استخدام طريقة سطح الاستجابة لتحسين معامل انكسار ولزوجة وكثافة زيت أحشاء سمك الكارب (*Cyprinus carpio*) المستخلص بالأشعة تحت الحمراء

أسعد الحلفي[1] وصباح الشطي [1]* وأثير المطوري[1]

(1) قسم علوم الاغذية ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة ، العراق.

(*للمراسلة:الدكتورة صباح الشطي، البريد الإلكتروني: sabahalshatty@gmail.com)

تاريخ الاستلام:2021/08/3 تاريخ القبول: 2021/10/3

الملخص:

هدف البحث إلى تحديد الصفات الفيزيائية لزيت احشاء سمك الكارب (Common carp *Cyprinus carpio* L.) المستخلص بواسطة جهاز يعمل بالأشعة تحت الحمراء ومصنع محلياً وتحسين صفاته من خلال تحديد الظروف المثلى للاستخلاص والحصول على نماذج رياضية تصفها بدقة. شملت الصفات الفيزيائية المدروسة كل من معامل الانكسار والكثافة والوزن النوعي واللزوجة. أظهرت النتائج ان أدنى قيم عملية وقيم متنبأ بها للصفات اعلاه كانت 1.4565، 1.4661 ، 0.892، 0.89، 0.78، 0.78، 2.99، 3.25 على التوالي. أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود تأثير معنوي ($P<0.05$) لدرجة الحرارة والقدرة والمسافة والتداخلات فيما بينها. أظهرت النتائج أن الظروف المثلى لتحسين الصفات الفيزيائية لزيت مخلفات الاسماك المستخلص بالاشعة تحت الحمراء هي : درجة الحرارة 66.14 درجة مئوي والقدرة 215.94 واط والمسافة 20.02 سم.

الكلمات المفتاحية: زيت احشاءسمك الكارب ، الاشعة تحت الحمراء ، الكثافة ، اللزوجة، معامل الانكسار.

المقدمة:

ذكر Rustad (2003) ان حوالي 20 مليون طن والذي يعادل 25% من الانتاج الكلي للأسماك يتم تجاهله بوصفه ناتجا عرضيا او مخلفات , اتسبب هذه المخلفات تلوثاً للبيئة في حين يمكن ان تكون هذه المخلفات مصدراً للإنزيمات والدهون (Arnesen and Gildberg,2007 ; Bhaskar *et al.*, 2007; Gildberg, 2001)ومن الممكن ان تستخدم مخلفات الأسماك في انتاج الوقود السائل والكاربون المنشط(Fadhil *et al.*,2017; Jayainghe,2010) . ان محتوى الزيت في مخلفات الاسماك يتراوح بين (1.4 – 40.1)% (Babbit,1990).

استعملت طرائق تقليدية لاستخلاص زيوت الاسماك و مخلفاتها مثل الضغط الهيدروليكي والتقطير تحت التفريغ و التبلور باليوريا و الاستخلاص بالهكسان و التبلور التقليدي .الا ان العيوب الرئيسة لتلك الطرائق تتميز بكونها تحتاج إلى درجات حرارة عالية مما تؤثر سلبا على النوعية التغذوية لزيوت الاسماك فضلا عن التكسير الحراري للمركبات الطبيعية القابلة

للتغير والحساسة للحرارة ، اضافة إلى سمية المذيبات التي قد يتبقى قسم منها في المنتج ، وبالتالي ستؤثر سلبا على صحة الانسان (Hultin, 1994; Staby and Mollerup ,1993) .

اجريت العديد من الدراسات لاستخلاص زيوت الاسماك ومخلفاتها(Sathivel *et al* ., 2005) وبتقنيات مختلفة منها استعمال تقنية الموائع فوق الحرجة Supercritical Fluids Extraction (SFE) والموجات فوق الصوتية والاشعة تحت الحمراء (Santos *et al*.,2010 ; Esquível *et al*.,2010 ; Sahena *et al.,* 1997) (Al-Hilphy *et al.*, 2020) الا ان هذه الطريقة لها مزايا كثيرة منها قلة المذيبات المتبقية في الزيت المنتج النهائي وبقاء المركبات المهمة ذات القيمة العالية (Zaidul *et al*.,2007; Herrero *et al*, 2010). كما ان استعمال ثاني اوكسيد الكاربون يعد غير سام ولا يشتعل ورخيص الثمن الا ان هذه التقنية مكلفة جدا. لذا جاء التفكير بطريقة جديدة مناسبة للاستخلاص تتطلب طاقة قليلة وذات كفاءة عالية وان هذه الطريقة هي استعمال الاشعة تحت الحمراء في عملية الاستخلاص اذ ان هذه الطريقة جديدة وغير موجودة محلياً وعالمياً . معامل الانكسار Refractive Index هو النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ إلى سرعته في أي وسط، ويُمكن استعمال هذا الثابت الفيزيائي في تمييز وتحديد نقاوة الزيت وتعيين المواصفات النوعية له (محمد،1995). بين (Yunus, (2009 ان لمعامل الانكسار دور مهم في معرفة مدى نقاوة الزيوت وكشف غشها وتحديد المواصفة النوعية للزيوت(العاني،2001).

ذكر (2013) Koohyar , ان قيمة معامل الانكسار تزداد بازدياد نسبة الاحماض الدهنية غير المشبعة في الزيت وتقتضي ان تكون أكثر من واحد وأقل من أثنين للزيوت والدهون بصورة عامة ،كما يزداد معامل الانكسار بزيادة طول السلسلة الكاربونية وزيادة عدد الأواصر غير المشبعة، كذلك عند حدوث الاكسدة الذاتية. كما تشير الدراسات إلى ان رفع درجة الحرارة يقلل من معامل الانكسار وترتفع القيمة بخفض درجة الحرارة وهذا يعود إلى تغير كثافة الزيت سلبا مع ارتفاع درجة الحرارة. الكثافة والوزن النوعي: Density and Specific Gravity الكثافة احد الخواص الفيزيائية المهمة وتعرف على انها النسبة بين الكتلة إلى الحجم، ان الكثافة تنخفض كلما ازدادت درجة الحرارة اي ان العلاقة ما بين الكثافة ودرجة الحرارة علاقة عكسية وكذلك تعتمد الكثافة على الوزن الجزيئي فكلما كان الوزن الجزيئي أقل ارتفعت كثافة الزيوت (Machado *et al* ., 2012).

