مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٣) العدد (٦) 2019
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (3) No. (6) 2019

دراسة تلوث بعض الأغذية المغلفة وفسادها خلال مدَّة التخزين في ظروف غير مناسبة

غيّاث عبّاس*
سمر عيسى**

(تاريخ الإيداع ٩ / ٦ / ٢٠١٩ . قُبل للنشر ١٧ / ١٠ / ٢٠١٩)

الملخص

هدف هذا البحث إلى مراقبة تلوث بعض الأغذية المغلفة وفسادها (بسكويت، جبنة)، وتقييمه خلال التخزين عند درجات حرارة مختلفة، حيث جرى تحديد قيم المكونات الأساسية (بروتين، ودسم، ورماد)، وبعض العناصر المعدنية الثقيلة، وأجري اختبار للتذوق أيضاً وذلك كل ثلاثة أشهر. بينت نتائج الدراسة انخفاض النسبة المئوية لكل من الرماد والبروتين والدسم في جميع العينات داخل البراد وخارجه، وبالنسبة إلى العناصر المعدنية الثقيلة فقد ازداد تركيزها مع إطالة مدَّة التخزين، وكانت زيادتها في العينات المخزنة خارج البراد أعلى بقليل من العينات المخزنة داخله؛ وتراكيزها أقل بكثير من الحدود القصوى المسموح بها، كما أظهرت نتائج اختبار التذوق أن الصفات الحسية للبسكويت لم تتغير بشكل ملحوظ في أثناء التخزين سواء داخل البراد أم خارجه، بينما انخفضت جودة الصفات الحسية للجبنة مع إطالة مدَّة التخزين وبشكل أوضح في العينة المخزنة خارج البراد، فالعينات المخزنة في البراد وبرغم سوء عملية التبريد بسبب انقطاع الكهرباء، كانت قيم مكوناتها الأساسية وبعد سنة من التخزين أعلى من العينات المماثلة لها المخزنة خارج البراد ومواصفاتها الحسية أفضل.

الكلمات المفتاحية: فساد الغذاء، حفظ الأغذية، العناصر المعدنية الثقيلة.

---

* أستاذ مساعد في قسم تقانة الأغذية – كلية الهندسة التقنية –جامعة طرطوس– طرطوس–سوريا.
** طالبة ماجستير في اختصاص هندسة تقانة الأغذية–قسم هندسة تقانة الأغذية– كلية الهندسة التقنية–جامعة طرطوس – طرطوس–سوريا.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٣) العدد (٦) 2019

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (3) No. (6) 2019

Studying Pollution and Deterioration of some packaged foods during the storage period in harmful conditions

Ghiasse Abbasse*
Samar Issa**

(Received 9 / 6 / 2019 . Accepted 17 / 10 / 2019)

ABSTRACT

The objective of this work was to monitor and evaluate the Pollution and Deterioration of some packaged foods (biscuits and cheese) during storage in different temperature. The values of the basic components (protein, fat, and ash) and some heavy metals were determined and a taste test was also conducted every three Months.

The percentage of ash, protein and fat decreased in all samples studied inside and outside the fridge. For heavy metal elements, the concentration was increased with increased storage period and the increase in the samples stored outside the fridge was slightly higher than the samples stored inside it. And their concentrations are well below the maximum allowable limits, the taste test results showed that the sensory characteristics of sample 1 (biscuits) did not change significantly during storage either inside or outside the fridge, While the quality of the sensory characteristics of sample 2 (cheese) decreased with the prolongation of storage period and more clearly in the sample stored outside the fridge.

Samples stored in the fridge and despite poor cooling process due to power outages, the values of the basic components after one year of storage are higher than similar stored samples outside the fridge and sensual specifications were better.

Key words: foods deterioration, foods preservation, heavy metals

*Assistant Professor, Department of Food Technology, Faculty of Technical Engineering, Tartous University, Tartous, Syria.

** Postgraduate student(Master), Department of Food Technology, Faculty of Technical Engineering, Tartous University, Tartous, Syria.

مقدمة:

التلوث الغذائي عبارة عن احتواء المواد الغذائية على جراثيم وميكروبات مسببة للأمراض أو مواد كيميائية أو مشعة أو أي أجسام غريبة غير مرغوب بوجودها في المادة الغذائية، والتلوث قد يكون طبيعياً ناتجاً عن تحلل الغذاء بسبب الجراثيم أو طول مدَّة التخزين، أو غير ذلك من العوامل التي قد لا يكون الإنسان سبباً مباشراً فيها، وقد يكون تلوثاً غير طبيعي، وينجم بشكل أساسي عن تصرفات الإنسان[١]، والمواد الغذائية الملوثة تعد سبباً للكثير من الأمراض التي تصيب الإنسان، فتلوث الغذاء يؤدي إلى تغيرات في صفاته الحسية والكيميائية، وبالتالي تدني جودته الغذائية مما يسرع في ظهور علامات الفساد عليه فيصبح غير مرغوب أو غير آمن.

وهناك عوامل عديدة تسرع تلوث الأغذية وفسادها؛ كالهواء والحرارة والرطوبة والضوء[٢]، ولذلك كان من الضروري مراقبة هذه العوامل وضبطها على طول سلسلة الإنتاج الغذائي؛ من استلام المواد الخام وانتهاء بتخزين المنتج النهائي واستهلاكه، لأنه في حال حدوث أي خلل خلال عملية التصنيع أو في أثناء تخزين المنتج الغذائي النهائي، أو في حال كانت عملية معالجة الغذاء غير كافية؛ فسيؤدي ذلك إلى تدهور الخصائص الحسية والكيميائية للمنتج بسرعة أكبر، فالجراثيم تنمو بسرعة عندما تتوافر لها الظروف المواتية (المغذيات، والرطوبة، ودرجات الحرارة المناسبة لنشاطها) ويزداد عددها ويتضاعف إلى درجة يمكن أن تسبب أمراضاً خطيرة، فهي تنمو بسرعة أكبر في درجات حرارة تتراوح بين ٥ و٦٠ درجة مئوية ، وهذا المجال يعدّ "منطقة الخطر"، لذلك كان ضبط درجة حرارة الثلاجة على الدرجة^{o}c ٥ أو أقل ضرورياً لحماية معظم الأغذية من الفساد، فسلامة الغذاء بالنسبة إلى المستهلك تعتمد جزئياً على التحكم في درجة الحرارة في جميع مراحل سلسلة الإمداد الغذائي، ويعد الحفاظ على سلسلة التبريد إحدى الخطوات الوقائية المهمة لضمان سلامة الأغذية، ودرجة الحرارة هي أحد العوامل الرئيسة التي تؤثر على نمو الجراثيم والميكروبات وبقائها في الغذاء والتي تؤثر على سير التفاعلات الكيميائية المختلفة، فإذا لم يتم تخزين المواد الغذائية القابلة للتلف عند درجة الحرارة الموصي بها تبدأ عمليات التفسخ والتحلل وتفقد الأغذية جودتها[3,4]. فالغذاء خليط غير متجانس من المواد الكيميائية المعقدة التي تتفاعل مع بعضها البعض أو مع أي مادة كيميائية أخرى تكون على اتصال مباشر معها، والأغذية عرضة لمختلف ظروف التخزين والمعالجة التي قد تؤدي إلى تفاعلات بين المواد الكيميائية أو قد تسهل حركة الجزيئات الدقيقة النشطة من أسطح العبوات إلى الغذاء التي قد تشكل خطراً على صحة الإنسان، ويعدّ التفاعل بين المواد الغذائية ومواد التعبئة غير مرغوب فيه إلى حد كبير، لذلك يجب أن تكون مواد التعبئة والتغليف خاملة تمامًا حتى لا تتفاعل بأي شكل من الأشكال مع الغذاء، ويتوقف ذلك على طبيعة وتركيب الأغذية وطبيعة وتكوين مواد التغليف وخصائص وظروف التخزين أو المعالجة[٥]، ففي حالة الوجبات الخفيفة والمنتجات المخبوزة الجافة مثل البسكويت والكعك ذات ملمس هش وبنية مسامية، الأمر الذي يتيح الوصول السريع للرطوبة والأكسجين إليها، وهو ما يؤدي إلى تدهور النكهة بسبب أكسدة المكونات الدهنية فيها، ولذلك يجب أن تتمتع مواد التعبئة والتغليف للوجبات الخفيفة والحلويات بعدم نفاذيتها للأوكسجين والرطوبة من أجل حمايتها من التلوث والفساد. وأيضاً منتجات الألبان عرضة للتلف فالبكتيريا تنمو بسرعة في الحليب بسبب توفر كمية كافية من المواد المغذية والمياه، ودرجة الحموضة المناسبة، مما يؤدي لفساد الحليب ومنتجات الألبان، ولذلك تحتاج إلى متطلبات تعبئة وتغليف خاصة لحمايتهم من الظروف المؤثرة عليها فلا تسمح بنفاذ الضوء والأكسجين والرطوبة[6] .

