة السمك الى الثلج 1:1 فى الشتاء و2 ثلج:1[سمك](http://www.gafrd.org/tags/6509/posts) في الصيف.

 7- عند التسليم يجب فحص العبوات والاسماك واستبعاد التالف منها.

 8- تنقل الاسماك فى سيارات مغلقة ومعزولة عن الحرارة او يتم تغطيتها اذا لم يتوفر ذلك.

 -9 عند وصول الاسماك الى مكان التسويق يتم حفظها فوراً في ثلاجات خاصة.

[**المعاملات الاساسية للأسماك بعد عملية الصيد لضبط جودتها**](http://www.gafrd.org/posts/528008)

 تعنى كلمة الجودة فى لحوم الأسماك مستوى طزاجتها ( رائحة ونكهة وطعم وطراوة ) أو بمعنى أخرى مدى التدهور فى خواص لحومها نتيجة لعمليات التحلل البروتيني والدهني. يشمل أيضاً مفهوم الجودة صحة وسلامة لحوم الاسماك وعدم تواجد الجراثيم المرضية الضارة والطفيليات ومتبقيات الكيمياويات المختلفة. ومن المعروف لدى المستهلكين أن أفضل جودة متوقعة من الأسماك حتى تمر مدة ظاهرة التيبس الرمي قبل عمليات التجهيز والتصنيع للحصول على جودة أفضل للمنتج النهائي. وهناك طرق عديدة تستعمل لتقييم جودة الأسماك ويمكن أن تصنف إلى الطرق الحسية والطبيعية والكيميائية والميكروبيولوجية .

**.1. التقييم الحسي :**

 التقييم الحسي لجودة الأسماك هو إتباع نظام علمي دقيق لتحليل خصائص الغذاء المحسوسة من خلال أحاسيس الإنسان الطبيعية كالبصر والطعم واللمس. وعلى أية حال، فالطرق الحسية تتميز بالنتيجة السريعة وتعتبر وسيلة رخيصة وبسيطة لفحص وتحديد جودة الأسماك. وقد يستعمل بعض الأجهزة المعملية مثل جهاز bohlin rheometer  لقياس درجة قوام اللحوم (texture) وجهاز the artificial nose  لقياس مدى التغير فى الرائحة .

 **يستخدم التحليل الحسي الأحاسيس الإنسانية لتقيم الرائحة والنكهة والقوام وعلمياً، تقسم العملية إلى ثلاث خطوات :**

 1**.** الكشف عن المحفز ( الرائحة أو النكهة أو القوام ) بأعضاء الحس الإنسانية .

 2. التقييم والتفسير من قبل التفكير العقلي .

 3. رد المخمن على المحفزات .

 ولذلك فإنه هناك إختلافات متفاوتة بين الافراد فى رد نفس مستوى المحفزات ويمكن أن يساهم فى جواب غير حاسم من الأختبار الحسي. على سبيل المثال يمكن أن يختلف الناس كثيراً فى تقيمهم للألوان (عمى ألوان ) وأيضاً فى حساسيتهم إلى المحفزات الكيميائية. لا يستطيع بعض الناس تحديد رائحة فساد الدهون (الزرنخة) أو رائحة الأطعمة المخزنة بالتبريد. ومن المهم جداً أن يكون هناك إدراك لهذه الأختلافات عند أختيار وتدريب الفاحصين للتحليل الحسي. لذا يجب أن يدرب الفاحص بعناية جداً لكي يستطيع تقييم الخواص التي تصف ميزات السمك. والأختبارات التحليلية فى مراقبة جودة الأسماك يمكن أن تنقسم إلى مجموعتين:

* الأختبارات المميزة (discriminative tests)تستعمل الأختبارات المميزة للتقرير إذا كان هناك إختلاف يوجد بين العينات (triangle test and ranking test) وتستخدم عادة لتقيم جودة منتجات الأسماك.
* الأختبارات الوصفية (descriptive tests) تستعمل لتقرير طبيعة وكثافة الأختلافات (profiling and quality test)  وتستخدم لتقرير جودة الأسماك الطازجة سواء بالتبريد أو التجميد.

 ان الاسماك الطازجة هي أفضل الأسماك خاصة الحديثة الصيد لاحتفاظها بطزاجتها الجيدة وتفاوت أسعارها وتحتاج لوقت كبير في إعدادها. وتوجد عدة طرق يمكن التعرف بواسطتها على طزاجة السمك.

**فحص الأسماك :**

**حددت الصفات الحسية للأسماك الطازجة على النحو التالي :**

 -  الرائحة : تكون طبيعية ومقبولة في السمك الطازج. اما السمك غير الطازج فله رائحة قوية نفاذة تشبه رائحة النشادر.

 -القوام) صلابة أنسجة السمك): تماسكها عند الضغط عليها خفيفاً باليد اذ يكون القوام متماسكاً ولا يترك علامة غائرة مكان الضغط عليه بالأصبع او انطباعات ناتجة عن الضغط على الاسماك .

 -  العينان: يجب أن تكون لامعة براقة زجاجية ظاهرة وممتلئة غير غائرة في حالة الأسماك الكاملة.

 - الخياشيم: حمراء طبيعية وخالية من المواد المخاطية المعتمة ذات الرائحة الكريهة. ولونها متجانس ولاتوجد عليها خطوط بنية اللون كما في حالة الأسماك المصادة بالمبيدات.

- المظهر: تكون الأسماك الطازجة سليمة ونظيفة تتميز بسطح براق مموج لامع مغطى بطبقة لزجة رقيقة شفافة متجانسة ناعمة. وفي حالة الأسماك الكاملة تكون القشور ملتصقة مع الجلد ( للأصناف ذات القشور).

 - القشور: يجب أن تكون لامعة غير سهلة الإنفصال عن الجلد إذا ماحكت بالأصابع في اتجاه معاكس وغير لزجة.

 وعند وضع السمك فى الماء فإن السمك الطازج يهبط إلى القاع بينما السمك الفاسد يطفو إلى أعلى ويحدث الطفو كذلك فى الأسماك المصادة بالمبيدات. عند إمساك السمكة الطازجة من رأسها أفقياً فإن ذيلها ليسقط إلى أسفل.

 عند قطع السمك الطازج لايلاحظ أى نزيف دموي بها أما السمك الفاسد يشاهد نزيف عند القطع سائل لونه أحمر داكن ذا رائحة كريهة.

 بالنسبة للأسماك ذات الأصداف مثل الكابوريا والجمبري الصالحة منها يكون لونها طبيعياً وعند جذب ذيلها يرتد سريعاً إلى الوضع الطبيعي وإن تكون ثقيلة الوزن. (هندي، 1986).

**وقدد حددت أيضاً أن تكون الأسماك الطازجة خالية من العيوب الأتية :**

- الجفاف الشديد أو العميق : يكون على شكل تغيرات غير طبيعية بيضاء أو صفراء اللون على السطح تخفى لون اللحم ولا يمكن إزالتها بالكشط دون التأثير على مظهر العينة ولا تزيد مساحة التغير فى اللون نتيجة الجفاف على 10% من مساحة سطح العينة أو 10% من وزن العينة .

- الرائحة والنكهة : وجود أى روائح أو نكهة غير مقبولة تدل على حدوث فساد أو تزنخ أو رائحة علف .

- عيوب اللحم : أي تغيرات فى القوام كوجود مواد مخاطية مع إرتفاع محتوى الرطوبة بأكثر من 86% فى سمكة واحدة أو وحدة العينة مع قوام غير متماسك طري ينشأ عن تأثير الطفيليات بنسبة لا تزيد على 5% بالوزن من وحدة العينة .

 -القوام : حدوث تهتك في قوام اللحم يدل على حدوث فساد وفى تركيب العضلة يظهر على شكل متهرىء أو متعجن أو سهل الفصل من العظام .

- التهتك البطني : يحدث نتيجة إنفجار التجويف البطني للأسماك الكاملة غير المنظفة كدليل فساد.

**مظاهر الأسماك التالفة غير صالحة للإستهلاك :**

 من المعروف أن [فساد الأسماك](http://www.gafrd.org/tags/10267/posts) يتم تدريجيا فالأسماك بعد الصيد مباشرة تكون محاطة بطبقة مخاطية عديمة الرائحة ويلاحظ ان بريق العين ولون الخياشيم احمر دموي وعند الضغط على بطن السمكة يخرج سائل شفاف عديم الرائحة من فتحة الشرج. وبعد مرور عدة ساعات على الاسماك التى تم صيدها دون تثليجها تظهر عليها علامات [فساد الأسماك](http://www.gafrd.org/tags/10267/posts) وتنحصر في الآتي:

1. عندما تتغير رائحة السمك إلى رائحة النشادر غير مقبولة.
2. إنفجار بطن السمك وخروج الأحشاء. وبالضغط على بطن السمكة يخرج من فتحة الشرج سائل ذو رائحة كريهة.
3. عندما ينفصل لحم السمكة عن العظم بسهولة مع وجود لون يشبه صدأ الحديد.
4. عندما يتلون لحم السمكة على إمتداد السلسلة العظمية باللون الأحمر.
5. انفصال القشور بسهولة من على الاسماك.
6. اختفاء بريق العيون.
7. تحول لون الخياشيم الى اللون الفاتح.
8. بروز فتحة الشرج.
9. عند الضغط على الجسم تترك الاصابع اثر لفترة من الوقت.

ويفضل الإقلال من تداول السمك فى أشهر الصيف حيث يفسد بسرعة بسبب إرتفاع درجة الحرارة.

**طرق غش السمك :**

1- خلط الأسماك التالفة بأخرى طازجة.

2- نزع عيون السمك خاصة ذو الحجم الكبير.

