مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (6) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (6) 2013

تأثير مدّة التجميد المنزلي في بعض الخواص الكيميائية والحسيّة لبعض أنواع أسماك الساحل السوري

الدكتور علي أحمد عياش*
الدكتور علي أحمد علي**

(تاريخ الإيداع 10 / 3 / 2013. قبل للنشر في 10 / 7 / 2013)

□ ملخّص □

تمّ في هذا البحث اختيار خمسة من أنواع الأسماك الأكثر استهلاكاً في الساحل السوري المرلان، السرغوس، الغريبة صخري، المرمور، البوري شيلان. جمعت العيّنات من ساحة بيع السمك في اللاذقية وكانت بأوزان 150 – 200غ. نقلت العيّنات مبردة وبعد إزالة الحراشف والأحشاء الداخلية تمّ تجميدها لمدّة خمس ساعات على درجة حرارة–35°م ثمّ حفظت على درجة حرارة –18°م لمدة ستة أشهر.

أجريت التحاليل الكيميائية على الأسماك قبل وبعد حفظها بالتجميد للمدد الآتية: أسبوع، شهر، شهران، أربعة أشهر، ستة أشهر، وشملت تقدير الرطوبة والبروتين والدهن والحموضة والآزوت الطيار ورقم البيروكسيد. كما أجريت أيضاً الاختبارات الحسية على الأسماك بعد قلي العينات المحفوظة بالتجميد للمدد المذكورة سابقاً، وشملت هذه الاختبارات الطعم والنكهة واللون والقوام (تماسك اللحم وانتظام الشكل).

أظهرت نتائج التحاليل الكيميائية انخفاض نسبة الرطوبة وارتفاع كلّ من الحموضة ونسبة الآزوت الطيار ورقم البيروكسيد في جميع الأنواع المدروسة مع تقدم مدة التجميد. أما الاختبارات الحسية فقد بيّنت تدهور الخواص الحسية مع تقدم مدة التجميد وبخاصة الطعم والنكهة وتماسك اللحم، وقد كان التغيير أكثر وضوحاً في نوعي سمك الغريبة والمرلان بحيث خفض ذلك من مدة احتفاظها بعوامل جودتها خلال التجميد إلى فترة أسبوع مقارنة بشهرين لبقية الأنواع الأربعة المدروسة.

وربما يكون التدهور السريع في نوعي الغريبة والمرلان في أثناء الحفظ بالتجميد عائداً إلى ارتفاع محتواهما من المواد الدهنية أكثر من الأنواع الأخرى, وبخاصة خواص الطعم والنكهة وصلابة اللب.

الكلمات المفتاحية: سمك, تجميد منزلي, خواص كيميائية, خواص حسية, الساحل السوري.

* أستاذ – قسم علوم الأغذية – كليّة الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
** مدرس – قسم علوم الأغذية – كليّة الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (6) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (6) 2013

Influence of home freezing period on some chemical and organoleptic properties in some Species of the most widely consumed fish in the Syrian coast

Dr. Ali Ahmad Ayyash*
Dr. Ali Ahmad Ali**

(Received 10 / 3 / 2013. Accepted 10 / 7 /2013)

□ ABSTRACT □

Five Species of the most widely consumed fish in the Syrian Coast (namely *Merluccius merluccius, Diplodus sargus, Siganus luridus, Lithognathus mormyrus*, and *Chelon labrosus*). were selected for this research. Samples were collected from the fish market in lattakia, with weight ranging between 150 and 200g. Samples were cleaned by removing scales and inner organs, freezed at -35°C for five hours and then stored at -18°C for a maximum period of six months.

Chemical analysis of fish samples was carried out before and after freezing periods of one week, 1, 2, 4 and 6 months. Analysis included determination of moisture, proteins, lipids, acidity, volatile nitrogen, and peroxide value. Organoleptic evaluation was also performed on the control (fresh samples) and on the frozen samples after thawing and frying. The evaluation included taste, flavor, color, texture or meat consistency and form homogeneity.

