



تغليف الحامض الدهني اوميغا-3 باستعمال تقنية النانو لتحسين ثباتيته الحرارية واستعماله في اغناء

عماد قيس صليوه<sup>1\*</sup> أزهار جواد الموسوي<sup>2</sup><sup>1</sup>قسم المتابعة، دائرة التخطيط والمتابعة، وزارة الزراعة، بغداد، العراق، emadk89@yahoo.com  
<sup>2</sup>استاذ مساعد دكتور، قسم علوم الاغذية، كلية الزراعة، جامعة بغداد، بغداد، العراق، dr.azharjawad@yahoo.com

تاريخ قبول النشر: 2018/1/10

تاريخ استلام البحث: 2017/10/3

استعملت التراكيز 25 50 100 ملغم من الحامض الدهني الالفانولينيك المغلف نانويًا والغير مغلف لإغناء 1 كغم من الحليب المعد لصناعة اللبن الرائب، اظهرت النتائج عدم وجود فروقات في نسبة الحموضة التسحيحية وقيم الاس الهيدروجيني بين جميع المعاملات المصنعة عند بداية واثناء مدة الخزن، وان المعاملات التي اضيف لها الاوميغا-3 المغلف بالطرق النانوية كانت هي الاقل تعرضاً لحدوث عملية الاكسدة من المعاملات التي اضيف لها الاوميغا-3 غير المغلف وكان لغللاف متعدد حامض اللاكتيك دور كبير في حماية الحامض الدهني الفا لينولينيك ضد التحلل الدهني عن طريق تشكيله لطبقة واقية تحمي هذا الحامض من فعل ونشاط انزيمات اللابيز، كما ان اضافة الحامض الدهني الالفانولينيك الى الحليب حددت من النمو المايكروبي فيه، دلت نتائج التقييم الحسي ان المعاملة المضاف لها 25 الحامض الدهني المغلف نانويًا حصلت على اعلى معدل درجات لصفات النكهة والنسجة والقوام والحموضة والمظهر 39 27 13 9 درجة على التوالي وبهذا كانت ذات مجموع درجات هو الاعلى بين جميع معاملات اللبن الرائب الاخرى وهو 88 57 58 حصلت عليه المعاملتين Y3 Y6 لها 100 ملغم من الحامض الدهني المغلف وغير المغلف تبعاً، مما يدل على ان تغليف الحامض الدهني الفا لينولينيك و اضافته الى اللبن الرائب قبل اجراء عملية البسترة ساعد في حفظه لفترة اطول دون ان يؤثر في صفاته

الكلمات المفتاحية: التغليف النانوي، اللبن الرائب، اوميغا-3.

## ENCAPSULATION OF OMEGA-3 FATTY ACID USING NANOTECHNOLOGY TO IMPROVE ITS THERMAL STABILITY AND USE IT TO ENRICHING THE YOGURT

Emad Kais Slewa<sup>\*1</sup>, Azhar J. AL-Mowsow<sup>2</sup><sup>1</sup>Follow-up division, Office of planning and follow-up, Ministry of agriculture, Baghdad, Iraq, emadk89@yahoo.com.<sup>2</sup> Assis. Prof.Dr. Food Science department, College of Agriculture, University of Baghdad, Baghdad, Iraq, dr.azharjawad@yahoo.com.

### ABSTRACT

Concentrations 25, 50 and 100 mg of nano-capsules linolenic acid and non-capsulated fatty acid for 1kg of Milk was used for yogurt manufacture. The results showed no significant differences in the ratio of titration acidity and pH values between all processed treatments at the beginning and during of period storage. The treatments was added to it coated omega-3 by nano method were the least exposed to the oxidation process from the non-capsules omega-3, And for shield of The poly lactic acid had a significant role in the protection of alpha-linolenic acid against lipolysis by the formation of a protective layer to protect the acid from the activity of lipases enzymes, and the addition of fatty acid linolenic to milk was determined the growth of microbial, the results of sensory evaluation showed that the treatment added to it 25 mg of the nano-capsules fatty acid obtained the highest rate of flavors, texture, acidity and look which was 39, 27, 13 and 9 degrees respectively. Thus, the total number of degrees was the highest among all the other yogurt, which is 88 degrees. In contrast, the lowest scores were 57 and 58 obtained by Y3 and Y6 added to it 100 mg of coated fatty acid and non-capsulated, respectively, indicating that the capsulate of alpha-linolenic fatty acid and its

\* البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الاول.



addition to the yogurt before the pasteurization process helped save it for a longer period without affecting its various qualities.

**Keywords:** Nanoencapsulation, Yogurt, Omega-3.

## :INTRODUCTION

اصبح الأمن الغذائي العالمي في وقتنا الحالي مشكلة حرجة لقيادات الدول في كافة أنحاء العالم لا سيما في ظل الزيادة الكبيرة لعدد السكان الذي سيتخطى في المستقبل القريب مستوى عشرة مليارات نسمة. لذا بدأ الباحثون باللجوء إلى استعمال التقنيات الحديثة ومن بينها تقنية النانو للعمل على توفير تلك الاحتياجات، إذ تساهم هذه التقنية في زيادة إنتاج الغذاء عالمياً وإنتاج العديد من المواد الغذائية بصفات كيميائية أو حسية أفضل، فضلاً عن إطالة العمر الخرني لها كون ان هذه التقنية لا تؤثر على المكونات الكيميائية أو مذاق أو قوام المواد الغذائية.

