دراسة الخصائص الوظيفية للجيلاتين المستخلص من مخلفات الأسماك

جلال محمد عيسى النور[1]، عادل يعقوب يوسف الدبيكل[1] وصباح مالك حبيب الشطي[2]

1 قسم الأسماك والثروة البحرية، كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق

2 قسم علوم الأغذية والتقانات الإحيائية، كلية الزراعة، جامعة البصرة، البصرة، العراق

الخلاصة. أستخدمت جلود أسماك البلطي *Tilapia zilli* والمثانة الغازية لأسماك الكارب .L *Cyprinus carpio* ورؤوس أسماك المخيط *Ablennes hians*كمادة أولية لإنتاج الجيلاتين، وذلك بعد أجراء عمليات تحضيرية تضمنت غسل وتقطيع العينات والمعاملة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيز 0.2 % وبنسبة (1: 6) (وزن: حجم) لمدة 50 دقيقة وبدرجة حرارة الغرفة، بعدها غسلت جيداً بماء الحنفية ومن ثم غسلت بالماء المقطر وعوملت بحامض الكبريتيك المركز لأزاله الأملاح وبتركيز 0.2 % وبنسبة (1: 6) (وزن: حجم) ولمدة 50 دقيقة وبدرجة حرارة الغرفة، بعدها نقعت مباشرة بحامض الستريك وبتركيز 1% وبنسبة (1: 2.5) (وزن: حجم) ولمدة 50 دقيقة وبدرجة حرارة الغرفة، غسلت العينات جيداً بالماء المقطر للتخلص من بقايا الحامض ومن ثم أستخلص الجيلاتين بالماء المقطر بدرجة حرارة 45 م° ولمدة 18 ساعة. بعدها أجريت عملية التصفية والترشيح والتجفيف للمحاليل الجيلاتينية ثم طحنها وتعبئتها، وتمت دراسة الخواص الوظيفية لكل نوع من الأنواع المنتجة. وقد أوضحت نتائج الدراسة أن الجيلاتين المستخلص كان ذو خواص وظيفية جيدة خصوصاً اللزوجة وقابلية الذوبان وقابلية ربط الماء والزيت والقدرة على تكوين الهلام والرغوة. أسفرت نتائج الدراسة ان الجيلاتين المستخلص كان ذو خواص وظيفية جيدة خصوصا اللزوجة وامتصاص الماء وربط الزيت واالذوبان واالقدرة على تكوين الهلام اضافة الى خواص الرغوة والاستحلاب، فقد كانت اللزوجة 1.47 ، 1.14، 1.08 سنتي بويز لكل من جيلاتين المثانة والجلد والرؤوس على التوالي عند 30 م° وبتركيز 1% ، اما قابلية امتصاص الماء فقدكانت اعلى قيمة لجيلاتين المثانة بلغت 1.8 مل/غم وانخفضت لتصل الى 1.4 ، 1.2 مل / غم لجيلاتين الجلد والرؤوس على التوالي ، وامتاز الجيلاتين بقابلية كبيرة على ربط الزيت حيث بلغت نسبة ربط الزيت 2.1 ، 2.1 ،1.9 مل / غم لجيلاتين الجلد والمثانة والرؤوس على التوالي ، بلغت نسبة الذوبانية 64. 87% لجيلاتين المثانة الغازية و 84.28% ، 25. 79 % لكل من جيلاتين الجلد والرؤوس على التوالي ،أما القابلية على تكوين الهلام فقد كانت جيدة خصوصا لجيلاتين المثانة الغازية اذ حصل على أعلى قيم لتكوين الهلام القوي عند التركيز 3% ، وفيما يتعلق بحجم الرغوة فقد بلغت 70 ، 54 ، 20 مل لكل من لكل من جيلاتين الجلد والمثانة والرؤوس على التوالي.

االكلمات المفتاحية: الجيلاتين، الخواص الوظيفية، مخلفات الأسماك، المثانة الغازية.

المقدمة

يبلغ الإنتاج العالمي للثروة السمكية والمتمثل بالمصائد الطبيعية والاستزراع السمكي حوالي 118.5 مليون طن من الأسماك (9). وتشكل نسبة المخلفات السمكية من الإنتاج العالمي مايقارب 25 % (32) لتصل هذه النسبة الى 50 % خصوصاً في الأسماك غير الملائمة للتصنيع المباشر بسبب لونها أو حجمها أو نوعها أو تلفها أثناء النقل والتداول والتصنيع أضافه الى ذلك وجود كميات كبيرة من الأجزاء السمكية التي لا تؤكل كالهيكل العظمي والأحشاء الداخلية والقشور والرؤوس والجلود (3) ويتسبب تراكم الكميات الكبيرة من المخلفات السمكية كنفايات وعدم استغلالها بصورة مباشرة في حدوث العديد من المشاكل البيئية والصحية فضلاً عن بعض الآثار السلبية الناجمة من جراء محتواها العالي من المواد العضوية (20 , 28). ولغرض تقليل التلوث البيئي والصحي الناتج من طرح الكميات الهائلة للمخلفات السمكية أضافه للحاجة الماسة لإنتاج مواد تقنية مختلفة كالمثبتات والمستخلصات البروتينية والزيوت وغيرها من

المنتجات لذلك اتجهت الأنظار الى استرداد المنتجات الثانوية القابلة للتصنيع وإدخالها في العديد من المجالات (29) تمتلك مخلفات الأسماك قابلية هضم عالية ومحتوى عال من البروتين وتعد مصدراً جيد لإنتاج المركزات البروتينية والمثبتات كالجيلاتين الذي يمكن أن ينتزع من الجلد والعظام والرؤوس والأحشاء الداخلية (18).