تُعرف اللزوجة بأنها مقاومة المادة للجريان أو التغيير في شكلها، وهذه المقاومة ناتجة عن الاحتكاك الداخلي بين جزيئات السائل، وان وحدة قياس اللزوجة هي Poise، Centistoke (Odunaike *et al.*, 2013) . وتُعد هذه الخاصية من النقاط المهمة التي يُعتمد عليها في تصنيف الزيوت ثم اختيار الزيت لأغراض واستعمالات معينة ، وتحديداً يُستفاد من اللزوجة في معرفة مدى التغيرات التي تطرأ على الزيت نتيجة الاستعمال (محمد،1995) ،اذ يمكن من خلالها يُمكن معرفة مدى قابلية الزيت على الانسياب، وتنخفض اللزوجة بارتفاع نسبة الاحماض الدهنية غير المشبعة في الزيت (العاني،2001)

اشار (1976) Pearson إلى ان معامل الانكسار للزيت المستخلص من سمك السلمون كان بحدود 1.472–1.469. بينما وجدت الحسيني (2007) ان معامل الانكسار للزيوت المستخلصة من انواع من الاسماك تراوح بين 1.4663–1.4709 . بين Shamsudin and Salimon (2006) ان معامل الانكسار لزيت سمك (*Seriola nigrofascita*)

كان 1.4670 . ان معامل الانكسار لزيت سمك (*Odonus niger*) هو 1.426 (Immanuel and Palavesam,2010). وجد(2014) , Xavier Eugien ان معامل الانكسار لزيت سمك السردين هو 1.523.

تُقدر الكثافة للزيوت والدهون باستعمال الطرائق الاعتيادية ويجب اولاً السيطرة على درجة الحرارة بشكل حذر نظراً لحدوث تغيرات جوهرية في هذهِ المركبات في مديات قصيرة من درجات الحرارة. وتقاس الكثافة والوزن النوعي للدهن أو الزيت عند درجة حرارة 25م° وقد يكون من الضروري استعمال درجة حرارة لحد 40 م° وحتى 60 م° للدهون عالية الانصهار. ومن الجدير بالذكر ان الكثافة والوزن النوعي قياسان جيدان لنقاوة الزيت، وتمتاز الزيوت بكثافتها المنخفضة التي هي أقل من واحد بصورة عامة. وجد أن الكثافة النوعية لزيت سمك السلمون بحدود 0.926–0.924 (Pearson ,1976) ، بينما كثافة زيت السمك التجاري بحدود 0.915 –0.907 (Hulya, 2002)، وأشار Adeniyi and Bawa (2006) إلى ان الوزن النوعي للزيت الخام والنقي المستخلص من سمك الماكريل كان 0.911 وجد(2010) Immanuel and Palavesam, ان الوزن النوعي لزيت سمك (*Odonus niger*) هو 0.9581.بينما ذكر (2014) Xavier Eugien, ان الوزن النوعي لزيت سمك السردين كان 0.81 .

الهدف من هذه الدراسة هو قياس معامل الانكسار واللزوجة والكثافة لزيت احشاء الكارب واجراء عملية التحسين لتلك الصفات من خلال تحديد الظروف المثلى للاستخلاص والحصول على نماذج رياضية تصفها بدقة.

مواد البحث وطرائقه:

اجري البحث في مختبر هندسة معامل الاغية في قسم علوم الاغذية – كلية الزراعة – جامعة البصرة في 12/14/ 2019. تم الحصول على احشاء سمك الكارب (20 كغم) حيث جمعت من الاسواق المحلية (اسواق تجزئة) في محافظة البصرة – العراق. تم استخلاص الزيت من مخلفات اسماك الكارب بواسطة جهاز لاستخلاص الزيوت يعمل بالأشعة تحت الحمراء والمصنع محليا من قبل المطوري (2019) الذي يتكون من مصدر للأشعة تحت الحمراء ويعمل بطول موجي6 مايكروميتر (المطوري ,2018). يتكون الجهاز من مصدر للاشعة تحت الحمراء واسطوانة مثقبة بداخلها قماش بمثابة فلتر . مبدأ العمل يتم وضع المخلفات في الاسطوانة داخل القماش وتسلط الاشعة تحت الحمراء عليه وعندما تسخن المخلفات يذوب الزيت ويتناضح خلال القماش نازلا عبر القمع المزود بفلتر قطني ومنه إلى وحدة الفصل التي تفصل الزيت عن الماء.

معامل الانكسار

قُدر معامل الانكسار للزيوت المستخلصة من المخلفات وفقاً لطريقة الجمعية الامريكية لكيميائيّ الزيوت (AOCS. 1971).

الكثافة والوزن النوعي Density and Specific Gravity قُدرت الكثافة للزيوت المستخلصة من المخلفات . كما قُدر وزنها النوعي أيضاً وفقاً للطريقة المذكورة في Pearson (1976) باستعمال قنينة الكثافة PyKnometer الخاصة بحجم 25مل وحسبت الكثافة كما يلي:

كثافة الزيت = وزن قنينة الكثافة مع الزيت – وزنها فارغة / حجم قنينة الكثافة

اما الوزن النوعي للزيت فتم حسابه كما يلي: الوزن النوعي للزيت = كثافة الزيت / كثافة الماء

اللزوجة:

استعمل جهاز Ostwald الزجاجي (Size B) في تقدير لزوجة الزيوت المستخلصة من المخلفات عند درجة حرارة 40 م°. واتُبعت طريقة Sathe and Salunkne (1981) في تقدير اللزوجة واستعمال الجداول (Weast and Melvin, 1982) لاستخراج الكثافة النوعية ولزوجة الماء عند درجات حرارة مختلفة، ثم طُبق القانون V1 / V2 = d1t1 / d2t2 حيث أن: V1 = لزوجة الزيت، d1 = كثافة الزيت، V2 = لزوجة الماء، d2 = كثافة الماء، t1 = وقت نزول الزيت بالثواني، t2 = وقت نزول الماء بالثواني.