تعرف تقنية النانو Nano Technology بأنها التقنية المصنوعة بأصغر وحدة قياس للبعد استطاع الإنسان قياسها حتى الآن (النانومتر)، أي التعامل مع أجسام ومعدات وآلات دقيقة جداً ذات أبعاد نانوية (Al-Zahrani, 2009)، فالنانو هو ادق وحدة قياس مترية معروفة حتى الآن، ويبلغ طوله واحد من مليار من المتر (1 متر = 1,000,000,000 نانومتر) أي ما يعادل عشرة أضعاف وحدة القياس الذري المعروفة بالأنجستروم، وحجم النانو أصغر بحوالي 80,000 مرة من قطر الشعرة، وكلمة تقنية النانو تستعمل أيضاً بمعنى أنها تقنية المواد المتناهية في الصغر أو التقنية المجهرية الدقيقة أو تقنية المنمنمات (Nelson et al., 2009) ومن المهم معرفة أن مقياس النانو صغير جداً جداً بحيث لا يمكن بناء أشياء أصغر منه (Salehi & Al-Diwaiyan, 2007).

يساعد التغليف على تثبيط أكسدة الدهون فيزيائياً عن طريق تثبيط انتشار الأوكسجين في الدهون وكيميائياً عن طريق أيونات المعادن المخيلية التي تعمل كعوامل الجذور الحرة (Decker, 1998)، وتستعمل تقنيات التغليف التقليدية مثل التجفيف بالرذاذ (spray drying) وفصل المواد الغروية عن الماء بالترسيب (coacervation)، على نطاق واسع في الصناعات الغذائية والصيدلانية، ومع ذلك فان تقنيات التغليف التقليدية لا تزال تحدها بعض القيود مثل كفاءة التغليف ومسامية طبقة التغليف وعدم كفاية الثباتية الحركية والتوافر الحيوي عن طريق الفم (Matsuno & Adachi, 1993).

أشار Quintanar et al. (2005) إلى إن تحضير الكبسولات النانوية المنتجة بطريقة انتشار المستحلب يتطلب توفر ثلاث أطوار هي العضوي والمائي والتخفيف، وذكر Mora-Huertasa et al. (2010) ان إعداد الكبسولات النانوية باستعمال طريقة انتشار المستحلب يتم باستحلاب الطور العضوي تحت تحريك عالي القص (High shier) في الطور المائي، وإن إضافة الماء إلى النظام يسبب انتشار المذيب في الطور الخارجي مما يؤدي إلى تشكيل الكبسولات النانوية، ويمكن إزالة المذيب وجزء من الماء عن طريق التبخير تحت ضغط منخفض، ان طريقة انتشار المستحلب عادة ما تنتج كبسولات نانوية في حجم يتراوح بين 150-200 نانومتر.

يعد حامض الألفا لينولينيك من الأحماض الدهنية الغير مشبعة (n-3) الأساس الضرورية للصحة والتي لا يمكن إنتاجها داخل الجسم البشري لذا لا بد من الحصول عليها عن طريق الغذاء (Ethir, 2010 ; Ortega, 2007 ; Burdge & Calder, 2005)، ويمكن الحصول عليه من مصادر مختلفة كالأسمك وبذور الكتان والمكسرات خاصة الجوز والكانولا وفول الصويا (Mohammed, 2007; Kris-Etherton et al., 2002)، ويمتاز الحامض الدهني الأوميغا-3 بالعديد من الفوائد الصحية والتي عُرفت منذ مدة طويلة عن طريق دراسة ومراقبة العديد من الحالات المرضية والسريرية (Barcelo-Cobijn & Murphy, 2009 ; Riediger et al., 2009)، وله دور مهم في تطوير الرؤية والادراك عند الاطفال الرضع (Jensen, 2006) وحث عدد من العمليات الفسلجية مثل الاستجابة المناعية وتوسيع الاوعية، كما لهذه الحوامض تأثير مفيد تجاه العديد من الامراض مثل امراض القلب والاعوية الدموية والاضطرابات العصبية كالزهايمر (Riediger et al., 2009)، لذا جرى اغناء العديد من المنتجات الغذائية بالأحماض الدهنية الأوميغا-3 مثل (Alpha-linolenic acid (18:3) و Eicosapentaenoic acid (20:5) و Docosahexaenoic acid (22:6) (Moghadasian, 2008)، فمن المعروف ان الحوامض الدهنية الأوميغا-3 تتأثر بالأكسدة وتتحلل بالحرارة لذلك فان القيمة الغذائية والعمر الخرني سوف ينخفض في الاغذية التي اغنيت بهذه الحوامض نتيجة عملية الاكسدة (liu et al., 2010)، وعليه ولكون منتجات الالبان هي احد المنتجات الأكثر استهلاكاً وكونها فقيرة بالأوميغا-3 ذو الفوائد المتعددة، وبسبب استعمال درجات حرارية عالية عند تحضير المنتجات اللبانية مما يؤثر على الحامض الدهني الأوميغا-3، لذا جاءت فكرة هذه الدراسة التي استهدفت الى اغناء منتج اللبن الرائب بالحامض الدهني الأوميغا-3 بعد تغليفه بطريقة نانوية لغرض زيادة ثباتيته الحرارية وزيادة مقاومته لعوامل الاكسدة والتحلل ولغرض سد جزء من الاحتياجات اليومية للفرد من هذا الحامض الدهني المهم.