أهميّة البحث وأهدافه:

أهمية البحث: تتعرض المنتجات الغذائية (الوجبات الخفيفة والحلويات بشكل خاص ومنتجات الألبان) للفساد بفعل عوامل عديدة بسبب ارتفاع محتواها من المواد الدسمة والكربوهيدرات، وفي حال سوء التغليف والتخزين يصبح المنتج الغذائي أكثر عرضة للتلوث، لذلك فإن دراسة تلوث هذا النوع من المنتجات الغذائية وفساده ذو أهمية كونه النوع المفضل بالنسبة إلى الأولاد الصغار، حيث يجب المتابعة المستمرة في أخذ عينات من مواقع مختلفة وعرضها للتحليل، وذلك لضبط حالات سوء التخزين.

أهداف البحث: مراقبة الجودة الغذائية للأغذية المصنعة كالبسكويت والجبن وفسادها مع مرور الوقت.

تأثير طريقة الحفظ على القيمة الغذائية والخواص الحسية للأغذية المدروسة.

دراسة انتقال عناصر معدنية من مواد التعبئة والتغليف إلى الغذاء.

مواد البحث وطرائقه:

١-عينات البحث: أُخذت عينات من السوق (بسكويت وجبنة) وسجلت كل المعلومات المتعلقة بها كتاريخ التعبئة وتاريخ انتهاء الصلاحية، والمكونات الداخلة في تركيبها كما هو موضح في الجدول (٢).

الجدول (١) دلالات رموز العينات

رمز العينة	الدلالة
١ د	بسكويت نوع (روبي جامبو) موضوع داخل البراد
١ خ	بسكويت نوع (روبي جامبو) موضوع خارج البراد
٢ د	جبنة مصهورة نوع (البقرة الضاحكة) موضوعة داخل البراد
٢ خ	جبنة مصهورة نوع (البقرة الضاحكة) موضوعة خارج البراد

رمز العينة	دسم %	بروتين%	كربوهيدرات%	مكونات أخرى	تاريخ الإنتاج	تاريخ الانتهاء
١	٤٠	٤	٥٢	مواد حافظة ومواد محسنة للدقيق	٢٠١٦/٣/٢	٢٠١٧/٣/١
٢	٢٣	١٠	٦	ملح١,٨% كالسيوم٠,٦%	٢٠١٦/٩/١٩	٢٠١٧/٩/١٨

الجدول (٢) المعلومات الأساسية الخاصة بالعينات المدروسة كما هي واردة في بطاقة البيان

٢-المواد الكيميائية المستخدمة: تمَّ استخدام المواد الكيميائية الآتية:

- حمض الكبريت المركز ٨٩-٩٩%
- هيدروكسيد الصوديوم ٣٣%
- حمض البوريك ٤%
- حمض كلور الماء ٠,١ M
- مشعر أحمر الميتيل-أزرق المتيلين
- محفزات تهضيم (كبريتات النحاس) الكتلة المولية ٢٤٩,٦٩ g/mol
- حمض الكبريت كثافته (١,٨١٥-١,٨٢٠ g/ml) عند الدرجة 20 Cº
- كحول ايزو اميلي
- ايتر البترول (٠,٦٤٥-٠,٦٦٥ g/cm^3) عند الدرجة ٢٠ C°
- حمض الآزوت ٤ M
- محاليل معيارية للعناصر المعدنية الآتية:(Zn, Cu, Pb, Cd, Al, Fe)

٣-الاختبارات على العينات[7] :

٣-١-تقدير الرماد: يوزن بدقة (2-6 g) من العينة في بوتقة نظيفة وجافة تماماً، تنقل البوتقة إلى فرن الترميد نوع CWF 12/13المزود من شركة CARBOLITE والموضح في الشكل (١) على الدرجة ٦٠٠ cº حتى الحصول على رماد أبيض أو رمادي خفيف، ثم تبرد في مجفف زجاجي وتوزن البوتقة مع الرماد.

الشكل (١) فرن الترميد

٣-٢-تقدير البروتين: تم تعيين البروتين بطريقة كلداهل حيث إنها الطريقة الرئيسة لتقدير البروتين في الأغذية باستعمال جهاز كجيلتيك وهو يتكون من وحدة التهضيم (نوع THE-C100 المزود من شركة Gerhardt الألمانية) والموضحة بالشكل (٢) ووحدة التقطير (نوع VAP20S المزود من شركة Gerhardt الألمانية ذو استطاعة قدرها W ١٦٠٠) الموضحة بالشكل (٣).

الشكل (٢) وحدة التهضيم

الشكل (٣) وحدة التقطير

طريقة العمل: يوضع في أنبوب الهضم (0.8–1g) من الغذاء على أن توزن بدقة، وتضاف مضغوطتي كلداهل (مسرعات تهضيم) و ٢٥ml من حمض الكبريت المركز ذي النقاوة العالية، ثم يوضع الأنبوب في وحدة التهضم الموضحة بالشكل (٢)، التي سبق تسخينها إلى الدرجة c^o ٤٢٠ لمدة ٣٠ دقيقة، وتستمر عملية التهضيم حتى الحصول على لون أخضر شفاف صافٍ، ثم تؤخذ الأنابيب من وحدة التهضيم وتبرد وتمدد بإضافة الماء المقطر حيث يصبح اللون أزق فاتح، ثم يوضع الأنبوب المحتوي على العينة المهضمة والممددة في وحدة التقطير الموضحة بالشكل (٣). كما يوضع دورق مخروطي يحوي ٢٥ml من حمض البوريك مع المشعر تحت مخرج المكثف ويكون اللون المتشكل بنفسجي فاتحاً، وفي أثناء التقطير يتحول هذا اللون إلى اللون الأخضر الليموني، ثم يعاير محلول بورات الأمونيوم المتكون بمحلول حمض كلور الماء حتى نقطة انتهاء المعايرة بلون رمادي – بنفسجي[7]، يحول الآزوت المعين إلى بروتين بضرب النسبة المئوية للآزوت بعامل تحويل مناسب.

٣–٣–تقدير الدسم: جرى تقدير الدسم في عينة الجبنة بطريقة جربر.