الجيلاتين هو بوليمر حيوي مشتق من الكولاجين الليفي والذي يعد البروتين الرئيس للجلد والأنسجة الرابطة والعظام في الحيوانات ويمثل تقريبا 30% من البروتين الحيواني الكلي (37) وهو يتكون من ثلاث سلاسل ببتيدية ملتفة حول بعضها بعضاً بصورة حلزون ثلاثي (36) ويتطلب انتزاع الجيلاتين معاملة قلوية وحامضية يليها الانتزاع بالماء الدافئ أو بالمعالجة الحرارية لزعزعة ترتيب اللولب الثلاثي للكولاجين نتيجة لفقدان التأصر الهيدروجيني وبذلك ينتج الجيلاتين (12)، وكما أن لنوع ومصدر الكولاجين تأثير على نوعية الجيلاتين المستخلص وعلى وخواصه (11). يتميز الجيلاتين بأنة مثبت محب للماء وينتشر فيه بدرجة حرارة 35م° ليعطي محاليلاً لزجة ويكون هلاماً عند حرارة 30م° حيث له القدرة على امتصاص الماء بقدر 10 – 15 مرة من وزنة الأصلي مكوناً كتلة متماسكة تشبه الجلي وحسب نوع الجيلاتين (1 , 30) ويستعمل الجيلاتين على نطاق واسع في الصناعات الغذائية المختلفة كمواد تساعد على تكوين الهلام gelling agents أو مواد معلقة Suspending agents من خلال دورة في استقرار وتحسين المنتجات (10). ويستخدم الجلاتين غذائياً في صناعة الحلويات والمعلبات والمايونيز والآيس كريم وفي تصفية العصائر وطبياً يستعمل لتحضير الأمبولات والكبسولات وفي المستحضرات العلاجية والتجميلية ويدخل في تحضير الاوساط الزرعية للمايكروبات (1 ، 22) إذ يستعمل ما يقارب 65 % من الجيلاتين المنتج سنويا في الصناعات الغذائية و 15 % في المجال الصيدلاني و20 % في مجال التصوير (21 ,23).

المواد وطرائق العمل

المواد الأولية

أستخدم في هذه الدراسة جلود أسماك البلطي *Tilapia zilli* حيث جمعت الاسماك من أسواق محافظة البصرة، والمثانة الغازية لأسماك الكارب .L *Cyprinus carpio* والتي تكون نواتج عرضية لعملية تنظيف الأسماك الطازجة، ورؤوس أسماك المخيط *Ablennes hians* وهي عبارة عن مخلفات ثانوية لبيع أسماك المخيط، وبعد جمع العينات تم غسلها جيداً بماء الحنفية، ومن ثم تقطيعها الى قطع صغيرة بأستعمال المقص والسكاكين الحادة وتم خلطها جيداً مع بعضها وأخذت عينة عشوائية منها لإجراء التحليلات عليها ومن ثم وضعت في أكياس البولي أثلين وحفظت بالتجميد (−18°م ± 2) لحين الاستعمال.

استخلاص الجيلاتين من مخلفات الأسماك

قطعت مخلفات الأسماك (جلود الأسماك ، المثانة الغازية، الرؤوس) الى قطع صغيرة بواسطة سكاكين حادة ومقصات، وبعدها غسلت العينات جيداً بماء الحنفية ووضعت في أوعية بلاستكية سعة 10 لتر. عوملت مخلفات الأسماك بمحلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.2 % وبنسبة (1: 6) (وزن: حجم) ولمدة 50 دقيقة وبدرجة حرارة الغرفة، بعدها وضعت المخلفات في أواني مشبكه للتخلص من بقايا القاعدة ومن ثم غسلت جيداً بماء الحنفية ولمدة 5 دقائق تبعها

الغسل بالماء المقطر وأجريت عليها المعاملة الثانية باستخدام حامض الكبريتيك المركز وبتركيز 0.2 % وبنسبة (1: 6) (وزن: حجم) ولمدة 50 دقيقة وبدرجة حرارة الغرفة، بعد التخلص من حامض الكبريتيك نقعت العينات مباشرة بحامض الستريك وبتركيز 1% وبنسبة (1: 6) (وزن: حجم) ولمدة 50 دقيقة وبدرجة حرارة الغرفة، تم أزاله المحاليل الحامضية بالغسل بالماء المقطر البارد لمدة 5 دقائق باستخدام أواني مشبكة، خلطت المخلفات بواسطة خلاط كهربائي لمدة دقيقة واحدة لغرض تجانسها ووضعت بالماء المقطر وبنسبة (1: 2.5) (وزن: حجم) وبدرجة حرارة 45 م° ولمدة 18 ساعة. رشحت العينات بأستعمال قطعة قماش ململ وأزيلت الدهون والبقايا، أما الراشح فقد ركز باستخدام المبخر الدوار Rotary Evaporator على درجة حرارة 70 م° ولمدة 2 ساعة، جفف الناتج بالفرن الاعتيادي Oven وبدرجة حرارة 50 م° وطحن المنتوج بالمطحنة الكهربائية ومن ثم خزن في الثلاجة بدرجة حرارة (4 – 8) م° بعد ان تم دراسة الخواص الوظيفية له.

الخواص الوظيفية للجيلاتين

اللزوجة Viscosity

استخدمت طريقة Sathe and Salunkhe (31) في تقدير قابلية لزوجة الجيلاتين وذلك من خلال استخدام جهاز Ostwald viscometerحجم B واستخدام الجداول الموضحة في Hodgeman *et al.*, (16) لاستخراج الكثافة النوعية ولزوجة الماء عند درجات حرارية مختلفة، وتم قياس اللزوجة بدرجة حرارة المختبر 30 ، 40 ، 50 م °وحسب الخطوات التالية :

1 – أخذ جهاز قياس اللزوجة Ostwald viscometer size B وتم غسله وتجفيفه جيداً وبعدها ملء الجهاز بـ (15) مل ماء مقطر وتم حساب الوقت اللازم لمرور الماء المقطر خلال الأنبوب الشعري وقد اخذ معدل (5) قراءات وهو t_1 .

2 – تم الحصول على الكثافة النوعية (P_1) Specific gravity واللزوجة (M) Viscosity للماء المقطر من جداول Hodgeman *et al.*, (16).