**:MATERIALS AND METHODS****:Preparation of The Nanocapsules** ير الكبسولات النانوية

حضرت الكبسولات النانوية لحمض الالفا لينولينيك ( $\alpha$ -linolenic acid (ALA) باستعمال طريقة انتشار المستحلب (emulsion-diffusion) التي ذكرها **Quintanar et al. (2005)** مع اجراء تغيير في نسب المواد المستعملة، اذ تم اخذ 90 ملغم من متعدد حامض اللاكتيك (Poly lactic acid-PLA) (ذو وزن جزيئي 30000 دالتون) واذيب في 6 مليلتر من المذيب العضوي الاسيتون مع التحريك على درجة حرارة 35م لتسهيل الذوبان، بعدها اخذ 70 مايكرو لتر من حامض (ALA) ( ذو وزن جزيئي 278.44 دالتون) واذيب في 6 مللتر من نفس المذيب العضوي، تم خلط المذيب الحاوي على متعدد حامض اللاكتيك مع المذيب الحاوي على الحامض الدهني لتحضير خليط يدعى بالطور العضوي والذي تمت اضافته بشكل قطرات ببطئ الى الطور المائي المتكون من محلول Tween 20 %1 وبنسبة (5:1) (طور عضوي : طور مائي) مع استعمال مجنس آلي من نوع (Rotor-Stator) بسرعة 16000 دورة/دقيقة ولمدة 20 دقيقة، ثم اكمل الحجم بعد انتهاء التجنيس الى 350 مللتر باستعمال الماء المقطر وترك فترة من الزمن لإعطاء المجال لانتشار الجسيمات في الوسط يسمى هذا الطور بطور التخفيف، وازيل المذيب العضوي وقسم من الماء باستعمال جهاز المبخر الدوار (rotary evaporator) على درجة حرارة 35م الى ان وصل الحجم النهائي الى 50 مللتر، حفظ الوسط الحاوي على الجسيمات النانوية في درجة حرارة 6±1م لحين استعماله في تصنيع اللبن الرائب.

**:Yogurts manufacturing** تصنيع الـ

استعمل حليب مجفف نوع (مدهش، سلطنة عمان) في صناعة اللبن الرائب، كما استعمل بادئ مجفف مكون من *Streptococcus salivarius Ssp thermophiles* و *Lactobacillus delbrueckii Ssp bulgaricus* نوع ( Y 350 A 5 UC) حصل عليه من قبل شركة Lyofast وصنع اللبن الرائب كما اورده **Kosikowski (1977)** و **Matlob (1995)** اذ اذيب الحليب باستعمال الماء المقطر (14% مواد صلبة كلية) وخط جيداً ثم وزع في قناني واضيفت نسب مختلفة من الحامض الدهني الالفا لينولينيك المغلف نانويًا (25 و 50 و 100 ملغم/كغم حليب) لتحضير المعاملات Y1 و Y2 و Y3 على التوالي، واضيفت نفس النسب من الحامض الدهني الفا لينولينيك الغير مغلف لتحضير معاملات السيطرة الموجبة Y4 و Y5 و Y6، فضلاً عن معاملة السيطرة السالبة Yc والتي تركت بدون اضافة الحامض الدهني الفا لينولينيك، ثم بستر الحليب باستعمال الحمام المائي بدرجة حرارة 85م لمدة 15 دقيقة ثم برد الى 4م واضيف البادئ المجفف مباشرة الى الحليب حسب تعليمات الشركة المجهزة وخط جيداً لضمان توزيع البادئ في الحليب بشكل جيد ثم وزع الحليب مباشرة في اقداح بلاستيكية معقمة وفي ظروف معقمة وحضنت النماذج بدرجة حرارة 42م لحين حصول التخثر خلال (2.5 الى 3) ساعة، بعدها حفظت النماذج بدرجة حرارة 6±1م لمدة عشرة ايام لإجراء الفحوصات الكيميائية والميكروبية والتقييم الحسي عليها لاحقاً.

**:Analysis**

قدرت النسبة المئوية للدهن وفقاً لما جاء في **A.O.A.C. (2008)** باستعمال طريقة بابكوك وقدرت الحموضة الكلية وفقاً لما جاء في **A.O.A.C. (2008)** وقدر الاس الهيدروجيني باستعمال جهاز pH-meter وفقاً لما ذكر في **(2002)** و **A.O.A.C.** وقدر رقم البيروكسيد باستخلاص الدهن من 35 مللتر من الحليب بوساطة 10 مللتر من BDI (30 غم من Triton X-100 مع 70 غم من Sodium hexametaphosphate واملل الحجم الى 1000 مللتر بالماء المقطر) واملت الخطوات كما في طريقة (Bureau of Dairy Industry- BDI) المذكورة من قبل **(Deeth & Fiz-Gerald 1976)**، وقدرت قيمة البيروكسيد وفقاً للطريقة التي ذكرها **(Pearson 1976)**، وتم تقدير تركيز الحوامض الدهنية الحرة في الحليب بطريقة **(Frankel & Tarassuk 1955)**، واتبعت طريقة صب الاطباق الواردة في **(APHA 1978)** باستعمال الوسط المغذي الصلب Nutrient Agar في تقدير العدد الكلي للأحياء المجهرية Total plate count واستعمل وسط MacConkey agar في تقدير اعداد بكتريا القولون (Coliform)، واستعمل الوسط PDA لتقدير اعداد الخمائر والاعفان Molds and Yeast اجري هذا الفحص بعد التصنيع وطوال مدة الخزن، واجري التقييم الحسي لنماذج اللبن الرائب من قبل مقيمين متمرسين واستخدمت استمارات التقييم الخاصة باللبن الرائب التي اوردها **(Nelson & Trout 1964)**.