تصميم التجارب:

استخدمت ثلاثة عوامل مستقلة هي درجة الحرارة والقدرة والمسافة بين مصدر الاشعة تحت الحمراء لتحسين معامل الانكسار واللزوجة والكثافة لزيت احشاء الاسماك باستخدام برنامج Design Expert v.7 بطريقة سطح الاستجابة Response Surface methodology باستخدام التصميم المركب المركزي central composite design (CCD) . يوضح جدول (1) المديات التجريبية للعوامل المستقلة في الـCCD. وهنالك عشرون معاملة موزعة عشوائيا. استخدمت معادلة الانحدار المتعدد اللاخطي quadratic polynomial regression model للتنبؤ بمعامل الانكسار واللزوجة والكثافة زيت مخلفات الاسماك (معادلة 1):

$$Y = \beta_\circ + \sum_{i=1}^{k} \beta_i X_i + \sum_{i=1}^{k} \beta_{ii} X_i^{\,2} + \sum \sum_{i<j=1}^{k} \beta_{ij} X_i X_j \qquad (1)$$

حيث Y: الاستجابة (معامل الانكسار واللزوجة والكثافة)، $\beta_\circ$: ثابت، β_i : ثابت متعلق بالجزء الخطي بالمعادلة.، β_{ii} : ثابت متعلق بالجزء اللاخطي بالمعادلة.، β_{ij} : ثابت متعلق بالجزء الخاص بالتداخل في المعادلة.، k: عدد العوامل.

جدول (1): المديات التجريبية للعوامل المستقلة في التصميم المركب المركزي CCD. لمعامل الانكسار للزيت .

العوامل	الرمز	المستويات		
		1-	0	1+
درجة الحرارة (مئوي)	X_1	50	60	70
القدرة (واط)	X_2	130	190	250
المسافة (سم)	X_3	1	15.50	30

كما تم اجراء اختبار t للمقارنة بين القيم العملية والمتنبأة عند مستوى معنوية ($p<0.05$) (الراوي وخلف الله .2000)

النتائج والمناقشة:

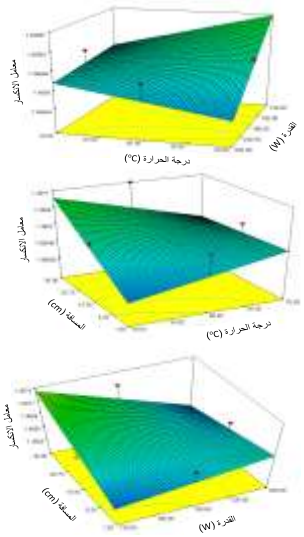
ان معدل نسبة الزيت المستخلص بلغت 20% بواقع 200 غرام لكل كغم مخلفات. يلاحظ من جدول (2) مصفوفة التصميم المركب المركزي للمسافة والقدرة ودرجة الحرارة واستجابة معامل الانكسار المتنبأ به للزيت عن طريق التحسين ومطابقته مع معامل الانكسار العملي . تم الحصول على الظروف المتمثلة المسافة 30سم والقدرة 250 واط ودرجة الحرارة 70 م التسلسل 14 اذ اعطت ادنى معامل انكسار للزيت اذ بلغ معامل الانكسار العملي والمتنبأ به 1.4565،1.4661 على التوالي وهذا يعود إلى رفع درجة الحرارة التي جعلت من معامل الانكسار للزيت الناتج منخفض ،إن رفع درجة الحرارة يقلل من قيمة معامل الانكسار وترتفع القيمة بخفض درجة الحرارة (محمد،1995). كذلك يزداد معامل الانكسار بزيادة عدم تشبع المادة وزيادة الكثافة النوعية وزيادة الوزن الجزيئي (طول السلسلة).

جدول(2): مصفوفة التصميم المركب المركزي للمسافة والقدرة ودرجة الحرارة واستجابة معامل الانكسار للزيت

التسلسل	المسافة(سم) X3	القدرة(واط) X2	درجة الحرارة (م) X1	معامل الانكسار العملي	معامل الانكسار المتنبأ به
1	15.5 (0)	190 (0)	60 (0)	1.4665	**1.4662**
2	15.5 (0)	190 (0)	60 (0)	1.4664	**1.4661**
3	15.5 (0)	190 (0)	60 (0)	1.4666	**1.4664**
4	1 (-1)	130 (-1)	50 (-1)	1.4660	**1.4658**
5	30 (+1)	130 (-1)	50 (-1)	1.4681	**1.4669**
6	30 (+1)	190 (0)	60 (0)	1.4671	**1.4667**
7	15.5 (0)	130 (-1)	60 (0)	1.4666	**1.4664**
8	15.5 (0)	190 (0)	60 (0)	1.4665	**1.4661**
9	15.5 (0)	190 (0)	70 (+1)	1.4667	**1.4663**
10	15.5 (0)	190 (0)	60 (0)	1.4664	**1.4662**
11	15.5 (0)	190 (0)	50 (-1)	1.4667	**1.4665**
12	30 (+1)	130 (-1)	70 (+1)	1.4667	**1.4663**
13	1 (-1)	250 (+1)	70 (+1)	1.4666	**1.4664**
14	30 (+1)	250 (+1)	70 (+1)	1.4565	**1.4661**
15	1 (+1)	250 (+1)	50 (-1)	1.4667	**1.4663**
16	15.5 (0)	250 (+1)	60 (0)	1.4666	**1.4664**
17	30 (+1)	250 (+1)	50 (-1)	1.4660	**1.4658**
18	1 (-1)	130 (-1)	70 (+1)	1.4667	**1.4664**
19	15.5 (0)	190 (0)	60 (0)	1.4664	**1.4661**
20	1 (-1)	190 (0)	60 (0)	1.4667	**1.4663**

تحليل سطح الاستجابة لمعامل الانكسار:

يوضح الشكل (1) مخططات ثلاثية الأبعاد والتي يعطي صورة واضحة حول العلاقة بين العوامل المستقلة (المسافة، القدرة، درجة الحرارة) والعامل التابع (معامل الانكسار) فكلما انخفضت درجة الحرارة يحصل نقصان غير معنوي في معامل الانكسار ولكن عند زيادة القدرة أدت إلى زيادة غير معنوية في معامل الانكسار ، عند خفض القدرة مع تثبيت درجة الحرارة والمسافة ادت إلى انخفاض معامل الانكسار للزيت . بلغت قيمة معامل الانكسار 1.4681عند المسافة30سم والقدرة130 واط ودرجة الحرارة 50 مئوي وعند زيادة القدرة إلى 190 واط عند المسافة 30سم ودرجة الحرارة 60 قد انخفض معامل الانكسار بصورة غير معنوية إلى 1.4671على التوالي وهذا يعود إلى أن درجة الحرارة العالية تؤدي إلى خفض قيمة معامل الانكسار للزيت(محمد،1995). إن لكل من درجة الحرارة والقدرة تأثيراً غير مباشر في معامل الانكسار فمثلا عند القدرة 190 واط ودرجة الحرارة 50 مئوي بلغ معامل الانكسار 1.4667 وعند زيادة درجة الحرارة إلى 60 م مع بقاء نفس القدرة بلغ معامل الانكسار 1.4664عند ثبوت المسافة على 15.5سم. عند زيادة القدرة إلى250 واط وخفض درجة الحرارة إلى 50 مئوي ازداد معامل الانكسار إلى 1.4667.وكانت هذه النتائج أقل من قيم معامل الانكسار لزيوت المخلفات الطازجة لأسماك الجفوته،الصبور،الكارب 1.47301،1.47000،1.47140 على التوالي والمدروسة من قبل (الحسيني،2007).وأقل من قيمة معامل الانكسار لزيت السمك التجاري 1.483 (Hulya,2002) . وجد (2014) Xavier Eugien , ان معامل الانكسار لزيت سمك السردين هو 1.523.



الشكل (1):تأثير القدرة ودرجة الحرارة والمسافة على معامل الانكسار للزيت

جدول(3) تحليل التباين لمعامل الانكسار للزيت

Source Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
	2.07E-06	6	3.45E-07	3.33	0.0327	significant
X1	9.00E-09	1	9.00E-09	0.087	0.7728	
X2	2.89E-07	1	2.89E-07	2.79	0.1188	
X3	2.89E-07	1	2.89E-07	2.79	0.1188	
X1X2	1.51E-07	1	1.51E-07	1.46	0.2485	
X1X3	2.81E-07	1	2.81E-07	2.71	0.1234	
X2X3	1.05E-06	1	1.05E-06	10.15	0.0072	
Residual	1.35E-06	13	1.04E-07			
Lack of Fit	1.31E-06	8	1.64E-07	24.63	0.0013	significant
Pure Error	3.33E-08	5	6.67E-09			
Cor Total	3.42E-06	19				

$$\textbf{Refractive index} = +1.46734 - 2.64986X1 - 1.01250X2 + 1.68477X3 + 2.29167X1X2 - 1.29310X1X3 - 4.16667X2X3 \quad (2)$$

الكثافة:

يبين جدول (3) مصفوفة التصميم المركب المركزي للمسافة والقدرة ودرجة الحرارة واستجابة الكثافة المتنبأ بها عن طريق التحسين ومطابقتها مع كثافة الزيت العملي . تم الحصول على الظروف المتمثلة بالمسافة 30سم والقدرة 250 واط ودرجة الحرارة 50 م التسلسل 17 اذ اعطت ادنى كثافة للزيت حيث بلغت كثافة الزيت العملية والمتنبأ بها 0.892،0.89 غم /سم3على التوالي وهذا يعود إلى ارتفاع درجة الحرارة حيث ان العلاقة عكسية بين الكثافة ودرجة الحرارة (Machado *et al.*,2012)، وتتباين كثافة الزيت تبعا لتباين تركيبها من الاحماض الدهنية غير المشبعة وتباين اوزانها الجزيئية بسبب ارتفاع محتواها من الاحماض الدهنية غير المشبعة ذات الاواصر المزدوجة (Egan *et al.*,1988).وبين Herchi *et al*,(2015) ان ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى خفض الكثافة، وبصورة عامة تميل الكثافة إلى الارتفاع نتيجة درجة عدم

التشبع او الزيادة في طول السلسلة الكاربونية للحوامض الدهنية ووجود الدهون المركبة مثل الفوسفولبيدات والكلايكوبروتين ولذا تعد مقياسا لمدى تشبع او عدم تشبع السلسلة الكاربونية للاحماض الدهنية .

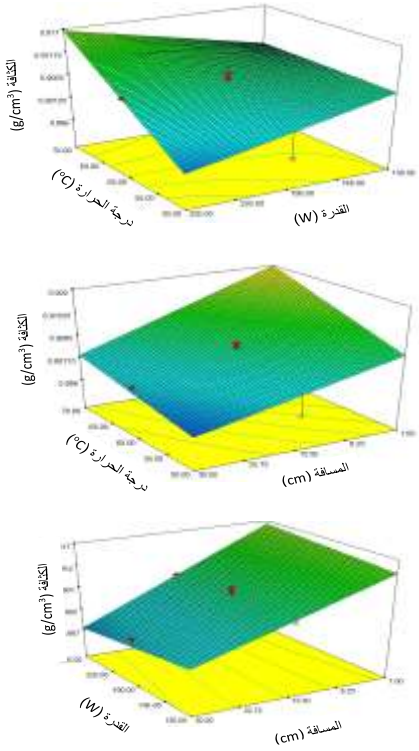
حيث X1: درجة الحرارة (مئوي)، X2: القدرة (واط)، X3: المسافة (سم).

جدول(3): مصفوفة التصميم المركب المركزي للمسافة والقدرة ودرجة الحرارة واستجابة كثافة الزيت (غم /سم3)

التسلسل	المسافة(سم) X3	القدرة(واط) X2	درجة الحرارة x1(م)	كثافة الزيت العملية غم/سم3	كثافة الزيت المتنبأ بها غم/سم3
1	15.5 (0)	190 (0)	60 (0)	0.908	**0.91**
2	15.5 (0)	190 (0)	60 (0)	0.909	**0.91**
3	15.5 (0)	190 (0)	60 (0)	0.908	**0.91**
4	1 (-1)	130 (-1)	50 (-1)	0.917	**0.91**
5	30 (+1)	130 (-1)	50 (-1)	0.900	**0.90**
6	30 (+1)	190 (0)	60 (0)	0.901	**0.90**
7	15.5 (0)	130 (-1)	60 (0)	0.907	**0.91**
8	15.5 (0)	190 (0)	60 (0)	0.909	**0.91**
9	15.5 (0)	190 (0)	70 (+1)	0.908	**0.91**
10	15.5 (0)	190 (0)	60 (0)	0.908	**0.91**
11	15.5 (0)	190 (0)	50 (-1)	0.896	**0.90**
12	30 (+1)	130 (-1)	70 (+1)	0.902	**0.90**
13	1 (-1)	250 (+1)	70 (+1)	0.932	**0.93**
14	30 (+1)	250 (+1)	70 (+1)	0.903	**0.91**
15	1 (+1)	250 (+1)	50 (-1)	0.905	**0.90**
16	15.5 (0)	250 (+1)	60 (0)	0.907	**0.91**
17	30 (+1)	250 (+1)	50 (-1)	0.892	**0.89**
18	1 (-1)	130 (-1)	70 (+1)	0.916	**0.92**
19	15.5 (0)	190 (0)	60 (0)	0.908	**0.91**
20	1 (-1)	190 (0)	60 (0)	0.908	**0.92**