3- تلوين الخياشيم باللون الأحمر يشبه اللون الطبيعى لها.

4- خلط السمك بالثلج المجروش حيث يخفض من رائحتها وإخفاء مظاهر الفساد حيث يجمد جسم السمك. وأحياناً تدهن الأسماك بمادة مخاطية لزجة.

5- تجميد الأسماك التالفة وبيعها على هيئة مجمدة فى طبقات.

6-  رش السمك الغير طازج بكميات كبيرة من ملح الطعام لإخفاء الألوان غير المرغوبة أو إضافة أملاح الفوسفات لجعل الأسماك رطبة ومحتفظة بالماء.

 اضافة الى الطرق الحسية السابقة واختبار الطفو فى الماء فهناك طرق تحليلية كيميائية وميكروبيولوجية للتدليل على مدى طزاجة السمك ولو ان هذه الطرق مكلفة ومستهلكة للوقت وتشمل:

1. **الطرق الكيميائية :**

 إنها قد تعطي لنا دليل أو مؤشر على مستوى الحمل الميكروبي في اللحوم ودرجات التدهور والتحلل فيها. ولكن العيب الآساسي في هذه الطرق أنها قد لا تتفق مع كافة منتجات الاسماك لآن هناك بعض المواد قد تتأثر بالطهي أو عملية التعليب

 أُجريت أبحاث كان الهدف منها تحديد مواصفات محددة للأسماك باستخدام الادلة الكيميائية، والتي تُعطي فكرة واضحة عن نوعية لحوم الاسماك المعدة للاستهلاك او لعمليات التصنيع المختلفة. وتشمل الأدلة الكيميائية كل من الرقم الهيدروجيني pH ونسبة الأحماض الدهنية الحرة FFA وقيمة البيروكسيد PV ورقم الثايوباربتيوريك TBA ورقم اليود IV (Haard,1992).

**تركيز المواد النيتروجينية المتطايرة المختزلة الكلية** وحدود القبول لها في معظم أصناف الأسماك لا تزيد عن 25 ملغم/100غم وهي الأكثر إستخداماً لقياس جودة المأكولات البحرية وهذا أختبار عام يشمل قياس كل من المركبات الكيمائية التالية: الآمين ثلاثي المثيل (ناتج عن التحلل بفعل جراثيم الفساد) والآمين ثنائي المثيل (ناتج عن التحليل الأنزيمي أثناء تخزين الأسماك بالتجميد) والأمونيا (ناتج عن تحلل الأحماض الأمينية والنكليوتيد). وتتكون مادة الأمونيا من تدهور البروتينات والأحماض الأمينية بفعل النشاط البكتيرى لبكتيريا الفساد، وكما لوحظ أيضاً إنتاجها نتيجة إنهيار الأدينوسين مونوفوسفات في بعض المنتجات السمكية المبردة.

 ومن المعروف ان هذه القواعد النيتـــــروجينية هي المســؤولة عن ارتـــفاع قيــــم الرقم الهيدروجــــــيني، وهذا ما اثبته Cheng *et al.* ,1989)).

**الأمين ثلاثي المثيل** هو نوع من الأمينات اللاذعة المتطايرة والتي كثيراً ما ترتبط برائحة الفساد (الزفارة) المميزة للمأكولات البحرية. ويتواجد فى لحوم الأسماك الفاسدة نتيجة تكسير مركب أكسيد الأمين ثلاثي المثيل الذي بطبيعة الحال متواجد فى أنسجة الأنواع البحرية وبعض أسماك المياه العذبة. **ان** نسبة الأمين ثلاثي المثيل يجب ان لا تزيد عن 10ملغم /100 غم من لحم السمك.

 يُعتقد ان مركب اوكسيد الامين ثلاثي المثيل والمركبات القادرة على انتاج الامين ثلاثي المثيل مثل الكولين واللسثين مسؤولة عن اعطاء الرائحة المميزة للاسماك (Zaitsev,1969).

* **الأمينات الحيوية  biogenic amines**لحوم الأسماك لديها القدرة على دعم تشكيل مجموعة واسعة من المركبات الأمينية الحيوية بفعل النشاط البكتيري لجراثيم الفساد حيث أن لتلك الجراثيم المقدرة على ازالة مجموعة الكاربوكسيل من بعض الأحماض الأمينية وانتاج الهستامين والبوتريسكين والكادافيرين والتيرامين من ازالة مجموعة الكاربوكسيل من الهستديين والرنيثين والليسين والتيروسين على التوالي. حاز مركب الهستامين على الأهتمام الأكثر من قبل الباحثين فى علوم صحة وسلامة الأغذية لكونه مرتبط بحوادث التسمم الغذائي المعروف بأسم السكومبرويد (scombroid fish poisoning) ويكثر هذا النوع من التسمم الغذائي في أصناف الأسماك التي تحتوي على نسبة كبيرة من الحامض الأميني المعروف بأسم الهستدين مثل أصناف سكومبرويد الأسماك (التونة،الاسقمري). ومع ذلك فإن عدم تواجد الهستديين فى لحوم الآسماك لايؤخذ به كدليل على صلاحية الأسماك المبردة. وان متوسط الهستامين يجب أن لا يزيد في العينات المختبرة عن 10 ملغم/100غم من لحوم الاسماك التابعة الى العائلات الاتية : كليوبيديا – اسكمبوريدا – بوماتوميديا – اسكمبوسوسيديا -  كوريفينديا بشرط ألا تحتوى أى وحدة من العينة على أكثر من 20 ملغم/100غم.
* **قيمة حامض الثايوباربتيوكThiobarbituric acid reactive substance**  تحتوي لحوم الأسماك على نسبة كبيرة من الأحماض الدهنية غير المشبعة والتي تعطي الأسماك القيمة الغذائية العالية لأهميتها كغذاء صحي لسلامة الإنسان. وكذلك تكون الأسماك عرضة للتلف السريع نتيجة تحلل هذه الدهون نتيجة للأكسدة المباشرة oxidative rancidity  أو نتيجة النشاط البكتيري إذا أساء تخزين الأسماك مما يعرضها إلى تدهور سريع. ويعتبر أختبار تقدير قيمة الثايوباربتيوك من أهم الاختبارات المعتمدة للكشف عن سلامة الدهون وجودة الأسماك. ان نسبة حامض الثايوباربتيوك يجب أن لا تزيد عن 4.5 ملغم مالونالدهيد/كغم من لحم السمك.

 من الأدلة الكيميائية قيمة حامض الثايوباربتيوريك TBA وهي مقياس لمدى التزنخ التاكسدي، وقد سجلت الابحاث حصول زيادة تدريجية في قيمة هذا الحامض بسبب اكسدة الدهون لاسيما بوجود الاوكسجين. واقترح Schormullor (1969) ان الحد الاعلى لقيم TBA للاسماك ذات النوعية الجيدة هي8 ملغم مالونالديهايد / كغم سمك. واشار Figueroa-Garcia *et al*. (2002) الى ان قيمة TBA لشرائح اسماك الجري المجمدة على –2 م° لمدة 0، 2، 4،6 ، 9، 13 يوم كانت 0.008، 0.005، 0.007، 0.008، 0.075، 0.090 مايكروغرام مالونالديهايد / كغم سمـــــــــــــك على التـوالي، بينـــــــــــــــــــــما لاحـظ Decker *et al.* (2005) ان قيـمة TBA لاسمـاك القـد الـطـازج والمـحفوظ عند 2 م° كانت 4.8، 5.9 ملغم مالونالديهايد / كغم سمك على التوالي. درس الشطي (2006) قيمة TBA لاسماك الصبور والجفوتة الطازجة ووجد ان قيمة TBA 17.69، 1.29 على التوالي.

 لُوحظ ان قيمة TBA تزداد بتاثير التجميد في جميع العينات الماخوذة من الاسماك، وترجع هذه الزيادة الى حصول تفاعلات الاكسدة التزنخية وانعكاسها على تدهور النوعية، ومن المعروف ان دهون الاسماك تحتوي كميات لا باس بها من الاحماض الدهنية غير المشبعة سريعة التاكسد، (Martin *et al*., 1978) وان تفاوت نسبتها باختلاف انواع الاسماك واختلاف انواع العينات يؤدي الى اختلاف قيم TBA المقاسة في هذه الدراسة، وان هذه القيم TBA تُعد منخفضة بالمقارنة مع المدى المناسب للنوعية المقبولة والـــــــــــبالغ 5 ملغم مالونالديهايد / كغم سمك (Mendenhall, 1972).

 وجد ان قيمة TBA لاسماك الجري فقد كانت القيمة 0.87 ملغم مالونالديهايد/كغم سمك (Bogges *et al*., 1971) كذلك كانت قيمة TBA التي اشار لها Nakayama and Yamanota, (1977) في اسماك القرش والجري والبلوق الطازجة 0.5 ملغم مالونالديهايد/كغم سمك.وتوصل الحبيب والاسود (1985) ان قيمة TBA في اسماك البني والكطان الطازجين 0.93، 0.84 ملغم مالونالديهايد/كغم سمك. اما قيمة TBA لاسماك الجري الاوربي واسماك القطب الجنوبي التي درسها Manthey *et al*. (1991) فقد كانت القيم 0.9، 0.32 ملغم مالونالديهايد/كغم سمك على التوالي.ولاسماك المولت المنزوع الجلد وغير منزوع الجلد الطازج وهي 1.8، 1.7 ملغم مالونالديهايد / كغم سمك (Deng *et al*., 1977)، الا ان قيمة TBA لشرائح الماكريل الطازج وهي بحدود 0.76-0.63 ملغم مالونالديهايد/كغم سمك والتي توصل لها (Koladziejsda *et al*., 2004). ولُوحظ ان قيمة TBA للحم سمك Blue whithing المحفوظ في درجة الصفر المئوي عند الخزن لمدة خمسة ايام فقد ارتفعت القيمة من 0.0 الى 1.57 ملغم مالونالديهايد/كغم سمك، بينما كانت قيمة TBA المقاسة في شرائح الجري المجمدة عند –2 م° لمدة (0، 2، 4، 6، 9، 13) يوم (0.008، 0.005، 0.007، 0.008، 0.075، 0.09) ملغم مالونالديهايد/كغـم سمك عـلى التـوالي وقـد توصل لهذه النـتائج (Figueroa-Garcia *et al*., 2002).وقيمة TBA لاحشاء سمك الماكريل هي بحدود 1.82-1.2 ملغم مالونالديهايد/كغم سمك (Kolodziejska *et al*., 2004).كما وجد Hindi *et al*. (1996) عند دراسته لاسماك الصبور الطازج ان قيمة TBA كانت 1.35 ملغم مالونالديهايد/كغم سمك.