**:RESULTS AND DISCUSSION****:Titration acidity** الحموضة التسحيحية

تشير النتائج في (الجدول، 1) ان نسبة الحموضة عند عمر 1 يوم تراوحت بين 0.54-0.67% للمعاملات المختلفة وان هذه النسبة تعتبر طبيعية في اللبن الرائب المصنع، وباستمرار عملية الخزن المبرد وصولاً الى اليوم العاشر لوحظ حدوث ارتفاع تدريجي في نسبة الحموضة للمعاملات كافة فقد تراوحت بين 0.56-0.69% و 0.60-0.70% عند الاعمار 3 و 7 ايام اما في اليوم العاشر ارتفعت النسب لتصل ما بين 0.65 الى 0.76%.



(1): نسبة الحموضة التسحيحية (%) لمعاملات اللبن الرائب المختلفة خلال فترة الخزن المبرد بدرجة حرارة  $1 \pm 6$ م ولمدة 10 ايام.

قيمة LSD	المعاملات							مدة الخزن (يوم)	الصفة المدروسة
	Y6	Y5	Y4	Y3	Y2	Y1	Yc		
NS	0.64	0.62	0.62	0.67	0.54	0.54	0.58	1	الحموضة التسحيحية مقدرة كحامض لاكتيك (%)
NS	0.65	0.64	0.63	0.69	0.56	0.57	0.62	3	
NS	0.67	0.65	0.65	0.70	0.60	0.60	0.64	7	
NS	0.68	0.70	0.68	0.76	0.65	0.65	0.68	10	
---	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	قيمة LSD	

القراءات تمثل معدلاً لمكررين. NS: غير معنوي.

### الاس الهيدروجيني pH:

يعد الاس الهيدروجيني احد العوامل الرئيسية في تحديد مدى تطور الشبكة الكازينية (Lucey & Singh, 1997) ; Lee & Lucey, 2010)، لذا تمت متابعة التغير الحاصل في الاس الهيدروجيني الذي رافق التغير الحاصل في الحموضة التسحيحية لجميع المعاملات خلال فترة الخزن المبرد، وقد اظهرت النتائج ان الاس الهيدروجيني للمعاملات المختلفة تراوح بين 4.74-4.92 عند عمر 1 يوم وتعد هذه الارقام مقاربة لما وجدته Ibrahim (2015) والتي كانت 4.59، ومع استمرار تقدم عملية الخزن المبرد وصولاً الى اليوم العاشر لوحظ انه بلغ 4.50 لمعاملة السيطرة (Yc) وذلك لارتفاع الحموضة اثناء الخزن، وان اقل تطور في الحموضة كان في المعاملة المضاف اليها 25 ملغم/كغم لبن رائب اوميغا-3 المغلف نانويًا (Y1) اذ بلغ الاس الهيدروجيني لها 4.76 وتأتي بعدها المعاملة المضاف اليها 50 ملغم/كغم لبن رائب اوميغا-3 المغلف نانويًا (Y2) والتي بلغ فيها 4.58 اما بقية المعاملات فقد انخفض فيها الاس الهيدروجيني ما بين 4.35-4.50 مقارنة مع معاملة السيطرة التي كانت 4.50 (الجدول، 2)، وتماشى هذه النتائج مع نتائج Al-Badrani (2016) الذي اشار الى حصول انخفاض في قيم الاس الهيدروجيني لمعاملات اللبن الرائب المصنعة من حليب الابقار الخام الخليط والحليب الفرز المجفف المسترجع مع تقدم مدة الخزن والتي انخفضت من 4.58 و4.50 بعد التصنيع مباشرة الى 4.33 و4.31 بعد مرور 14 يوم.

(2): قيم الاس الهيدروجيني لمعاملات اللبن الرائب المختلفة خلال فترة الخزن المبرد بدرجة حرارة  $1 \pm 6$ م ولمدة 10 ايام.

قيمة LSD	المعاملات							مدة الخزن (يوم)	الصفة المدروسة
	Y6	Y5	Y4	Y3	Y2	Y1	Yc		
NS	4.83	4.77	4.86	4.74	4.91	4.92	4.91	1	قيم الاس الهيدروجيني
NS	4.64	4.51	4.52	4.58	4.86	4.89	4.75	3	
NS	4.54	4.40	4.50	4.54	4.73	4.81	4.51	7	
NS	4.50	4.36	4.35	4.46	4.58	4.76	4.50	10	
---	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	قيمة LSD	

القراءات تمثل معدلاً لمكررين. NS: غير معنوي.

### رقم البيروكسيد Peroxide Value:

لوحظ ان قيمة الـ (Peroxide Value-POV) عند عمر 1 يوم كانت متقاربة للمعاملات Y1 و Y2 و Y4 التي احتوت على كميات قليلة من الاوميغا-3 (25-50 ملغم) وكذلك معاملة السيطرة الخالية منه Yc اذ تراوحت بين 0.11-0.13 ملي مكافئ/كغم دهن في حين كانت اعلى في المعاملات الحاوية على نسب مرتفعة من الاوميغا-3، اذ كانت بين 0.18-0.30 ملي مكافئ/كغم دهن في المعاملات Y3 و Y5 و Y6، وعند خزن المعاملات على درجة حرارة  $1 \pm 6$ م ارتفعت قيمة الـ POV مع تقدم فترة الخزن لتصل بين 0.28-0.43 ملي مكافئ/كغم دهن للمعاملات التي اضيف لها الاوميغا-3 المغلف عند عمر 3 ايام بينما كانت بين 0.20-0.54 ملي مكافئ/كغم دهن للمعاملات المضاف لها اوميغا-3 الغير مغلف، ومع استمرار تقدم فترة الخزن الى اليوم السابع ارتفعت قيم الـ POV الى 0.87 و 1.25 و 1.30 ملي مكافئ/كغم دهن للمعاملات Y1 و Y2