The results of the chemical analysis showed a decrease in moisture content and an increase in acidity, volatile nitrogen and peroxide values of all samples in proportion to the duration of storage. Organoleptic evaluation of the fried samples indicated deterioration of the studied quality characteristics, especially taste and flavor and meat consistency which was also proportional to the duration of storage. The deterioration was more obvious in the two species *Gharibah* and *Merlan* so that it limited the period of their storage to one week compared to two months for the other four species of fish. The fast deterioration in *Gharibah* and *Merlan* species during frozen storage may due to their higher content of lipids than the other species.

Keywords: fish, home freezing, chemical properties, organoleptic properties, Syrian coast.

*Professor, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.
**Assistant Professor, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدّمة:

تعدّ الأسماك ذات قيمة غذائية عالية ومهمة للإنسان، وذلك لاحتوائها على البروتينات الحيوية والدهون والأملاح المعدنية والفيتامينات وبخاصة فيتامين A.

وتتبع لحوم الأسماك مجموعة اللحوم البيضاء لفقر عضلاتها بصبغة الميوغلوبين. كما تعدّ لحوم الأسماك من اللحوم سهلة الهضم لقصر أليافها العضلية من جهة، ومن جهة أخرى قلة الأنسجة الضامة فيها، ولهذا ينصح باستهلاكها من قبل المرضى والمسنين [1], وبنتيجة التزايد المضطرد لعدد السكان في العالم وفشل نظريات الحدّ من النسل وبخاصةٍ في الدول غير المتطورة، أصبحت الأسماك تعدّ ثروة اقتصادية مهمة إلى جانب أهميتها التغذوية، فبدأ الاهتمام واضحاً في جميع دول العالم لتربيتها وتصنيعها والاستفادة من جميع مخلفاتها، الأمر الذي يحقق فوائد اقتصادية واجتماعية مختلفة ضمن مجالات متعددة, مثل إنتاج الأسماك المعلبة, استخراج زيت السمك, إنتاج الأعلاف, الأسمدة العضوية واستخراج الحبر.

هذا بالإضافة إلى الأهمية الأساس للأسماك باعتبارها مصدراً من مصادر الحصول على البروتين الحيواني الهام بالنسبة لتغذية الإنسان، الأمر الذي يفرض علينا التفكير بإتباع طرق مثلى للمحافظة على هذه القيمة الغذائية العالية، والنوعية الجيدة بتوفير الظروف المناسبة، وبخاصة في أثناء الحفظ، التي من شأن هذه الظروف أن تحول دون التأثير السلبي في هذه القيمة الغذائية، من خلال المحافظة ما أمكن على طبيعة البروتينات والدهون.

هناك مجموعة من التغيّرات التي تتعرض لها الأسماك بعد الموت مباشرة ولها أهمية كبيرة من خلال عمليات الحفظ والتخزين ويمكن تقسيم هذه التغيّرات إلى الأقسام الآتية:

أ- **التغيّرات الحسية:** وهي التغيرات التي يمكن ملاحظتها من خلال الحواس (الطعم, الرائحة, اللون, القوام, المظهر... الخ). من المعروف أن العضلات بعد الموت مباشرة, تبقى مسترخية ومرنة لبعض الوقت قبل أن تتقلص وتدخل في طور التصلب (rigor mortis). وهناك مجموعة من العوامل تؤثر في هذه الظاهرة, منها: درجة الحرارة, نوع السمك, حالة الإجهاد أو مدى الإجهاد الذي تتعرض له الأسماك قبل الموت؛ إذ وجد أن بعض أنواع الأسماك تسرع درجة الحرارة المرتفعة في ظهور حالة التصلب, بينما يكون الأمر معكوساً لدى أنواع أخرى, وهذا الارتباط بين درجة الحرارة ونوع السمك, يؤثر بشكل كبير في التغيّرات البيوكيميائية [2] , [3].