3 – غسل جهاز قياس اللزوجة بصورة كاملة وجفف مرة أخرى.

4 – حضر محلول العينة بتركيز 1 % و 2 % وذلك بخلط العينة مع الماء المقطر لمدة ساعتين باستخدام المحرك المغناطيسي Magnetic stirrer .

5 – تم حساب (P2) لمحلول العينة باستخدام قنينة الكثافة حيث أن :

$$(P_2) = \frac{\text{وزن قنينة الكثافة مملوءة بمحلول العينة}}{\text{وزن قنينة الكثافة مملوءة بالماء المقطر}}$$

6 – كررت الخطوة رقم (1) وذلك بأخذ 15مل من محلول العينة ووضعها في جهاز قياس اللزوجة وتم حساب الوقت اللازم لمرور المحلول خلال الأنبوب الشعري وقد اخذ معدل (5) قراءات للوقت وهو t_2 . ثم يمكن حساب لزوجة العينة من خلال المعادلة التالية :

$$\frac{X_2}{M} = \frac{P_2\ t_2}{P_1\ t_1}$$

امتصاص الماء Water Absorption

استعملت الطريقة المذكورة في Sathe and Salunkhe (31) إذ أخذ 1غم من العينة وأضيف إليها 10 مل ماء مقطر وخلطت لمدة 30 ثانية، بعدها تركت العينات بدرجة حرارة الغرفة لمدة 30 دقيقة وفصلت باستخدام جهاز الطرد المركزي على 2500 دورة / دقيقة ولمدة 30 دقيقة ثم الترشيح باستخدام صوف زجاجي واستقبال الراشح في اسطوانة زجاجية مدرجة وحسبت كمية الماء الممتصة من قبل العينة وذلك بطرح كمية الماء في الاسطوانة من كمية الماء الكلية.

ربط الدهن Fat binding

اعتمدت الطريقة المذكورة في Sathe and Salunkhe (31) لتقدير قابلية الجيلاتين على ربط الدهن، فقد خلط 1غم من العينة مع 10مل من زيت الذرة Corn oil ولمدة 30 ثانية وبعدها تركت العينات لمدة 30 دقيقة على درجة حرارة الغرفة ثم فصلت باستعمال جهاز الطرد المركزي على 2500 دورة / دقيقة ولمدة 30 دقيقة وبعد انتهاء عملية الفصل أستقبل الزيت في اسطوانة زجاجية مدرجة وتم حساب كمية الزيت الممتصة وذلك بطرح كمية الزيت في الاسطوانة من كمية الزيت الكلية.

الذوبان: Solubility

استخدمت الطريقة التي أتبعها Hindi and Al – Douri (15) في تقدير قابلية البروتين على الذوبان حيث قدر المحتوى البروتيني في مستخلص الجيلاتين (p1)، ثم حسبت نسبة البروتين في الراشح (p2) من خلال وزن 1غم من الجيلاتين وخلطه جيداً مع 100 مل ماء مقطر لفترة 10 دقائق باستخدام Magnetic stirrer ثم الفصل في جهاز الطرد المركزي على 1000 دورة / دقيقة ولمدة 5 دقائق. وتم حساب الذوبان من خلال المعادلة التالية:

$$\text{الذوبان \%} = \frac{(p_1)}{(p_2)} \times 100$$

التهليم Gelatin

أجري تقدير لقابلية الجيلاتين على تكوين الهلام حسب الطريقة التي ذكرها Miller and Groninger (27) وذلك بتحضير سلسلة تراكيز من العينة (1– 10)% في 5 مل ماء مقطر ثم وضعها في الأنابيب في حمام مائي على درجة حرارة (70– 75) م° ولمدة ساعة واحدة بعدها بردت الأنابيب في حمام ثلجي ووضعت في الثلاجة لمدة ساعة واحدة ومن ثم أخرجت الأنابيب لملاحظة الهلام المتكون ثم قلبت الأنابيب بوضع معكوس وملاحظة انكسار الهلام أو عدمه، تم قياس قابلية التهليم على أساس اقل تركيز لازم لتكوين الهلام.

خواص الرغوة Foaming Properties

قدرت قابلية الجيلاتين على تكوين الرغوة و ثباتيتها بتركيزين (1% و 2%) وحسب الطريقة المبينة في Jasim (19) *et al.*, وذلك بخفق 1غم من العينة مع 100مل ماء مقطر في بيكر مدرج لمدة ثلاثة دقائق ثم قياس حجم الرغوة بعد 10 ثواني وثباتها بعد (10 ، 30 ، 60) دقيقة.

خاصية الاستحلاب Emulsification

أتبعت الطريقة الموضحة في Jasim (18) لتقدير قابلية الجيلاتين على الاستحلاب، حيث أخذ أوزان مختلفة من العينة (1 – 4) غم وخلطت جيداً مع حجوم مختلفة من زيت زهرة الشمس (10 ، 20) مل و50 مل ماء مقطر باستخدام خلاط لمدة دقيقتين ثم ينقل الخليط إلى اسطوانة مدرجة وملاحظة زمن انكسار الطبقة الكريمية المتكونة (بالثواني) ومتابعة حجم طبقة المستحلب وحجم طبقة الماء بعد انكسار الطبقة الكريمية.

التصميم والتحليل الإحصائي

حللت النتائج أحصائياً بالبرنامج الإحصائي الجاهز SPSS (33) بأستخدام التصميم العشوائي الكامل (CRD) وأختبرت العوامل المدروسة بأستخدام أقل فرق معنوي المعدل R.L.S.D عند مستوى أحتمال (0.01) (0.05).