وY3 على التوالي والى 2.70 و1.70 و1.47 ملي مكافئ/كغم دهن في المعاملات Y4 وY5 وY6 على التوالي، وتبين هذه الارقام بوضوح ان المعاملات التي اضيف لها الاوميغا-3 المغلف بالطرق النانوية كانت هي الاقل تعرضاً لحدوث عملية الاكسدة من المعاملات التي اضيف لها الاوميغا-3 غير المغلف مما يعطي دلالة على ان مقدار البيروكسيدات الناتجة في هذه المعاملات كان الاقل وقد يفسر السبب على ان الغلاف المستعمل (متعدد حامض اللاكتيك) عمل كطبقة واقية حالت بين الحامض الدهني الاوميغا-3 والعوامل التي تشجع على تكوين البيروكسيدات كالحرارة والضوء (Amamcharla & Metzger, 2014 ; Shahidi & Zhong, 2005)، وارتفعت قيم الـ POV اكثر في المعاملتين Y1 وY6 لتصل قيمها الى 0.94 و2.30 ملي مكافئ/ كغم دهن على التوالي عند اليوم 10 من الخزن، ان سبب هذا التطور في قيم الـ POV ناتج عن اكسدة الدهون في اللبن الرائب الذي يحدث بسبب الانزيمات المحللة للدهن والتي مصدرها الحليب او انزيمات البادئ والاحياء المجهرية الاخرى (Cattaneo et al., 2014)، وعلى العكس من ذلك لوحظ حصول انخفاض في قيم الـ POV عند اليوم العاشر من الخزن في المعاملات Yc وY2 وY3 وY4 وY5 (الجدول، 3)، ان سبب هذا الانخفاض قد يرجع الى حدوث تحطم للبيروكسيدات والاحماض الدهنية في المعاملات المذكورة (Aidos, 2002 ; Pearson et al., 1983).

(3): قيم الرقم البيروكسيدي (POV) لمعاملات اللبن الرائب المختلفة خلال فترة الخزن المبرد بدرجة حرارة  $1 \pm 6$  م والبالغة 10 ايام.

رقم البيروكسيد (ملي مكافئ/كغم دهن)				المعاملة العمر/يوم
10	7	3	1	
0.35	1.49	0.43	0.13	Yc
0.94	0.87	0.43	0.13	Y1
0.65	1.25	0.28	0.13	Y2
0.67	1.30	0.37	0.18	Y3
1.13	2.70	0.20	0.11	Y4
0.85	1.70	0.47	0.23	Y5
2.30	1.47	0.54	0.30	Y6
0.644 *	0.539 *	NS	NS	قيمة LSD

القراءات تمثل معدلاً لمكررين. \* (P<0.05) NS: غير معنوي.

### التحلل الدهني Lipolysis:

يلاحظ من (الجدول، 4) ان درجة حموضة الدهن عند عمر 1 يوم كانت متقاربة بين جميع المعاملات تراوحت بين 0.33-0.38 ملي مكافئ/غم دهن وباستمرار عملية الخزن لوحظ ارتفاع تدريجي في قيم التحلل الدهني فقد تراوحت ما بين 0.40-0.66 وما بين 0.60-0.98 عند الاعمار 3 و7 على التوالي، وفي اليوم العاشر ارتفعت القيم ما بين 0.74-1.29 ملي مكافئ/غم دهن، ويعود سبب هذا التحلل في الدهن لمعاملات اللبن الرائب الى الانزيمات التي مصدرها الحليب وبكتريا البادئ (Cattaneo et al., 2014) ويتضح من النتائج ان التحلل الدهني كان اكثر تطوراً في المعاملات التي اضيف لها الاوميغا-3 غير المغلف من المعاملات التي اضيف لها الاوميغا-3 المغلف بالطرق النانوية وكذلك من معاملة السيطرة التي لم يضاف لها الاوميغا-3 مما يظهر دور اغلفة متعدد حامض اللاكتيك المستعملة في تغليف الحامض الدهني في حمايته من التحلل المائي للدهن بفعل الانزيمات المحللة للدهون.



(4): قيم التحلل الدهني (ملي مكافئ/100غم دهن) لمعاملات اللين الرائب المختلفة خلال فترة الخزن المبرد بدرجة حرارة  $1\pm 6$ م والبالغة 10 ايام.

التحلل الدهني (ملي مكافئ/100غم دهن)				المعاملة العمر/ يوم
10	7	3	1	
0.90	0.80	0.57	0.33	Yc
0.74	0.60	0.40	0.33	Y1
0.79	0.70	0.40	0.34	Y2
0.90	0.78	0.45	0.34	Y3
0.97	0.85	0.60	0.35	Y4
1.05	0.90	0.63	0.37	Y5
1.29	0.98	0.66	0.38	Y6
0.382 *	0.306 *	NS	NS	قيمة LSD

القراءات تمثل معدلا لمكررين. \* ( $P < 0.05$ )، NS: غير معنوي.

