دراسة بعض الخواص الفيزيوكيميائية والمايكروبية لسمك الكارب الفضي المجفف بالموجات الدقيقة Microwave

وسن كاظم عبدالرزاق التميمي
قسم علوم الاغذية – كلية الزراعة - جامعة البصرة، العراق (dr.wasanaltemimi@gmail.com)

المستخلص

اجريت عملية تجفيف لأسماك الكارب الفضي Silver Carp Fish (*Hypophthalmichthys molitrix*) الكاملة المنظفة باستعمال الموجات الدقيقة عند المستويات 100 و300 و500 واطٍ، وضعت بعد التجفيف في اكياس من البولي اثيلين وسحب منها الهواء وخزنت بدرجة حرارة المختبر واجريت عليها الاختبارات في المدد الخزنية 0 و15 و30 و45 و60 يوما. أكدت النتائج المتحصل عليها أن جميع المستويات (100 و300 و500 واطٍ) سببت انخفاضا في نسبة الرطوبة بتقدم وقت التجفيف، وكان افضل وقت للتجفيف 30 و25 و20 دقيقة للمستويات اعلاه على التوالي، واظهر التركيب الكيميائي للأسماك المجففة انخفاضا في المحتوى الرطوبي وارتفاعا في نسبة البروتين والدهن والرماد بعد عملية التجفيف. ارتفعت نسبة الرطوبة خلال المدد الخزنية 0 و15 و30 و45 و60 يوما، رافقها انخفاضا في كل من النسبة المئوية للبروتين والدهن لنفس المدد الخزنية اعلاه، واظهرت الاسماك المجففة زيادة في قيمة حامض TBA وFFA بعد التجفيف وخلال المدد الخزنية مقارنة بالأسماك الطازجة. اظهرت الاسماك المجففة انخفاضا في لوغاريتم الاعداد الكلية الميكروبية مقارنة بالاسماك الطازجة، اذ بلغت صفرا بعد التجفيف لتصل اقصاها عند المدة الخزنية الاخيرة، في حين لم تتواجد بكتريا القولون والفطريات في الاسماك المجففة وطيلة مدة الخزن، ولوحظ وجود البكتريا المحللة للدهن بعد مرور 45 يوما والبكتريا المحللة للبروتين بعد 30 يوما من الخزن، لتصل اعدادها اللوغاريتمية اقصاها عند المدة الخزنية الاخيرة البالغة 60 يوما.

الكلمات المفتاحية: سمك الكارب الفضي، تجفيف الاسماك، الموجات الدقيقة (الميكروويف).

المقدمة

تعد الاسماك ذات اهمية كبيرة في غذاء الانسان كونها تمثل مصدرا عالي البروتين، الا ان الاسماك الطازجة تكون سريعة التلف فضلا عن قصر العمر الخزني لها، اذ تبدأ عملية التلف لها بعد 12 ساعة من عملية الصيد لاسيما في الاجواء الدافئة (Adebowale واخرون، 2008 ؛ Chukwu، 2009 ؛ Immaculate واخرون، 2012 ؛ Darvishi واخرون، 2013).

التجفيف هو عملية ازالة الرطوبة باستخدام درجات حرارية مختلفة من الاغذية شبه الصلبة او السائلة للحصول على منتجات منخفضة الرطوبة تقلل من النشاط الانزيمي والميكروبي فيها (Janjai وBala، 2012 ؛ Boziaris، 2014). تجرى عملية التجفيف للعديد من المواد الغذائية بغية اطالة مدة حفظها او اختزال حجمها ووزنها فضلا عن كلفتها أثناء عمليات الشحن (Chou وChua، 2001 ؛ Guo-Chen، 2004). استعمل التجفيف الشمسي في الاماكن المفتوحة بشكل واسع كونها عملية سهلة وغير مكلفة، الا ان هذه العملية يصاحبها الكثير من المشاكل منها الانخفاض في نوعية المنتوج بسبب التلوث، ولايمكن التجفيف في الاجواء الممطرة، وكذلك لا يمكن السيطرة على عملية التجفيف فضلا عن احتياجها الى مساحات واسعة (Immaculate واخرون، 2012 ؛ Darvishi واخرون، 2013).

اتجه الباحثون في العقود الاخيرة الى ادخال بعض تقنيات التجفيف الحديثة واحداها التجفيف بمساعدة الموجات الدقيقة Microwave، وهي موجات كهرومغناطيسية ذات طاقة عالية (2.45 GHz) لها القدرة على اختراق المادة الغذائية والاسماك لغاية 8 ملم، إذ تعمل على تحويل الطاقة الى حرارة في المادة الغذائية

استلام البحث: 2016/11/25
قبول النشر: 2017/4/3

(ThEP Center، 2009 ؛ Kumar واخرون، 2015). وقد اشار Drouzas واخرون (1999) ان عملية التجفيف بالموجات الدقيقة تحسن نوعية المنتوج من خلال سرعة التجفيف وازالة الرطوبة من المنتوج دون تعرضه الى درجات حرارية عالية.

نظرا لكثرة استهلاك الاسماك المجففة والمملحة في العراق لاسيما في المناطق الجنوبية باستعمالهم طرائق بدائية تسبب تلوثها وقد ينجم عن ذلك العديد من الحالات المرضية للمستهلك، لذا هدف هذا البحث الى دراسة امكانية تجفيف الاسماك باستخدام تقنية الموجات الدقيقة ودراسة الصفات النوعية والمحتوى الميكروبي للمنتوج النهائي خلال مدد خزنية مختلفة.

المواد وطرائق البحث

المواد

تم الحصول على اسماك الكارب الفضي (*Hypophthalmichthys molitrix*) Silver Carp من احد مربي الاسماك في محافظة البصرة بوزن 1253 غم ± 3.41 غم وبطول 30.2 سم ± 1.5 سم، ونقلت مباشرة بعد الصيد في حاويات مبردة الى المختبر، غسلت وفتحت من جهة الظهر وازيلت الاحشاء الداخلية والغلاصم وتركت لمدة نصف ساعة لإزالة اكبر قدر ممكن من الرطوبة، جففت الاسماك كاملة باستعمال جهاز الموجات الدقيقة (بريطاني المنشأ) وبثلاثة مستويات (100 و300 و 500 واطٍ) ، فتم عمل فتحات في اعلى الجهاز للسماح بخروج الرطوبة الناتجة عن التجفيف، بعد اكمال التجفيف وضعت الاسماك المجففة في اكياس من البولي اثيلين وازيل عنها الهواء بالشفط وغلقت ثم وضعت في اكياس من البولي الاثيلين معتمة اللون وحفظت في درجة حرارة المختبر لحين اجراء الفحوصات المختبرية عليها.

الفحوصات النوعية

اجريت الفحوصات (الرطوبة والبروتين والدهن والرماد) للعينات الطازجة والمجففة في أثناء المدد الخزنية (0 و15 و30 و45 و60 يوما) بحسب الطريقة التي التي ذكرها Egan واخرون (1988)، وقدرت النسبة المئوية للتشرب Rehydration بحسب الطريقة التي ذكرها Tein واخرون (1999)، واتبعت الطريقة التي وصفها Egan واخرون (1988) في تقدير قيمة رقم حامض الثايوباربتيورك Thiobarbituric Acid (TBA) كدليل على مدى تحلل او تلف الدهن والاحماض الدهنية.

الاعداد المايكروبية

حضرت التخافيف العشرية لعينات السمك المجفف بحسب الطريقة التي ذكرها Diliello (1982)، وذلك بأخذ 11 غم من العينات في ظروف معقمة وخلطت مع 99 مل من محلول رنكر Ranger Solution المجهز من شركة BDH البريطانية وخلطت باستعمال خلاط زجاجي كهربائي معقم، ثم حضرت بقية التخافيف العشرية، وقدرت الاعداد الكلية البكتيرية باستعمال الوسط الزرعيNutrient Agar المجهز من شركة Hi Media الهندية، والاعداد الكلية لبكتريا القولون باستعمال الوسط Mac Conky Agar المجهز من شركة LAB البريطانية وفقا للطريقة التي وصفها Andrews (1997)، اما البكتريا المحللة للدهن Lipolytic Bacteria فقدرت اعدادها بحسب الطريقة التي ذكرها Cempirkova واخرون (2009) باستعمال الوسط الزرعي Tributyrin Agar والمجهز من شركة Oxoid البريطانية، وحُسبت المستعمرات المحاطة بمنطقة التحلل. قدرت اعداد البكتريا المحللة للبروتين بحسب الطريقة المذكورة من قبل Speck (1976) باستعمال الوسط Caseinate Agar Media المجهز من شركة Oxoid البريطانية وحُسبت المستعمرات المحاطة بمنطقة تحلل، وقدرت أعداد الفطريات (الخمائر والاعفان) باستعمال الوسط Potato Dextrose Agar (PDA) وبحسب الطريقة التي ذكرها Harrigan و MacCane (1976).

التحليل الاحصائي

حللت النتائج باستعمال برنامج التحليل الاحصائي الجاهز SPSS (2012).