* **قيمة** **الرقم الهيدروجيني pH**

لُوحظ ان قيمة الرقم الهيدروجيني pH في معظم الأسماك بعد موتها يتراوح بين 6.8-6.6 ويصل إلى قيمته القصوى وهي 6.5-6.2 (هندي، 1986) بينما في دراسات أخرى ذكر إن قيمة الرقم الهيدروجيني pH للاسماك الطازجة تتراوح بين 6.8-6.2 وزيادته عن ذلك دليل على فساد الأسماك (الطائي، 1987)، في حين اشار Mac (2004) عند دراسته لأسماك الصبور الطازج والمجمد ان قيمة الرقم الهيدروجيني pH كانت بين 6.48-5.69.

 ان قيمة الرقم الهيدروجيني لاسماك الهوكي وهي 6.6-6.7 والتــــــــــــي درسها Ryder *et al*. (1993)، واقل كـذلك من قيمة الرقم الهيدروجيني لاسماك الكارب العادي والتراوت اذ كانت قيمة الرقم الهيدروجيني لها 6.75 و 6.45 على التوالي (Laroche *et al*., 1996). اما قيمة الرقم الهيدروجيني لاسماك الكارب والكطان فقد كانت 6.4 و 6.3 على التوالي التي درسها كل من جاسم وفارس (1988) كذلك فان قيمة الرقم الهيدروجيني لاسماك الكارب العشبي الطازج التي درسها العزعزي (2002) اذ كانت 6.5. وقيمة الرقم الهيدروجيني لسمك الرنكة التي كانت بحدود 6.8-6.2 (Hamare *et al*., 2003)، اما (Mac,2004) فذكر ان قيمة الرقم الهيدروجيني لسمك الصبور كانت 6.48-5.69، كذلك وجدت علي (2006) ان قيمة الرقم الهيدروجيني لسمك الصبور والبياح الذهبي حوالي 6.57 و 6.62 على التوالي، بينما قيمة الرقم الهيدروجيني لمفروم اسماك الحف ومفروم اسماك البياح الذهبي وهي 6.09 و 5.90 على التوالي (عمر،2003)، الا ان قيمة الرقم الهيدروجيني لعضلات سمك البلس والتي درسها Ushio *et al*.(1991) وهي بحدود 7.4-7.2. ان قيمة الرقم الهيدروجيني لشرائح القد المخزنة عند (5 م°) لمدة ساعتين وعند (3-5) م° لمدة سبع ساعات وعند (15 م°) لمدة ثلاث وخمس ساعات، وقد كانت قيمة الرقم الهيدروجيني لهذه الشرائح بحدود 6.50، 6.70، 6.80، 6.70 على التوالي (Castell *et al*.,1956)، وقيمة الرقم الهيـدروجيني التـي توصـل لها Parisi *et al*. (1999) في شرائح سمك الباس البحرية المجمدة على درجات حرارية مختلفة، وكانت قيمة الرقم الهيدروجيني للـشرائح المجـمدة على -4 م° لمدة 15 يوماً حـوالي 6.5 والشرائح المــجمدة عند – 20 م° لمدى 30 يوماً حوالي 6.3 وفي الشرائح المجمدة عند -80 م° لمدة 90 يوماً حوالي 6.5.

حصلت Aidos (2002) عند قياسها لقيمة الرقم الهيدروجيني على قيمة هي 6.20 لمخلفات اسماك الرنكة، بينما لُوحظ ان قيمة الرقم الهيدروجيني لمخلفات السردين 6.10. كانت قيـــمة الرقم الهـيدروجيني لخـليط اسـماك الرنــــــــــــــــــــــــــــــــــــــكـة والمــاكريل فــــــــــــــــــقد كانـت قيـــــــــــــمـة الرقم الهـيدروجيـني 6.90 El Marrakchi *et al*. ,1990)).

* **قيمة الحموضة**

اشارت الابحاث إلى ان قيمة الحموضة احد الأدلة الكيميائية المعتمدة والموثوقة لتحديد طزاجة الأسماك وأن FFA لشرائح الرنكة ومخلفاتها الطازجة والمجمدة كانت (1.30، 6.2، 0.36)% على التوالي، اما لأسماك الرنكة المنزوعة الرؤوس ومخلفات رؤوسها فقد كانت FFA 0.70 % و 0.8% على التوالي ولخليط المخلفات الطازجة وخليط المخلفات الـــــــــمملحة والمجمدة 0.7% و 8.9% على التوالي (Aidos, 2002). وبيّن عمر (2003) ان قيمة الحموضة لمفروم اسماك الحف ومفروم اسماك البياح الذهبي ومفروم اسماك البياح الاخضر كانت 0.71 و 0.80 و 0.62% على التوالي، بينـــما اشار Mac (2004) ان قيمة الحموضة لسمك الصبور كانت تتراوح بين 4.91-1.46.

درس الشطي (2006) قيمة FFA وAV% لاسماك الصبور والجفوتة الطازجة ووجد ان قيمة الحموضة ونسبة الاحماض الدهنية الحرة بلغت 2.905% ، 1.46% و 3.860%، 1.94%على التوالي.

 بشكل عام لُوحظ ان قيمة AV و FFA% ارتفعت في العينات بتاثير تجميدها والسبب يرجع الى تحلل دهون الاسماك بفعل انزيمات اللايبيزات والفوسفولايبيزات وانطلاق الاحماض الدهنية الحرة والتي تؤدي الى رفع قيمة الحموضة ونسبة الاحماض الدهنية الحرة عند القياس (Anderson, 1980)، ومن المعروف ان تحلل الدهون هي السبب الرئيس في التغيرات النوعية الحاصلة في الانسجة العضلية للاسماك.

 ان التغاير في قيمة AV و FFA% في لحوم الاسماك ناتج عن اختلاف محتواها من الدهن فهناك علاقة طردية بين محتوى الدهن ونسبة AV و FFA% فكلما ازداد محتوى العينة من الدهون ارتفعت قيمة AV و FFA% (Ackman and Ke, 1968)، وان اختلاف محتوى العينات السمكية من الدهون يرجع الى اختلاف مكوناتها العضلية (العضلات البيضاء والداكنة)، فكلما ازدادات نسبة العضلات الداكنة في تركيب الانسجة العضلية ازدادت نسبة الدهن والعكس صحيح، اذ ان هذه العضلات تعد مخازن للدهون (Ke *et al*., 1977)، ويؤيد هذه النظرية ما توصل له Basund and Ganrot (1969) الذي درس العضلات الداكنة والبيضاء لاسماك الرنكة، كما يعود السبب في هذا الاختلاف الى وجود كميات مختلفة من الرطوبة في الاسماك التي تُساعد في عملية التحلل المائي (الحكيم وناصر،1987).

 وجد ان قيمة الحموضة للاسماك الحمراء والرنكة المسطحة، فقد كانت قيمة AV 2.88، 4.2 ملغم KOH/غم سمك على التوالي والتي درسها Ackman and Ke (1968). وكانت قيمة AV لاسماك الصبور الطازج وهي بحدود 4.91-1.46 ملغم KOH/غم سمك(Mac, 2004) ، كذلك فان قيمة AV لاسماك الصبور كانت 0.75 ملغم KOH/غم سمك (علي، 2006).

ان قيمة الحموضة المساوية لمقدار 0.62 ملغم KOH/غم لاسماك الكارب الطازج التي درسها الشطي (1994). اما نسبة %FFA لاسماك ابوعوينه والجفوتة الكامل الطازج والمجمد فهي1.06، 1.15% و
1.02، 1.09% على التوالي، وهي اعلى من نسبة %FFA للعضلات الداكنة والبيضاء لاسماك الرنكة الطازجة فقد كانت نسبة %FFA 0.5 ملغم KOH/غم (Basund and Ganrot,1969)، كذلك FFA% لاسماك القد الطازج وهي 0.15 ملغم KOH/غم سمك التي درسه Anderson and Ravesi (1970).

 ان قــــيمة FFA% للعــــضلات الداكنة والبيضاء لاسماك الرنكة المجـمدة على –15م° وكانت نسبة %FFA 10، 2.8% على التوالي (Basund and Ganrot, 1969) ، لكنها كانت ضمـــــــــن حدود نسبة %FFA لاسماك القــــــــــــد المجمدة على –12م° لمدة تسعة اشهر البالغة 3.25-0.05% (Bligh and Scott, 1966). ذكر الشطي (2006) في الصبور الطازج احتوى على 1.46% احماض دهنية حرة، ونسبة %FFA لاسماك الكارب العشبي والبني 0.095% و 0.082% مليمكافئ/100غم (العزعزي، 2002). وكانت قيمة الحموضة 2.88 غم KOH / غم سمك للاسماك الحمراء (Ackman and Ke, 1968)، وكانت قيمة الحموضة لاسماك السردين الطازج واسماك السلمون الاطلنطي وهي 1.4، 1.96غم KOH /غم سمك التي درسها Koizumi *et al*. (1988) و Zhou *et al*. (1995). وكانت قيمة الحموضة لسمك الرنكة المسطحة وهي 4.2 ملغم KOH /غم سمك (Ackman and Ke, 1968)، كانت قيمة AV لاسماك الماكريل وهي 15.4 ملغم KOH /غم سمك (Koizumi *et at* ., 1988).