تحليل سطح الاستجابة لكثافة الزيت:

يشير الشكل (2) إلى الرسم الثلاثي الابعاد والذي يعطي صورة واضحة حول العلاقة بين العوامل المستقلة (المسافة، القدرة، درجة الحرارة) والعامل التابع (كثافة الزيت) فكلما زادت درجة الحرارة تحصل زيادة غير معنوية (طفيفة) في كثافة الزيت ولكن عند زيادة القدرة ادت إلى انخفاض في كثافة الزيت ، عند زيادة القدرة مع تثبيت درجة الحرارة والمسافة ادت إلى انخفاض في كثافة الزيت فمثلا عند المسافة 30سم والقدرة190 واط ودرجة الحرارة 60 م بلغت كثافة الزيت 0.901غم/سم^3 وعند رفع القدرة إلى 250 واط عند نفس المسافة ودرجة الحرارة 50 م قد ازدادت كثافة الزيت بصورة غير معنوية إلى 0.905 غم/سم3 على التوالي وهذا يعود إلى أن أغلب الاشعة تسقط بشكل مباشر على المخلفات وترفع درجة حرارتها نتيجة الاحتكاك الهائل بين جزيئات الماء في المخلفات مما يؤدي إلى زيادة كثافة الزيت.



الشكل (2):تأثير القدرة ودرجة الحرارة والمسافة على الكثافة

إن لكل من درجة الحرارة والقدرة تأثيرا مباشرا في كثافة الزيت فمثلا عند القدرة 130 واط ودرجة الحرارة 60 م بلغت كثافة الزيت 0.907 غم/سم3 وعند زيادة القدرة إلى 190 واط ودرجة الحرارة إلى 70 م بلغت كثافة الزيت 0.908 غم/سم3وهذا بسبب ان زيادة القدرة ادت إلى زيادة حركة الجزيئات وساهمت بشكل كبير برفع درجة حرارة المخلفات وكلا العاملين يعملان على زيادة حركة الجزيئات وبالتالي زيادة كثافة الزيت بصورة غير معنوية. عند زيادة القدرة إلى250 واط وخفض درجة الحرارة إلى 60 م انخفضت الكثافة بصورة غير معنوية ($p>0.05$) إلى 0.907غم/سم3 . بالنسبة لتأثير درجة الحرارة والمسافة فعند المسافة 1سم ودرجة الحرارة 60 م مع تثبيت القدرة على 190 واط فقد بلغت كثافة الزيت 0.908غم/سم3 على التوالي، وعند زيادة المسافة إلى 15.5 سم ودرجة الحرارة إلى 70 م بلغت كثافة الزيت 0.908 غم/سم3.اما بالنسبة لتأثير القدرة والمسافة فعند المسافة 1 سم والقدرة 130 واط وتثبيت درجة الحرارة على 50 مئوي فقد بلغت كثافة الزيت 0.917 وعندما ازدادت المسافة إلى 30 سم عند نفس القدرة ودرجة الحرارة بلغت كثافة الزيت 0.900غم /سم3، واتفقت هذه النتائج مع ما اشار اليه (Hulya,2002) ان كثافة زيت السمك التجاري بحدود 0.907- 0.915 واختلفت مع ما توصلت له الحسيني،(2007) عند دراستها كثافة زيوت مخلفات الكارب الطازجة والمجمدة اذ بلغت 1.00985، 1.00010 غم/سم3 على التوالي

الجدول (4) تحليل التباين للكثافة

Source Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
	1.11E-03	6	1.85E-04	12.85	< 0.0001	significant
X1	2.60E-04	1	2.60E-04	18.1	0.0009	

X2	9.00E-07	1	9.00E-07	0.063	0.8063	
X3	6.40E-04	1	6.40E-04	44.53	< 0.0001	
X1X2	1.71E-04	1	1.71E-04	11.91	0.0043	
X1X3	2.11E-05	1	2.11E-05	1.47	0.2469	
X2X3	1.51E-05	1	1.51E-05	1.05	0.3237	
Residual	1.87E-04	13	1.44E-05			
Lack of Fit	1.86E-04	8	2.32E-05	86.95	< 0.0001	significant
Pure Error	1.33E-06	5	2.67E-07			
Cor Total	1.30E-03	19				

$$\textbf{Density}=+0.95890-7.80876X1-4.4300X2+4.20977X3+7.70833X1X2-1.12069X1X3-1.58046X2X3 \quad (3)$$

حيث X1: درجة الحرارة (مئوي)، X2: القدرة (واط)، X3: المسافة (سم)

الوزن النوعي

يلاحظ من جدول (5) مصفوفة التصميم المركب المركزي للمسافة والقدرة ودرجة الحرارة واستجابة الوزن النوعي للزيت المتنبأ به عن طريق التحسين ومطابقته مع الوزن النوعي للزيت العملي .