ب-**التحلل الذاتي:** إن التحلل الذاتي, يسهم بدرجات متفاوتة بفقدان الجودة الشاملة بالإضافة إلى التفاعلات الميكروبيولوجية المتصلة. إن هذا التحلل يحدث نتيجة نشاط أنزيمات تعمل على تحلل أنسجة جسم السمكة, الأمر الذي يسبب تغيّراً في الطعم والرائحة ويقلل من الصلابة, ويؤدي بالنهاية إلى ليونة جسم السمكة. ويلحظ أن هذه الأنزيمات الموجودة أصلاً في خلايا جسم السمكة, لا تعمل على تحلل الأنسجة قبل موتها, نظراً لأن الخلايا تفرز مواداً مضادةً لعمل الأنزيمات العشوائي [4].

إن الجلايكوجين المخزّن في العضلات, يصبح المصدر الوحيد للطاقة بعد الموت, فيتحلل معطياً حمض اللاكتيك, مما يؤدي إلى خفض رقم الـ pH. وهناك علاقة عكسية بين صلابة العضلات ودرجة الحموضة [5].

إن أول المركبات الناتجة عن التحلل وبالتالي التدهور, هو مركب (ADP) أدنيوزين ثنائي فوسفات ثم أدنيوزين مونوفوسفات (AMP) ثم الإينوزين (Ino) ثم الهيبوكزانثين (HX) [6]. ولعل أبرز الأمثلة على التحلل البروتيني, هو حادثة انفجار البطن في الأسماك البحرية المدهنة. وهذا النوع من التحلل سائد في شهر الصيف في حال التغذية المكثفة وهناك مجموعة من العوامل التي تؤثر في حادثة انفجار البطن أكثر من العوامل البيولوجية مثل التجميد, عدد

مرات التجميد, وقت التجميد, إزالة الجليد, درجات الحرارة, كمية الأعلاف المقدّمة, الإجهادات الفيزيائية في أثناء الصيد [7].

إن الببتيدات ذات الوزن الجزيئي المنخفض, وكذلك الأحماض الأمينية الحرة الناتجة عن التحلل البروتيني, لا تؤثر فقط على القيمة الغذائية, بل تشكل بيئة مناسبة لنمو بكتريا التحلل البروتيني أو التلف [8], مما يؤدي إلى إنتاج مجموعات كربوكسيل وأحماض أمينية حرّة وتخفيض القيمة الغذائية. هناك العديد من الأنزيمات التي تقوم بالتحلل الذاتي, لكن يبقى أهمها أنزيم cathepsins, الذي يتحرر في حالة الإجهادات البدنية والتجميد. وهناك أنزيمات أخرى تسبب تلين الأنسجة مثل (Collagenases) و(Calpins).

ج-**التغيّرات الميكروبية:** هناك كائنات حيّة دقيقة, توجد على سطح الأسماك بكميات كبيرة (The bacterial Flora) والعامل الوحيد الذي يحدد عدد هذه الكائنات, هو البيئة التي تعيش فيها الأسماك المصطادة, ويكون عددها عند أسماك المياه الدافئة, أكبر منه عند أسماك المياه الباردة [9]. وعندما تكون الأسماك بحالتها الصحية الجيدة, يقوم الجهاز المناعي عند الأسماك بمنع نمو هذه الكائنات, وعندما تموت الأسماك ينهار الجهاز المناعي, فتبدأ هذه البكتريا بالتكاثر على سطح الجلد [10].

د-**أكسدة الدهون:** تؤدي أكسدة الدهون إلى إنتاج مواد ذات رائحة كريهة وطعم غير مرغوب كما تسهم ببعض التغيّرات داخل الأنسجة. ومن الممكن أن تكون التفاعلات المختلفة أنزيمية (عن طريق تحفيز إنزيمات ميكروبية أو أنزيمات الجهاز الهضمي للأسماك نفسها), أو أن تكون غير أنزيمية. ومن المعروف أن الأسماك تحتوي كميات كبيرة من الأحماض الدهنية غير المشبعة, هذه الدهون تتعرض للفساد بسرعة ويتمّ تحلل الدهون على مرحلتين:

- المرحلة الأولى: ينتج عنها مجموعة من الهيدروبيروكسيدات بكميات كبيرة نسبياً تعطي نكهة غير مرغوبة.
- المرحلة الثانية: ينتج عنها تحطيم الهيدروبيروكسيدات إلى منتجات ثانوية ذات سلاسل كربونية قصيرة مثل: الألدهيدات والكيتونات والكحولات والأحماض الكربوكسيلية الصغيرة والألكينات التي تعطي روائح كريهة. ويمكن أن تلعب بعض مضادات الأكسدة الطبيعية مثل الفينولات وفيتامين E والكاروتينوئيدات بالتقليل من كميات الهيدروبيروكسيدات الناتجة.

هـ-**التحلل المائي:** هناك كمية كبيرة من الأحماض الحرّة, يتمّ إنتاجها في أثناء التخزين, وهذه الظاهرة أكثر عمقاً في الأسماك غير منزوعة الأحشاء, وذلك بسبب مشاركة الأنزيمات الهاضمة وكذلك شقوق الدهون الثلاثية القادمة من الجهاز الهضمي, كما أن بعض الأسماك العجاف (قليلة الدهن في جسمها) تعطي بعض الأحماض الدهنية الحرّة بدرجات الحرارة المنخفضة, والأنزيمات المسؤولة عن ذلك فوسفولييباز عندما تنضمّ الأحماض الدهنية إلى الدهون الفوسفاتية والجليسرول غير الشبع, وبالتالي فإن التحلل المائي يؤدي لزيادة الأكسدة وإظهار روائح كريهة.

تمّ في هذا البحث التركيز على التغيّات الحسية والكيميائية كونهما الأكثر أهمية مقارنة بالتغيّرات الأخرى المذكورة أعلاه.

أهمية البحث وأهدافه:

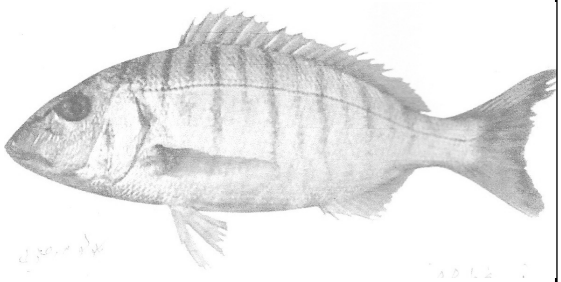
يهدف البحث إلى دراسة التغيّرات السلبية التي تطرأ على بعض الخواص الكيميائية والحسية لخمسة أنواع من أسماك الساحل السوري المرغوبة للاستهلاك خلال فترة تخزينها في ظروف التجميد المنزلي (–18م°) لمدد زمنية مختلفة, ثم تقديم النصائح اللازمة للمستهلك والمنتج أو المسوّق لهذه الأنواع.

طرائق البحث ومواده:

الحصول على عيّنات الأسماك ونقلها: تمّ اختيار عيّنات الأسماك المدروسة من بين أنواع الأسماك الأكثر رواجاً بين أوساط المستهلكين كما ذكرنا ويبين الشكل رقم (1) المواصفات الشكلية لأنواع الأسماك المدروسة[11]. تمّ جمع العيّنات من ساحة بيع الأسماك في مدينة اللاذقية صباحاً بعد عودة صيادي الأسماك من الصيد بحيث تكون الأسماك طازجة, وكان يتمّ التأكد من طزاجة الأسماك المدروسة من خلال تفحص لون الغلاصم وبريق العينين بشكل رئيس, وعمدنا قدر المستطاع أن يكون حجم الأسماك بين 150–200غ لكل سمكة. وهذا الحجم هو الحجم التسويقي المفضل للمستهلك.