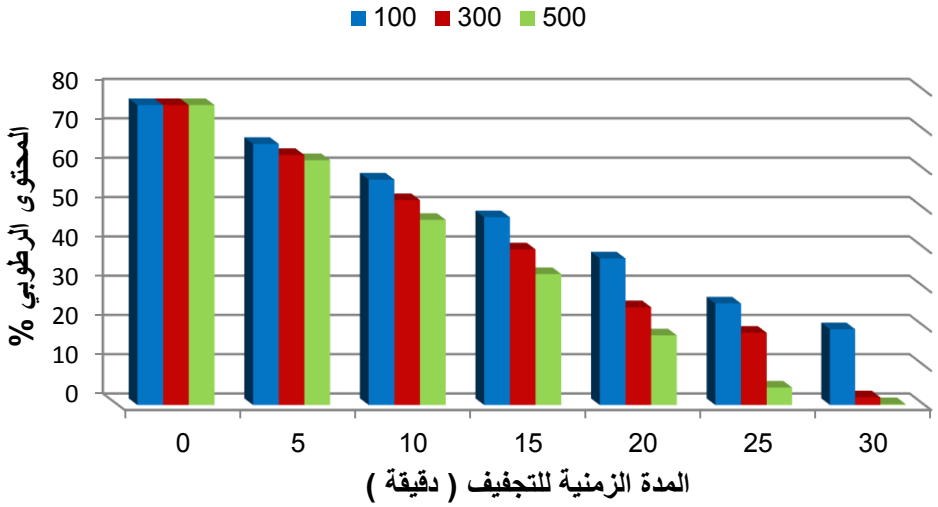
النتائج والمناقشة

تحديد افضل مدة للتجفيف

يُظهر الشكل 1 تاثير الموجات الدقيقة عند المستويات 100 و300 و500 واطٍ المستعملة لتجفيف سمك الكارب الفضي وتاثيرها في المحتوى الرطوبي للاسماك المجففة لمدد زمنية 0 و5 و10 و15 و20 و25 و30 دقيقة، اذ انخفض المحتوى الرطوبي تدريجيا في جميع المستويات مع تقدم مدة التجفيف، فعند المستوى 100 واطٍ انخفضت الرطوبة من 76.3% في الاسماك الطازجة لتصل الى 19.314% عند المدة الزمنية 30 دقيقة، في حين اعطت المدة الزمنية نفسها في المستوى 300 واطٍ محتوى رطوبي بلغ 1.967% واعطى المستوى 500 واطٍ محتوى رطوبي بلغ 0.213% عند المدة الزمنية 30 دقيقة، وقد يعزى سبب التباين في المحتوى الرطوبي عند المستويات اعلاه خلال المدد المستعملة في التجفيف الى ان الماء الموجود في المادة الغذائية له القدرة على امتصاص الاشعة الكهرومغناطيسية التي مصدرها جهاز الموجات الدقيقة مسببا تأين جزيئات الماء وزيادة الحركة ونجم عن هذه الحركة احتكاكا مؤديا الى توليد طاقة حرارية تعمل على زيادة الضغط البخاري داخل المادة الغذائية التي تعمل على تبخر الرطوبة من المادة الغذائية، وبزيادة مستويات الطاقة سيسبب ذلك في زيادة الحركة الاهتزازية للجزيئات ومن ثم زيادة الحرارة والضغط البخاري للمادة الغذائية وبالتالي اختزال وقت التجفيف، فضلا عن ذلك تمتاز الموجات الدقيقة باختراق المادة الغذائية مما يسبب تسخين المادة الغذائية من الداخل والخارج في ان واحد عكس عملية التجفيف في الاجهزة الاخرى والتي تبدأ بالتسخين باتجاه واحد من الطبقة السطحية باتجاه المركز مما قد ينجم عن ذلك حصول الجفاف السطحي لاسيما عند التجفيف الشمسي، وهذا ما اكده Vaid (2008).

اما السرعة التي حصل فيها تجفيف اسماك الكارب الفضي مقارنة بالطرائق الاخرى التي استعملها الباحثون والتي قد تستغرق ساعات او اياماً وبظروف معينة قد يعزى الى ان الموجات الدقيقة نتيجة لاختراقها المادة الغذائية وتحولها الى طاقة حرارية عند امتصاصها من قبل الماء فانه يولد ضغطا بخاريا عاليا يتسبب في تبخر الرطوبة بشكل اسرع مقارنة بطرائق التجفيف الاخرى، وهذا ما اكدته عدد من الدراسات، فقد وجد Rozainee و Ng (2001) انخفاض وقت التجفيف لاسماك الجري Cat Fish بمقدار 75% عند استعمال اجهزة الموجات الدقيقة مقارنة بالتجفيف بالهواء الساخن، أما Sousa واخرون (2004) فقد لاحظوا ان زيادة طاقة الموجات الدقيقة خلال عملية التجفيف يزيد من معدل التجفيف ويقلل الوقت اللازم للتجفيف واستمرار التعرض لها دون السيطرة عليها تسبب في خفض الرطوبة بشكل كبير او قد ينجم عنه تفحم المادة المراد تجفيفها، وأكد Kumar (2015) ان التجفيف بمساعدة الموجات الدقيقة يسبب اختزال الوقت وتحسين المنتوج فضلا عن المرونة في انتاج مجموعة واسعة من المنتوجات المجففة مقارنة بالطرائق التقليدية، وبين Tulsidas (1994) ان التجفيف بمساعدة الموجات الدقيقة لا يختزل الوقت اللازم للتجفيف فحسب بل يقل استهلاك الطاقة ويخفض الاحياء المجهرية المسببة للتلف، ووجد Duan واخرون (2010) اختزال الوقت اللازم لتجفيف شرائح سمك Tilapia باستعمال الموجات الدقيقة (200– 600 واطٍ) مقارنة بشرائح السمك المجففة بالهواء الساخن، علما ان كلتا الطريقتين ادت الى اختزال وقت التجفيف.

واستنادا إلى الشكل 1 اعتمدت الاسماك المجففة في المستويات 100 و300 و500 واط مدد التجفيف 30 و25 و20 دقيقة على التوالي في اكمال الدراسة واجراء الفحوصات النوعية والتغيرات التي تطرأ على هذه الاسماك خلال المدد الخزنية المختلفة.



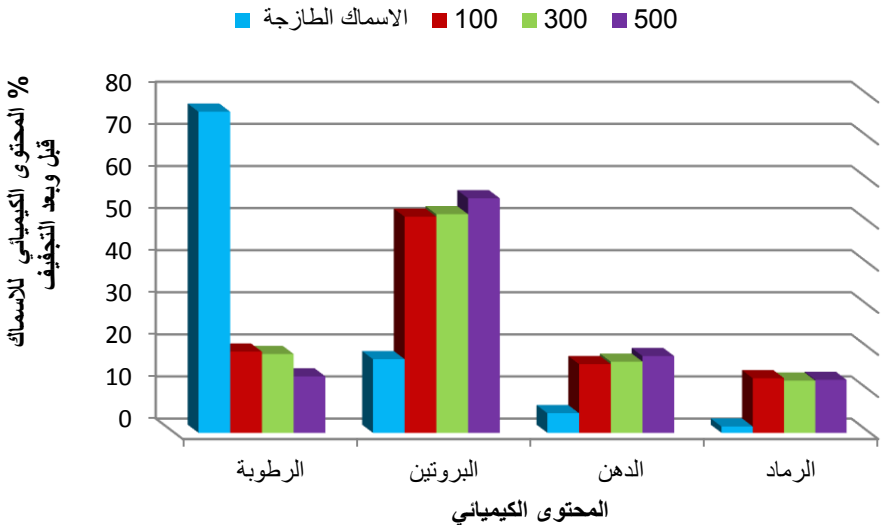
الشكل 1. المحتوى الرطوبي لأسماك الكارب الفضي المجففة بالموجات الدقيقة عند المستويات (100 و300 و500) واط خلال المدد الزمنية (0 و5 و10 و15 و20 و25 و30) دقيقة

المحتوى الكيميائي لسمك الكارب الفضي

المحتوى الكيميائي لسمك الكارب الفضي الطازج والمجفف

يوضح الشكل 2 المحتوى الكيميائي لسمك الكارب الفضي الطازج بعد تجفيفه باستعمال الموجات الدقيقة عند مستويات من الطاقة هي 100 و300 و500 واط، فقد بينت النتائج ان التركيب الكيميائي لسمك الكارب الفضي الطازج بلغ 76.3 و17.5 و4.68 و1.5% لكل من الرطوبة والبروتين والدهن والرماد على التوالي، ليحصل اختزال في الرطوبة مع ارتفاع في بقية المكونات الاخرى في الاسماك المجففة لتصل الى (19.314 و51.356 و16.34 و12.98)% و(18.74 و51.94 و16.914 و12.401)% و(13.41 و55.73 و18.244 و12.596)% لمكونات الاسماك المجففة عند المستويات من الطاقة التي تمت عليها عملية التجفيف بمساعدة الموجات الدقيقة السابقة الذكر على التوالي، ولوحظ من خلال الشكل اعلاه انخفاض كبير في رطوبة الاسماك المجففة مقارنة بالطازجة في حين ارتفعت بقية المكونات الاخرى وبتفوق البروتين على بقية المكونات الاخرى (الدهن والرماد).