#### المحتوى المايكروبي Microbial content:

توضح الارقام المشار اليها في (الجدول، 5) ان العدد الكلي للبكتريا في المعاملات المختلفة عند عمر 1 يوم من الخزن تراوحت بين  $10^2$ - $10^3$  و.م.م/غم (وحدة مكونة للمستعمرة/غم) مما يشير الى عدم وجود فروقات معنوية بين هذه المعاملات، وتمت متابعة الزيادة الحاصلة في اعداد البكتريا للمعاملات المختلفة خلال فترة الخزن المبرد والبالغة 10 ايام على درجة حرارة  $1\pm 6$ م وتبين الارقام المثبتة ان اعداد البكتريا ازدادت تدريجياً في المعاملات المضاف لها اوميغا-3 المغلف، وان الزيادة الحاصلة في العدد الكلي للبكتريا كان اقل في المعاملات التي اضيف لها الاوميغا-3 مقارنة مع معاملة السيطرة Yc الخالية منه، وتظهر النتائج انه كلما زادت الكمية المضافة من الاوميغا-3 كان عدد البكتريا الكلي اقل مما يشير الى الدور الفعال لهذا الحامض الدهني في الحد من نمو الاحياء المجهرية، لذا نلاحظ ان المعاملات التي اضيف لها الاوميغا-3 المغلف بطريقة نانوية كانت هي الاقل من حيث اعداد البكتريا مقارنة بنظيراتها من المعاملات المضاف لها الاوميغا-3 غير المغلف على اعتبار ان الكمية المضافة لها من هذا الحامض هي اضعاف الكمية المضافة من الحامض غير المغلف. كما بينت النتائج خلو معاملات اللين الرائب المدروسة جميعاً من بكتريا القولون، ويذكر ان المواصفة القياسية العراقية لعام (2015) تنص على ان اعداد بكتريا القولون في اللين الرائب لا تزيد عن 10 و.م.م/غم في النوعية الجيدة ولا تزيد عن 100 و.م.م/غم في النوعية المقبولة (Iraqi Standard, 2015).

وعند دراسة التغير الحاصل في اعداد الخمائر والاعفان اظهرت النتائج عدم وجود نمو للخمائر والاعفان في المعاملات المضاف لها اوميغا-3 المغلف والغير مغلف اثناء فترة الخزن، بينما حصل نمو لهذه الخمائر والاعفان في اليوم 7 و10 وبأعداد قليلة في معاملة السيطرة Yc والتي كانت  $10^1$  و  $10^4$  و.م.م/غم على التوالي.

(5): المحتوى المايكروبي لمعاملات اللين الرائب المختلفة خلال فترة الخزن المبرد بدرجة حرارة  $1\pm 6$ م ولمدة 10 ايام.

الفحوصات المايكروبية ( . . . / )			( )	
العدد الكلي للبكتريا	اعداد بكتريا القولون			
$10^2$	0	0	1	Yc
$10^8$	0	0	3	
$10^{21}$	0	$10^1$	7	
$10^{39}$	0	$10^4$	10	
$10^1$	0	0	1	Y1
$10^2$	0	0	3	
$10^4$	0	0	7	



الفحوصات المايكروبية ( . . . / )			( # )	
اعداد بكتريا القولون	العدد الكلي للبكتريا			
0	0	$10^3 \times 7$	10	Y2
0	0	$10^3 \times 1$	1	
0	0	$10^3 \times 2$	3	
0	0	$10^3 \times 4$	7	
0	0	$10^3 \times 8$	10	
0	0	$10^3 \times 1$	1	Y3
0	0	$10^3 \times 3$	3	
0	0	$10^3 \times 6$	7	
0	0	$10^3 \times 7$	10	Y4
0	0	$10^3 \times 1$	1	
0	0	$10^3 \times 3$	3	
0	0	$10^3 \times 7$	7	
0	0	$10^3 \times 11$	10	Y5
0	0	$10^3 \times 2$	1	
0	0	$10^3 \times 3$	3	
0	0	$10^3 \times 5$	7	
0	0	$10^3 \times 12$	10	
0	0	$10^3 \times 2$	1	Y6
0	0	$10^3 \times 3$	3	
0	0	$10^3 \times 8$	7	
0	0	$10^3 \times 12$	10	
2.774 *	NS	5.83 *	قيمة LSD	

القراءات تمثل معدلا لمكررين. \* (P<0.05) NS: غير معنوي.

### التقييم الحسي Sensory evaluation:

يمثل (الجدول، 6) نتائج التقييم الحسي لمعاملات اللين الرائب وتظهر النتائج ان جميع المعاملات حصلت على معدلات درجات مرتفعة ومتقاربة لجميع الصفات المدروسة بعد مرور 1 و 3 يوم من الخزن المبرد، اذ تراوح مجموع الدرجات التي حصلت عليه المعاملات المختلفة بين 83-91 درجة من اصل 100 درجة مما يدل على كفاءة العملية التصنيعية لهذه المعاملات، ويتقدم فترة الخزن وعند عمر 7 ايام لوحظ ان معدل الدرجات الممنوحة لصفة النكهة انخفض الى 30 و 32 درجة في المعاملتين Y3 و Y6 وهذا سببه يرجع الى التركيز العالي من الحامض الدهني الاوميغا-3 (100 ملغم) المضاف لهاتين المعاملتين، لذا فان مجموع الدرجات انخفض الى 73 و 77 درجة في المعاملتين Y3 و Y6 على التوالي، ومع استمرار عملية الخزن حتى اليوم العاشر حصل انخفاض في معدل الدرجات الممنوحة لصفة النكهة في المعاملات Yc و Y2 و Y3 و Y4 و Y5 و Y6 ليتراوح بين 20-32 درجة كذلك انخفض معدل درجات صفة النسجة والقوام ليصل ما بين 9-11 و 20-24 درجة في المعاملات Y2، Y3، Y4، Y5، و Y6، اما معدل درجات صفة الحموضة فقد انخفض ما بين 9-11 درجة في جميع المعاملات ما عدا المعاملة Y1 المضاف اليها 25 ملغم من الحامض الدهني الاوميغا-3 المغلف نانويا/كغم لين الرائب، كذلك حصلت هذه المعاملة على اعلى معدل درجات لصفة النكهة والنسجة والقوام والحموضة والمظهر والذي كان 39 و 27 و 13 و 9 درجة على التوالي وبذلك فقد حصلت هذه المعاملة على اعلى مجموع للدرجات بين جميع معاملات اللين الرائب وهو 88 درجة، مقابل ذلك نجد ان اقل مجموع درجات كان 57 و 58 والذي حصلت عليه المعاملتين Y6 و Y3. تتفق هذه النتائج مع النتائج التي حصل عليها Kolanowski & Weibbrodt (2007) عند اضافتهما زيت السمك بنسب تراوحت بين 10 الى 50 ملغم/كغم من اللين الرائب المأخوذ من الاسواق اذ ذكرا انه عند زيادة الكمية المضافة من زيت