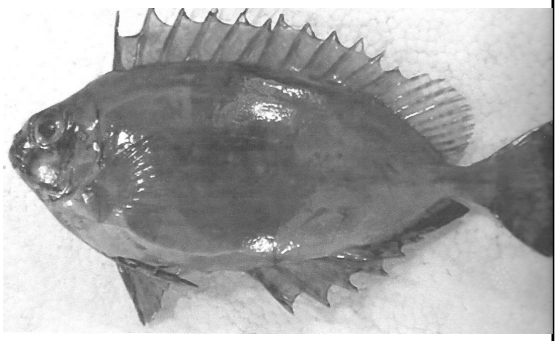
وضعت عيّنات الأسماك بعد شرائها في صناديق خشبية صغيرة وتمّت إحاطتها بالثلج المجروش وتمّ لفّ الصناديق بالخيش النظيف بقصد تقليل التغيّرات الحيوية التي يمكن أن تحصل للأسماك إلى الحد الأدنى ريثما يتمّ القيام بالتجارب المطلوبة. وعند وصولها إلى المخبر, كان يتمّ تنظيفها وتخليصها من الأحشاء الداخلية مباشرة, ثم توزيع كلّ نوع من أنواع الأسماك الخمسة إلى عدد من العيّنات تتناسب مع مدد التجميد (أسبوع, شهر, شهرين, أربعة أشهر, ستة أشهر). وتمّ وضع العيّنات في أكياس من البولي إيتيلن وجُمدت في المجمدة على درجة حرارة (–35°م) لمدة خمس ساعات, ثم حفظت على درجة حرارة (–18°م) طيلة مدة التجميد المطلوبة.

المرمور
Lithognathus mormyrus



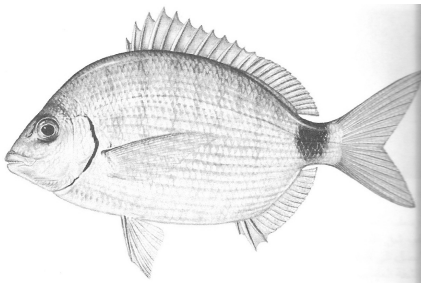
جسم متطاول إلى بيضوي مضغوط الجانبين, رمادي اللون بتموجات فضية, يبلغ طولها 15–30سم كحدّ أقصى, يتغذى على القشريات الصغيرة والديدان والرخويات[11].

الغريبة صخري *Siganus luridus*



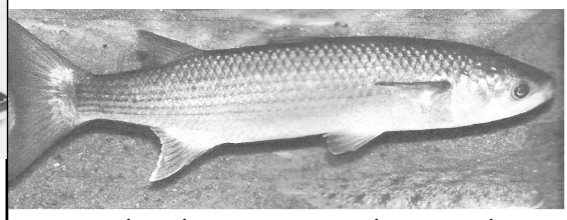
جسم عميق مضغوط من الجانبين وعديم الحراشف, الزعنفة الذيلية مقطوعة الحافة, والجسم مبرقش باللون الأخضر الزيتوني أو الرمادي الغامق جداً, يبلغ طولها 10–20سم حتى 30سم كحدّ أعظمي, تتغذى على الأعشاب البحرية وخصوصاً الطحالب الحمراء[11].

السرغوس *Diplodus sargus*



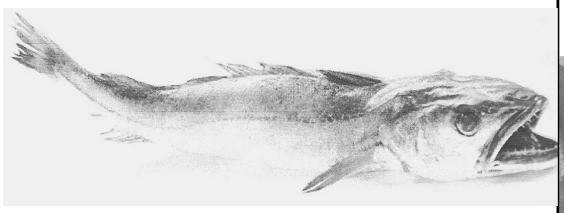
جسم بيضوي عميق مضغوط جانبياً والشفة رقيقة, اللون رمادي مفصص, ويبلغ الطول 15–30سم وحتى 45سم كحد أعظمي, تتغذى الأسماك البالغة على الديدان والرخويات أما اليافعة فعلى الطحالب والديدان والرخويات والقشريات [11].