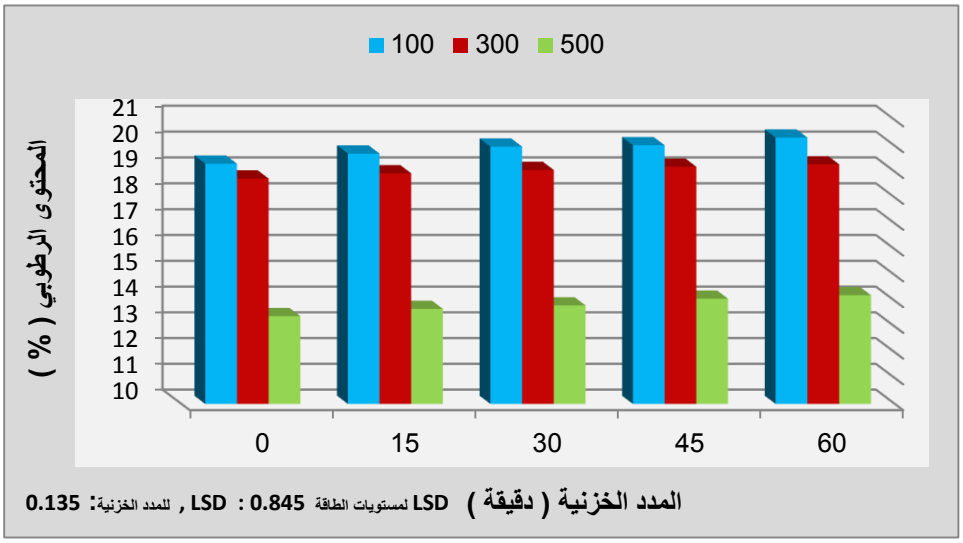
اتفقت النتائج مع عدد من الدراسات، اذ وجد Immaculate واخرون (2012) انخفاضا في المحتوى الرطوبي للأسماك الطازجة بعد عملية التجفيف مع ارتفاع في نسبة البروتين والدهن والرماد في الاسماك المجففة مقارنة باسماك السردين الطازجة عند تجفيفها شمسيا او باستعمال الهواء الساخن، ولاحظ Telahigue واخرون (2014) انخفاضا في رطوبة خيار البحر الطارج بعد تجفيفه باستعمال الفرن الكهربائي واستمر الانخفاض بالرطوبة مع تقدم وقت التجفيف مع زيادة في البروتين والدهن والرماد. وانخفضت رطوبة اسماك الجري Cat Fish الطازجة بعد التجفيف لتصل الى 15.62% بعد ان كانت 71.8% عند استعمال التجفيف الكهربائي اما البروتين والدهن والرماد فقد ارتفعت لتصل 67.21 و29.60 و3.62 % على التوالي، بعد ان كانت 19.51 و14.28 و3.06 % في الاسماك الجري الطازجة على التوالي (Chukwu وShaba، 2009)، ووجد الشطي واخرون (2014) انخفاضا في محتوى أسماك الكارب الطازجة الرطوبي بعد عملية التجفيف الشمسي الطبيعي وبالفرن الكهربائي لتصل الى 32.35 و22.85% على التوالي، بعد ان كانت 79.50% وكان مقدار الانخفاض في التجفيف الكهربائي اعلى مقارنة بالتجفيف الشمسي، ولاحظ أيضا حصول ارتفاع في نسبة كل من البروتين والدهن والرماد ولكلا طريقتي التجفيف مقارنة بنسبتها في الاسماك الطازجة.



الشكل 2. المحتوى الكيميائي لأسماك الكارب الفضي الطازجة والمجففة بالموجات الدقيقة

المحتوى الرطوبي

يُظهر الشكل 3 المحتوى الرطوبي لأسماك الكارب الفضي المجففة بالمستويات المذكورة انفا خلال المدد الخزنية 0 و15 و30 و45 و60 يوما، اذ لوحظ حصول ارتفاع تدريجي للمحتوى الرطوبي لجميع المستويات بتقدم المدد الخزنية، اذ اعطت المدة صفرا 19.314 و18.74 و13.41 % عند المستويات 100 و300 و500 واطٍ على التوالي، لتصل عند اعلى مستوى لها من الرطوبة عند المدة الخزنية الاخيرة فبلغت 20.324 و19.288 و14.221 % على التوالي، واشارت نتائج التحليل الاحصائي إلى وجود فروق معنوية لكل من مستويات الطاقة المستعملة في التجفيف مع تقدم المدة الحزنية عند $P<0.01$.



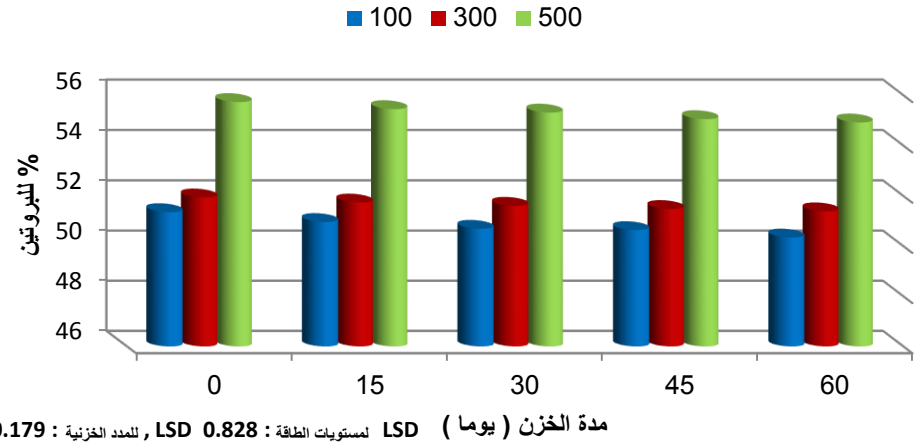
الشكل 3. النسبة المئوية للرطوبة في أسماك الكارب الفضي المجففة بالموجات الدقيقة عند مدد خزنية مختلفة

قد يعزى سبب الارتفاع النسبي في المحتوى الرطوبي بتقدم المدة الخزنية الى تباين تاثير طاقة التجفيف في البروتين وحدوث الدنترة للبروتينات والتي تمنع من استعادة صفة مسك الماء، اذ اظهرت العينات المعاملة بالطاقة 100 و300 واط اكثر امتصاصا للماء مقارنة بالمعاملة 500 واطٍ، واتفقت هذه النتائج مع الشطي واخرون (2014) اذ لاحظ حصول انخفاض في المحتوى الرطوبي لأسماك الكارب الطازجة والبالغة 79.50% لتصل الى 22.85% عند تجفيفها بالفرن الكهربائي، واشار Chukwu (2009) الى

حصول انخفاض في المحتوى الرطوبي في الاسماك المجففة بمقدار 10 – 60 % اعتمادا على زمن ودرجة حرارة التجفيف وطريقة التجفيف المستعملة، اذ انخفضت نسبة رطوبة اسماك Tilapia Fish من 70.15% لتصل الى 17.13% عند تجفيفها شمسيا، ولاحظ Telahigue واخرون (2014) حصول انخفاض تدريجي في المحتوى الرطوبي لخيار البحر عند تجفيفه كهربائيا، وتوصل الى وجود علاقة عكسية بين المحتوى الرطوبي بتقدم الوقت ودرجات الحرارة المستعملة في التجفيف، واشاروا الى حصول اقصى انخفاض للرطوبة للاسماك المجففة عند المدة الاخيرة البالغة 350 دقيقة من التجفيف.

المحتوى البروتيني

يبين الشكل 4 النسبة المئوية للبروتين في الاسماك المجففة قيد الدراسة بمساعدة الموجات الدقيقة بالمستويات 100 و300 و500 واط خلال المدد الخزنية المذكورة انفا، وقد ارتفعت النسبة المئوية للبروتين معنويا عند $P<0.01$ لجميع المستويات فبلغت 51.356 و51.94 و55.73 % عند المدة صفر يوما مقارنة بنسبته في الاسماك الطازجة (الشكل 2)، وقد يعزى سبب الارتفاع في نسبة البروتين الى الاختزال في المحتوى الرطوبي أثناء عملية التجفيف التي اثرت في جميع المكونات الاخرى كالدهن والرماد. واتفقت هذه النتائج مع Ninawe و athnakumar (2008) اذ لاحظا زيادة معنوية في تركيز البروتين لسمك الجري المجفف مقارنة بالسمك الطازج، واشارا الى ان نسبة البروتين لا تفقد خلال عملية التجفيف بل ترتفع بسبب خفض المحتوى الرطوبي للأسماك المجففة. واكد Wu وMau (2008) حصول زيادة في نسبة البروتين خلال عملية تجفيف اسماك الكارب العشبي بمساعدة الموجات الدقيقة والهواء الساخن وعلل هذه الزيادة الى الرطوبة التي ازيلت من الاسماك الطازجة أثناء عملية التجفيف التي سببت زيادة المكونات الاخرى، وبين Vaid (2008) ان المعاملات الحرارية لا تسبب دنترة البروتين فحسب بل يمكنها تحطيم البروتينات والببتيدات ومثبط الانزيمات ومثبط الفيتامينات وغيرها من المواد ذات الطبيعة السامة في الغذاء، ووجد Ckukwu وShaba (2009) ارتفاعا في نسبة البروتين من 19.51% في اسماك الجري الطازجة لتصل الى 67.21% عند تجفيفها بالفرن الكهربائي واشار الى ان التجفيف باستعمال الفرن الكهربائي من الممكن ان يحسن نوعية البروتين.