النتائج والمناقشة

توضح نتائج الجدول (1) لزوجة الجيلاتين المحضر عند تركيز 1 % و 2 % وفي درجات حرارية 30 و 40 و 50 م° حيث بينت النتائج ارتفاع لزوجة الجيلاتين المحضر من المثانة الغازية مقارنة مع بقية أنواع الجيلاتين المحضر عند جميع درجات الحرارة 30 ، 40 ، 50 م° ولكلا التركيزين إذ بلغت اللزوجة 1.47 سنتي بويز في درجة حرارة 30 م°، أما لزوجة بقية أنواع الجيلاتين فقد كانت 1.14 ، 1.08 سنتي بويز لجيلاتين الجلد والرؤوس في درجة حرارة 30 م° على التوالي، وقد بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين انواع الجيلاتين المستخلص ($p< 0.01$) أن هذه الاختلافات في لزوجة الجيلاتين يعود الى اختلاف قابلية ذوبانه بالماء حيث أن زيادة ذوبان البروتينات تزيد من لزوجة البروتين وبالعكس (2) وكما بينت النتائج ارتفاع في درجة اللزوجة لكافة أنواع الجيلاتين المستخلص عند تركيز 2% مقارنة مع تركيز 1% ولجميع الدرجات الحرارية، وقد بينت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية بين درجات الحرارة المختلفة والتراكيز ($p > 0.01$) وهذه تعتمد على حجم وحالة الجزئيات البروتينية فالجزئيات الكبيرة

تميل الى التجمع وبالتالي زيادة اللزوجة (19) ، واتفقت نتائج الدراسة مع (24) Leuenberger عند تقديره درجة لزوجة الجلاتين المستخلص من مخلفات الأسماك. بينما لوحظ انخفاض درجة اللزوجة مع زيادة درجة الحرارة وجاءت أيضا النتائج متطابقة مع ما وجده العطار والدليمي (5) إذ لاحظوا حصول انخفاض في لزوجة الجيلاتين مع ارتفاع درجات الحرارة، وعند المقارنة مع لزوجة الألبومين في درجة حرارة 30 م° فيلاحظ ان اللزوجة قد بلغت 0.94 سنتي بويز في حين بلغت لزوجة الجيلاتين المحضر من المثانة الغازية في درجة حرارة 30 م° 1.47 سنتي بويز وهي أعلى من لزوجة الألبومين.

جدول 1. لزوجة الجيلاتين بالسنتي بويز بأستعمال (1غم/100مل) و (2غم/100مل) وعلى درجات حرارة مختلفة.

المنتوج	تركيز 1%			تركيز 2%		
	30 م°	40 م°	50 م°	30 م°	40 م°	50 م°
جيلاتين الجلد	1.14	1.13	1.04	1.44	1.32	1.26
جيلاتين المثانة	1.47	1.37	1.22	1.62	1.40	1.31
جيلاتين الرؤوس	1.08	0.98	0.87	1.12	1.02	0.96
الألبومين	0.94					

أما قابلية امتصاص الماء من قبل الجيلاتين فتبين نتائج الجدول (2) أن جميع أنواع الجيلاتين المحضر لها القابلية على امتصاص الماء، حيث أمتلك الجيلاتين المستخلص من المثانة الغازية أعلى قيم لامتصاص الماء ولكل تراكيز الأس الهيدروجيني إذ بلغت القيم 2 ، 1.8 ، 1.4 مل / غم عند الأس الهيدروجيني (4 ، الاعتيادي ، 9) في حين بلغت أقل قيمة لامتصاص الماء لجيلاتين الرؤوس والبالغة 1.1 مل/غم ولجيلاتين الجلد 1.2 مل/غم عند الأس الهيدروجيني(9)، وقد بينت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية بين القيم المختلفة للاس الهيدروجيني ($p > 0.01$) ويعود سبب هذا التباين في امتصاص الماء الى قابلية الجيلاتين على الذوبان بوجود المجاميع القطبية أضافه الى المحتوى البروتيني في المواد الناتجة حيث أن زيادة ذوبان البروتينات يعني قلة النشاط السطحي الكاره للماء مما يجعله أكثر محبة للماء وبالتالي يؤدي الى زيادة في قابلية الجيلاتين على حمل الماء (4) وعند مقارنة كمية الماء الممتص من قبل الجيلاتين في تراكيز مختلفة للأس الهيدروجيني وجد أن أفضل رقم هيدروجيني امتصت فيه العينات اكبر كمية من الماء هو الرقم الهيدروجيني الحامضي ويعود السبب في ذلك الى أن الجيلاتين في هذا الرقم الهيدروجيني يكون غير ذائب بشكل كبير مما ينتج عنه زيادة في ربط الماء (18). أما اقل امتصاص فكان عند الرقم الهيدروجيني (9) وكانت هذه النتائج متفقة مع ما وجده جاسم وأحمد (7)عند تقديرهما لقابلية الجيلاتين على امتصاص الماء. وعند مقارنة كمية الماء الممتص من قبل الجيلاتين قيد الدراسة مع الألبومين عند الرقم الهيدروجيني الاعتيادي لوحظ أن كمية الماء الممتصة للألبومين بلغت 0.99 مل/غم جيلاتين.

جدول 2. قابلية الجيلاتين على امتصاص الماء (مل/غم) عند قيم مختلفة للأس الهيدروجيني.

المنتوج	الأس الهيدروجيني		
	4	الاعتيادي	9
جيلاتين الجلد	1.7	1.4	1.2
جيلاتين المثانة	2	1.8	1.4
جيلاتين الرؤوس	1.4	1.2	1.1
الألبومين		0.99	

تشير نتائج الجدول (3) قابلية ربط الزيت لمنتوج الجيلاتين فقد بلغت أعلى قيمة لكمية امتصاص الزيت لعينات الجيلاتين المستخلص من المثانة الغازية والجيلاتين المحضر من جلود أسماك البلطي 2.1 مل زيت/غم عينة لكل منهما وثم تليها عينة جيلاتين الرؤوس حيث كانت قيمة امتصاص الزيت فيها اقل وبلغت 1.9 مل زيت/غم عينة، وعند المقارنة ربط الزيت للجيلاتين المحضر مع الألبومين فقد بلغت كمية الزيت الممتص من قبل الألبومين 1.8 مل/ غم جيلاتين. ويعزى السبب في هذه الاختلافات الى طبيعة حجم الجزئيات البروتينية والى قوى السطح الكارهة للماء (18) وبينت الموسوي (6) أن قابلية ربط الزيت تعد من الخواص الوظيفية الجيدة والتي تحافظ على مواد النكهة في المنتوج وبالتالي زيادة تقبله من قبل المستهلك.