جدول(5): مصفوفة التصميم المركب المركزي للمسافة والقدرة ودرجة الحرارة واستجابة الوزن النوعي للزيت (غم /سم3)

الوزن النوعي المتنبأ به	الوزن النوعي العملي	درجة الحرارة x1(م)	القدرة(واط) X2	المسافة(سم) X3	التسلسل
0.88	0.881074	60 (0)	190 (0)	15.5 (0)	1
0.88	0.882045	60 (0)	190 (0)	15.5 (0)	2
0.88	0.881074	60 (0)	190 (0)	15.5 (0)	3
0.88	0.899807	50 (-1)	130 (-1)	1 (-1)	4
0.88	0.873312	50 (-1)	130 (-1)	30 (+1)	5
0.87	0.874282	60 (0)	190 (0)	30 (+1)	6
0.88	0.88104	60 (0)	130 (-1)	15.5 (0)	7
0.88	0.882045	60 (0)	190 (0)	15.5 (0)	8
0.89	0.881074	70 (+1)	190 (0)	15.5 (0)	9
0.88	0.881074	60 (0)	190 (0)	15.5 (0)	10
0.88	0.86943	50 (-1)	190 (0)	15.5 (0)	11
0.87	0.875252	70 (+1)	130 (-1)	30 (+1)	12
0.90	0.904363	70 (+1)	250 (+1)	1 (-1)	13
0.88	0.876223	70 (+1)	250 (+1)	30 (+1)	14
0.88	0.878163	50 (-1)	250 (+1)	1 (+1)	15
0.88	0.880104	60 (0)	250 (+1)	15.5 (0)	16
0.86	0.865549	50 (-1)	250 (+1)	30 (+1)	17
0.89	0.888837	70 (+1)	130 (-1)	1 (-1)	18
0.88	0.881074	60 (0)	190 (0)	15.5 (0)	19
0.89	0.881074	60 (0)	190 (0)	1 (-1)	20

جدول (6) تحليل التباين للوزن النوعي

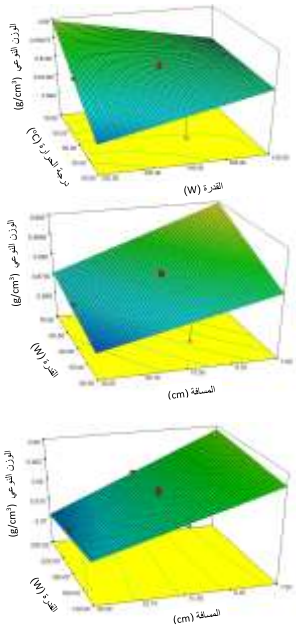
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	1.04E-03	6	1.74E-04	12.85	< 0.0001	significant

X1	2.45E-04	1	2.45E-04	18.1	0.0009	
X2	8.47E-07	1	8.47E-07	0.063	0.8063	
X3	6.03E-04	1	6.03E-04	44.53	< 0.0001	
X1X2	1.61E-04	1	1.61E-04	11.91	0.0043	
X1X3	1.99E-05	1	1.99E-05	1.47	0.2469	
X2X3	1.42E-05	1	1.42E-05	1.05	0.3237	
Residual	1.76E-04	13	1.35E-05			
Lack of Fit	1.75E-04	8	2.18E-05	86.95	< 0.0001	significant
Pure Error	1.26E-06	5	2.51E-07			
Cor Total	1.22E-03	19				

$$\textbf{Specific weight} = +0.93046 - 7.57720X1 - 4.29866X2 + 4.08493X3 + 7.47975X1X2 - 1.08746X1X3 - 1.53359X2X3 \quad (4)$$

حيث X1: درجة الحرارة (مئوي)، X2: القدرة (واط)، X3: المسافة (سم).

تم الحصول على الظروف المتمثلة المسافة 30سم والقدرة 130 واط ودرجة الحرارة 70 م التسلسل 12 اذ أعطت أدنى وزن نوعي للزيت إذ بلغ الوزن النوعي للزيت العملي والمتنبأ به 0.87،0.78 غم /سم3على التوالي وهذا يعود إلى ارتفاع درجة الحرارة حيث ينخفض الوزن النوعي كلما ارتفعت درجة الحرارة وذلك لأن العلاقة عكسية ما بين الوزن النوعي ودرجة الحرارة (Machado *et al*.,2012) ، وبصورة عامة يميل الوزن النوعي إلى الارتفاع نتيجة درجة عدم التشبع او الزيادة في طول السلسلة الكاربونية للحوامض الدهنية ووجود الدهون المركبة مثل الفوسفولبيدات والكلايكوبروتي.



شكل (3):تأثير القدرة ودرجة الحرارة والمسافة على الوزن النوعي.

اللزوجة:

يوضح جدول (7) مصفوفة التصميم المركب المركزي للمسافة والقدرة ودرجة الحرارة واستجابة اللزوجة المتنبأ بها للزيت عن طريق التحسين ومطابقتها مع اللزوجة العملية . تم الحصول على الظروف المتمثلة المسافة 30سم والقدرة 250 واط ودرجة الحرارة 50 م التسلسل 17 اذ اعطت ادنى لزوجة للزيت اذ بلغت لزوجة الزيت العملي والمتنبأ بها 2.996، 3.25

بويز على التوالي وهذا يعود إلى شدة الاشعاع الساقط من مصباح الاشعة تحت الحمراء إذ انها ترفع درجة الحرارة الداخلية للزيت التي جعلت من لزوجة الزيت الناتج منخفضة ، وتقل اللزوجة بازدياد نسبة الاحماض الدهنية غير المشبعة في الزيت (العاني،2001) وتعتمد لزوجة الدهون والزيوت الخام اعتمادا كبيرا على محتواها من الغازات المذابة فيها ودرجة حرارتها فكل زيادة في درجة الحرارة بمقدار درجة مئوية واحدة تؤدي إلى انخفاض اللزوجة بنسبة 2% اذ ان العلاقة عكسية فيما بينهما ، وبين Ehiem *et al.*, (2016) بان لدرجة الحرارة تأثيراً معنوياً في خفض اللزوجة عند ارتفاع درجة الحرارة.