 ان قيمة FFA% لاسماك الرنكة المنزوعة الرؤوس والتي كانت حوالي 0.7% Aidos (2002) لكن الباحثة ذكرت ان قيمة FFA% لشرائح الرنكة كانت 1.3% .

**قيمة البيروكسيد**

كانت قيمة البيروكسيد دليلاً آخراً على الطزاجة، وقد اوضح Pearson (1976) ان الاسماك تُعد تالفة عند وصول قيمة البيروكسيد الى 10 مليمكافئ/كغم سمك. وان الزيادة في قيمة البيروكسيد تعود الى احتواء زيوت الاسماك على نسبة مرتفعة من الاحماض الدهنية غير المشبعة مما يجعلها سريعة الاكسدة حيث تتكون مركبات عديدة منها البيروكسيدات والألديهايدات (المالونالديهايد) والكيتونات التي تُعطي النكهة الزنخة (الطائي، 1987).

ذكرت Aidos (2002) ان قيمة البيروكسيد كانت 112.6، 47.8، 30.1 و8.5 مليمكافئ/كغم سمك في مخلفات رؤوس الرنكة ولاسماك الرنكة المنزوعة الرؤوس ولخليط المخلفـات(الروؤس والاحشـاء) وللشـرائح المعمـولـة منهـا على التـوالي، وتوصلKolodziejska *et al*. (2004) الى ان قيمة البيروكسيد لشرائح الماكريل قد ارتفعت من 5.1 الى 12.3 مليمكافئ/كغم ســـــــــــــــمك عند تجميدها لمدة 45 يوماً على درجة حرارة 2 م°.

درس الشطي (2006) قيمة PV لاسماك الصبور والجفوتة الطازجة ووجد ان قيمة البيروكسيد 17.69، 1.29 على التوالي.

 بصورة عامة لُوحظ ان قيمة PV قد ارتفعت بتاثير التجميد في جميع العينات المأخوذة من الاسماك عدا المخاليط الطازجة والمجمدة للاسماك المنزوعة الرؤوس والاحشاء، وسبب هذه الزيادة اكسدة دهون الاسماك التي تمتاز باحتوائها على نسبة عالية من الاحماض الدهنية غير المشبعة المهيأة بدرجة كبيرة لعملية الاكسدة (Haard,1992)، وان تفاوت قيم PV في انواع الاسماك يعود الى تفاوت محتواها من الدهون غير المشبعة، كما اثبتت الابحاث ان للتجميد تاثير على خفض فعالية مضادات الاكسدة الطبيعية المتواجدة في الدهون، وكلما احتوت الدهون والزيوت على احماض دهنية طويلة السلسلة اكثر تناسب ذلك عكسياً مع فعل مضادات الاكسدة (Szczepanik and Stodolnik, 2003).

ذكرت العلي (1997) ان قيمة PV للروبيان البحري كانت 7.2 مليمكافئ/كغم روبيان، وقيمة PV لسمك الماكريل المخزن عنـد 2 م° لمدة شـهر فقد كـانت القيمة بحدود 12.3-5.1 مليمكافئ/ كغم سمك (Kolodziejska *et al*., 2004). وقيمة PV الكارب العشبي التي درسها العزعزي (2002) فقد كانت القيمة 0.92 مليمكافئ/كغم سمك. وقيمة PV للكارب االتي درستها جابر (1996) فقد كانت القيمة بحدود 2.9-2.3 مليمكافئ/كغم سمك، وقيمة PV لاسماك الماكريل المخزن عند 2 م° لـــــمدة تسعة ايام حوالي 1.23 مليمكافئ/كغم سمك (Richards *et al*., 1998)، وقيمة PV لاسماك الماكريل الاطلسي كانت القيمة 0.5 مليمكافئ/كغم سمك والتي توصل لها (Pazos *et al*., 2005). ولشرائح الرنكة الطازجة فقد كانت قيمة PV 0.65 مليمكافئ/كغم سمك، بينما كانت قيمة PV لاسماك الرنكة المنزوعة الرؤوس وشرائح الرنكة المجمدة على –18م° او الشرائح المملحة للرنكة وهي 47.8، 8.5، 3 مليمكافئ/ كغم سمك، وقيمة الـ PV لمخلفات رؤوس الرنكة المخزنة عند 2 م° لـمدة 72 سـاعة وهي 112.6 ملـيمكافئ/كـغم سمك وللمخلفات الخليطة للرنكة فقد كانت قيمة PV لها 30.1 مليمكافئ/كغم سمك (Aidos,2002).

اشار Pearson (1976) الى ان الاسماك تُعد تالفة عند وصول قيمة PV الى 10 مليمكافئ/كغم سمك.

**2  . الطرق الميكروبيولوجية :**

 الهدف من الفحص الميكروبيولوجي للأسماك هو تقييم إحتمال وجود البكتيريا أو الكائنات الدقيقة التى لها تأثير على الصحة العامة وإعطاء إنطباع عن جودة الأسماك وتقييم أداء التخزين والأشتراطات الصحية المطبقة أثناء عمليات مداولة الأسماك وتجهيزها. والنتائج التي يمكن التحصل عليها من الفحص الميكروبيولوجي للأسماك قد لا تعطي معلومات بصفة عامة تفيد في تقييم جودة الأسماك أو مدى طزاجتها ولكن يمكن بواسطتها التنبؤ بفترة صلاحيتها وعمرها المتبقي الافتراضي تحت ظروف التخزين. والاختبارات التقليدية الميكروبيولوجية بطبيعتها شاقة وتستغرق وقتاً طويلاً علاوة على إرتفاع تكلفتها، وحاجتها إلى مهارة في تنفيذ وتفسير النتائج. وقد طورت العديد من الطرق السريعة للتحليل الميكروبيولوجى خلال العقد الأخير، حددت الصفات الميكروبيولوجية للأسماك المبردة على النحو التالي :

* لايزيد العد الكلي للبكتيريا الهوائية عن مليون خلية / غرام .
* لايزيد العد الكلي لبكتيريا المجموعة القولونية عن 100 خلية / غرام .
* لايزيد عد بكتيريا أستافيلوكوكس أوريس عن 1000 خلية / غرام .
* يكون المنتج خالياً من بكتريا السالمونيلا والشيجلا في 25 غرام .
* يكون المنتج خالياً من ميكروب الفيبرو باراهيمولتكس .
* يكون المنتج خالياً من بكتريا كلوستريديم بتيولينم .
* يكون المنتج خالياً من الليستريا مونوسيتوجينس **.**

**طرق حفظ وتصنيع الأسماك**

* **الحفظ بالتبريد او التخزين التبريدي  :  ( chilled storage )**

##  تتم عملية التبريد بأن تبرد الأسماك عند درجة الصفر المئوي. وان سرعة او معدل التلف الميكروبي والتحلل الذاتي ينخفض بشكل كبير عندما تنخفض درجة الحرارة. وعملية [التبريد](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/24868/posts) اساساً تكون بحفظ هذه الاسماك دون ان تتجمد الانسجة العضلية (ممدوح وإسماعيل، 2014).

 **التبريد باستخدام الثلج :-**

   يتم حفظ الأسماك بالتبريد عن طريق وضع كميات من الثلج المجروش على سطح السمك في أواني خشبية أو بلاستيكية بنسبة 3 سمك : 1 ثلج بعد تبريد الاسماك وخفض درجة حرارتها باستخدام الثلج فانه يجب الحفاظ على ظروف [التبريد](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/24868/posts) باستخدام الثلج حول السمكة وكذلك دوران الهواء البارد عند درجة حرارة 1ـ2 م وبذلك سيمنع ذوبان الثلج. ان استخدام [التبريد](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/24868/posts) بالثلج او غيره من طرق [التبريد](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/24868/posts) ي[حفظ الاسماك](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/91605/posts) بحالة طازجة لفترة معينة من الزمن قد تصل لبضعة ايام او اسابيع وهذا يعتمد على نوع السمك(الطائي، 1987).

 [التبريد](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/24868/posts) يكون اكثر كفاءة في اختزال حجم التلوث وتلف الاسماك اذا كان تداول الاسماك اثناء [التبريد](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/24868/posts) يتم بصورة نظيفة وصحية. الغرض من تبريد الاسماك هو خفض درجة حرارتها الى اقل ما يمكن دون ان تتجمد. والتبريد عادة لا يوقف التلف ولكن بصورة عامة ان تبريد الاسماك يخفض من الاحياء الدقيقة (البكتريا) وكذلك يخفض من النشاط الانزيمي في حالة تبريد الاسماك يجب ان تحاط بوسط يكون بارداً ويكون هذا الوسط سائلاً او صلباً أو غازياً. وأفضل طريقة للتبريد السريع للكميات الكبيرة هي غمس الأسماك فى ماء البحر المثلج الذي يتكون من الثلج وماء البحر ووجد أن التبريد في ثلاجات على –4 ف أفضل من الحفظ في الماء المثلج من حيث محتوى السمك من العد البكتيري والوقت اللازم لتلف الاسماك بالحفظ بالثلاجة 8-11 يوم بينما بالثلج المجروش 4-6 أيام (Jong and Brown, 1991).