جدول 3. قابلية ربط الزيت لمنتوج الجيلاتين.

المنتوج	كمية الزيت الممتصة(مل/غم)
جيلاتين الجلد	2.1
جيلاتين المثانة	2.1
جيلاتين الرؤوس	1.9
الألبومين	1.8

تظهر نتائج الجدول (4) الى النسبة المئوية لذوبان الجيلاتين المحضر حيث أعطى الجيلاتين المستخلص من المثانة الغازية أعلى نسبة للذوبان 87.64 % ، في حين كانت الذوبانية للجيلاتين المحضر من الجلد ومن الرؤوس 84.28 % و 79.25 % على التوالي، ويعود سبب الاختلاف في نسبة الذوبان الى نوعية الأحماض الامينية المحبة للماء وبالوقت نفسه تقل خاصية ذوبان الجلاتين عند احتواءه على أحماض امينية كارهة للماء بسبب قابليتها على التجمع (34). ويعزى سبب ذلك الى تفكك الأواصر الببتيدية وانخفاض الأواصر الهيدروجينية وزيادة تنافر القوى الألكتروستاتيكية (28). وعند مقارنة ذوبان الجيلاتين المحضر مختبرياً مع البروتينات التجارية وجد أن جيلاتين المثانة

الغازية والجلد كانت درجة ذوبانها مقاربة الى ذوبان الألبومين 90.16 %، أما جيلاتين الرؤوس فكان درجة ذوبانه أقل من البروتين التجاري. وجاءت هذه النتائج متفقة مع أحمد (8) عند دراستها لقابلية الجيلاتين المستخلص من مصادر مختلفة من العظام على الذوبان.

جدول 4. النسبة المئوية للبروتين الذائب في الماء.

المنتوج	الذوبان%
جيلاتين الجلد	84.28
جيلاتين المثانة	87.64
جيلاتين الرؤوس	79.25
الألبومين	90.16

تبين النتائج في الجدول (5) قابلية الجيلاتين المحضر على تكوين الهلام عند التراكيز 1 – 10 % إذ يلاحظ من النتائج أن زيادة تركيز الجيلاتين يؤدي الى زيادة القدرة على تكوين هلام متماسك، فقد حصل الجيلاتين الناتج من المثانة الغازية أعلى قيم لتكوين الهلام القوي عند التركيز 3 % بينما أظهر جيلاتين الجلد القدرة على تكوين الهلام القوي في التركيز 4 % في حين استطاع الجيلاتين المحضر من الرؤوس أن يكون هلام في التركيز 6 %، ويعزى سبب الأختلاف الى تباين محتوى الجيلاتين من الأحماض الأمينية البرولين والهيدروكسي برولين المحبة والكارهة للماء(13) فضلاً عن الأختلاف في الأواصر الهيدروجينية وتفاعلات ارتباط وانفكاك البروتين التي لهل دور على تكوين الهلام (18). وعند مقارنة قابلية التهليم للجيلاتين المحضر مع الجيلاتين التجاري (الألبومين) كانت 3 % وهذه متقاربة مع جيلاتين المثانة الغازية.

جدول 5. قابلية تهليم الجيلاتين باستعمال تراكيز مختلفة (1 – 10) %.

المنتوج	التراكيز %									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
جيلاتين الجلد	–	– +	+	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
جيلاتين المثانة	–	– +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
جيلاتين الرؤوس	–	–	–	–	– +	+	+	+	+	+
الألبومين	–	–	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +

– لم يتكون هلام – + هلام ضعيف يوجد أنكسار + هلام شبه متماسك ++ هلام متماسك جداً

تشير نتائج الجدول (6) وجدول (7) الى حجم الرغوة عند التركيز 1 % و 2 % للجيلاتين المحضر وعلى فترات زمنية مختلفة حيث أمتاز الجيلاتين المحضر من الجلد بحجم رغوة أعلى من بقية العينات في حين حصل جيلاتين المثانة على أعلى قيم لثبات الرغوة ولكلا التركيزين، ولم يظهر الجيلاتين المستخلص من الرؤوس خواص رغوة جيدة، وبينت النتائج أن حجم وثباتية الرغوة تنخفض مع زيادة الوقت ومع أرتفاع قيم الأس الهيدروجيني ويعزى السبب الى اختلاف تركيب وذوبان البروتين لكل نوع من الجيلاتين حيث أن ثبات الرغوة يعتمد على تركيب النظام الغروي للبروتين ومقدرته في انخفاض الشد السطحي لمحلول الجيلاتين الذي يعمل على تكوين غشاء متماسك يحيط بالفقاعة الهوائية ويسمح لبقاء الهواء بداخله لفترة طويلة تطول بزيادة تركيز الجيلاتين المستخدم (26).

جدول 6. خواص الرغوة للجيلاتين المنتج باستعمال (1غم/100مل) عند قيم مختلفة للأس الهيدروجيني.

المنتوج	الوقت (دقيقة)	حجم الرغوة (مل)		
		الأس الهيدروجيني		
		4	الاعتيادي	9
جيلاتين الجلد	0	56	52	44
	10	43	30	23
	20	23	15	2
	30	17	8	–
	60	8	4	–
جيلاتين المثانة	0	56	51	42
	10	41	25	18
	20	35	20	11
	30	24	15	5
	60	16	10	–
جيلاتين الرؤوس	0	38	22	9
	10	32	15	5
	20	–	–	–
	30	–	–	–
	60	–	–	–

ـ اختفاء الرغوة

وعند مقارنة خواص الرغوة للجيلاتين المحضر مع الرغوة لألبومين البيض لوحظ هناك تفوق كبير لرغوة الألبومين حيث بلغت 321 في الدقيقة صفر وأنخفضت لتصل 213 في الوقت 60 دقيقة (جدول 8).