البوري شيلان *Chelon labrosus*



الجسم أسطواني والرأس عريض, اللون أزرق أو رمادي, يبلغ الطول حتى 60 سم, تتغذى على الطحالب واللافقاريات الصغيرة والفتات العضوي [11].

المرلان *Merluccius merluccius*



الجسم متطاول وقليل العمق, اللون رمادي مائل للأرجواني والبطن أبيض اللون, يبلغ الطول 12–60سم حتى 120سم, تتغذى على الأسماك الصغيرة [11].

الشكل رقم (1) : توصيف للأنواع المختلفة للأسماك المدروسة

طرائق البحث:

الاختبارات الكيميائية: تمّ إجراء الاختبارات الكيميائية الآتية بحسب [12]:

1. تقدير الرطوبة: تمّ تقدير الرطوبة بطريقة التجفيف على درجة حرارة 103–105مْ حتى ثبات الوزن.
2. تقدير البروتين: تمّ تقدير البروتين بطريقة كلداهل.
3. تقدير الدهن: تمّ تقدير الدهن بطريقة سوكسليت.
4. تقدير الحموضة: تمّ تقدير الحموضة بطريقة المعايرة.
5. تقدير الآزوت الطيار: تمّ تقدير الحموضة بطريقة المعايرة.
6. تقدير رقم البيروكسيد: تمّ تحديد رقم البيروكسيد للدهن المستخلص وفق طريقة المعايرة.

تمّت عملية القلي على الشكل الآتي:

أ– تمّ إزالة التجميد عن عيّنات الأسماك المدروسة بعد إخراجها من المجمدة ثم تمّ إزالة الحراشف والأجزاء القاسية عن جسم السمكة.

ب–تمّ تغطية جسم السمكة بطبقة من دقيق القمح.

ج–تمّ تنفيذ عملية القلي بواسطة مقلاة تعمل على الكهرباء ومزودة بحوض قلي وسلة قلي مصنوعين من معدن غير قابل للصدأ, أما جسم المقلاة فهو عازل للكهرباء, واستعمل في القلي زيت قلي مصنوع محلياً يسمى (العربي). استمرت مدة القلي حتى ظهور علامات النضج المميّزة للأسماك المقلية (لون بني مصفر أو ذهبي, تكرمش الجسم.....).

د–إجراء عملية التقييم الحسي: تمّت عملية التقييم الحسي من قبل لجنة التذوق المشار إليها بعد الانتهاء من عملية القلي, بحيث وضعت العينات في أطباق صغيرة مصنوعة من البلاستيك بطريقة تسهل رؤية السمكة أو العيّنة من جميع جوانبها لتفحصها بدقة وتذوقها لوضع الدرجة الملائمة لكلّ خاصية من الخواص الحسية المدروسة.

الاختبارات الحسية:

تمّ إجراء الاختبارات الحسية بعد قلي عيّنات الأسماك المدروسة في نهاية كل مدة تجميد من قبل لجنة تذوق ضمت بعض أعضاء الهيئة التدريسية والهيئة الفنية؛ إذ قام أعضاء اللجنة بإعطاء الدرجة الملائمة لكلّ خاصية من الخواص الحسية المدروسة.

يمنح كل عامل من العوامل المدروسة الدرجة التي يشخصها ذوق لجنة التذوق المكونة من 15 شخصاً من أعضاء الهيئة التدريسية والهيئة الفنية من خمس درجات:

5 درجات: ممتازة

4 درجات: جيدة

3 درجات: مقبولة

2 درجة: غير مقبولة

درجة واحدة: فاسدة

النتائج والمناقشة:

من الجدير الإشارة إلى أنه بغية التمكن من تتبع تأثير مدة التجميد المنزلي في أهم مكونين من المكونات الكيميائية لأنواع الأسماك المدروسة وهما البروتين والدهن, عمدنا إلى تقدير نسبة الآزوت الطيار للتعبير عن مدى التغيّر الذي يصيب البروتين, وتقدير رقم البيروكسيد للتعبير عن مدى التغيّر الذي يصيب الدهن. وبينت التجارب ارتفاع نسبة الآزوت الطيار مع تقدم مدة التجميد مما يدل على التدهور في البروتينات, أما ارتفاع رقم البيروكسيد مع تقدم مدة التجميد يدل على التدهور في الدهون وهذا ما أشارت إليه تجارب مشابهة أجريت على أنواع أخرى من الأسماك قام بها باحثون في أستراليا[13].