**بعض العوامل التى تؤثر على كفاءة الثلج :-**

 1. اسماك المياه العذبة تمتلك فترة تخزين اطول فى الثلج مقارنة بانواع الاسماك البحرية .

 2. اسماك المناطق الحارة يمكن تخزينها لفترة اطول فى الثلج مقارنة بأسماك المناطق المعتدلة او الباردة .

 3. الاسماك البيضاء تبقى فترة اطول عند تخزينها فى الثلج مقارنة بالاسماك الدهنية. وهناك طرق اخرى لتبريد الاسماك منها ضخ الهواء البارد على السمك، او احاطة السمك بالثلج الجاف ( ثاني اوكسيد الكاربون الصلب)، او غمس الاسماك فى ماء بارد.

 وقد يضاف إلى الثلج بعض المواد الحافظة، اذ يستخدم الأوكسي تتراسيكلين في إطالة فترة حفظ الأسماك والحيوانات البحرية على سفن الصيد، اذ يضاف بنسبة 5 أجزاء بالمليون إلى الثلج المستخدم في حفظ الأسماك فيطيل مدة حفظها بدرجة كبيرة، حيث يطيل مدة حفظها بالتبريد للضعفين أو ثلاثة أضعاف، كما قد تحقن الاسماك ببعض المضادات الحيوية مثل التتراسيكلين والبنسيلين والكلورامفينيكول. والتتراسيكلينات الثابتة نسبيا، فتأثيرها فعال وطويل، إلا أن ذلك يضر بصحة المستهلك لعدم إمكانية إزالة المضاد الحيوي بطرق التصنيع الغذائي المختلفة. وتحظر معظم القوانين استخدام المضادات الحيوية في كل ما يتعلق بالغذاء، وتحدد بعض الدول المستويات القصوى لبقاياها في الأسماك.ويتيح ذلك الفرصة لأكبر نمو ممكن. وعلى هذا فإن أكثر المضادات الحيوية أهمية هو المضاد الحيوي الذي له طيف واسع لقوة تثبيط المكروبات (هندي واخرون،2001 ).

**الحفظ بالتجميد**

 في حالات كثيرة يتطلب [حفظ الاسماك](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/91605/posts) لفترة طويلة بغرض تصديرها الى أماكن بعيدة وبشكل مقبول، ان الاسماك الطازجة تحتوي تقريباً على 80% من محتواها ماء يتجمد الماء في الاسماك عند درجة حرارة1 م ويبقى مايقرب من 10% من الماء غير متجمد حيث تختلف نسبة الماء المتجمد في عضلات الاسماك على درجات حرارة مختلفة (هندي، 1986)و(الطائي، 1987).

**فترة**[**التجميد**](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/20387/posts)**freezing time :**

 هي الوقت او الزمن اللازم لخفض درجة حرارة المنتج من درجة حرارته الاولية الى الدرجة المطلوبة في مركزه (الى مايقرب- 20 مₒ) وتعتمد فترة [التجميد](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/20387/posts) على بعض العوامل منها نوع السمك المراد تجميده وتعبئة الاسماك وسمك التعبئة والغلاف المستخدم فى تغليف الاسماك المجمدة (الطائي، 1987).

توجد ثلاث مراحل تتجمد فيها السمكة:

**خلال المرحلة الاولى**: فان درجة الحرارة تنخفض بسرعة عالية جداً الى اقل قليلاً من الصفر المئوي.

**خلال المرحلة الثانية**:  فان درجة الحرارة تبقى ثابتة تقريباً وفيها تتجمد كمية كبيرة من الماء وتعرف بمرحلة المسك الحراري.

**خلال المرحلة الثالثة**: فان درجة الحرارة تنخفض بثبات ويلاحظ ان معظم الماء سوف يتجمد، وتحت ظروف المثالية تتجمد السمكة عند درجة حرارة - 30 م خلال ثلاث ساعات ومن الناحية المثالية يجب أن تمر الاسماك خلال  فترة المسك الحراري بصورة سريعة.

**طرق تجميد الاسماك :**

توجد خمس طرق لتجميد الاسماك:

1. التجميد الطبيعي. 2. التجميد في تيار هوائي بارد .3. التجميد في خليط من الثلج  والملح.
	* 1. التبريد في سائل تبريد في حالة غليان. 5. المجمدات وأنفاق التجميد.

تعتمد على الاتي:

1 ـ الاتصال المباشر وذلك بوضع السمك بصورة مباشرة ملامسة لصفائح المجمد.

2 ـ استخدام الهواء البارد حيث يمر تيار الهواء البارد  المستمر فوق الاسماك.

3 ـ الغمس والرش وذلك بوضع السمك.

**التجميد الطبيعي**

وذلك في الأقاليم القارصة حيث يتم [صيد الأسماك](http://www.gafrd.org/tags/10254/posts) من طبقات من تحت الثلج وتنخفض درجة الحرارة إلى – 15 درجة. وبوجود الرياح فان السمك يتجمد بسرعة كبيرة مع بقاء خياشيمها مفتوحة وظهور خطوط حمراء بها مما يدل على الطزاجة العالية للسمك وتمتاز هذه الطريقة بارتفاع جودة الناتج وذلك لعدم وجود فترة بين الصيد وبدأ التجميد مما لا يعطي فرصة لحدوث التيبس الرمي وهذه الطريقة لا تتوافر في الظروف الحارة**.**

 **التجميد في تيار هوائي بارد**

 قديماً كانت عملية التجميد تتم في رفوف انبوبية بداخل غرف التبريد وتحت هذه الظروف، حيث ان جزء من السمكة يكون ملامساً لجزء معدني والجزء الاخر ملامس لهواء بارد بطئ الدوران ويتم التبريد ببطئ وبغير انتظام.

 وحديثاً تتبع طريقة الارفف بطريقة دفع التيار الهوائي البارد وغرف التبريد المستعملة هي عبارة عن غرف معزولة تحتوي على مبردات على مسافات. والغرف مزودة بمراوح عكسية تعمل على دوران الهواء بين الارفف والهدف من عكسية المراوح هو جعلها قادرة على تغيير اتجاة الهواء وذلك لمنع تراكم الجليد ويجب المحافظة على درجة الحرارة داخل الغرف عند – 3 درجة مئوية وعلى سرعة دوران الهواء داخل الأنفاق 4 – 5 م فى الثانية.

**التجميد في مخاليط الثلج والملح**

 في حالة التلامس المباشر بين السمك والمخلوط  يجب ان يتوافر فى كل من الثلج والملح المستعملين الشروط الصحية اللازمة ويتم التجميد بوضع السمك فى طبقات متبادلة مع المخلوط، وقد يكون التلامس ايضاً غير مباشر. ويتجمد السمك عند وصول درجة حرارته الى – 8 درجة للاحجام الكبيرة و- 1 للاحجام الصغيرة .وهذه الطريقة ليست من الطرق المفضلة وتستعمل فقط في حالة عدم وجود اجهزة تجميد او اذا كانت كمية الاسماك الواردة اكبر من طاقة المجمدات الموجودة

**التجميد في وسط تبريد في حالة غليان**

 أساس هذه الطريقة هو غمر الأسماك فى سائل تبريد غير سام ويستعمل لهذا الغرض ثاني اوكسيد الكربون +اوكسيد النيتروز السائل وتعتبر هذه الطريقة افضل الطرق واكفأها ويمكن بها اطالة مدة الحفظ اكثر من التبريد.

**المجمدات وأنفاق التجميد**

 يتم التجميد برص الأسماك في صواني معدنية ثم تنقع في أحواض بها قطع ثلج مضافاً له مادة زيتية لتكوين طبقة رقيقة من هذه المادة لحماية الأسماك من حروق التجميد وجفاف جلد السمك (طبقة الجلازنج) ثم إدخال السمك في أنفاق التجميد السريع ( – 20 م°.(

**glazing :التزجيج**

 هي العملية التي تجرى للاسماك بعد تجميدها والتي تتضمن رش السمكة او غمسها بالماء البارد مما ينتج عنه تكوين طبقة من الثلج حولها (الطائي، 1987).

**التغيرات التى تحدث لبروتينات الاسماك خلال**[**التجميد**](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/20387/posts)**والتخزين**

 التجميد هو افضل الطرق المستخدمه لحفظ الاسماك طازجة ولكن مع هذا تحدث خلالها تغيرات كثيرة غير مرغوبة وان اهم هذه التغيرات هي دنترة بروتينات الاسماك وتغيرات النكهة كالتزنخ والمرارة والطعم السمكي غير المرغوب ويعتقد ان اسبابها هو تكون مركبات ذات اوزان جزيئة منخفضة ناتجة عن اكسدة وتحلل الدهون والبروتينات اما تغيرات اللون والمظهر والتي تشمل فقدان فى شدة اللون للانسجة الملونة وفقدان لمعان السطح وفقدان الماء من السطح والشفافية وحدوث المظهر الطباشيري في الانسجة العضلية. ان سبب هذه التغيرات غير المتوازنة في بروتينات النسيج العضلي او في البروتينات الرابطة للمواد الصبغية مثل مايوكلوبين والاوكسي مايوكلوبين وتحويلها الى ميتمايوكلوبين. ان التغيرات غير المرغوبة في القوام تكون مسؤولة بشكل رئيسي عن التغيرات في نوعية او جودة الاسماك ومنها التصلب والاسفنجية وانخفاض الطراوة والجفاف والمطاطية وفقدان العصيرية، ان جميع هذه التغيرات تعطي دليلاً على حدوث دنترة البروتينات خلال التخزين وخاصة بروتينات المايوفبريل(هندي، 1986) و(الطائي، 1987).