طريقة العمل: يوضع في القمع الخاص 3 g من مفروم الجبن، ويضاف إليها 10 ml من حمض الكبريت وكمية كافية من الماء حتى الحصول على طبقة ارتفاعها نحو 6 mm فوق طبقة الحمض، ثم تُنقل محتويات القمع إلى أنبوب جربر الخاص بالجبن، ويضاف إليها 1 ml كحول اميلي وكمية كافية من الماء المقطر بدرجة c^o 30–40 لإيصال المستوى إلى النقطة المعلمة لأنبوب جربر، ثم تسد الأنبوبة وتمزج المحتويات، وبعدها تثفل لمدة ٥–٦ دقائق، ثم توضع في حمام مائي بدرجة حرارة c^o 65 لمدة ٣ –٤ دقائق، ثم تقرأ النسبة المئوية للدهن.

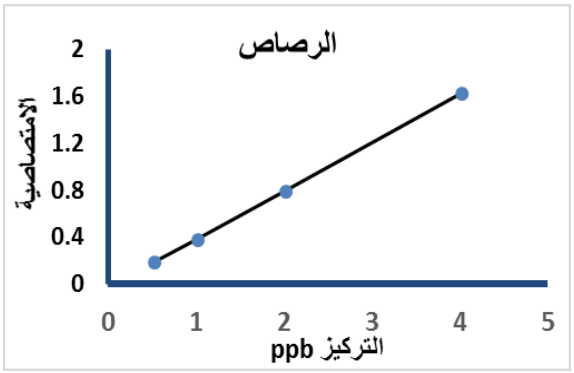
أما بالنسبة إلى عينة البسكويت فاستخدمت طريقة سكسولية: تعدّ طريقة سكسولية من أكثر الطرق انتشاراً نظراً للدقة العالية التي تتميز بها، حيث استخدم جهاز سكسولية (نوعB–811 باستطاعة قدرها W ١٢٥٠ المزود من شركة BVCH Labortech nik AG) الموضح في الشكل (٤):

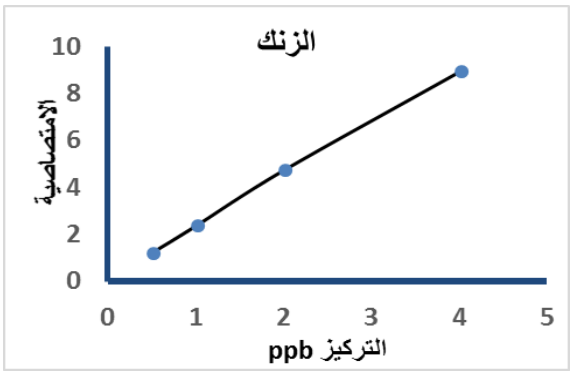
الشكل (٤) جهاز سوكسيليه

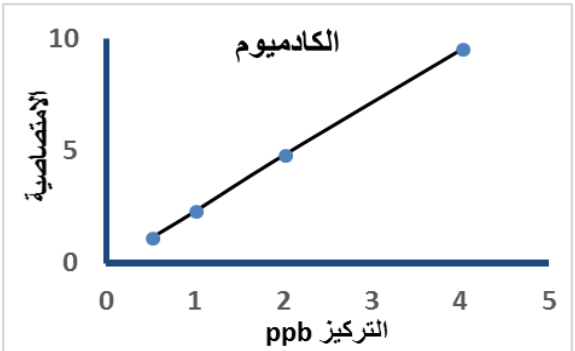
٣-٤-قياس بعض العناصر المعدنية الثقيلة: تم قياس تركيز كل من المعادن الآتية (Cu, Pb, Cd, Al, Fe, Zn) باستخدام طريقة التحليل الطيفي بالامتصاص الذري Atomic Absorption Spectroscopy باستخدام جهاز الامتصاص الذري (نوع GFA-7000 المزود من شركة SHIMADZU اليابانية) والموضح في الشكل (٥).

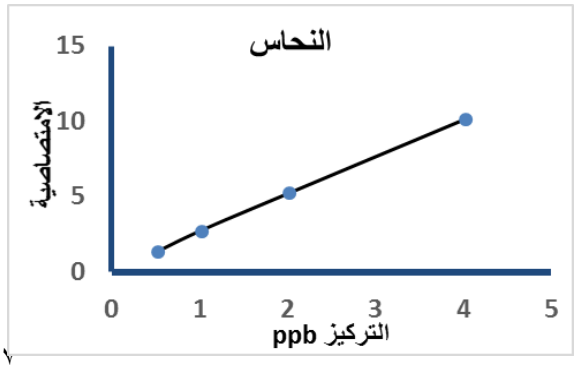
الشكل (٥) جهاز الامتصاص الذري

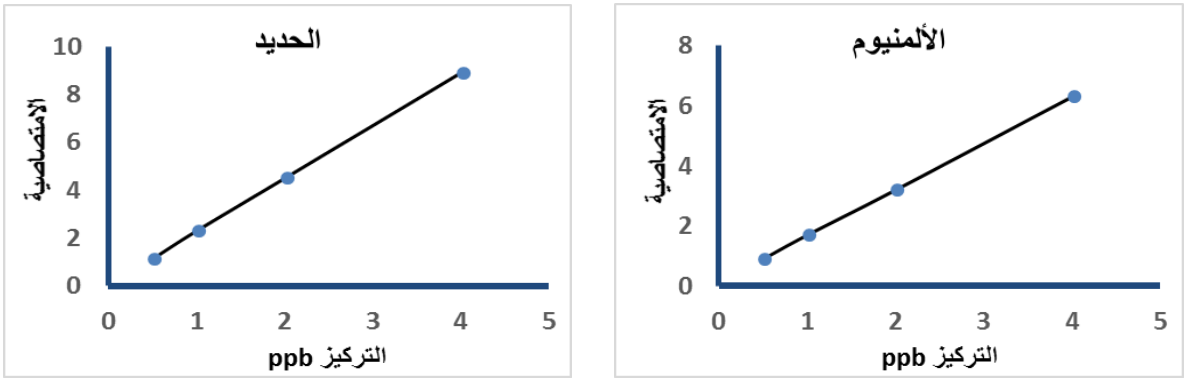
طريقة العمل: يؤخذ الرماد الناتج عن ترميد العينات ويذاب باستخدام 15 ml من حمض الآزوت 4 M ثم يكمل الحجم باستخدام الماء المقطر حتى الحجم 25 ml، ثم تحضر المحاليل العيارية (سلسلة عيارية) لكل عنصر من العناصر المدروسة ويتم ذلك بتمديد المحلول الرئيس، ينبغي أن تكون المحاليل العيارية ضمن المجال الخطي للجهاز ومناسبة لمقدار العنصر المراد تحليله في الغذاء، وبعد ذلك يهيئ جهاز الامتصاص الذري وفق تعليمات الشركة المصنعة واختيار طول الموجة المناسب لقياس العنصر المدروس، يصفر الجهاز باستعمال الماء المقطر المنزوع الشوارد، ثم تقاس الامتصاصية لكل محلول من السلسة العيارية لرسم المنحني العياري للحصول على المعادلة التي تعبر عن العلاقة بين الامتصاصية وتركيز العنصر المدروس والشكل(٦) يبين منحنيات المعايرة للعناصر المعدنية الثقيلة المدروسة، ثم تقاس بنفس الطريقة الامتصاصية لمحلول العينة.