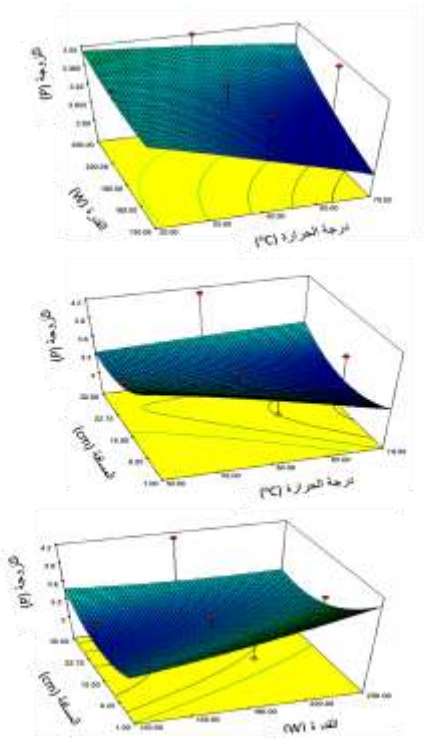
جدول(7): مصفوفة التصميم المركب المركزي للمسافة والقدرة ودرجة الحرارة واستجابة اللزوجة(بويز)

التسلسل	المسافة(سم) X3	القدرة(واط) X2	درجة الحرارة X1(م)	لزوجة الزيت العملية بويز	لزوجة الزيت المتنبئ بها بويز
1	15.5 (0)	190 (0)	60 (0)	3.049	**3.27**
2	15.5 (0)	190 (0)	60 (0)	3.052	**3.27**
3	15.5 (0)	190 (0)	60 (0)	3.44	**3.27**
4	1 (-1)	130 (-1)	50 (-1)	3.80	**3.90**
5	30 (+1)	130 (-1)	50 (-1)	3.526	**3.53**
6	30 (+1)	190 (0)	60 (0)	4.119	**3.41**
7	15.5 (0)	130 (-1)	60 (0)	3.554	**2.27**
8	15.5 (0)	190 (0)	60 (0)	3.054	**3.27**
9	15.5 (0)	190 (0)	70 (+1)	3.49	**3.09**
10	15.5 (0)	190 (0)	60 (0)	3.042	**3.27**
11	15.5 (0)	190 (0)	50 (-1)	3.511	**3.43**
12	30 (+1)	130 (-1)	70 (+1)	3.029	**3.43**
13	1 (-1)	250 (+1)	70 (+1)	3.652	**3.76**
14	30 (+1)	250 (+1)	70 (+1)	3.538	**3.55**
15	1 (+1)	250 (+1)	50 (-1)	4.654	**4.35**
16	15.5 (0)	250 (+1)	60 (0)	3.554	**3.45**
17	30 (+1)	250 (+1)	50 (-1)	2.996	**3.25**
18	1 (-1)	130 (-1)	70 (+1)	3.076	**2.93**
19	15.5 (0)	190 (0)	60 (0)	3.054	**3.27**
20	1 (-1)	190 (0)	60 (0)	3.486	**3.70**

تحليل سطح الاستجابة للزوجة:

يبين الشكل (4) الرسم الثلاثي الابعاد والذي يعطي صورة واضحة حول العلاقة بين العوامل المستقلة (المسافة، القدرة، درجة الحرارة) والعامل التابع (استجابة اللزوجة) فكلما انخفضت درجة الحرارة يحصل نقصان غير معنوي في اللزوجة ولكن عند زيادة القدرة ادت إلى زيادة غير معنوية في اللزوجة ، عند المسافة30سم والقدرة130 واط ودرجة الحرارة 50 م اعطت لزوجة مقدارها3.526بويز وعند زيادة القدرة إلى 190 واط عند المسافة 30سم ودرجة الحرارة 60 قد ازدادت لزوجة الزيت إلى 4.119 بويز وهذا يعود إلى ان جزء من الاشعة تسقط بشكل غير مباشر على المخلفات وترفع درجة حرارتها مما تؤدي إلى التأثير البسيط على الاحماض الدهنية المكونة للزيت. ان لكل من درجة الحرارة والقدرة تأثيرا مباشرا في لزوجة الزيت فمثلا عند القدرة 130 واط ودرجة الحرارة 50 م بلغت لزوجة الزيت 3.80 بويز وعند زيادة القدرة إلى 190 واط ودرجة الحرارة إلى 70 م بلغت لزوجة الزيت 3.49 بويز وهذا بسبب ان زيادة القدرة ادت إلى زيادة حركة الجزيئات وساهمت بشكل كبير برفع درجة حرارة المخلفات وبما ان العلاقة عكسية بين درجة الحرارة واللزوجة فان لزوجة الزيت

سوف تنخفض . عند زيادة القدرة إلى250 واط وخفض درجة الحرارة إلى 50 م ازدادت لزوجة الزيت بصورة غير معنوية إلى 4.654 بويز . بالنسبة لتأثير درجة الحرارة والمسافة فعند المسافة 1سم ودرجة الحرارة 60 م مع تثبيت القدرة على 190 واط فقد بلغت لزوجة الزيت 3.486 بويز ، وعند زيادة المسافة إلى 15.5 سم ودرجة الحرارة إلى 70 م بلغت لزوجة الزيت 3.49 بويز اما بالنسبة لتأثير القدرة والمسافة فعند المسافة 30 سم والقدرة 130 واط وتثبيت درجة الحرارة على 50 مئوي فقد بلغت لزوجة الزيت 3.526 بويز وعندما قلت المسافة إلى 15.5 سم مع تثبيت القدرة على 130 واط بلغت لزوجة الزيت 3.554 .وكانت هذه النتائج اعلى من قيم اللزوجة لزيوت المخلفات الطازجة والمجمدة لاسماك ابو عوينة وأقل من قيمة اللزوجة لخليط المخلفات الطازجة والمجمدة 1.43417،2.39230، 6.44202،5.15003 بويز على التوالي والمدروسة من قبل الحسيني (2007) بينت Abd El Rahman *et al.*, (2018) ان لزوجة زيت احشاء البلطي كانت 33.37 cSt.



شكل (4):تأثير القدرة ودرجة الحرارة والمسافة على اللزوجة

جدول(8) تحليل التباين للزوجة

Source Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
	1.89	9	0.21	1.39	0.3062	not significant
X1	0.29	1	0.29	1.91	0.1966	
X2	0.2	1	0.2	1.3	0.2811	
X3	0.22	1	0.22	1.43	0.2591	
X1X2	0.076	1	0.076	0.5	0.4941	
X1X3	0.39	1	0.39	2.56	0.1404	
X2X3	0.26	1	0.26	1.72	0.2194	

$X1^2$	2.51E-04	1	2.51E-04	1.66E-03	0.9683	
$X2^2$	4.50E-03	1	4.50E-03	0.03	0.8664	
$X3^2$	0.22	1	0.22	1.48	0.2511	
Residual	1.51	10	0.15			
Lack of Fit	1.38	5	0.28	10.66	0.0106	significant
Pure Error	0.13	5	0.026			
Cor Total	3.4	19				

$$\textbf{Viscosity}=7.04707-0.05994X1-8.48X2-1.04X3+1.63X1X2+1.52X1X3-2.07X2X3-9.55X1^2+1.12X2^2+1.36X3^2 \quad (10)$$

حيث X1: درجة الحرارة (مئوي)، X2: القدرة (واط)، X3: المسافة (سم).