**الحفظ بالتجفيف**

 يعتبر تجفيف الاسماك من اقدم الطرق المستخدمة لحفظ الاسماك وهي طريقة بسيطة بالاضافة الى انها تعطي ناتجاً ذو مدة حفظ طويلة. والمنتجات السمكية المجففة تحتاج الى عملية استرجاع ثم طهي قبل استعمالها ويعتمد الاساس العلمي لعملية الحفظ بالتجفيف الى ان الاحياء الدقيقة تكون انشط ما يمكن بوجود الماء لذلك يؤدي نزع الرطوبة الى توقفها عن التكاثر وذلك عند محتوى رطوبي اقل من 25%. ويتم تجفيف الأسماك بطريقتين :
‌أ. طريقة حديثة في أفران عند درجة حرارة ورطوبة معينة تتناسب مع نوع السمك.

‌ب. طريقة قديمة بتجفيف السمك في البلاد الحارة ) مع تقليبها على جوانبها حتى يتم سحب كميات من المياه تعادل أكثر من 40 % من وزنها). وذلك اما ان يكون باستخدام اشعة الشمس او صناعياً بالحرارة باستخدام ملح او بدونه وللسمك كاملاً او بعد ازالة الاحشاء والخياشيم وتعتبر طريقة حيوية فى الدول النامية وهي طريقة قديمة عرفت منذ ايام الفراعنة وتعتمد في التجفيف الطبيعي على درجة حرارة 25 م ونسبة رطوبة 45 – 55 % والتجفيف الصناعي في مجففات على 3 – 4 درجة ويمكن حفظ الاسماك بهذة الطريقة لمدة 3 – 6 أشهر (Conover and Dong,1998).

**الحفظ بالتمليح**

 وهي من أول الطرق التي اتبعت لحفظ الأسماك وأكثرها انتشاراً والتي تعتمد على الملح كلياً حيث أن الملح يقوم بإزالة السوائل من الأسماك ويؤخر نشاط الإنزيمات المسببة للتحلل، وكلما زادت نسبة الملح في الأنسجة كلما تباطأ نشاط الإنزيمات، وعليه فإن احتمال حدوث التلف يكون نادراً جداً. كما انها من أقدم الوسائل لحفظ الاسماك وفعل الملح الحافظ يرجع الى اخراج الماء من الاسماك ويؤدي وجود محلول 4% ملح في انسجة السمك الى تاخير التحلل الذاتي والبكتيري وملح كلوريد الصوديوم النقي اسرع نفاذية لانسجة السمك من الملح ذي الشوائب ويجب مراعات الشروط الصحي والمواصفات القياسية فى الملح المستخدم. (عرفة، 2005).

**العوامل المؤثر على فترة**[**التمليح**](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/91099/posts)**:** فترة [التمليح](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/91099/posts) هي الفترة التي يمكث فيها السمك ملامساً للملح او في محلول ملحي، وهناك بعض العوامل التى تؤثر على عملية التمليح هي:

* 1. حجم السمكة ودرجة تجهيزها .
	2. تركيز الملح فى المحلول الملحي.
	3. درجة الحرارة حيث انه من المعروف كلما زادت درجة الحرارة درجة مئوية واحدة زادت سرعة التمليح بنسبة  2 : 3%.
	4. جودة الملح الخام المستخدم .

**طرق التمليح  salting methods :**

**أ- التمليح الجاف  dry salting :**

 تستعمل في حالة ما اذا كان من المتوقع ان يكون المحلول الملحي brine (المتكون من الملح + المحلول المنفصل من السمكة) سوف يتكون. وتعتمد على حجم الاسماك اذ يخلط الملح مع الاسماك كالسردين  والانشوجة وتمتاز هذه الطريقة بالبساطة وتستعمل مع الاسماك الصغيرة او الكبيرة. وفيها توضع الأسماك بعد تجهيزها وتنظيفها لمدة 30 دقيقة ثم تعبأ في براميل على شكل طبقات من الملح ويوضع عليها ثقل لمدة يومين ثم تنشل وتجفف على أن يتم تقليبها لمدة أربعة أيام ثم تعبأ في ملح جاف وتوضع في مكان بارد وبذلك تكون جاهزة. ويلاحظ في حالة [التمليح](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/91099/posts) اليدوي ان الطبقة العليا محتوية على 50% زيادة من الملح عما في الطبقات السفلى. ومن علامات فساد الأسماك المملحة :أنه في حالة عمل قطاع طولي في العضلات نجد الجلد مجمداً ومميز اللون ويلاحظ أن العضلات لونها بني محمر وذات رائحة زنخة وطرية القوام .ومن أمثلة الاسماك المملحة : السردين – والبوري.(الطائي، 1987).

**ب- التلمليح المختلط mix salting :**

 تستخدم هذه الطريقة فى حالة بطء عملية [التمليح](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/91099/posts) وكان من المتوقع بطء عملية خروج الماء من السمكة ليكون مع الملح محولاً طبيعياً. يجرى [التمليح](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/91099/posts) المختلط بوضع كمية قليلة من محلول ملحي مركز في قاع الوعاء ثم يوضع فيه السمك حتى يتكون خليطاً غليظاً نسبياً ويتغطى السمك كلياً بالمحلول وينشر الملح عليه ثم توضع طبقات السمك الاخرى مختلطة ايضاً بطبقات من الملح. الاسماك الكبيرة توضع في صفوف وهي جافة ثم يصب عليها المحلول الملحي، بينما الاسماك المجهزة يجرى وضع بعض الملح في البطن وفي الخياشيم .

مميزات هذه الطريقة عن الطريقة السابقة : هو ان السمك يكون محاط بالمحلول الملحي من البداية، الامر الذي تبدأ معه عملية [التمليح](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/91099/posts)، وهذا مهم خاصة فى حالة الاسماك الكبيرة او الدهنية التي لا تخرج ماءها بسهولة مكوناً للمحلول الملحي الطبيعي. وتعد من طرق التسوية السريعة ولكنها تعطي ناتجاً منخفض الجودة .

**ج –**[**التمليح**](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/91099/posts)**بالمحلول الملحى  brining :**

 وفي هذه الطريقة يستعمل محلول ملحي فقط أما أن يكون معد جديداً أو سبق استخدامه من قبل .توضع الأسماك بعد تجهيزها في محلول ملحي مركز أو توضع الأسماك بين طبقات من الملح الذي يقوم بسحب الماء من أنسجة الأسماك مع ملاحظة أنه يجب أن يغطي محلول الملح الأسماك وتستخدم هذه الطريقة في تمليح الأسماك التي تحتوي على نسبة عالية من الدهون. يمكن اجراء [التمليح](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/91099/posts) بهذه الطريقة بوسائل متعددة ويمكن تقسيمها الى مجموعتين:

المجموعة الاولى :وتتضمن تمليح السمك فى نفس المحلول من البداية الى النهاية .

المجموعة الثانية :يستخدم فيها محلول ملحي طازج بدلاً من القديم الذي خفف بواسطة ماء.

**د- التمليح بالحقن injection and cartridge salting :**

  الحقن بالمحلول الملحي داخل السمكة او في تجويفها البطني يعتبر من المحاولات التي بذلت لاسراع عملية [التمليح](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/91099/posts)، الا انها لم تنجح وذلك لان الكمية التي يمكن حفظها بسيطة ولا يمكن ان تؤدي الفعل الحافظ. ومن الممكن استخدامها في حالة التسوية الخفيفة دون الحاجة الى النقع قبل [التجفيف](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/50824/posts) او التدخين.

**ظروف**[**التمليح**](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/91099/posts)**salting conditions  :**

   قد تملح الاسماك بدون تبريد – اي على درجة حرارة الغرفة – وقد تبرد او تجمد اولاً فاذا كان من المتوقع ان يتم التلمليح بسرعة وليس هناك خطورة من بدء عمليات التحلل فليس هناك حاجة لعمليات [التبريد](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/24868/posts) بالاضافة الى انه يمكن مع الاسماك الصغيرة الحجم استعمال [التمليح](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/91099/posts) الصافي على درجات الحرارة اكثر من 15 م. والتمليح قد يكون كاملاً او غير مستمر وميزته الحصول على اي درجة من الملوحة وتستخدم فى حالة تحضير السمك للعمليات التالية من تجفيف وتدخين على البارد (Ooizum *et al.*, 2003).

**درجة التسوية strength of cure  :**

   قد تكون التسوية مشبعة او غير مشبعة وذلك يتوقف على كمية الملح المستخدمة فيجب ان تكفي كمية من الملح لتشبع الماء الموجود داخل السمكة حيث يلزم على الاقل 36 كغم ملح لكل 100 كغم ماء في السمك اذا استعملت كمية ملح اقل فان التسوية هنا غير مشبعة وعلى حسب نسبة الملح في الناتج النهائي يمكن تقسيم التسوية الى شديدة اذا تعدت النسبة 14% ومتوسطة عند النسبة 10- 14% وخفيفة اذا كانت نسبة الملح اقل من 10% ومن الافضل التعبير عن التسوية على اساس نسبة الملح في السمكة وفي هذه الحالة ستصبح النسبة 17% (خفيفة) و17 – 22 % (متوسطة) واكثر من 22% (تسوية شديدة).

**التغيرات التى تحدث في الاسماك المملحة اثناء التخزين :**

* **التغير في النكهة :**

 تفقد انواع عديدة من الاسماك نكهتها ورائحتها الاصلية بعد [التمليح](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/91099/posts) ويصبح لحمها طرياً ويمكن فصله بسهولة من العظام كما يكتسب طعماً خاصاً محبباً وتصبح صالحة للاكل على حالتها المملحة بدون طبخ.

* **التغير فى الوزن :**

 الفقد في الوزن هو الظاهرة العامة وهناك بعض الحالات لوحظ فيها زيادة فى الوزن. الزيادة والنقص مرتبطة بامتصاص المحلول الملحي او بفقد المواد الصلبة من السمك.