الشكل (٦) منحنيات المعايرة للعناصر المعدنية الثقيلة المدروسة

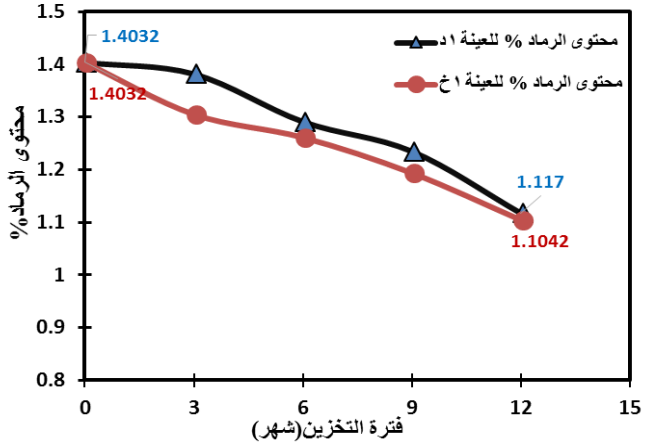
٣-٥-التحليل الحسي (اختبار التذوق): أجري الاختبار من قبل عشرة أشخاص، حيث طلب من المتذوقين المقارنة بين عينتين (المخزنة داخل البراد والمخزنة خارجه) لكل من البسكويت والجبنة، من خلال إعطاء الدرجة المناسبة التي تعكس مدى جودة العينة من حيث (اللون، والبنية، والنكهة)، وقد وضحت دلالة كل درجة من درجات الجودة كما في الجدول (٣).

الدرجة	٥	٤	٣	٢	١
دلالتها	جيد جداً	جيد	وسط	ضعيف	غير مقبول

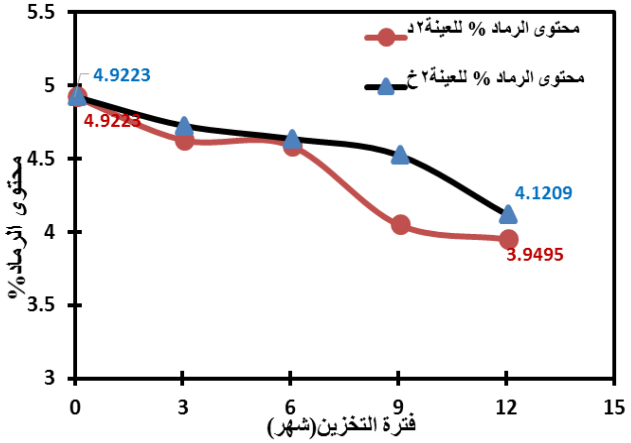
الجدول (٣) يبين دلالة كل درجة

النتائج والمناقشة RESULTS & DISCUSSION:

١-الرماد: يبين الشكل (٧) تغير محتوى الرماد% خلال مدَّة التخزين لعينة البسكويت المخزنة داخل البراد وخارجه، حيث لوحظ انخفاض في محتوى الرماد% في عينات البسكويت المخزنة في درجة حرارة الغرفة (من% ١,٤٠ حتى ١,١٠) وهذا الانخفاض كان أكبر مما هو عليه في عينات البسكويت المخزنة في البراد (تناقصت من% ١,٤٠ حتى ١,١١)، كما يبين الشكل (٨) انخفاضاً في محتوى الرماد% في عينات الجبنة المخزنة في درجة حرارة الغرفة



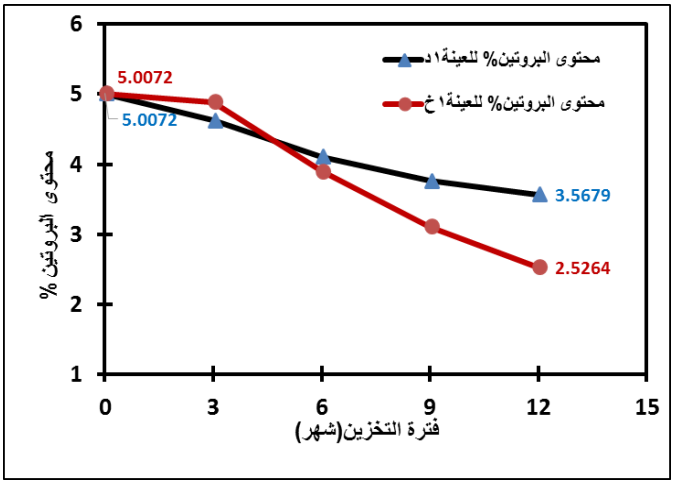
الشكل (٧) تغير محتوى الرماد % للعينة (١)



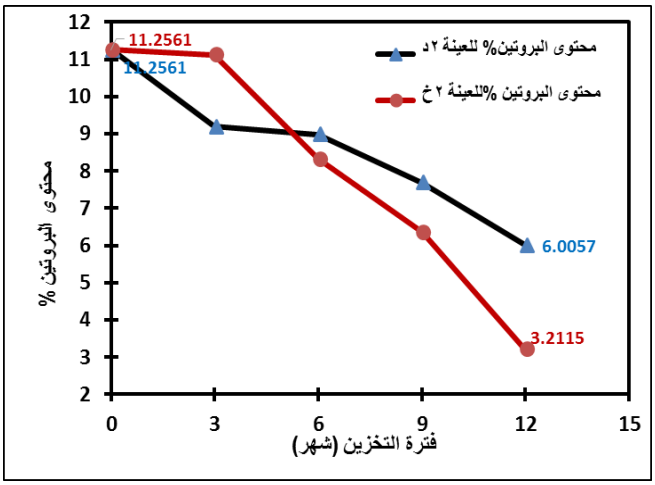
الشكل (٨) تغير محتوى الرماد % للعينة (٢)

(من ٤,٩٢ حتى ٣,٩٤) وهذا التناقص كان أكبر مما هو عليه في عينات الجبنة المخزنة في البراد (تناقص محتوى الرماد من% ٤,٩٢ حتى ٤,١٢)، فالنسبة المئوية للرماد انخفضت في جميع العينات المدروسة وفي جميع الحالات مع مرور الزمن، وهذا التناقص بسيط وصغير؛ فالرماد كما هو معروف لا يتأثر كثيراً في أثناء التخزين وهو الأكثر استقراراً، ويعزى هذا الانخفاض إما بسبب خطأ في القياس وإما كون شروط اجراء التجربة لم تكن ثابتة بسبب انقطاع الكهرباء في أثناء ترميد العينات في فرن الترميد، وقد توافقت هذه النتائج مع نتائج دراسة أجراها (Osman) وآخرون عام (٢٠٠٩) [8]، حيث تناقص محتوى الرماد (%) في عينات الجبنة المخزنة في درجة حرارة الغرفة، وكان نقصانه أكبر مما هو عليه في العينات المخزنة في البراد على الدرجة c^{o} ٧.

٤-٢-البروتين: تتأثر القيمة البيولوجية للبروتينات تأثراً قليلاً في حالة التخزين السليم للمنتجات الغذائية، لكن يؤدي التخزين في درجة حرارة مرتفعة إلى ربط بعض الأحماض الأمينية كيميائياً بسكريات بسيطة وهو ما يسمى تفاعل ميلارد Maillard، ويمكن لهذا التفاعل أن يحدث إذا سمحت مادة التغليف للمنتجات الغذائية المجففة بزيادة محتوى الرطوبة ضمنها **[٩]**. يظهر الشكلان (٩ و١٠) تغير محتوى البروتين% مع مرور الزمن في عينة البسكويت والجبنة على الترتيب.