جدول 7. خواص الرغوة للجيلاتين المنتج باستعمال (2غم/100مل) عند قيم مختلفة للأس الهيدروجيني .

المنتوج	الوقت (دقيقة)	حجم الرغوة (مل)		
		الأس الهيدروجيني		
		4	الاعتيادي	9
جيلاتين الجلد	0	75	70	41
	10	56	35	27
	20	37	26	13
	30	10	15	-
	60	10	10	-
جيلاتين المثانة	0	62	54	44
	10	47	30	25
	20	35	20	13
	30	21	15	5
	60	17	15	-
جيلاتين الرؤوس	0	33	20	18
	10	14	8	4
	20	9	5	-
	30	-	-	-
	60	-	-	-

- اختفاء الرغوة

جدول 8. خواص الرغوة لألبومين البيض (1غم/ 100مل) عند قيمة الأس الهيدروجيني الأعتيادي.

الوقت (دقيقة)	ألبومين البيض حجم الرغوة (مل)
0	321
10	291
20	264
30	228
60	213

تبين النتائج الموضحة في الجداول من (9) الى (12) ثباتية الاستحلاب للجيلاتين المحضر حيث أوضحت النتائج حصول زيادة في حجم طبقة الماء مع زيادة الوقت يقابلها أنخفاضاً في حجم طبقة المستحلب كما توضح الجداول زيادة الحجم النهائي لطبقة المستحلب وثباتيته بزيادة وزن العينة إذ يعزى ذلك الى زيادة المساحة السطحية الكلية التي تعمل على مقاومة المستحلب للانتشار فضلاً عن صغر حجم قطرات الزيت الناتجة عن زيادة تركيز العينة (35). وقد بينت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية بين انواع الجيلاتين المستخلص وبين الوقت($p > 0.01$) في حين كانت الفروق معنوية بين طبقة كل من المستحلب والماء ($p < 0.01$) لكل الجداول، و($p < 0.05$) لجدول (11) .

أمتاز الجيلاتين المحضر من المثانة الغازية بثباتية جيدة للطبقة الكريمية مقارنة مع جيلاتين الرؤوس والجلد ويعزى السبب الى زيادة قابلية ذوبانه مقارنة مع بقية الأنواع وقد يعود السبب في ذلك الى زيادة قابليتها على الذوبان مقارنة بالأنواع والتي تعمل على زيادة ثباتية مستحلباتها من خلال توازن البروتينات المحبة للماء hydrophilic والبروتينات الكارهة للماء hydrophobic (17). فضلاً عن أختلاف محتوى الجيلاتين من الأحماض الامينية ذات المجاميع المحبة للماء والأحماض الامينية ذات المجاميع الكارهة للماء مما يجعلها على شكل مستحلب تتصف بالثبات (7 ،25) وذكر Guille – Gomez *et al.*, (14) أن سبب هذه الاختلافات تعود الى سلاسل الكولاجين المكونة للجيلاتين وتركيب الأحماض الأمينية وتوزيع الأوزان الجزيئية، وجاءت النتائج متفقة مع دراسة البياتي (2) عند قياسه لثباتية أستحلاب الجيلاتين المستخلص من المخلفات الحيوانية.

جدول 9. ثباتية المستحلب لعينة (1) غم+50 مل ماء مقطر+10 مل زيت الذرة.

الوقت (ساعة)	منتوج الجيلاتين					
	جيلاتين الجلد		جيلاتين المثانة		جيلاتين الرؤوس	
	طبقة المستحلب (مل)	طبقة الماء (مل)	طبقة المستحلب (مل)	طبقة الماء (مل)	طبقة المستحلب (مل)	طبقة الماء (مل)
صفر	61	صفر	62	صفر	65	صفر
*	13	48	15	47	14	51
1	11	50	13	49	10	55
2	10	51	13	49	10	55
3	10	51	12	50	9	65
4	10	51	12	50	9	65
24	10	51	12	50	9	65

* **زمن انكسار المستحلب** Sec 30 Sec 32 Sec 21

جدول 10. ثباتية المستحلب لعينة (2) غم+50 مل ماء مقطر+10 مل زيت الذرة.

الوقت (ساعة)	منتوج الجيلاتين					
	جيلاتين الجلد		جيلاتين المثانة		جيلاتين الرؤوس	
	طبقة المستحلب (مل)	طبقة الماء (مل)	طبقة المستحلب (مل)	طبقة الماء (مل)	طبقة المستحلب (مل)	طبقة الماء (مل)
صفر	62	صفر	61	صفر	62	صفر
*	13	49	14	47	14	48
1	11	51	13	48	14	48
2	10	52	13	48	12	50
3	10	52	13	48	11	51
4	10	52	12	49	10	52
24	10	52	12	49	10	52

* **زمن انكسار المستحلب** Sec 38 Sec 41 Sec 28

جدول 11. ثباتية المستحلب لعينة (1) غم+50 مل ماء مقطر+20 مل زيت الذرة.

الوقت (ساعة)	منتوج الجيلاتين					
	جيلاتين الجلد		جيلاتين المثانة		جيلاتين الرؤوس	
	طبقة المستحلب (مل)	طبقة الماء (مل)	طبقة المستحلب (مل)	طبقة الماء (مل)	طبقة المستحلب (مل)	طبقة الماء (مل)
صفر	71	صفر	71	صفر	69	صفر
*	28	43	29	42	23	46
1	20	51	23	48	21	48
2	20	51	23	48	20	49
3	20	51	22	49	19	50
4	20	51	22	49	18	51
24	20	51	22	49	18	51

* **زمن انكسار المستحلب** Sec 47 Sec 51 Sec 26

جدول 12. ثباتية المستحلب لعينة (2) غم+50 مل ماء مقطر+20 مل زيت الذرة.