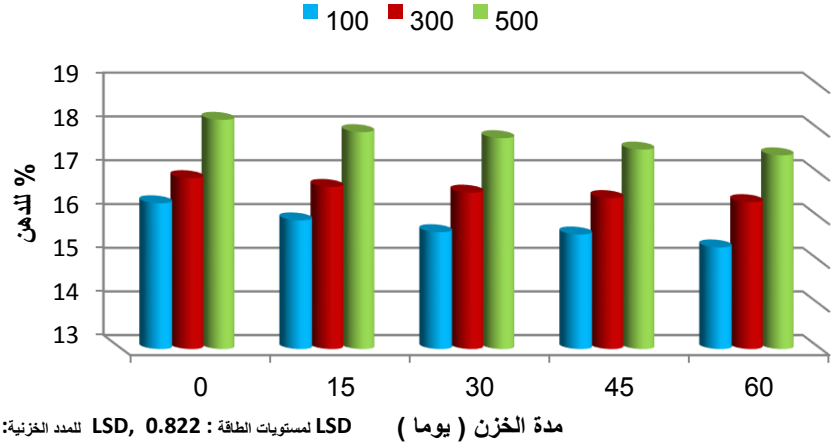


الشكل 4. النسبة المئوية للبروتين في أسماك الكارب الفضي المجففة بالموجات الدقيقة عند مدد خزنية مختلفة

وبينت نتائج الدراسة الحالية انخفاضا معنويا عند نفس المستوى في النسبة المئوية للبروتين بتقدم المدد الخزنية لتصل اقصى انخفاض عند المدة الخزنية 60 يوما، اذ اعطت المستويات المذكورة انفا نسبة بروتين بلغت 50.346 و51.389 و54.919% على التوالي، وقد عزى سبب الانخفاض في نسبة البروتين الى الزيادة الحاصلة في النسبة للرطوبة بتقدم المدد الخزنية والتي قد اثرت في تراكيز بقية المكونات.

النسبة المئوية للدهن

بينت نتائج الدراسة ارتفاعا معنويا عند $p<0.01$ في النسبة المئوية للدهن في اسماك الكارب الفضي الطازجة بعد التجفيف عند المستويات 100 و300 و500 واطٍ اذ بلغت 16.34 و16.914 و18.244% على التوالي، الشكل 5، وقد يعزى سبب الارتفاع في نسبة الدهن للأسماك المستعملة في الدراسة الى السرعة في عملية التجفيف من خلال قدرة الموجات الدقيقة الى اختراق المادة الغذائية وتوليدها لحرارة مسببة في احداث ضغطا بخاريا عاليا مؤديا الى تبخر الرطوبة وزيادة في نسبة الدهون بعد التجفيف.



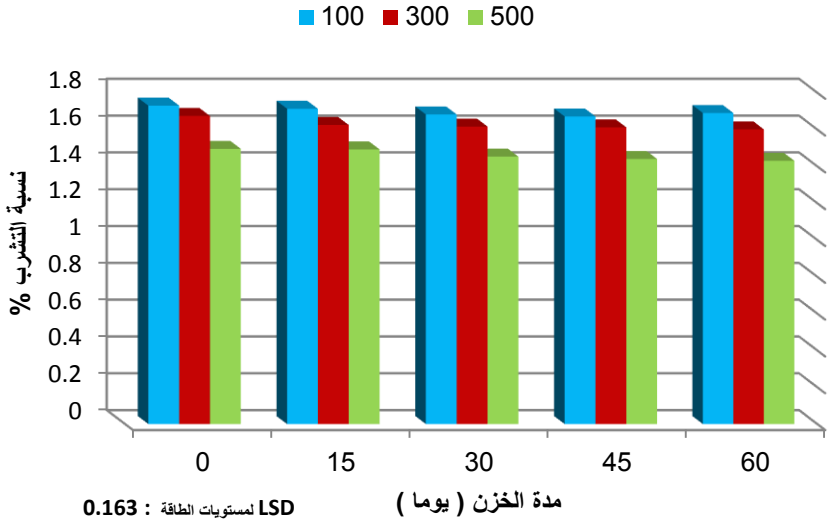
الشكل 5. النسبة المئوية للدهن في أسماك الكارب الفضي المجففة بالموجات الدقيقة عند مدد خزنية مختلفة

اظهرت المدد الخزنية انخفاضا معنويا عند المستوى $P<0.01$ في النسبة المئوية لدهن الاسماك بتقدم مدد الخزن، اذ اظهرت المدة الاخيرة اقصى انخفاض فبلغت نسبة الدهن 15.33 و16.366 و17.433% وللمستويات اعلاه على التوالي. وقد يعزى سبب الانخفاض في المحتوى الدهني الى قابلية الاسماك المجففة في امتصاص الرطوبة من الجو التي اثرت بصورة مباشرة على التركيب الكيميائي للأسماك، واشارت عدد من الدراسات الى ارتفاع النسبة المئوية للدهن للأسماك بعد عملية التجفيف نتيجة لإزالة الرطوبة منها، فقد لاحظ Chukwu وShaba (2009) حصول زيادة معنوية في نسبة الدهن لاسماك الجري المجففة باستعمال الفرن الكهربائي اذ ارتفعت من 14.28% في الاسماك الطازجة لتصل 29.66% في الاسماك المجففة، اما Immaculate واخرون (2012) فقد وجدوا انخفاضا في المحتوى الدهني خلال عملية التجفيف مقارنة بالأسماك الطازجة وقد عزوا ذلك الى عملية التبخر للرطوبة والدهون خلال التجفيف، واشار Chukwu و Shaba (2009) الى ان التجفيف بالفرن الكهربائي اظهر انخفاضا قليلا في الدهون بسبب التبخر مع زيادة في المحتوى البروتيني مقارنة بالأسماك المجففة بالتدخين، ولاحظ Telahigue واخرون (2014) ان الدهون والاحماض الدهنية الموجودة في اسماك Hake والسردين تتأثر بالتجفيف الشمسي بشكل كبير مقارنة بالتجفيف بالفرن الكهربائي، ووجد الشطي واخرون (2014) ان النسبة المئوية للدهن في اسماك الكارب الطازجة كانت 3.47% لتصل عند التجفيف باستعمال الفرن الكهربائي بدون اضافة الملح الى 19.96% في حين بلغت 16.82% عند تجفيفها شمسيا بصورة طبيعية.

نسبة التشرب

يوضح الشكل 6 نسبة التشرب لاسماك الكارب الفضي المجففة بمستويات 100 و300 و500 واط ومدى تأثرها بتقدم المدد الخزنية المستعملة في الدراسة، اذ لوحظ حصول انخفاض معنوي عند المستوى $P<0.01$ في نسبة التشرب بارتفاع مستوى الطاقة المستعملة فبلغت 1.73 و1.674 و1.495% عند المدة

صفر يوما للمستويات اعلاه على التوالي، وقد عزى سبب الانخفاض في نسبة التشرب بارتفاع الطاقة المستعملة في التجفيف لاحتمالية تاثر البروتين نتيجة لعملية الدنترة مما يؤدي الى تاثر قابلية حمل الماء للبروتين، وهذا ما بينه Chukwu (2009) اذ اشار الى ان عمليات التجفيف تسبب في احداث تغيرات فيزيائية وكيميائية، منها: تاثر الاواصر التساهمية او تفاعلات ميلارد أو يمكن ان تحسن القابلية الهضمية للبروتين، وكانت الاسماك المجففة بمساعدة الموجات الدقيقة اقل تاثرا مقارنة بالطرق التجفيف الاخرى، ولم يلاحظ وجود تغيرات معنوية في نسبة التشرب بتقدم المدد الخزنية ولجميع المستويات.