**تلف الاسماك المملحة** :

 **1. الصدا** **rust** :هو اكثر انواع الفساد شيوعاً ويؤدي الى ظهور مذاق غير مقبول ورائحة زنخة للدهن بالاضافة الى لون مثل لون صدأ الحديد .

**2. الاحمرار:** ينتشر هذا الاحمرار فى الاسماك المملحة في الطقس الدافئ حيث يغطي سطح السمكة طبقة مخاطية حمراء ذات رائحة غير طبيعية .

**3. التعفن: tanni** هو احمرار السمكة بالقرب من العمود الفقري مع ظهور رائحة عفنة .

**4. يرقات الذباب:** يظهر فى المناطق الحارة حيث يصاب السمك المملح بيرقات ذبابة الجبن المعروفة باسم الدروسوفيلا . *Drosophila casi*

**الحفظ  بالتدخين**

        يقصد بتدخين الاسماك معاملتها بالدخان الناتج عن الاحتراق غير الكامل للاخشاب بغرض اكسابها صفات خاصة مرغوبة من حيث الطعم والرائحة والمظهر بالاضافة الى اطالة مدة حفظها. وينتج الدخان بالاحتراق البطئ لنشارة الخشب ويفضل الدخان الناتج من اخشاب صلبة يتراوح تركيبها من 40- 60% سليلوز، 20 - 30 % ليجنين ويؤدي التدخين بصفة عامة إلى زيادة قوة [حفظ الأسماك](http://www.gafrd.org/tags/6710/posts) اذ يعمل على تثبيط نمو الميكروبات وايقاف عملية أكسدة الدهن ويؤخرها ويكسب منتجات الاسماك نكهة خاصة مميزة ومرغوبة ومذاق ولون معين ويستدل على كفاءة عملية التدخين بتقدير محتويات الاسماك من الفينولات (Ward, 2003) .

**التغيرات التي تحدث في منتجات الاسماك عند تدخينها :**

 1. [التجفيف](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/50824/posts) النسبي.

 2. تغير درجة طراوة الانسجة .

 3. تغيرات بروتينات الانسجة .

4. تكوين قشرة صلبة على سطح المنتجات .

 5. التغير في اللون على سطح المنتجات المدخنة .

 6. تاثير الدخان المانع للاكسدة .

7. تاثير الدخان القاتل للبكتريا.

**العوامل التى تؤثر على درجة جودة الاسماك المدخنة :**

 1. نوع الخشب المستعمل .

2. درجة الحرارة يجب الا تزيد درجة حرارة الحرق من 220 – 250 م .

 3. الرطوبة النسبية في وسط [التدخين](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/3552/posts) يجب ان لا تزيد عن 30%.

 4. تركيز الدخان ودرجة حرارة [التدخين](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/3552/posts) ومدته وقوام الاسماك المدخنة ونسبة الرطوبة في المادة المراد تدخينها والنسبة بين الانسجة العضلية والانسجة الدهنية فى الاسماك .

[**طرق التدخين**](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/3552/posts)

**الطريقة الساخنة او التدخين على الساخن :** وفيها تتراوح درجة حرارة المركز الحراري للاسماك اثناء [التدخين](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/3552/posts) على الساخن ما بين 55 -80 %. يوضع السمك في قمائن وهو معبأ فى اقفاص ثم يمرر الوقود المحترق داخل نفق (عربات) متحركة. وتزود القمائن بماسورة عادم ويتم التدخين على درجة اعلى من 1 درجةمئوية **.**

**الطريقة الباردة او** [**التدخين**](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/3552/posts)**على البارد :** وفيها درجة حرارة الاسماك تتراوح بين 28 – 32 م اثناء [التدخين](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/3552/posts) على البارد وعادة ما يتم [التدخين](http://kenanaonline.com/users/gafrdlibrary/tags/3552/posts) على البارد لفترات طويلة نسبياً تتراوح ما بين 12 – 48 ساعة ويراعى ان تملح الاسماك المدخنة على البارد تمليحاً شديداً حيث يصل تركيز الملح فى انسجتها حوالى 12% .فى المرحلة الاولى من التدخين بهذه الطريقة حيث جسم السمكة لا يزال رطباً والرطوبة النسبية في غرفة التدخين مرتفعة ويجب عدم زيادة الحرارة حتى لا تتغير طبيعة البروتين اما في المرحلة الثانية عندما يجف السمك  يمكن رفع درجة الحرارة الى الحد الذي يسمح به نوع السمك واذا ما زادت رطوبة الدخان النسبية عن .%75 –80 تتوقف عملية التجفيف ونجاح التدخين على درجة الحرارة والرطوبة النسبية ووجود مراوح من عدمه لتهوية الدخان ثم يسحب الدخان والغازات الموجودة مع بقاء النوافذ والابواب مفتوحة ثم عندما تجف الاسماك يبدأ في رفع درجة الحرارة مع قفل فتحات الغرفة من 27 الى 35 دقيقة.

**الطريقة النصف ساخنة**: رطوبة الدخان النسبية8 % في الناتج النهائي وتتم مع الاسماك الصغيرة وتعبأ في علب كرتون ثم تجمد على درجة – 1 مₒ ويمكن حفظها بكامل خواصها لمدة شهر.

**الحفظ بالتعليب**

  هو وسيلة لحفظ المواد الغذائية التي يتم تجهيزها في حاوية محكمة الإغلاق، ان تعليب الطعام يمكن الناس من حفظه طوال العام. عام 1804 اكتشف طباخ يدعى نيكولاس آبرت ان السوائل كالحساء والثمار الصغيرة كالكرز، يمكن ان تحفظ بوضعها في عبوات زجاجية وإغراق العبوات المغلقة بماء مغلي. ولم يكن آبرت يدرك آنذاك انه كان يقتل البكتيريا التي كانت تفسد الغذاء لو لم يفعل ذلك. يعد التعليب من أقدم طرق الحفظ في الأغذية ويعتمد على استخدام درجات حرارة مرتفعة تؤدي إلى القضاء على معظم الكائنات الحية الموجودة فى العبوات، بحيث ما يتبقى منها لايجد الظروف المناسبة للنمو حيث تكون العبوة محكمة الغلق .ومن أهم عوامل الحفظ بالتعليب هي المعاملة الحرارية التي تعمل على القضاء نهائياً على عوامل الفساد وبالأخص الكائنات الحية الدقيقة علاوة على أن المعاملة الحرارية تعتبر عملية الطبخ للسمك. وتختلف أشكال التعليب حسب الشركات المصنعة، وفي بعض الأحيان تضاف بعض المواد إلى الأسماك المعلبة لتحسين خواصها من ناحية الطعم والرائحة والنكهة.

 ويتم في علب مقفولة معقمة مع اضافة مواد حافظة وهي اما ان تكون بالزيت او بمحلول ملحي ويتم التخلص من الرأس والذيل والاحشاء ويتم طبخها اولاً.

 ومن الأسماك المعلبة السلمون والتونة والرنجة والسردين والأنشوجة وتحفظ فى علب صفيح في الزيت أو صلصة الطماطم مع مواد حافظة مسموح باستخدامها وبالنسبة المسموح بها. ويجب عند شرائها أن تكون العلبة جديدة مكتوب عليها تاريخ إنتاجها ومدة الصلاحية وخالية من الصدأ والإنتفاخ والثقوب.

**الحفظ بالإشعاع الذري**

 وتتم بجرعات للتعقيم لاطالة فترة التخزين وجرعات البسترة ويلزم معها توفير ظروف تخزين بالتبريد وفي حالة التعقيم تستخدم جرعات كبيرة نسبياً.

 إن إستخدام تقنية التشعيع في حفظ الاسماك يقصد بها تعرضها إلى أحد مصادر الطاقة الإشعاعية، إما من نظائر مشعة أو من أجهزة تنتج كميات محكمة من أشعة الإلكترون أو الأشعة السينية والتي تعمل على امتصاص الغذاء لجرعة محددة وفعالة بهدف حفظه وتقليل الفاقد وإطالة فترة صلاحية الغذاء بالقضاء على مسببات الفساد والتلف .وتتميز طريقة الحفظ بالإشعاع بكونها سريعة وقليلة النفقات ولا تسبب أي اثر ضرر للإنسان كل ذلك بدون رفع درجة حرارة الغذاء ولهذا السبب يطلق عليه (بالتعقيم البارد). والفعل الحافظ للإشعاع هو تثبيط أو تحطيم خلايا البكتيريا والكائنات الحية الدقيقة الأخرى الملوثة للغذاء فعند مرور الإشعاع ونفاذه فانه يعمل على تأين وتهيج ذرات المادة وينتج عن ذلك عملية تبديل وتحوير تسبب في تكوين جزيئات كبيرة قاتلة داخل خلايا البكتريا والكائنات الحية الأخرى مما يتسبب في تحطيمها. ويكون تأثيرة على التغيرات الكيميائية قليلا ولا يتسبب تأين وتهيج بعض ذرات مكونات الغذاء اكتسابها خاصية الإشعاع (Anan, 2013) وبصفة عامة تنقسم طريقة المعاملة بالاشعاع إلى طريقتين رئيسيتين:

الأولى: تعرف باسم البسترة بالاشعاع وتجري باستخدام الجرعات المنخفضة من الاشعاع الذري لتاخير الفاسد في بعض الاغذية الطازجة السريعة التلف مثل الاسماك والقشريات والدواجن وتخفيض اعداد الاحياء الدقيقة والقضاء على بعــض البكتــيـريا ( مثل السالمونيلا) والطفيليات واطالة فترة الصلاحية بتاخير نمو الفطريات.