الوقت (ساعة)	منتوج الجيلاتين					
	جيلاتين الجلد		جيلاتين المثانة		جيلاتين الرؤوس	
	طبقة المستحلب (مل)	طبقة الماء (مل)	طبقة المستحلب (مل)	طبقة الماء (مل)	طبقة المستحلب (مل)	طبقة الماء (مل)
صفر	72	صفر	71	صفر	72	صفر
*	29	43	32	39	26	46
1	21	51	26	45	22	50
2	21	51	26	45	18	54
3	20	52	25	46	18	54
4	20	52	25	46	18	54
24	20	52	24	47	18	54

* **زمن انكسار المستحلب** Sec 54 Sec 57 Sec 32

جدول 13. ثباتية المستحلب لعينة (1) غم+50 مل ماء مقطر+10 مل زيت الذرة.

الوقت (ساعة)	ألبومين البيض	
	طبقة المستحلب (مل)	طبقة الماء (مل)
صفر	61	صفر
*	15	46
1	15	46
2	14	47
3	14	47
4	14	47
24	14	47

*زمن أنكسار المستحلب Sec 39

وعند مقارنة نتائج الأستحلاب لأنواع الجيلاتين المحضر بالمختبر مع البروتين التجاري (ألبومين البيض) يتبين أن الجيلاتين المحضر كان ذو ثباتية مقاربة لثباتية ألبومين البيض (جدول، 13). وقد بينت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية بين الوقت وبين طبقة كل من المستحلب والماء ($p > 0.01$). خلصت نتائج دراسة الخواص الوظيفية للجيلاتين المستخلص من مخلفات الأسماك بأنه كان ذو خواص وظيفية جيدة بشكل عام فيما يتعلق باللزوجة وامتصاص الماء وربط الدهن وقابلية الذوبان والتهليم وخواص الرغوة وخاصية الاستحلاب .

المصادر

1- الأسود، ماجد بشير (2000). علم وتكنولوجيا اللحوم، الطبعة الثالثة، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل: 466 صفحة.

2- البياتي، محمود محمد أحمد (2005). إنتاج الجيلاتين من المخلفات الحيوانية ودراسة صفاته النوعية على فترات خزنيه مختلفة. اطروحة دكتوراة ، كلية الزراعة، جامعة البصرة: 190 صفحة .

3- الطائي، منير عبود جاسم.(1987). تكنولوجيا اللحوم والأسماك، مطبعة دار الكتب، جامعة البصرة: 421 صفحة.

4- العلي، روضة محمود علي (1995). إنتاج ودراسة التركيب الكيميائي والخواص للمركزات البروتينية من سمك القنبرور *Hyporamphus gaimardi*. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة البصرة: 76 صفحة.

5- العطار، أيمان جابر جاسم وعودة فنيخر الدليمي (2013). درجة حرارة ومدة أستخلاص جيلاتين عظام الأبقار وخواصه الوظيفية والحسية. مجلة العلوم الزراعية العراقية، 44(2):241-250.

6- الموسوي، أم البشر حميد جابر(1988). التركيب الكيميائي والخواص الوظيفية للمركزات البروتينية لمخلفات المجازر، رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة البصرة: 105 صفحة.

7- جاسم، منير عبود وبتول عبد الرحيم احمد (2002). أنتاج الجلاتين الغذائي من عظام الأغنام ودراسة خواصه الحسية والكيميائية والوظيفية لفترات خزن مختلفة. مجلة أبحاث البصرة ، 28، الجزء الأول:80 -89 .

8- أحمد، بتول عبد الرحيم احمد (1999). دراسة الخواص الحسية والكيميائية والوظيفية لفترات خزن مختلفة للجلاتين المستخرج من العظام، رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة البصرة: 75 صفحة.

9- منظمة الأغذية والزراعة (2012).حالة مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية في العالم. روما: 216 صفحة.

10-Bigi, A.; Cojazzi, G.; Panzavolta, S.; Roveri, N.; and Rubini, K. (2002).Stabilization of gelatin films by cross linking with genipin. Biomaterials, 23(24): 4827-4832.

11-Binsi, P.K.; Shamasundar, B.A.; Dileep, A.O.; Badii, F. and Howell N.K.(2009). Rheological and functional properties of gelatin from the skin of Bigeye snapper (*Priacanthus hamrur*) fish: influence of gelatin on the gel-forming ability of fish mince. Food Hydrocoll., 23(1): 132-145

12-Djabourov, M.; Lechaire, J. P. and Gaill, F. (1993). Structure and rheology of gelatin and collagen gels. Biorheology , 30 (3-4):191-205.

13-Gilsenan, P.M. and Ross-Murphy, S.B.(1999). Structure and reology of gelatin gels. In: Stokke, B.T. and Elgsaeter, A. (Eds.),Wiley Polymer networks group review series, Synthetic versus Biological Networks . Vol 2, pp:237-273.

14-Gomez - Guille´n, M. C.; Tumay, J.; Ferna´ndez- Dı´az, M. D.; Ulmo, N.; Lizarbe, M. A. and Montero, P. (2002). Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species: a comparative study. Food Hydrocoll., 16 (1): 25-34.

15-Hindi, M.J. and Al-Douri, S. K.(1987). Processing of fish protein concentrate from *Heteropneustes fossilis* . ZANCO, 5:31-39.

16- Hodgman, C. D. ; Wast, R.C. and Selby, S.M. (1962). Handbook of chemistry and physics. 44th Edition, Chemical Rubber Publishing Company, Cleveland, Ohio. USA.3604p.

17-Huang. Y. T. and Kinsella, J. E. (1987).Effect of phosphorylation on emulsifing and foaming properties and digestibility of yeast protein . J. Food Sci., 52:1684-688.

18-Jasim, M.A. (1983). Functional Plastien from fish waste. Ph.D. Thesis, Loughborough University of Technology. England. 258p

19-Jasim, M. A. ; Sahi, A. A. and Faris, J.A.(1988).Composition of dried Catfish (*Silurus glavis*) products . Marina Mesopotamica , 3:31-42.

20-Jespersen, C. ; Christiansen, K. and Hummelmose, B. (2000). Cleaner production assessment in fish processing. COWI consulting engineers and planners AS. Denmark United Nations Environment Programme and Danish Environmental Protection Agency.99p.