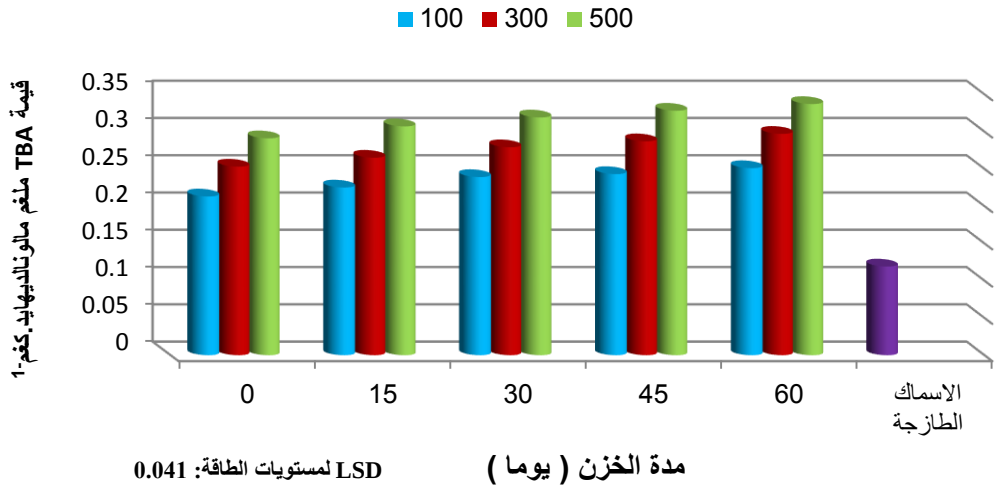
الشكل 6. النسبة المئوية لتشرب أسماك الكارب الفضي المجففة بالموجات الدقيقة عند مدد خزنية مختلفة

اما سبب الارتفاع في نسبة التشرب للأسماك المجففة بمساعدة الموجات الدقيقة مقارنة بطرق التجفيف الاخرى فقد يعزى الى ان الاشعة الكهرومغناطيسية تخترق المادة الغذائية بجميع الاتجاهات مولدة حرارة من الداخل والخارج في آن واحد وضغطا بخاريا عاليا ينجم عنه تبخر الرطوبة بشكل سريع تاركة فراغات بين الجزيئات تسمح بتغلغل الماء خلال عملية التشرب ولا يرافق هذه العملية تكون التصلب السطحي مقارنة بالطرائق الشمسية والتي يكون انتقال الحرارة فيها من السطح الى المركز التي تسبب في حصول ظاهرة التصلب السطحي مما تعيق عملية تبخر الرطوبة وتغلغل الماء خلال عملية التشرب، وقد اشار Krokida وMorinos-Kouris (2003) إلى ان اعادة التشرب تتأثر بمجموعة من العوامل منها التنظيم الخلوي والهيكلي ومسامية التركيب والخواص الميكانيكية للمادة المجففة فضلا عن طريقة التجفيف، وجاءت النتائج اعلى مما توصل اليه الشطي واخرون (2014) اذ بلغت نسبة التشرب لأسماك الكارب المجففة بالفرن الكهربائي غير المملحة 1.349% في حين انخفضت بالتجفيف الشمس الطبيعي الى 1.3004%.

قيمة حامض الثايوباربتيورك

يبين الشكل 7 قيمة رقم حامض الثايوباربتيورك لسمك الكارب الفضي الطازج والمجفف بمستويات الطاقة 100 و300 و500 واط والخزن بدرجة حرارة المختبر لمدد 0 و15 و30 و45 و60 يوما، تظهر النتائج ارتفاعا معنويا عند المستوى $P<0.01$ في قيمة الحامض بعد عملية التجفيف لجميع المستويات لتصل عند المدة صفر يوما 0.213 و0.233 و0.291 ملغم مالونالديهايد كغم$^{-1}$ سمك للمستويات اعلاه على التوالي، مقارنة بالاسماك الطازجة والتي بلغت 0.119 ملغم مالونهالديهايد كغم$^{-1}$ سمك، وقد يعزى سبب الارتفاع في قيمة TBA الى ارتفاع نسبة الدهن النسبي بعد عملية التجفيف والتي تؤدي الى زيادة نواتج

تكسر الدهون او الاحماض الدهنية بعد التجفيف لقلة الرطوبة لاسيما غير المشبعة مكونة الديهايدات وكيتونات، ولوحظ زيادة تدريجية في قيمة الحامض بتقدم المدد الخزنية وفي جميع المستويات لتصل الى اقصاها عن المدة الخزنية الاخيرة اذ بلغت 0.251 و0.297 و0.337 ملغم مالونالديهايد كغم$^{-1}$ سمك، وكانت هذه الزيادة غير معنوية عند المستوى اعلاه. وقد يعزى سبب ذلك الى انخفاض الرطوبة النسبي وارتفاع نسبة الدهن والاحماض الدنية لاسيما غير المشبعة منها، وقد يعزى سبب الارتفاع الطفيف في قيمة TBA الى السرعة التي تمت فيها عملية التجفيف التي استغرق دقائق مقارنة بالطرق الشمسية او بالفرن الكهربائي او الهواء الساخن والتي تحتاج الى ايام او ساعات لتجفيف المادة الغذائية فضلا عن ازلة الهواء من الاكياس خلال تعبئة الاسماك المجففة، وهذا ما اكده كل من Pastoriza واخرون (1998) و Gimenez واخرون (2002) اذ لاحظوا وجود فروق معنوية في قيمة TBA بين الاسماك المجففة والمخزونة في ظروف مفرغة من الهواء وبين الاسماك المجففة والمعبئة في عبوات تحتوي على اوكسجين، واشاروا الى ان قيمة الحامض ترتفع بزيادة تركيز الاوكسجين، واكد أيضا Selmi واخرون (2010) والشطي واخرون (2014) ان قيمة TBA تتاثر معنويا بطريقة التجفيف، اذ لاحظوا ان قيمة الحامض ترتفع عند التجفيف الشمسي عنهُ بالتجفيف بالفرن الكهربائي او عند استعمال الهواء الساخن.

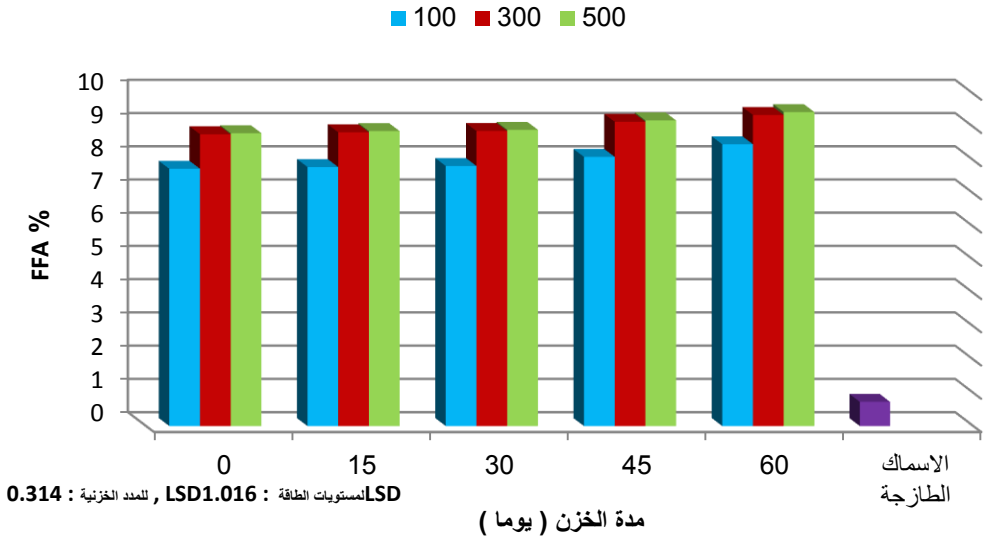


الشكل 7. قيمة حامض TBA لأسماك الكارب الفضي المجففة بمساعدة الموجات الدقيقة عند مدد خزنية مختلفة

الاحماض الدهنية الحرة

اشارت عدد من الدراسات الى ارتفاع قيمة الاحماض الدهنية الحرة Free Fatty Acid FFA بفعل التلف الناتج من الاحياء المجهرية (Huss، 1998)، اما Farid واخرون (2014) فأشاروا الى ان التغيرات التي تحصل في قيمة FFA هي نتيجة تغيرات كيميوحيوية وميكروبية، وهذا ما تم ملاحظتة من خلال دراستنا والموضحة في الشكل 8 الذي يبين محتوى الاسماك الطازجة والمجففة بمساعدة الموجات الدقيقة، فبلغت قيمة FFA في الاسماك الطازجة 0.727% لتصل الى 7.741 و8.779 و8.811 % بعد عملية التجفيف لمستويات الطاقة المستعملة في الدراسة على التوالي، وكانت هذه الزيادة معنوية عند المستوى $P<0.01$، وقد يعزى سبب هذه الزيادة الى عملية التجفيف التي سببت ازالة الرطوبة وتركيز الاحماض الدهنية الحرة او تكسر الدهون نتيجة الحرارة العالية، وقد يعزى سبب المحتوى الواطئ من FFA مقارنة بقيمتها في الاسماك المجففة بالطرائق الاخرى الى سرعة عملية التجفيف في الطريقة الحالية مقارنة بالطراق الاخرى، فقد وجد الشطي واخرون (2014) ان محتوى اسماك الكارب الطازجة من FFA بلغت 6.732

لتصل الى 13.621 و15.392 % عند تجفيفها بالفرن الكهربائي والتجفيف الشمسي الطبيعي على التوالي. اما Farid واخرون (2014) فقد وجدوا ان قيمة FFA في اسماك Taki وShoal الطازجة كانت 0.5 و0.6 % على التوالي لتصل الى 1.8 و2.3 % على التوالي بعد التجفيف، لترتفع عند نهاية المدة الخزنية لتصل الى 12.2 و10.5% عند نهاية مدة الخزن البالغة خمسة اشهر معللا ذلك الى حصول تغيرات كيميوحيوية وميكروبية في الاسماك أثناء مدة الخزن، وذكر Turan واخرون (2007) ان تعرض الاحماض الدهنية غير المشبعة الى المعاملات الحرارية أثناء التجفيف ينجم عنه حصول الاكسدة لها ومن ثم تكسرها وتحرير الاحماض الدهنية الحرة.