إن هذه التغيّات في البروتينات والدهون, تفسر عدم انتظام الشكل في أثناء القلي وصلابة اللب ورداءة الطعم والنكهة في الأسماك مع تقدم مدة التجميد. والجداول (1 – 5) تبيّن تغيّرات بعض الخواص الكيميائية لأسماك المرمور, الغريبة, السرغوس, البوري, المرلان على التوالي.

الجدول رقم (1) : تغيّر بعض الخواص الكيميائية لسمك المرمور *Lithognathus mormyrus* خلال مدة التجميد

الصفة المدروسة / مدة التجميد	الرطوبة (%)	الدهن (%)	الحموضة (%)	البروتين (%)	الآزوت الطيار (%)
الشاهد	75.9	1.4	0.45	21	0.134
أسبوع	75.5	1.4	0.45	21.26	0.159
شهر	75.5	1.5	0.49	21.52	0.191
شهرين	75.2	1.5	0.51	21.7	0.243
أربعة أشهر	75.1	1.6	0.54	21.8	0.278
ستة أشهر	74.9	1.7	0.56	22	0.328
X ± SD	± 75.35 0.356	±1.516 0.116	±0.500 0.045	±21.547 0.367	±0.222 0.074

الجدول رقم (2) : تغيّر بعض الخواص الكيميائية لسمك الغريبة صخري *Siganus luridus* خلال مدة التجميد

الصفة المدروسة / مدة التجميد	الرطوبة (%)	الدهن (%)	الحموضة (%)	البروتين (%)	الآزوت الطيار (%)
الشاهد	78	0.7	0.42	17.58	0.134
أسبوع	78	0.8	0.42	17.85	0.154
شهر	77.6	0.8	0.54	18.02	0.191
شهرين	77.4	0.9	0.54	18.37	0.211
أربعة أشهر	77.3	1	0.55	18.4	0.231
ستة أشهر	77	1.3	0.56	18.6	0.282
X ± SD	±77.550 0.399	±0.916 0.213	±0.505 0.066	±18.137 0.386	±0.200 0.053

الجدول رقم (3) : تغيّر بعض الخواص الكيميائية لسمك السرغوس *Diplodus sargus* خلال مدة التجميد

الصفة المدروسة / مدة التجميد	الرطوبة (%)	الدهن (%)	الحموضة (%)	البروتين (%)	الآزوت الطيار (%)
الشاهد	75.1	0.8	0.36	22.05	0.131
أسبوع	75	0.8	0.39	22.22	0.150
شهر	74.8	0.9	0.5	22.48	0.183
شهرين	74.6	0.9	0.56	22.75	0.201
أربعة أشهر	74	1.1	0.56	23.1	0.220
ستة أشهر	74	1.3	0.58	23.4	0.271
X ± SD	±74.583 0.483	±0.966 0.196	±0.491 0.094	±22.67 0.519	±0.192 0.050

الجدول رقم (4) : تغيّر بعض الخواص الكيميائية لسمك البوري شيلان *Chelon labrosus* خلال مدة التجميد

الصفة المدروسة / مدة التجميد	الرطوبة (%)	الدهن (%)	الحموضة (%)	البروتين (%)	الآزوت الطيار (%)
الشاهد	78	0.5	0.51	17.06	0.118
أسبوع	78	0.5	0.51	17.15	0.138
شهر	77	0.6	0.51	17.76	0.161
شهرين	77	0.7	0.54	18.02	0.188
أربعة أشهر	76.9	0.7	0.58	18.2	0.205
ستة أشهر	76.5	0.9	0.6	18.4	0.253
X ± SD	±77.233 0.622	±0.650 0.151	±0.541 0.039	±17.765 0.554	±0.177 0.048