محتوى البروتين % في العينة (١)



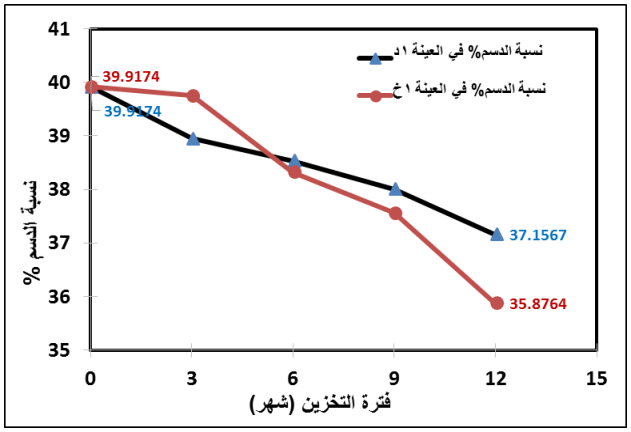
الشكل (١٠) تغير محتوى البروتين% في العينة (٢)

حيث يتبين من خلال الشكل (٩) انخفاض محتوى البروتين% في العينة ١خ (من ٥,٠٠٧ حتى ٢,٥٢) وبشكل أكبر مما هو عليه في العينة ١د (انخفض محتوى البروتين% من ٥,٠٠٧ إلى ٣,٥٦)، كما يبين الشكل (١٠) تغير محتوى البروتين% مع الزمن في عينة الجبن فيلاحظ انخفاض النسبة المئوية للبروتين في العينة ٢خ (من ١١,٢٥ حتى ٣,٢١)، وبشكل أكبر مما هو عليه في العينات ٢د (حيث انخفض محتوى البروتين% من ١١,٢٥ إلى ٦,٠٠٥)؛ وكانت هذه النتائج متطابقة مع الدراسات التي أجراها كل من (Osman وآخرون) وكذلك(Bubelová) و (Abdalla وآخرون) و (Todaroوآخرون) حيث تناقص محتوى البروتين% بإطالة مدَّة التخزين، وبارتفاع درجة حرارة التخزين[8,10,11,12]، يلاحظ أيضاً أن انخفاض محتوى البروتين% في عينات الجبنة كان واضحاً بشكل أكبر مما هو عليه في عينات البسكويت، ويعود سبب انخفاض محتوى البروتين% بشكل أساسي في العينات المخزنة عند درجة حرارة الغرفة إلى تحلل البروتين، والذي يزداد بشكل ملحوظ في درجات الحرارة المرتفعة، ولهذا السبب كان انخفاض محتوى البروتين% في العينات المخزنة في البراد أقل مما هو عليه في العينات المخزنة عند درجة حرارة الغرفة، حيث إن التخزين في درجات حرارة منخفضة يثبط نمو الجراثيم والميكروبات وبالتالي يخفض معدل تحلل البروتين ويثبط نشاط الأنزيمات المحللة للبروتين كالبروتياز، أما سبب انخفاض محتوى البروتين% في العينات المخزنة في البراد فيرجع إلى عدم استقرار درجة الحرارة وارتفاعها عن c^o ٥ الموصى بها، وبالتالي تستمر عمليات تحلل البروتين، كما أن ارتفاع درجة الحرارة الداخلية للأغذية في أثناء انقطاع الكهرباء يساعد الجراثيم والميكروبات على النشاط من جديد وبالتالي استهلاك المكونات الغذائية للنمو والتكاثر [٣]، كما أن عدم ثبات درجة الحرارة يسبب تهتكاً لأنسجة الأغذية وبالتالي تحرر الأنزيمات الموجودة ضمن عضيات الخلية، وبالتالي يزداد تحلل البروتينات وتفككها بواسطتها. إن انخفاض محتوى البروتين % في عينات الجبنة بشكل أكثر وضوحاً من انخفاضه في عينات البسكويت، ويرجع ذلك لارتفاع محتوى الرطوبة في الجبن أكثر من البسكويت، حيث إن فعالية الماء أو النشاط المائي aw في الجبن 0.96– (0.92) بينما فعالية الماء في البسكويت (0.60)؛ فانخفاض النشاط المائي يعيق نمو الجراثيم والميكروبات ويبطئ التفاعلات الأنزيمية الوسيطية، ويعيق عمليات الاسمرار الأنزيمي [2,13,14].

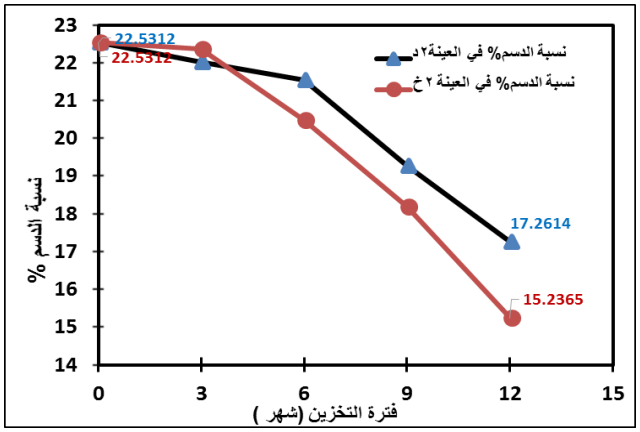
٣–**الدسم:** تفقد المواد الدسمة جودتها في أثناء التخزين لفترات طويلة، حيث تتعرض للأكسدة والتحلل المائي مما يؤدي إلى فسادها، ويمكن أن يحدث ذلك عن طريق الأنزيمات وبوجود الرطوبة والهواء، حيث ينتج عن أكسدة

الدهون ألدهيدات وكيتونات، ويمكن التقليل من ذلك بتغليف المنتجات الغذائية بمواد غير نفوذه للرطوبة والأكسجين [٩].

يعرض الشكلان (١١،١٢) تغير النسبة المئوية للدسم خلال مدَّة التخزين في عينة البسكويت والجبنة على الترتيب.



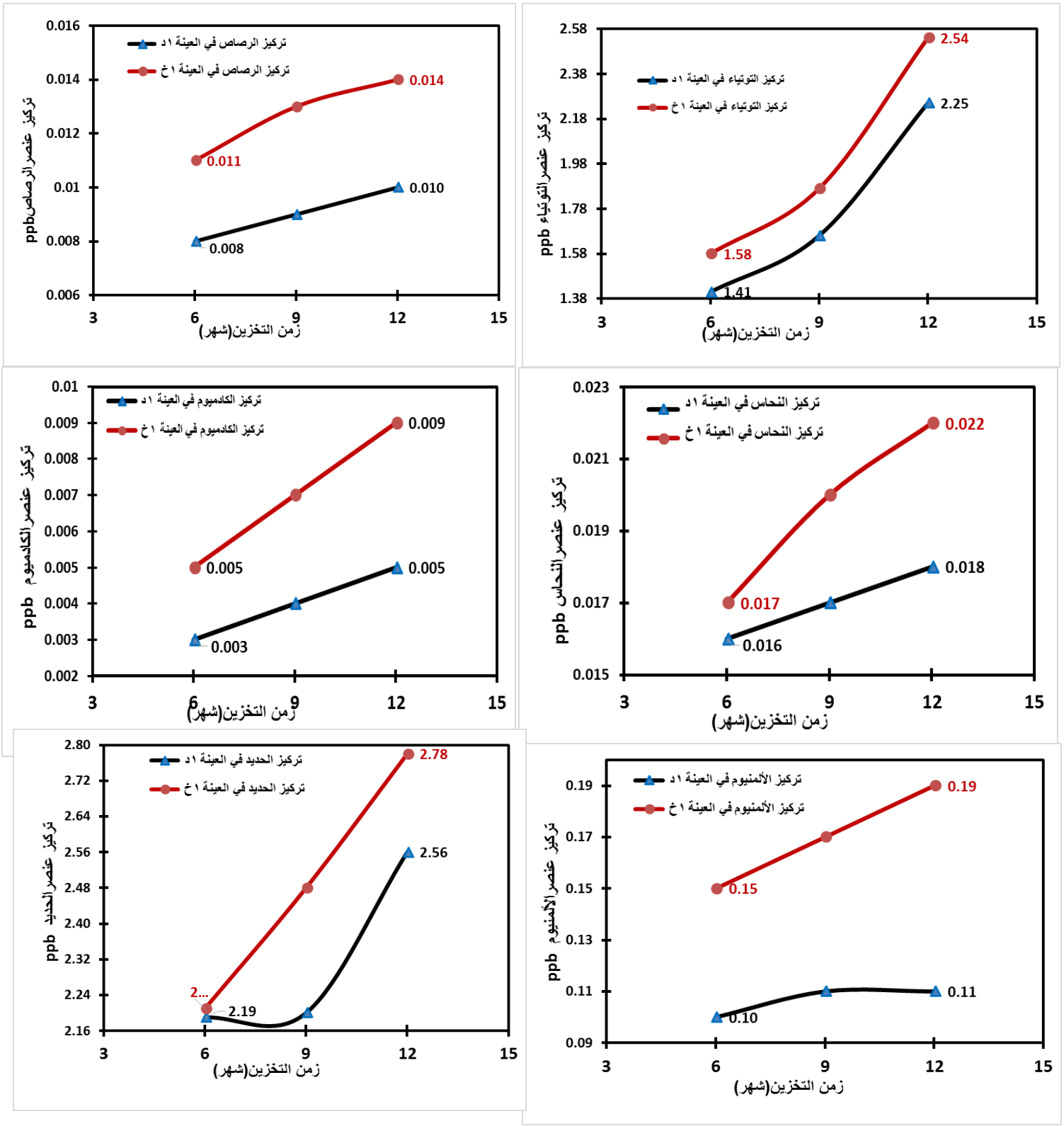
الشكل (١١) تغير محتوى الدسم % للعينة (١)