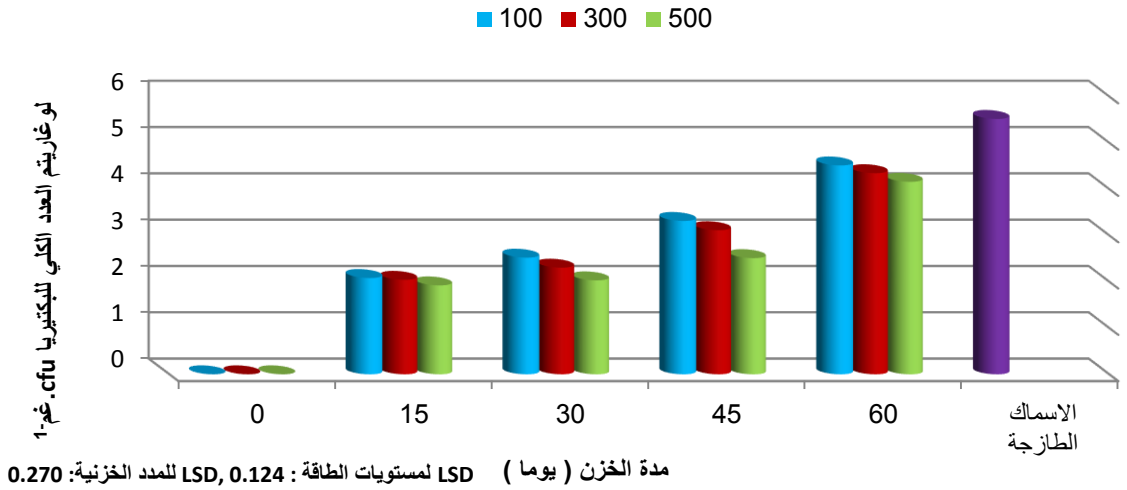
الشكل 8. النسبة المئوية للاحماض الدهنية الحرة في أسماك الكارب الفضي المجففة بالموجات الدقيقة عند مدد خزنية مختلفة

بينت دراستنا الحالية ارتفاعا معنويا عند P<0.01 في قيم FFA بتقدم المدد الخزنية لتصل الى اقصاها عند المدة 60 يوما فبلغت 8.478 و9.3619.446 % للمستويات التي تم بها التجفيف على التوالي، وقد يعزى سبب الارتفاع لاسيما في المدتين 45 و60 يوما الى استمرار نشاط انزيم اللايبيز وزيادة تركيزه بسبب التجفيف فضلا عن نمو ونشاط البكتريا المحللة للدهون كما مبينة في الشكل 10 والتي بدورها تقوم بافراز انزيم اللايبيز والفوسفولايبيز مؤديا الى هدم الكليسريدات وانتاج الاحماض الدهنية الحرة، وهذا ما اكده Huss (1998) ان المستوى العالي من الاحماض الدهنية الحرة يشير الى فعالية الاحياء المجهرية وهذا ما اشار اليه Immaculate واخرون (2012) من خلال تجفيف السردين شمسيا، اذ علل سبب الارتفاع في قيمة FFA الى التلف الميكروبي.

العدد الكلي للبكتريا

يبين الشكل 9 لوغاريتم الاعداد الكلية البكتيرية في اسماك الكارب الفضي المجففة بثلاثة مستويات (100 و300 و500 واط) والمخزنة بدرجة حرارة المختبر لمدة 0 و15 و30 و45 و60 يوما، فقد اظهرت نتائج مستويات الطاقة المستعملة في التجفيف عدم وجود اية اعداد بكتيرية عند المدة صفر بعد ان كان لوغاريتم اعدادها في الاسماك الطازجة 5.523 cfu غم$^{-1}$ سمك، لترتفع معنويا عند المدة 15 يوما فبلغت اعدادها اللوغاريتمية 2.079 و2.041 و1.92 cfu غم$^{-1}$ سمك لتصل هذه الاعداد اقصاها عند المدة 60 يوما من الخزن فبلغت 4.511 و4.344 و4.157 cfu غم$^{-1}$ سمك. واظهرت الاعداد اللوغاريتمية لبكتريا

القولون الكلية انخفاضا حادا في الاسماك الطازجة من 1.397 cfu غم$^{-1}$ سمك الى الصفر بعد التجفيف لتستمر دون تغيير حتى نهاية مدة الخزن. أما الفطريات فلم نلحظ وجوداً لها سواء في الاسماك الطازجة او المجففة ولمستويات التجفيف والمدد الخزنية المذكورة انفا. وقد يعزى سبب الانخفاض في الاعداد اللوغاريتمية البكتيرية الكلية وبكتريا القولون الى الصفر وذلك لقدرة الاشعة الكهرومغناطيسية من اختراق المادة الغذائية بمستويات مختلفة، فعند امتصاص هذه الاشعة من قبل الجزيئات المائية الموجود في المادة المراد تجفيفها او في الاحياء المجهرية مسببة تولد حركة اهتزازية ينتج عنها احتكاكا بين الجزيئات ينتج عنها حرارة عالية وضغط بخاري عالٍ كفيلة بالقضاء على كل انواع الاحياء المجهرية ويسبب الدنترة او انفجارها.

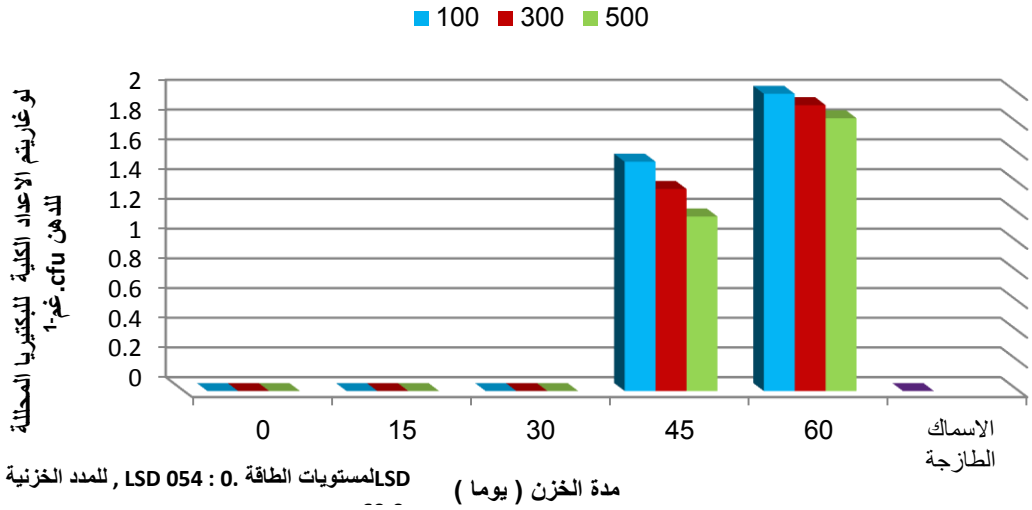


الشكل 9. لوغاريتم العدد الكلي للبكتيريا في أسماك الكارب الفضي الطازج والمجففة بالموجات الدقيقة عند مدد خزنية مختلفة

اما الزيادة الطفيفة في الاعداد اللوغاريتمية الكلية بتقدم المدد الخزنية فقد يعزى الى حدوث تلوث للاسماك بعد التجفيف والتغليف والخزن، وكذلك احتمال نمو الاحياء المجهرية المحبة والمقاومة للحرارة وحدوث صدمة لبكتريا القولون والمحبة للبرودة اثناء عملية التجفيف ادت الى القضاء عليها. اتفقت هذه النتائج مع Al-Reza واخرون (2015) اذ لاحظوا ان الاعداد البكتيرية الكلية لسمك Chela المجففة بلغت بعد 0 يوما من الخزن بدرجة حرارة المختبر $10^4\times5.20$ cfu غم$^{-1}$ سمك لتبلغ $10^4\times7.34$ cfu غم$^{-1}$ بعد مرور 60 يوما من الخزن، في حين ارتفعت الاعداد الكلية للفطريات لتصل إلى $10^2\times4.31$ cfu غم$^{-1}$ بعد مرور 30 يوما وتصل الى $10^2\times6.80$ cfu غم$^{-1}$ بعد مرور 60 يوما، ولم يلاحظ وجود لبكتريا القولون. واشار Farid واخرون (2014) ان اختزال الرطوبة في الاسماك المجففة الى 25% لا يمكن البكتريا من النمو وبالتالي حصول اختزال في النشاط التحللي. ويؤدي اختزال الرطوبة بحدود 15% الى منع نمو الاعفان وهذا ما اكده Gandotra واخرون (2012). ومن خلال دراسة مقارنة اجراها Immaculate واخرون (2012) لتجفيف اسماك السردين بالطرائق الشمسية الطبيعية وبالمجفف الشمسي Solar Dryer، وجد ان الاعداد البكتيرية والفطرية في الاسماك الطازجة والمجففة شمسيا بصورة طبيعية كانت كبيرة في حين غابت هذه الاعداد عند استعمال المجفف الشمسي، ولاحظ وجود بكتريا *E. coli* في الاسماك المجففة طبيعيا وغابت هذه الاعداد في الاسماك المجففة بالمجفف الشمسي Solar Dryer، وبين احد الباحثين ان العمليات التصنيعية الجيدة والممارسات الامنة خلال عملية التجفيف تحد بشكل كبير من الاعداد البكتيرية