الثانيةً: تعرف باسم التعقيم وهذه تتطلب استخدام جرعات مرتفعه للقضاء على كافة الاحياء الدقيقة الموجودة في الغذاء وهذه المعاملة شبيهه بالتعليب الذي يستخدم فيه معاملات حرارية لحفظ الغذاء كما تشمل تطبيقات التشعيع الحد من الاصابات الحشرية باستخدام جرعات منخفضة من التشعيع لقتل الحشرات وبالامكان إحلال التشعيع لقتل الحشرات بدلاً من المواد الكيميائية المبخرة مثل ايثيلين ثنائي البروميد والذي سوف يحظر استعماله لما يسببه من تلوث بيئي واضراراً على طبقة الاوزن. وقد أهتمت بموضوع تشعيع الاغذية عدة منظمات دولية كاللجنة الدولية للطاقة الذرية ومنظمة الصحة العالمية والمركز الدولي لتقنية تشعيع الاغذية بهولندا والمجموعة الاستشارية الدولية لتشعيع الاغذية والاتحادات والجمعيات الخاصة بالمستهلكين، وخلصت لجنة دستور الاغذية (الكودكس) إلى ان الاغذية المشععه تعتبر امنة كما خلصت لجنة خبراء سلامة الاغذية والتغذية التابعة لمعهد تقنية الاغذية والذي يعتبر المؤسسة الرئيسية في مجال علوم الاغذية بامريكا إلى القول (ان تشعيع الاغذية يعتبر امناً وقد يفيد المستهلك في الحصول على اغذية عالية الجودة .ومن الأهمية بمكان في هذا الصدد تعريف الجرعة الاشعاعية وهى كمية الطاقة الاشعاعية الممتصة بواسطة الغذاء المعرض للمعالجة بالتشعيع ويجب ان يكون الحد الادنى للجرعة الممتصة لتشعيع أي غذاء كافية لتحقق من خلاله الغرض التقني وان يكون الحــد الاعلـى للجرعة الممتصة اقل من تلك التي تحدث تأثيرات عكسية على الخصائص الوضيفية او الخواص الحسية للغذاء، وعادة تقاس الجرعة الاشعاعية بالكيلوجراي وهي وحدة لقياس الاشعة المؤينة في الغذاء المشعع، وقد تغير مفهوم علاقة الجرعات الاشعاعية المستخدمة لسلامة الغذاء بعد ان كان الحد الاقصى المسموح به للاستخدام 10 كيلوجراي في عام 1980 ولم يعد الخوف من الجرعات الاعلى يشكل اهمية بعد ثبوت المعالجة الاشعاعية بغض النظر عن الجرعة او المنتج او مجال التطبيق وقد اكد المؤتمر العالمي " ضمان سلامة وجودة الغذاء من خلال المعالجة بالتشعيع " والذي عقد بمدينة انتاليا بتركيا في بيانه الختامي عدم الحاجة إلى وضع حدود على الجرعات القصوى من وجهة نظر سلامة الغذاء حيث ان الخواص الحسية للغذاء والمعالجة الجيدة هي العامل المحدد لتقنين الجرعات المستخدمة وقد قطعت لجنة دستور الاغذية (الكودكس) خطوات كبيرة نحو تعديل مواصفاتها المتعلقة بالاغذية المشععه وفقاً لذلك، وسوف يتم مراعاة جميع هذه المستجدات عند أعدادها المواصفات القياسية السعودية الخاصة بالأغذية المعالجة بالإشعاع، وبصفة عامة يجب استخدام التشعيع عند الحاجة الضرورية فقط والتي تتطلب هذه التقنية او عندما تكون هناك حاجة تتطلبها صحة الغذاء والا تستخدم كبديل عن الممارسات الجيدة للتصنيع وان يكون الغذاء ومواد التعبئة ذات جودة ملائمة وفي حالة صحية مقبولة ومناسبة.
 واما من ناحية الكشف عن الاشعاع فيجب التأكيد على ان استخدام الجرعات المسموح بها من التشعيع يؤدي إلى تغيرات فيزئائية وكيمائية في الاغذية ولكنها تغيرات صغيرة وغير خاصة بالتشعيع وتشابه تلك التي تحدث من المعاملات المختلفة التي تجرى على الغذاء مثل طرق الحفظ الاخرى. ورغم ان الدول التي تسمح بتشعيع الاغذية لا تطالب بطرق الكشف عن الاغذية المشععه الا ان ايجاد وسائل او طرق للكشف عن الاغذية المشععة ربما يكون مفيداً لتحديد الجرعة المستخدمة في معاملات الاغذية، كما أنه يعد امراً مرغوباً للمستهلك والجهات الرقابية وللمصنعين اللذين يستخدمون هذه التقنية، حيث ان الاغذية المشععه في الدول التي تسمح لذلك تباع بأسعار أعلى من نظيراتها غير المشععه وهي عادة تتميز بصفات جيدة مثل خلوها من السالمونيلا وزيادة فترة صلاحيتها (Clarke and Johnston ,1996).

**الحفظ بالتجفيد**

 هو عملية [جفاف](http://www.marefa.org/index.php/%D8%AC%D9%81%D8%A7%D9%81) تستخدم عادة [لحفظ](http://www.marefa.org/index.php/%D8%AD%D9%81%D8%B8_%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%B9%D8%A7%D9%85) المواد القابلة للتلف. وتتم عملية التجفيد عن طريق [تجمي](http://www.marefa.org/index.php/%D8%AA%D8%AC%D9%85%D9%8A%D8%AF)د المواد ثم تقليل الضغط المحيط بها واضافة ما يكفي من الحرارة للسماح للمواد المتجمدة بالتحول من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية .اذ تعتمد على تحويل الماء فى خلايا الانسجة الى صورة بلورات بالتجميد ثم نزع هذا الماء المتجمد بالتسامي برفع درجة الحرارة تحت التفريغ للسمك المجمد وتخزن الاسماك المجفدة لمدة 6 اشهر على درجة 37 مْ دون حدوث اى تغيير او ضرر الا انه قد يتغير لون الأسماك بالتخزين لحدوث ظاهرة التلون(Eikevik *et al*., 2005)..

**مراحل التجفيد** للتجفيد ثلاث مراحل وهي

* التجميد
* التجفيف الأولي
* التجفيف الثانوي

**التجميد**

 نجمد المادة لأقل من درجة انصهارها لنضمن تصعدها بشكل جيد فيما بعد وذلك باستخدام درجة حرارة ( -50 م)، تكون البلورات الأكبر أسهل للتجفيد وللحصول على بلورات كبيرة نجمد ببطء، ولكن من مساوئ التجميد البطيء: تغير بنية المادة في حال كانت المادة حيوية (قد يحدث تخرب للنسج وتمسخ للبروتينات .(عندما نجمد ببطء يتحول الماء الى جليد ويزداد تركيز الملح في الماء المتبقي شيئاً فشيئاً حتى يصل التركيز الى حد معين تتدنتر عنده البروتينات. ويمكن حل المشكلة بالتجميد السريع، انمرحلة التجميد هي الأكثر حرجا لأن المادة ستفسد إذا تم التعامل معها بشكل سيء.

**التجفيف الأولي**

 في هذه المرحلة نصعد بلورات الجليد مع المحافظة على المادة الأساسية بشكلها الصلب ثم نخفض الضغط ونؤمن قليل من الحرارة للتصعيد ويجب أن تكون الحرارة قليلة ( - 20 ْم ) لكي لا تتحول المادة إلى سائل ويمكننا العمل - في هذه المرحلة - تحت الضغط المنخفض فقط دون الحاجة إلى حرارة ولكن نحتاج إلى وقت أطول 95% من الماء يتبخر في هذه المرحلة يجب أن تتم هذه المرحلة ببطء حيث يتم تصعيد الجليد تدريجياً تاركاً في كتلة المادة فراغات حرة، وتتكون قنيوات غير محدودة، ينطلق عبرها بخار الماء من مركز المادة إلى خارجها. ولا يبقى في النهاية إلا بقية جافة ذات بنية مسامية تشغل تقريباً الحجم البدئي للمادة. لكي يحدث التصعيد يجب أن يكون الضغط الجزئي لبخار الماء في المحيط أقل من الضغط الجزئي لبخار الماء في العينة ولتحقيق ذلك:

1- نرفع درجة الحرارة قليلا لزيادة الضغط الجزئي لبخار الماء داخل العينة.

 2- نؤمن مخلية هواء تخفض الضغط الجزئي لبخار الماء في الوسط وتسرع بذلك التصعد.

 3- نؤمن مكثف يجمع بخار الماء على شكل جليد ويمنع وصوله إلى المضخة لأنه يعيق عملها.

**التجفيف الثانوي**

 ويتم في هذه المرحلة إزالة الماء المرتبط (غير المتجمد) حيث يتم تحطيم جميع الروابط الفيزيائية بين جزيئات الماء والمادة المجمدة. ويتم ذلك بأن نخفض الضغط أكثر ونرفع درجة الحرارة إلى (0 - 20 ْم ) حالياً يستخدم التجفيد أيضا لإزلة مذيبات أخرى غير الماء بعد الانتهاء من التجفيد تملأ الخلية الوسط بغاز خامل مثل النتروجين ثم تغلق المادة وفي نهاية العملية تكون نسبة الماء المتبقي (1-4) % والتي تعتبر قليلة جداً.

**ميزات التجفيد**

* يمكن تخزين المادة المجفدة بدرجة حرارة الغرفة لعدة سنوات.
* عدم حدوث نمو جرثومي أو تفاعل خمائري.
* الاحتفاظ بالخصائص الأصلية للمركب ولو بعد فترة طويلة.
* يمكن في بعض الحالات أن نجفد لخفض حجم المنتج( Nguyen *et al.,* 2012).