الشكل (١٢) تغير محتوى الدسم % للعينة (٢)

حيث يتبين من خلال الشكل(١١) وجود انخفاض في محتوى الدسم% في عينات البسكويت المخزنة في درجة حرارة الغرفة (من ٣٩,٩١ حتى ٣٥,٨٧) وبشكل أكبر مما هو عليه في عينات البسكويت المخزنة في البراد (حيث تناقص محتوى الدسم% فيها من ٣٩,٩١ حتى ٣٧,١٥)، كما يبين الشكل (١٢) انخفاض نسبة الدسم في عينات الجبنة المخزنة في درجة حرارة الغرفة (من ٢٢,٥٣ حتى ١٥,٢٣) وبشكل أكبر مما هو عليه في عينات الجبنة المخزنة في البراد (حيث تناقصت نسبة الدسم فيها من ٢٢,٥٣ حتى ١٧,٢٦)، كما يلاحظ أن انخفاض نسبة الدسم في عينات الجبنة كان واضحاً بشكل أكبر مما هو عليه في عينات البسكويت، وقد توافقت نتائج الدراسة مع الدراسات السابقة [8, 10, 12,15] حيث ازداد في نتائجهم أيضاً معدل أكسدة الدهون بارتفاع درجة الحرارة. ويعود سبب تناقص نسبة الدسم في العينات المخزنة في درجة حرارة الغرفة إلى تحلل الدهون وأكسدتها بتأثير الحرارة المرتفعة، حيث يزداد معدل أكسدة الدهون من ٣ إلى ٤ مرات لكل زيادة في درجة الحرارة قدرها $10\ ^{o}C$ في الأغذية الجافة[2,13]، بينما قلل تخزين العينات في البراد من هذا التفاعل، لذلك كان التناقص في نسبة الدسم للعينات المخزنة في البراد أقل منه في العينات المخزنة في درجة حرارة الغرفة، فانخفاض درجة حرارة التخزين يثبط تحلل الدهون لأنه يبطئ نشاط الجراثيم والأنزيمات المحللة للدهون والتفاعلات البيوكيميائية[14]، ويعود سبب انخفاض نسبة الدسم في عينات الجبنة بشكل أكبر وأوضح مما هو عليه في عينات البسكويت لأن تغليف البسكويت كان أفضل وأكثر حماية وأقل نفاذية للرطوبة والأكسجين الذي يعدّ عاملاً أساسياً في أكسدة الدهون.

٤-**نتائج العناصر المعدنية الثقيلة:** يعرض الشكل (١٣) تغير تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة المدروسة في العينة(١د،١خ) خلال مدَّة التخزين:



الشكل (١٣) تغير تراكيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة في العينة (١) خلال مدَّة التخزين

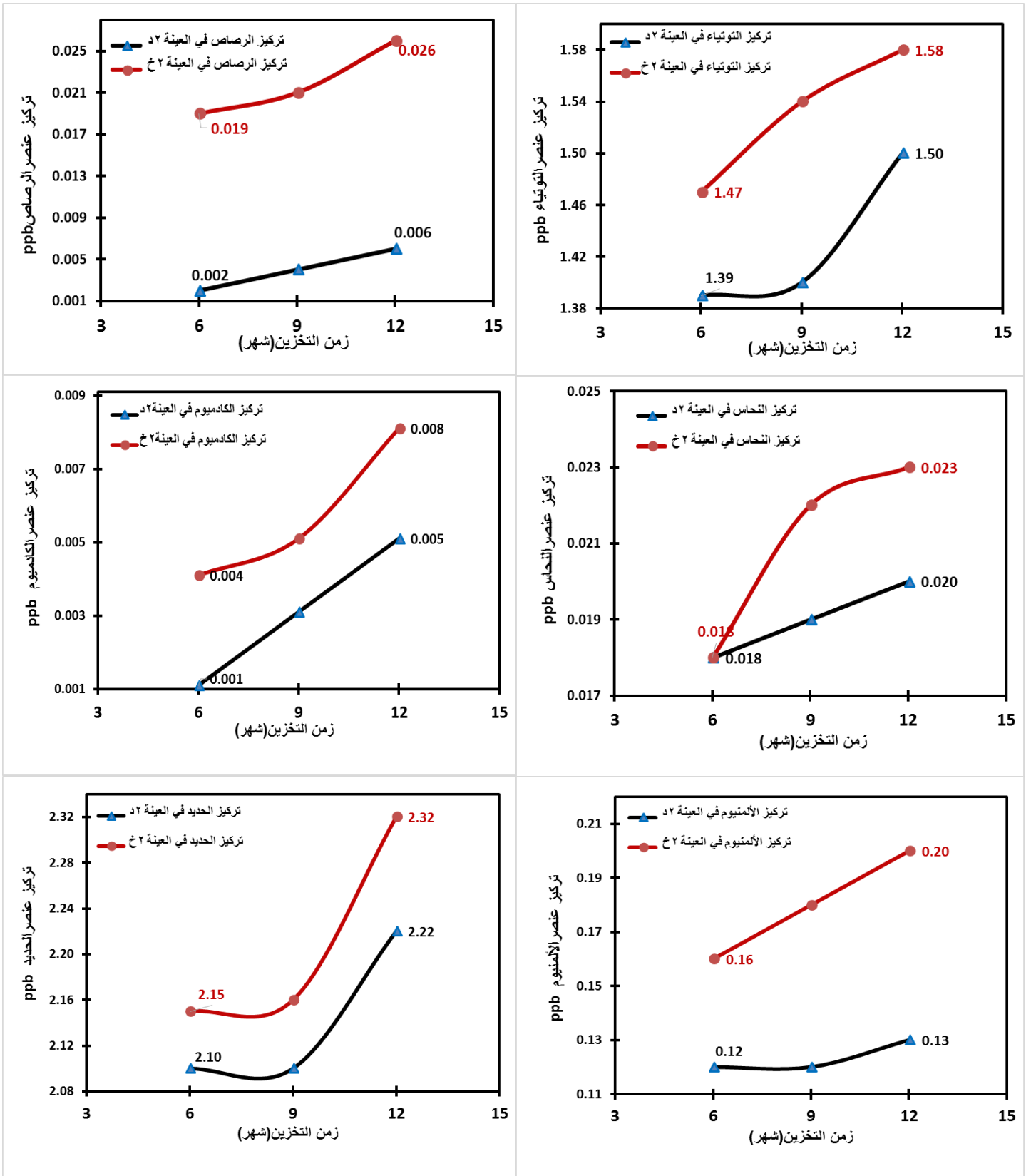
حيث ازداد تركيز كل من الزنك والرصاص والنحاس والكادميوم والألمنيوم والحديد مع مرور زمن التخزين ومع ارتفاع درجة حرارة التخزين، وهذه الزيادة ضئيلة جداً في جميع العينات، وتظهر في عنصري الحديد والزنك أكثر من بقية العناصر الأخرى؛ حيث ازداد تركيز الحديد للعينة (١د) من (2.19–2.56ppb) بينما في العينة (١خ) ازداد من (2.21–2.78 ppb)، وكانت زيادة تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في العينات المخزنة خارج البراد أكبر من نظيراتها المخزنة داخل البراد، ويرجع ذلك إلى أن درجة الحرارة تعمل على زيادة الطاقة الحركية للعناصر المهاجرة وبالتالي تزداد هجرة هذه العناصر والعلاقة الآتية توضح تأثير درجة الحرارة على هجرة العناصر المعدنية[16]:

$$D = D0.\ e^{-EA/RT}$$

D: معامل الانتشار عند الدرجة T [cm^2/s]، **D_0**: معامل الانتشار عند الدرجة الابتدائية T0

EA: طاقة التنشيط [J] ، **R**: ثابت الغازات العام [٨,٣١٤ ,J/mol. K] ، **T**: درجة الحرارة [K]

وقد تشابهت نتائج هذه الدراسة مع الدراسة التي أجراها الباحث (Barone) عام(٢٠١٥) حيث ازدادت تراكيز عنصري الحديد والقصدير في الغذاء المعلب بعبوات معدنية بارتفاع درجة حرارة التخزين[17]. كما يلاحظ من الشكل(١٤) ازدياد تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة المدروسة في العينة(٢د،٢خ) مع مرور زمن التخزين وبارتفاع درجة حرارة التخزين، كما يلاحظ أيضاً أن عنصري الزنك والحديد هما الأكثر تأثراً حيث ازدادت تراكيزهما في العينة ٢د من (١,٣٩ ، ٢,١٠ ppb) إلى (١,٥٠ ، ٢,٢٢ ppb) على الترتيب، بينما ازدادت تراكيزهما في العينة ٢خ من (١,٤٧، ٢,١٥ ppb) إلى (١,٥٨، ٢,٣٢ ppb) على الترتيب، وهذا يعود إلى انتقال جزء من مادة التغليف المصنوعة بشكل أساسي من خليط من الحديد والألمنيوم والزنك إلى المادة الغذائية، كما أن قابلية المعدن للتآكل تزداد بزيادة نشاطه الكيميائي، والذي يمكن تحديده بحسب موقع العنصر في السلسلة الكهروكيميائية، حيث إن العنصر الذي يقع في أعلى السلسلة هو الأكثر نشاطاً في حين أن العنصر الذي يقع أسفل السلسلة هو الأقل نشاطاً، وترتيب العناصر المعدنية الثقيلة المدروسة في السلسة الكهروكيميائية من الأعلى إلى الأسفل هو وفق الآتي: الألمنيوم، الزنك، الحديد، الكادميوم، الرصاص، النحاس [18]. كما أن حجم العنصر له تأثير على معدل هجرته إلى الغذاء، فكلما كبر حجم العنصر أو المركب المهاجر قل معدل انتشاره(هجرته)[19]، وحجم كل من عنصر الحديد والزنك هو أصغر من بقية العناصر المعدنية الثقيلة المدروسة لذلك ازدادت تراكيزهما في العينات المدروسة أكثر من بقية العناصر الأخرى، وكانت تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في جميع العينات المدروسة أقل بكثير من الحدود المسموح بها، وبالتالي فإن جميع العينات غير ملوثة بالعناصر المعدنية الثقيلة.



الشكل (١٤) تغير تراكيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة في العينة(٢) خلال مدَّة التخزين

٥-التحليل الحسي (اختبار التذوق): أظهرت نتائج اختبار التذوق الموضحة في الجدول (٤) أن اللون والنكهة والبنية لعينة البسكويت لم تتغير بشكل واضح في أثناء التخزين؛ سواء داخل البراد أم خارجه وكان التناقص بسيطاً جداً وبقيت مقبولة بشكل جيد من قبل المتذوقين ، ويعود ذلك إلى الغلاف الجيد غير النفوذ للرطوبة والذي أسهم بالحفاظ على هذه العينة رغم انقطاع التيار الكهربائي بالنسبة إلى العينات المخزنة داخل البراد، ورغم ارتفاع درجة الحرارة بالنسبة إلى العينات المخزنة خارج البراد ، كما أن المواد الحافظة ومواد الاستحلاب المضافة إلى البسكويت أسهمت في تقليل الفساد وإبطائه وظهور آثاره على صفات عينة البسكويت.

مدة التخزين(شهر)	اللون		النكهة		البنية	
	د1	خ1	د1	خ1	د1	خ1
0	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5	4.6
6	5	5	5	5	5	4.4
9	4.8	4.5	4.8	4.7	4.8	3.9
مدة التخزين(شهر)	اللون		النكهة		البنية	
	د2	خ2	د2	خ2	د2	خ2
0	5	5	5	5	5	5
3	4.8	4.5	4.7	4.6	4.8	3.9
6	3.9	2.8	3.6	3.4	3.4	2.7

الجدول (٤) تغير الصفات الحسية للعينات مع الزمن وفق اختبار التذوق

بينما أظهرت نتائج اختبار التذوق أن الصفات الحسية بالنسبة إلى عينة الجبنة من لون ونكهة وبنية تناقصت مع زيادة مدَّة التخزين، وبشكل واضح للمخزنة داخل البراد وخارجه، وكان التناقص في جودة صفات العينة المخزنة خارج البراد أكبر من نظيرتها المخزنة داخل البراد، ويعود السبب في ذلك إلى أن التغليف لقطع الجبنة غير جيد وغير محكم الإغلاق، ويسمح للرطوبة والأوكسجين بالنفاذ للعينة مما يسرع فساد هذه العينة، وظهور علامات الفساد على صفاتها الحسية، وكان ذلك واضحاً بالنسبة إلى عينة الجبنة المخزنة خارج البراد؛ حيث ظهر اللون البني بشكل واضح، وكانت بنيتها صلبة وقاسية غير طرية ورائحتها كريهة قبل انتهاء مدة الصلاحية المذكورة على العبوة بشهرين حيث لم نتمكن من إجراء اختبار التذوق بعد ٩ أشهر للعينة(٢)،؛ ويعود هذا اللون البني إلى الإسمرار اللاأنزيمي(تفاعل ميلارد) والذي يزداد بارتفاع درجة حرارة التخزين، كما أن تدهور النكهة ناتج عن أكسدة الدهون بشكل أساسي حيث ينتج عنه ألدهيدات وكيتونات ذات رائحة غير محببة[2,13,14]، وقد توافقت نتائج هذه الدراسة مع الدراسات التي أجراها كل من الباحثين (Bubelová وآخرون) [10] و(Todaroوآخرون) [11] و(Abdalla وآخرون) [12] و(Osman وآخرون) [8] و(Brittany وآخرون) [15] حيث تدهورت الخصائص الحسية بارتفاع درجة حرارة التخزين وبإطالة مدَّة التخزين.