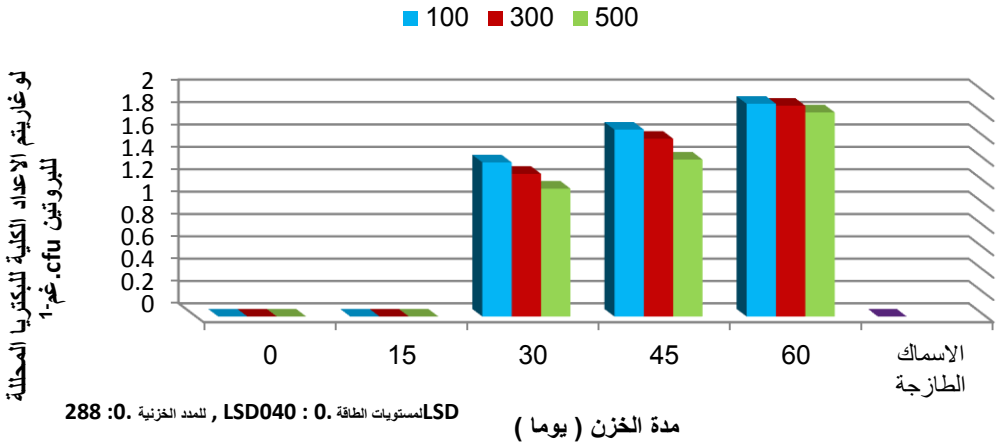
(Rillo واخرون، 1998). واتفقت هذه النتائج أيضا مع ما توصل اليه الشطي واخرون (2014) اذ لاحظوا حصول انخفاض في الاعداد البكتيرية الكلية في الاسماك الطازجة من 10×10^3 cfu غم$^{-1}$ لتصل في الاسماك المجففة شمسيا بصورة طبيعية وبالفرن الكهربائي إلى 6×10^3 و 32×10^2 cfu غم$^{-1}$ على التوالي، في حين بلغت الاعداد الكلية للاعفان والخمائر في اسماك الكارب الطازجة 2×10^2 و4×10 cfu غم$^{-1}$ على التوالي، لتصل اعدادها في التجفيف الشمسي الطبيعي 10×10 و3×10 cfu غم$^{-1}$ وانخفضت عند التجفيف بالفرن الكهربائي لتصل الى 3×10 و1×10 cfu غم$^{-1}$ على التوالي. وبين Janjai وBala (2012) ان عملية التجفيف هي ازالة الرطوبة الى المستويات الامنة والتي تجعل من المنتوج امنا من النشاط الانزيمي والاحياء المجهرية.

يظهر الشكل 10 الاعداد اللوغاريتمية للبكتريا المحللة للدهن لسمك الكارب الفضي الطازج والمجفف بالموجات الدقيقة عند المستويات 100 و300 و500 واط التي خزنت بدرجة حرارة المختبر للمدد 0 و15 و30 و45 و60 يوما، فقد بينت النتائج عدم وجود البكتريا اعلاه في الاسماك الطازجة واستمر غياب هذه البكتريا بتقدم المدد الخزنية حتى المدة الخزنية 45 يوما لترتفع اعدادها اللوغاريتمية إلى 1.544 و1.361 و1.176 cfu غم$^{-1}$، واستمرت في الزيادة حتى المدة 60 يوما لتصل اعدادها اللوغاريتمية إلى 2.121 و1.924 و1.836 cfu غم$^{-1}$ وكان مقدار الزيادة 0.577 و0.563 و0.66 cfu غم$^{-1}$ دورة لوغارتيمية للمستويات اعلاه على التوالي، ولم يلاحظ وجود البكتريا المحللة للبروتين في الاسماك الطازجة لتصل اعدادها اللوغاريتمية بعد التجفيف والخزن إلى 1.380 و1.278 و1.146 cfu غم$^{-1}$ عند المدة الخزنية 30 يوما وللمستويات الطاقة المذكورة انفا (الشكل 11)، واستمرت بالزيادة بتقدم المدة الخزنية لتصل الى اقصاها عند المدة الخزنية الاخيرة اذ بلغت 1.903 و1.886 و1.826 cfu غم$^{-1}$ لمستويات الطاقة المذكورة آنفا على التوالي، وكان مقدار الزيادة 0.523 و0.608 و0.68 cfu غم$^{-1}$ دورة لوغارتيمية. وقد يُعزى سبب الزيادة في الاعداد اللوغاريتمية البكتيرية خلال المدد الخزنية لمحتوى الاسماك العالي من الدهن والبروتين والتي رافقها زيادة تدريجية في المحتوى الرطوبي خلال تقدم المدد الخزنية التي ادت الى زيادة في نشاط هذه البكتريا ونموها.



الشكل 10. لوغاريتم الاعداد الكلية للبكتيريا المحللة للدهن في أسماك الكارب الفضي الطازج والمجففة بالموجات الدقيقة عند مدد خزنية مختلفة

كانت نتائج الدراسة اقل مما توصل اليه Nooralabettu (2011) اذ لاحظ الاعداد اللوغاريتمية للبكتريا المحللة للبروتين والدهن في اسماك Bombay Duck *Harpadon nehereus* في المرحلة الاولى من التجفيف بعد مرور 12 ساعة من التجفيف الاولي بلغت 3.2 و3 cfu غم$^{-1}$ سمك مجفف، وبين ان عدم التاخير في العمليات التصنيعية لتجفيف الاسماك يخفض بشكل فعال انتشار الاحياء المجهرية المسببة للتلف فضلا عن العوامل المرتبطة بالتغيرات الكيميوحيوية والحسية للاسماك المجففة، وبين Eyo(2001) ان خفض النشاط المائي في الاسماك المجففة يؤدي الى في اطالة العمر الخزني لها وتكون بمأمن من الفطريات والبكتريا والانزيمات، ووجد Hood واخرون (1983) ان المحتوى الميكروبي يزداد بتقدم العمر الخزني وارتفاع درجة حرارة الخزن معللا ذلك الى الزيادة في النشاط المائي للاسماك المجففة أثناء الخزن.



الشكل 11. لوغاريتم الاعداد الكلية للبكتيريا المحللة للبروتين في أسماك الكارب الفضي الطازج والمجففة بالموجات الدقيقة عند مدد خزنية مختلفة

الاستنتاجات

من خلال الاختبارات التي اجريت على اسماك الكارب الفضي المجففة بمستويات من الموجات الدقيقة 100 و300 و500 واط لوحظ ان ارتفاع مستوى الطاقة المستعمل سبب اختزال الوقت الازم للتجفيف وكان ذلك على حساب نوعية المنتوج، واظهرت الطاقة 100 و300 واط افضل النتائج مقارنة بالطاقة 500 واط، وعليه يمكن الاستنتاج بإمكانية الحصول على اسماك مجففة امنة للمستهلك من الناحية الكيميائية والميكروبية وبوقت يمكن اعتباره قياسي مقارنة بالطرق التقليدية او باستعمال الفرن الاعتيادي.

المصادر

الشطي، صباح مالك حبيب وعبد الرضا عاتي جعفر وأسعد رحمان سعيد الحلفي. 2014. دراسة الخواص الكيميائية والمايكروبية ألسماك الكارب *Cypriuns carpio* المجففة بمجفف يعمل بالطاقة الشمسية تحت التفريغ المصنع محليا (الجزء الثاني). *مجلة جامعة ذي قار للبحوث الزراعية*، 3(1): 341 – 358.

Adebowale, B. A., L. Dongo, C. Jayeola and S. Orisajo. 2008. Comparative quality assessment of fish (*Clarias gariepnius*) smoked with cocoa pod husk and three other different smoking materials. *J. Food Technol.*, 6: 5-8.

Al-Reza, S., S. Karmaker, M. Hasan, S. Roy, R. Hoque and N. Rahman. 2015. Effect of traditional fish processing methods on the proximate and

microbiological characteristics of *Laubuka dadiburjori* during storage at room temperature. *J. Fisheries and Aquatic Sci.*, 10(4): 232-243.

Andrews, W. 1997. Manuals of Food Quality Control, 4. Microbiological analysis. FAO Food and Drug administration, *Washington, DC, USA.*

Boziaris, I. S. 2014. Seafood Processing Technology, Quality and Safety: 1St. edition, John Wiley & Sons, Ltd. West Sussex, UK.