السمك يبدأ معدل درجات الصفات الحسية بالانخفاض وان افضل معدل درجات كان في المعاملات الحاوية على زيت السمك بمقدار 10-30 ملغم/كغم من اللبن الرائب.

(6): التقييم الحسي لمعاملات اللبن الرائب المختلفة خلال فترة الخزن المبرد بدرجة حرارة  $1 \pm 6$  م والبالغة 10 ايام.

المجموع (100)	المظهر (10)	الحموضة (15)	النسجة والقوام (30)	النكهة (45)	العمر	المعاملة
90	9	14	27	40	1	Yc
90	9	14	27	40		Y1
90	9	14	27	40		Y2
90	9	12	27	42		Y3
90	9	14	27	40		Y4
89	9	13	27	40		Y5
86	9	12	27	38	3	Y6
89	9	13	27	40		Yc
91	9	14	27	41		Y1
89	9	14	27	39		Y2
86	8	13	27	38		Y3
87	9	13	26	39		Y4
84	9	12	25	38	7	Y5
83	9	12	25	37		Y6
83	9	11	26	37		Yc
90	9	14	27	40		Y1
83	8	14	25	36		Y2
73	8	11	24	30		Y3
84	9	12	26	37	10	Y4
83	9	12	25	37		Y5
77	9	12	24	32		Y6
76	9	9	26	32		Yc
88	9	13	27	39		Y1
66	7	11	22	26		Y2
58	7	11	20	20	10	Y3
74	9	10	24	31		Y4
63	7	10	21	25		Y5
57	7	10	20	20		Y6
6.228 *	1.833 *	2.276 *	4.392 *	7.165 *	قيمة LSD	

\*(P<0.05).

### :CONCLUSIONS

يستنتج من هذه النتائج ان اضافة الحامض الدهني الاوميغا-3 ساعدت في احتفاظ اللبن الرائب المصنع بصفاته الكيميوفيزيائية والميكروبية والحسية لفترة اطول مقارنة بالمعاملة الخالية منه، كما ان تغليف هذا الحامض الدهني نانويًا ساعد في توفير كمية جيدة من الحامض الدهني الاوميغا-3 تلبي الاحتياجات اليومية للشخص البالغ من هذا الحامض الدهني المهم للصحة، مع المحافظة على جودة المنتج ودون التأثير الكبير في صفاته الحسية.



## :REFERENCES

- I. Aidos, I. M. (2002). *Production of High Quality Fish Oil from Herring byproducts*. Ph.D. Thesis, Wageningen Univ., The Netherlands. p: 203.
- II. Al-Badrani, D. I. G. H. (2016). *Manufacture of Low Energy Dairy Products Using Non Fat Alternatives and Studying Their Physio Chemical and Nutritional Properties*, Ph.D. Thesis, College of Agriculture, University of Baghdad, Iraq.
- III. Al-Zahrani, M. A. (2009). Nanotechnology Concept and Perceptions, from <http://www.makphys.com/vb3/showthread.php>.
- IV. Amamcharla, J. K. & Metzger, L. E. (2014). Modification of the ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay to determine the susceptibility of raw milk to oxidation. *International Dairy Journal*, 34(2), 177-179.
- V. APHA (American Public Health Association). (1978). *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*. 14<sup>th</sup> ed., Marth. E. H. (Ed). American Public Health Association. USA, Washington .DC.
- VI. Association of Official Analytical Chemists A.O.A.C. (2002). *Official Methods of Analysis* 18<sup>th</sup> ed., Margland: AOAC International.
- VII. Association of Official Analytical Chemists A.O.A.C. (2008). *Official Methods of Analysis* 16<sup>th</sup> ed., Association of Official Analytical Chemists International Arlington, Virginia, USA.
- VIII. Barcelo-Coblijn, G., & Murphy, E. J. (2009). Alpha linolenic acid and its conversion to longer chain n-3 fatty acids: benefits for human health and a role in maintaining tissue n-3 fatty acid levels. *Progress in Lipid Research*, 48(6), 355-374.
- IX. Burdge, G. C. & Calder, P. C. (2005). Conversion of  $\alpha$ -linolenic acid to longer chain polyunsaturated fatty acids in human adults. *Reproduction Nutrition Development*, 45(5), 581-597.
- X. Cattaneo, S., Stuknyte, M., Pellegrino, L., & DeNoni, I., (2014). Targeted peptides for the quantitative evaluation of casein plasminolysis in drinking milk. *Food Chemistry*, 155, 179-185.
- XI. Decker, E. A. (1998). Strategies for manipulating the prooxidative/antioxidative balance of foods to maximize oxidative stability. *Trends in Food Science and Technology*, 9(6), 241-248.
- XII. Deeth, H. G., & C. H. Fiz-Gerald. (1976). Lipolysis in dairy products: a review. *Australian Journal of Dairy Technology*, 31(2), 53-64.
- XIII. Ethir, S. E. (2010). *Producing Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acid from Biodiesel Waste Glycrol by Microalgae Fermentation*. Thesis, Faculty of Virginia polytechnic Institute and State University.
- XIV. Frankel, E. N., & Tarassuk, N. P. (1955). The specificity of milk lipase. 11 kinotics and relative lipolytic activity in defforent milks. *Journal of Dairy Science*, 39(11), 1517-1522.
- XV. Ibrahim, K. J. (2015). *Purification and Characterization of Karadi Sheeps Milk Protein and Its Relationship With Yoghurt Quality*. M.S. Thesis. Sulaimani University.
- XVI. Iraqi Standard, (2015). Ministry of Planning and Development Cooperation of Iraq/ Central Organization for Standardization and Quality Control. Standard No. (2270/5) *Microbial Limits in Food, Part 5, Microbial Limits of Milk and Milk Products*.
- XVII. Jensen, C. L. (2006). Effects of n-3 fatty acids during pregnancy and lactation. *Am. J. Clin. Nutr*, 83(6), 1452-1457.