الخلاصة:

أُجريت مراقبة تلوث بعض الأغذية المصنعة وفسادها (بسكويت، جبنة)، وتقييمها، ودراسة تأثير انقطاع التيار الكهربائي المتكرر على العينات المخزنة في البراد المنزلي. حيث حددت قيم كل من المكونات الأساسية (بروتين، ودسم، ورماد) وبعض العناصر المعدنية الثقيلة (Zn, Cu, Pb, Cd, Al, Fe) وأجري أيضاً اختبار للتذوق، ومن ثم

تم توزيع كل نوع من هذه العينات إلى قسمين القسم الأول خزن داخل البراد والقسم الآخر خزن في درجة حرارة الغرفة، وكل ثلاثة أشهر يتم تحديد المكونات الأساسية والعناصر المعدنية الثقيلة المذكورة سابقاً.

انخفضت النسبة المئوية لكل من الرماد والبروتين والدسم في عينة البسكويت المخزنة داخل البراد من (١,٤٠، ٥,٠٠٧، ٣٩,٩١) إلى (1.11، 3.56، 37.15)على الترتيب، بينما تناقصت هذه النسب في عينة البسكويت المخزنة خارج البراد من (١,٤٠، ٥,٠٠٧، 39.91) إلى (1.10، 2.52، 35.87)على الترتيب، وكذلك تناقصت النسبة المئوية لكل من الرماد والبروتين والدسم في عينة الجبنة المخزنة داخل البراد من (4.92، 11.25، 22.53) إلى (4.12، 6.005، 17.26) على الترتيب، بينما تناقصت هذه النسب في عينة الجبنة المخزنة خارج البراد من (4.92، 11.25، 22.53) إلى (3.94، 3.21، 15.23)على الترتيب. كما ازدادت تراكيز جميع العناصر المعدنية الثقيلة المدروسة مع مرور وقت التخزين، وكانت زيادتها في العينات المخزنة خارج البراد أعلى بقليل من العينات المخزنة داخل البراد، وزيادة تراكيز جميع هذه العناصر كانت بسيطة جداً وأقل بكثير من الحدود القصوى المسموح بها.

كما أظهرت نتائج اختبار التذوق أن اللون والنكهة والبنية للعينة 1(البسكويت) لم تتغير بشكل واضح في أثناء التخزين سواء داخل البراد أم خارجه، وبقيت مقبولة من قبل المتذوقين، بينما أظهرت نتائج اختبار التذوق بالنسبة إلى العينة 2(جبنة) أن الصفات الحسية لهذه العينة تناقصت مع زيادة مدَّة التخزين وبشكل واضح سواء للعينات المخزنة داخل البراد أو خارجه، وكان التناقص في جودة صفات العينة المخزنة خارج البراد أكبر من نظيرتها المخزنة داخل البراد، وكان ذلك واضحاً بالنسبة إلى عينة الجبنة المخزنة خارج البراد حيث ظهر اللون البني بشكل واضح وكانت بنيتها صلبة وقاسية غير طرية ورائحتها كريهة قبل انتهاء مدة الصلاحية المذكورة على العبوة بشهرين حيث لم يكن بالإمكان اجراء اختبار التذوق بعد ٩ أشهر للعينة (٢)، فإن العينات المخزنة في البراد ورغم انقطاع التيار الكهربائي كانت قيم مكوناتها الأساسية (رماد، وبروتين، ودسم) وبعد سنة من التخزين أعلى من قيمها في العينات المماثلة لها المخزنة خارج البراد في درجة حرارة الغرفة ،وكانت مواصفاتها الحسية أفضل.

المراجع:

[1] ياسين، مفيد. ٢٠١٠، *كيمياء الأغذية*، كلية الصيدلة، جامعة تشرين.

[2] الجساس، فهد بن محمد. 2011 ، *مبادئ سلامة الأغذية*، مدينة الملك بن عبد العزيز للعلوم والتقنية. الرياض.

[3] Andrej OVCA*, Mojca JEVŠNIK. 2009, *Temperature and time impact on food safety in domestic refrigerator*, International Journal of Sanitary Engineering Research, Vol. 3, No. 1/2009.

[4] Sadhu, S. P. 2017, *Effect of cold chain interruptions on the shelf-life of fluid pasteurised skim milk at the consumer stage*. Braz. J. Food Technol., Campinas, v. 21, e2017064, 2018.

[5] Abdullahi**,** N. 2014, *"Hazard Chemicals in Some Food Packaging Materials (A Review)*, Annals. Food Science and Technology, Volume 15, Issue 1.

[6] AA Wani and P Singh. 2014. *Food Technologies*, Encyclopedia of Food Safety, Volume3.

[7] S. Suzanne Nielsen. 2010, *Food Analysis, Food Science Texts Series*, DOI 10.1007/978-1-4419-1478-1_6 Springer Science+Business Media, LLC 2010.

[8] *Osman. A.O. El Owni ; Omer I. A. Hamed . 2009, Effect of Storage Temperature on Weight Loss, Chemical Composition, Microbiological Properties and Sensory Characteristics of White Cheese (Gibna Bayda)*, Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 5(4): 498-505, 2009.

[9] Dandago, M.A.(2009)**.** *Changes in Nutrients during Storage and Processing of Foods - A Review,* Techno Science Africana Journal, Volume 3 Number 1, June, 2009.

[10] Bubelová. Z; Tremlová. B; Buňková. L; Pospiech. M; Vítová. E; Buňka. František. .2014, *The effect of long-term storage on the quality of sterilized processed cheese*, Association of Food Scientists & Technologists, India, DOI 10.1007/s13197-014-1530**.**

[11] Todaro,M;Palmeri. M; Settanni. L; Scatassab, M. L; Mazza, F; Bonanno, A; Di Grigoli, *A.2017, Effect of refrigerated storage on microbiological, chemical and sensory characteristics of a ewes' raw milk stretched cheese*, Food Packaging and Shelf Life 11 (2017) 67–73.

[12] *Abdalla .M.M, Mohamed.S.N. 2009, Effect of Storage Period on Chemical Composition and Sensory Characteristics of Vacuum Packaged White Soft Cheese*, Pakistan JOURNAL OF Nutrition 8(2):145-147, 2009.

[13] Amit, S, K؛ Md. Mezbah Uddin ؛Rizwanur Rahman ؛ S. M. Rezwanul Islam and Mohidus Samad Khan. 2017. *A review on mechanisms and commercial aspects of food preservation and processing,* Agriculture & Food Security (2017) 6:51 DOI 10.1186/s40066-017-0130-8.

[14] R. Steele. 2004, Understanding and measuring the shelf life of food, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.

[15] Brittany I Davis, Aftab Siddique and Young W Park. 2017, *Effects of Different Storage Time and Temperature on Physicochemical Properties and Fatty Acid Profiles of Commercial Powder Goat Milk Products*. Advances in Dairy Research, Volume 5 • Issue 4 • 1000193.

[16] C.Simoneau, ed.2002, *Estimation of specific migration by generally recognised diffusion models in support of EU Directive*.[from German project no.13040 N,operated by Fraunhofer IVV & FABES.

[17] Barone, c.; Bolzoni , L.; Caruso , G.; Montanari , A.; Parisi , S.; Steinka , L . 2015,Food Packaging Hygiene, Chapter 2 Inorganic Contaminants of Food as a Function of Packaging Features .vll, 132 p. 39 illus., 25 illus . In color. Softcover.

[18] جريكوس، حسن. ٢٠٠٨، *الكيمياء العامة، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية*، جامعة تشرين.

[19] Stéphane DESOBRY.2000, Packaging/fatty food interactions, Oléagineux, Corps Gras, Lipides. Volume 7, Numéro 5, 427-30, Septembre - Octobre 2000, Dossier: Sécurité sanitaire des aliments et industrie.