الجدول رقم (5) : تغيّر بعض الخواص الكيميائية لسمك المرلان *Merluccius merluccius* خلال مدة التجميد

الصفة المدروسة / مدة التجميد	الرطوبة (%)	الدهن (%)	الحموضة (%)	البروتين (%)	الآزوت الطيار (%)
الشاهد	81	1.2	0.22	15.92	0.119
أسبوع	80.6	1.3	0.33	16.01	0.131
شهر	80.5	1.3	0.34	16.27	0.159
شهرين	80.5	1.3	0.36	16.62	0.181
أربعة أشهر	80.35	1.4	0.38	17.06	0.202
ستة أشهر	80	1.5	0.39	17.5	0.245
X ± SD	±80.492 0.326	±1.333 0.103	±0.336 0.061	±16.563 0.622	±0.172 0.046

يتبيّن من الجداول السابقة حصول انخفاض نسبة الرطوبة في الأسماك المدروسة مع تقدم مدة التجميد, وحصول تزايد نسبة الحموضة مع تقدم مدة التجميد؛ إذ بلغت أعلاها في سمك السرغوس. وتزايد نسبة الآزوت الطيار مع تقدم مدة التجميد, وأكبر نسبة ارتفاع للآزوت الطيار كانت في سمك الغريبة.

كما يتبيّن من الجداول السابقة حصول ازدياد في نسب البروتين والدهن, إلا أن هذه الزيادة ليست حقيقية, وإنما هي ناتجة عن انخفاض نسبة الرطوبة.

كما يبيّن الجدول رقم (6) تغيّر رقم البيروكسيد لسمك المرلان وسمك الغريبة خلال مدة التجميد؛ إذ تمّ اختيار نوعي المرلان والغريبة لارتفاع نسبة الدهن فيهما عن بقية الأنواع الأخرى.

الجدول رقم (6) : تغيّر رقم البيروكسيد لسمك المرلان وسمك الغريبة صخري خلال مدّة التجميد

مدة التجميد	رقم البيروكسيد	
	سمك المرلان	سمك الغريبة
الشاهد	0.05	0.05
أسبوع	0.48	0.53
شهر	0.59	0.62
شهرين	0.69	0.86
أربعة أشهر	0.57	0.95
ستة أشهر	0.48	0.31
X ± SD	0.223±0.476	0.337±0.553
LSD	0.050	

يتبيّن من الجدول رقم (6) تزايد رقم البيروكسيد مع تقدم مدة التجميد, والازدياد واضح خاصة بعد التجميد لمدة أربعة أشهر, وخاصة عند سمك الغريبة.

يتبيّن من نتائج التجارب الكيميائية على أنواع الأسماك المدروسة ما يأتي:

1. انخفاض نسبة الرطوبة في الأسماك المدروسة مع تقدم مدة التجميد مع وجود تباينات بين أنواع الأسماك المدروسة في محتوى الرطوبة ومقدار الانخفاض في هذا المحتوى.

2. تزايد نسبة الحموضة مع تقدم مدة التجميد مع وجود تباينات في نسبة الزيادة على مستوى نوع السمك أيضاً, حيث بلغت أعلاها في سمك السرغوس.

3. تزايد نسبة الآزوت الطيار مع تقدم مدة التجميد, مع الإشارة إلى أن أكبر نسبة ارتفاع للآزوت الطيار كانت في سمك الغريبة.

4. تزايد رقم البيروكسيد مع تقدم مدة التجميد, وكان الازدياد واضحاً في الأربعة الأشهر الأخيرة, وبخاصة في الأسماك التي ترتفع فيها نسبة الدهن كالغريبة والمرلان.

5. من الملاحظ أنه يتبيّن من نتائج التجارب ازدياد في نسب البروتين والدهن, إلا أن هذه الزيادة ليست حقيقية, وإنما هي ناتجة عن انخفاض نسبة الرطوبة.