- XVIII. Kolanowski, W., & Weibbrodt, J. (2007). Sensory quality of dairy products fortified with fish oil. *International Dairy Journal*, 17(10), 1248-1253.
- XIX. Kosikowski, F. V., (1977). *Cheese and fermented milk foods*, 2<sup>nd</sup> ed., Edwards Brothers. Inc-Michigan.
- XX. Kris-Etherton, P. M., Harris, W. S., & Appel, L. J. (2002). Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *American Heart Association. Circulation*, 106, 2747-2757.
- XXI. Lee, W. J., & Lucey, A. (2010). Formation and physical properties of yogurt. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(9), 1127-1136.
- XXII. Liu, A. R., Chen, S. C., Lin, X. M., Wu, S. Y., Xu, T., Cai, F. M., & Raesh, J. (2010). Endophytic pestalotiopsis species spp. associated with plants of Palmae, Rhizophoraceae, Planchonellae and Podocarpaceae in Hainan, China. *African Journal of Microbiology Research*, 4(24), 2661-2669.
- XXIII. Lucey, J. A., & Singh, H. (1997). Formation and physical properties of acid milk gels: a review. *Food Research International*, 30(7), 529-542.
- XXIV. Matlob, M. H. M. (1995). *A Study to Improve Some Dairy Products in The Iraqi Countryside*, Master Thesis, College of Agriculture, University of Baghdad, Iraq.
- XXV. Matsuno, R., & Adachi, S. (1993). Lipid encapsulation technology-techniques and application to food. *Trends in Food Science & Technology*, 4(8), 256-261.
- XXVI. Moghadasian, M. H. (2008). Advances in dietary enrichment with n-3 fatty acids. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 402-410.
- XXVII. Mohammed, Z. M. (2007). *Effect of Fatty Acid (omega-3) in Chicken Legumes on Chicken Production Characteristics and Chemical Properties of Eggs*. Master Thesis, College of Veterinary Medicine, University of Baghdad, Iraq.
- XXVIII. Mora-Huertasa, C. E., Fessi, H., & Elaissari, A. (2010). Polymer-based nanocapsules for drug delivery. *International Journal of Pharmaceutics*, 385, 113-142.
- XXIX. Nelson, E., Mendoza, G., Regetz, J., Polasky, S., Tallis, H., Cameron, D., & Lonsdorf, E. (2009). Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(1), 4-11.
- XXX. Nelson, J. A., & Trout, G. M. (1964). *Judging Dairy Products*. The Olsen Publishing Co. Milwaukee. Wis. 53212. USA.
- XXXI. Ortega, J. B. (2007). *Polyunsaturated Fatty Acid Metabolism in Broiler Chickens : Effect of Maternal Diet*. Thesis. Oregon State University.
- XXXII. Pearson, A. M., Gray, J. J., Wolzak, A. M., & Horenstein, N. A. (1983). Safety implications of oxidized lipid in muscle food. *Tech.*, 37, 121-129.
- XXXIII. Pearson, D. (1976). *The chemical analysis of foods*, 7<sup>th</sup> ed., Churchill Livingstone, Edinburgh, London and New York.
- XXXIV. Quintanar, D., Fessi, H., Doelker, E., & Alleman, E. (2005). *Method for Preparing Vesicular Nanocapsules*. USA Patent 6884438.
- XXXV. Riediger, N. D., Othman, R. A., Suh, M., & Moghadasian, M. H. (2009). A systemic review of the roles of n-3 fatty acids in health and disease. *Journal of the American Dietetic Association*, 109(4), 668-679.



- XXXVI. Salehi, Al-Diwaiyan, M. S., & Abdullah S. (2007). *An introduction to Nanotechnology*. A Publication on the Occasion of the Nanotechnology Research Workshop at the Universities, King Saud University.
- XXXVII. Shahidi, F., & Zhong, Y. (2005). *Lipid Oxidation: Measurement Methods*. In Shahidi, F, (ed). *Baley s industrial oil and fat products*. 6<sup>th</sup> ed., P. 357-385. New Jersey: Joun Wiley and Sonc, inc.