21-Jones, N.R.(1977) .Uses of gelatin in edible products. In: Ward, A.G. and Courts, A.(Eds.). The Science and Technology of Gelatin. New York: Academic Press.pp:365-394.

22-Karim, A.A. and Bhat, R. (2009). Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. Food Hydrocoll., 23(3):563–576.

23-King, W. (1969). Gelatin. In : Glicksman, M. (Ed.), Gum Technology in the Food Industry . New York : Academic Press . pp: 359-397.

24-Leuenberger,B.H.(1991).Investigation of viscosity and gelatin properties of different mammalian and fish gelatins .Food Hydrocoll.,5(4):353-361.

25-Lin, M. J.Y. ; Humbert, E.S. and Sosulski, F.W. (1974).Certain functional properties of sunflower meal products. J. Food Sci., 39 (2): 368-370.

26-Mepba, H. D.; Achinewu, S. C. and Ademiluyi. T.(2008). Solubility, emulsion and foaming properties of Coconut (*Cocos nucifera*) protein concentrates . African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development, 8 (22) :170-191.

27-Miller, R. and Groninger, H.S. (1976). Functional properties of enzyme- modified acylated fish protein derivatives. J. Food Sci., 41(2):268 - 272.

28-Mirmoghtadale, L.; Kadivar, M. and Shahedi,M. (2008). Effect of succinylation and deamidation on functional properties of Oat protein isolate. Food Chem., 114(1):127-131.

29-Ninan,G.(2009).Optimization of process parameters for the extraction of gelatin from the skin of freshwater fish and the evaluation of physical and chemical characteristics. Ph.D. Thesis . Faculty of Marine Sciences. Cochin University of Science and echnology. Cochin. India.228p

30-Quellet, C. ; Eicke, H. F. and Sager, W. (1991), Formation of microemulsion -based gelatin gels. J. Phys. Chem., 95(14): 5642-5655.

31-Sathe, S.K. and Salunkhe, D.K. (1981). Functional properties of the great northern bean (*Phaseolus vulgaris* L.)proteins: Emulsion, foaming, viscosity and gelatin properties. J. Food Sci., 46(1):71-81.

32-Shahidi, F.(1994). Seafood processing by-products. In: Shahidi, F. and Botta, J.R.(Eds.).Seafood's Chemistry, Processing, Technology and Quality. Glasgow: Blackie Academic and professional. pp:320-334.

33- SPSS (2001).Special program for statistical system.Version,11, SPSS Inc.Chicago,111,USA

34- Suliman, M.A.; El Tinay,A.H.; Elkhalifa, A. E. O.; Babiker, E. E. and Elkhalil, E. A.I. (2006). Solubility as influenced by pH and NaCl concentration and functional properties of Lentil proteins isolate. Pak. J. Nutr., 5 (6): 589-593.

35-Waniska, R.D.; Shetty, J.K. and Kinsella, J.E. (1981). Protein stabilized emulsions: effects of modification on the emulsifying activity of bovine serum albumin in a model system. Agric. Food Chem., 29(4): 826-831.

36-Ward, A.G. and Courts, A.(1977). The science and technology of gelatin, Academic Press Inc. London.

37-Wasswa, J. ; Tang, J. and Gu, X. (2007). Utilization of fish processing by -products in the gelatin Industry. Food Rev. Int., 23 (2): 159-174.

38-Zhao, Y.; Li, B.; Liu, Z.; Dong, S.; Zhao, X. and Zeng, M. (2007). Antihypertensive effect and purification of an ACE inhibitor peptide from sea cucumber gelatin hydrolysate. Process Biochem., 42(12): 1586 -1591.

Functional Properties of Gelatin Extracted from Fish Wastes

Jalal M. Al-Noor[1], Adel Y. Al-Dubakel[1] and Sabah M.H. Al-Shatty [2]

1 Department of Fisheries and Marine Resources, College of Agriculture, University of Basrah, Basrah , Iraq
2 Department of Food Science and Biotechnology, College of Agriculture, University of Basrah, Basrah , Iraq

Abstract. Skins of tilapia *Tilapia zilli* , gas bladders of the common carp *Cyprinus carpio* L. and heads of barred needle fish *Ablennes hians* used as raw materials to produce gelatin. Raw materials washed, cut and treated with sodium hydroxide solution 0.2% (1:6 , W:V) for 50 min. at ambient temperature before washing and treating with concentrated sulphuric acid 0.2% (1:6 , W:V) for 50 min. at ambient temperature. After that, it soaked in citric acid 1% (1:6, W: V) for 50 min. at ambient temperature. Gelatin extracted with distilled water (1:2.5 W: V) for 18 hrs at 45°C. Refinement, filtration and dehydration processes carried out on gelatin solutions which then grinded and packaged to study the functional properties of the product for the three types. The results indicated that the extracted gelatin was of good quality for functional properties especially viscosity, water absorption, fat binding, solubility, ability for gelatin formation as was as foaming properties and emulsification . Viscosity was 1.47 , 1.14 and 1.08 centipoises for bladders gelatin, skin gelatin and heads gelatin respectively at 30°C at 1% concentration . The ability of water absorption the higher value was for bladder gelatin 1.8 ml/g then decreased to reach 1.4 and 1.2 ml/g for skin gelatin and heads gelatin, respectively. The extracted gelatin had a great ability for oil binding the value reached 2.1 ,2.1 and 1.9 ml /g for skin gelatin, bladder gelatin and heads gelatin, respectively. Solubility reached 87.64 % , 84.28% and 79.25% for bladders gelatin, skin gelatin and heads gelatin , respectively .The gelatin forming was foaming properties was good especially bladder gelatin which reached the highest value for strong gelatin forming at 3% concentration, for foaming size they reached 70 , 54 and 20 ml for the skin gelatin , bladder gelatin and heads gelatin , respectively .

Key words: Gelatin**,** Functional properties**,** Fish wastes, Gas bladders .