Cempirkova, R., M. Magda and T. Jan. 2009. Counts of psychrotrophic lipolytic bacteria in cow's raw milk samples from the aspect of technological quality. *J. Agrobiology*, 26(2): 113-121.

Chou, S. K. and K. Chua. 2001. New hybrid drying technologies for heat sensitive foodstuffs. *Trends in Food Science and Technology* 10: 359-369.

Chukwu, O. 2009. Influences of drying methods on nutritional Properties of Tilapia fish (*Oreochromis nilotieus*). *World J. Agric. Sci.*, 5: 256-258.

Chukwu, O. and I. Shaba. 2009. Effects of drying methods on proximate composition of catfish (*Clarias gariepinus*). *World J. Agric. Sci.*, 5(1): 114-116.

Darvishi, H., M. Azadbakht, A. Rezaeiasl and A. Farhang. 2013. Drying characteristics of sardine fish dried with microwave heating. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.*, 12: 121–127.

Diliello, L. R. 1982. Methods in Food and Dairy Microbiology. Avi. *Publishing Company Inc. USA* p. 142.

Drouzas, A. E., E. Tsami and G. Saravacos. 1999. Microwave vacuum drying of model fruit gels. *J. Food Engin.*, 39: 117-122.

Duan, Z. H., L. Jiang, J. Wang, X. Yu and T. Wang. 2010. Drying and quality characteristics of Tilapia fish fillets dried with hot air-microwave heating. *Food and Bioproducts processing*, 89(4): 472–476.

Egan, H., R. Kirk and R. Sawyer.1988. Pearson chemical analysis of food. 8thEd. *Longman Scientific and technical, Uk.*

Eyo, A. A. 2001. Fish processing technology in the tropics. National Institute for Freshwater Fisheries Research. University of Ilorin Press. Pp.: 10-70.

Farid, F. B., G. Latifa, M. Nahid and M. Begum. 2014. Effects of salting on the shelf lifes extension of sun-dried shoal (*Channa striatus* Bloch, 1801) and taki (*C. punctatus*; Bloch, 1793) fish-products stored at room temperature (27˚C – 30˚C). *Inter. J. Multidisciplinary Res. Develop.*, 1(7): 42-47.

Gandotra, R., M. Koul, S. Gupta and S. Sharma. 2012. Change in proximate composition and microbial count by low temperature preservation in fish muscle of *Labeo rohita* (Ham-Buch). *IOSR J. Pharm. Biol. Sci.*, 2: 13-17.

Gimenez, B., P. Roncales and J. Beltran. 2002. Modified atmosphere packaging of filleted rainbow trout. *J. Sci. Food Agric.*, 82: 1154–1159.

Guo-chen, Z. 2004. Study on heat pump dried shrimp and fish cake. M.Sc. Thesis, Dalian Fisheries University, Iceland.

Harrigan, W. F. and E. McCance. 1976. Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology. 5th Ed. Academic. Press. London.

Hood, M. A., G. Ness, G. Roderick and N. Blake. 1983. Effects of storage on microbial loads of two commercially important shellfish species, *Crasspstre virginica* and *Mercenaria campechiensis*. *Appl. Environ. Microbial.*, 45: 1221-1228.

Huss, H. H. 1998. Fresh fish quality and quality changes. A training manual prepared for the FAO / DANIDA Training programme on fish technology and Quality control. *FAO Fisheries Series*, 29: 27 - 59.

Immaculate, J., P. Sinduja and P. Jamila. 2012. Biochemical and microbial qualities of *Sardinella fimbriata* sun dried in different methods. *J. Intern. Food Res.*, 19(4): 1699-1703.

Janjai, S. and B. Bala. 2012. Solar drying technology. *Food Engineering Reviews*, 4: 16–54.

Karathanos, V. T., S. A. Anglea, and M. Karel. 1996. Structure collapse of plant materials during freeze drying. *J. Thermal Analysis*, 46: 1541–1551.

Krokida, M. K. and D. Morinos-Kouris. 2003. Rehydration kinetics of dehydrated products. *J. Food Eng.*, 57:1-7.

Kumar, Y. 2015. Application of microwave in food drying. *IJESTA*, 1(6): 9-24.

Ninawe, A. S. and K. Rathnakumar. 2008. Fish Processing Technology and Product Development, Impact of Curing. 1st Edition (5): 142.

Nooralabettu, K. P. 2011. Effect of pre-drying holding on quality of final dried Bombay duck (*Harpodon neherius)*. *J. Marine Sci. Tech.*, 19(4): 331-340.

Pastoriza, L., G. Sampedro, J. Herrera and M. Cabo. 1998. Influence of sodium chloride and modified atmosphere packaging on microbiological, chemical and sensorial properties in ice storage of slices of hake (*Merluccius merluccius*). *Food Chemistry*, 61: 23–28.

Rillo, B. O., R. Magal, M. Migual and M. Diloy. 1998. Microbiological quality of dried salted mackerel (*Rastrelliger branchyosomus*), *In*: Maneepun, S., P. Varangoon and B. Pithakpol (Editors), Food Science and Technology Industrial Developments, Institute of Food Research and Products Developments, Bangkok.

Rozainee, T. M. and P. Ng. 2010. Microwave assisted hot air convective dehydration of fish slice: drying characteristics, energy aspect and color. World Engineering Congress 2010, August 2–5, 2010. Kuching, Sarawak, Malaysia Conference on Advanced Processes and Materials.

Selmi, S., N. Bouriga, M. Cherif, M. Toujani and M. Trabelsi. 2010. Effects of drying process on biochemical and microbiological quality of silverside (fish) *Atherina lagunae*. *J. Intern. Food Sci. and Techno.*, 45: 1161–1168.

Sousa, W. A., J. Marsaioli and M. Rodrigues. 2004. Optimizing a microwave assisted banana drying process. *In:* Silva, M. A. and Rocha, S.C.S. (Eds.), *Proceedings of the 14th International Drying Symposium*. *Sao Paulo, Brazil, Vol. C*, 1938–1945.

Speck N. L. 1976. Compendium of Methods for the Examination of Foods. *APHA Washington DC USA.*

SPSS. 2012. Statistical packages of social sciences. Version (21). USA.

Tein, M. L., D. Timothy and H. Christine. 1999. Physical and sensory properties of vacuum microwave dehydrated shrimp. *J. Aquatic Food Product Technol.*, 8(4): 41-53.

Telahigue, K., T. Hajji, R. Imen, O. Sahbi and M. El Cafsi. 2014. Effects of drying methods on the chemical composition of the sea cucumber *Holothuria forskali* . *J. Food Sci.*, 8: 1-8.

ThEP: Thailand center of excellence in physics. 2009. Microwave drying technology for agricultural products. *Walailak Univ., Thailand.*

Tulsidas, T. N. 1994 .Combined convective and microwave drying of grapes. Ph.D. Thesis, Departmental of Agriculture Engineering, McGill University, Canada.

Turan, H., G. Sonmez, M. Celic and M. Yalcin. 2007. Effects of different salting process on the storage quality of Mediterranean Muscle (*Mystus Galloprovincialis* L. 1819). *J. Muscle Foods*, 18: 380-390.

Vaid, B. M. 2008. A Study on nutrient profile and sensory characteristics of foods cooked by conventional methods, "Microwave cooking and solar cooking". Ph.D. Thesis Saurashtra University, India.

Wu, T. and L. Mao. 2008. Influences of hot air drying and microwave drying on nutritional and odorous properties of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fillets. *J. Food Chem.*, 110: 647–653.

STUDYING OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES AND MICROBIAL CONTENT FOR DRIED FISH BY MICROWAVE

Wasan K. AbdulRazzaq Al-Temimi
dr.wasanaltemimi@gmail.com
Dept., of Food Sci., College of Agric., University of Basrah, Iraq

ABSTRACT

Silver carp fish was dried using microwave at the different levels (100, 300 and 500) watt. The dried fishes were preserved in polyethylene bags after removal of air using vacuum and stored at LAB temperature. Analytical tests and microbial content was carried out for these samples at the durations of storage (0, 15, 30, 45 and 60) days. The results were obtained as follows:-

All levels of microwaves power showed decreased in moisture content with progress of the drying time. The chemical composition for treatment showed decrease in moisture and increase in percentage of protein, lipid and ash after drying of fish. The moisture content was increased during the durations of storage (0, 15, 30, 45 and 60) days, accompanied by a decline in each of the percentage of protein and fat at the same storage durations. The results showed increasing in TBA and FFA during duration of storage compared to fresh fish. Dried fish was showed decline in the total microbial content after the drying to reach zero, then it was increased gradually to reaching maximum number at the end of storage period compared to fresh fish. While coliform bacteria and fungi were absent in dried fish for all durations of storage. Lipolytic and proteolytic bacteria found after (45 and 30) days from duration of storage respectively, to reach its maximum limit at the end of storage period 60 days.

Key Words: Silver carp fish, Microwave, Drying fish.