عملية التحسين:

أظهرت نتائج عملية التحسين ان الظروف المثلى (درجة الحرارة ,66.14م والقدرة 215.94واط والمسافة 20.02 سم) اعطت افضل معامل انكسار ولزوجة وكثافة لزيت مخلفات اسماك الكارب كما في جدول (9).

جدول (9) نتائج عملية التحسين

العوامل المستقلة				معامل الانكسار	اللزوجة(سنتي بويز)	الكثافة(غم/سم)
درجة الحرارة (م)	القدرة (واط)	المسافة (سم)	عملي	1.37±a1.29	0.13± a3.15	0.47a±0.880
66.14	215.94	20.02	متنبأ به	1.34-±a1.467	0.17± a3.3026	0.58± a 0.906

الاستنتاجات

من خلال النتائج المستحصلة من الدراسة تبين ان زيوت احشاء الكارب كانت ذات صفات فيزيائية جيدة من ناحية قيم معامل الانكار والكثافة والوزن النوعي واللزوجة, وأظهرت النتائج ان الظروف المثالية لتحسين الصفات الفيزيائية لزيت مخلفات الاسماك المستخلص بالاشعة تحت الحمراء هي : درجة الحرارة 66.14 درجة مئوية والقدرة 215.94 واط والمسافة 20.02 سم. وهذا يحتاج إلى انشاء معامل لاستخلاص الزيوت من مخلفات الاسماك ويمكن استخدام الزيت المستخلص لاغراض صناعية مختلفة كانتاج الصابون ومواد الغسيل (المنظفات) والتشميع والمطاط ومواد التزييت ومواد التجميل و الصناعات الصيدلانية والوقود الحيوي.

التوصيات: نوصي بدراسة تأثير شدة الاشعة تحت الحمراء في الصفات النوعية للزيوت. أيضاً استخدام الطريقة المستمرة في الاستخلاص بمساعدة الاشعة تحت الحمراء.

الشكر: نقدم جزيل شكرنا وتقديرنا إلى قسم علوم الاغذية – كلية الزراعة – جامعة البصرة على توفير المختبرات والاجهزة لتسهيل اجراء البحث.

المراجع:

الحسيني، خديجة صادق جعفر(2007).استخلاص الزيوت من الاسماك ومخلفاتها ودراسة صفاتها الكيميائية والفيزيائية واستخدامها في الانظمة الغذائية والصناعية والدوائية. *اطروحة دكتوراه*، كلية الزراعة, جامعة البصرة. 226 ص.

الراوي، خاشع محمود و عبد العزيز محمد خلف الله (2000) . تصميم وتحليل التجارب الزراعية .الطبعة الثانية ، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، 488 صفحة .

العاني، ابتهال اسماعيل محمد (2001).دراسة الصفات الفيزيوكيميائية لزيت الحبة السوداء (*Nigella sativa* L.) المحلية و استخدامه في تصنيع بعض الاغذية . *رسالة ماجستير* ، قسم الاقتصاد المنزلي ,كلية التربية للبنات ,جامعة بغداد

المطوري،أثير عبد الامير عبد الجبار.(2019).دراسة كفاءة استخلاص زيت مخلفات الاسماك باستعمال جهاز مصمم محليا يعمل بالأشعة تحت الحمراء ..رسالة ماجستير . قسم علوم الاغذية . كلية الزراعة . جامعة البصرة .220 صفحة .

المطوري ،أثير عبد الامير عبد الجبار وصباح مالك حبيب الشطي وأسعد رحمان سعيد الحلفي (2018). تأثير نوع العبوة على بعض الدلائل الكيميائية لزيت مخلفات اسماك الكارب *Cyprinus carpio* المستخلص بالأشعة تحت الحمراء. مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية ، 4(2):1−16 .

محمد ،رضوان صدقي فرج (1995). التحاليل الطبيعية والكيمياوية للزيوت والدهون .الطبعة الاولى , المكتبة الاكاديمية ,القاهرة , مصر .212 ص .

Abd El-Rahman, F. ; N. Mahmoud; A. E. Badawy; and S. Younis, (2018). Extraction of fish oil from fish viscera. Egyptian Journal of Chemistry, 61(2): 225 - 235.

Adeniyi, O. D.; and A. A. Bawa (2006). Mackerel (*Scomber scrombrus*) oil extraction and evaluation as raw materials for industrial utilization . Leonardo Journal of Sciences , 8:33-42.

Al-Hilphy, A. R.;S. M. Al-Shatty; A. A. A. Al-Mtury; and M. Gavahian (2020). Infrared-assisted oil extraction for valorization of carp viscera: Effects of process parameters, mathematical modeling, and process optimization. LWT, 129, 109541. doi:https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109541.10p.

AOCS: American Oil Chemists Society (1971). Official and Tentative methods . 3rd edn. , Chicago , USA.

Arnesen, J.A.; and A. Gildberg (2007). Extraction and characterization of gelatin from Atlantic salmon (*Salmo salar*) skin. Bioresource Technology, 98(1):53-57.

Babbit, K.J. (1990). Intrinsic quality and species of north pacific fish in making profits out of seafood wastes. In: Proceedings of the International Conference on Fish by Products. Keller, S. (ed.), 25–27 April 1990. University of Alaska Sea Grant. Fairbanks, AK, USA, pp: 39–43

Bhaskar, N.; A.D. Sathisha ; N.M.Sachindra; P.Z. Sakhare; and N.S. Mahendrakar (2007). Effect of acid ensiling on the stability of visceral waste proteases of Indian major Carp *Labeo rohita* . Journal of Aquatic Food Product Technology, 16(1):73-86

Egan, H.; R.S. Kirk; and R.Sawyer (1988).Pearson's chemical analysis of foods. 8th edn., Longman Scientific Technical. The Bath Press, UK .591p.

Ehiem, J. C. ; V. I. O. Ndirika; U. N. Onwuka; and G. S. Vijayan Raghavan(2016). Effect of temperature and shear rate on viscosity of *Canarium schweifurthii* fruit oil. Proceedings of the Conference on Agricultural Mechanization in Nigeria,(AGMEN 2016):297-306.

Esquível, M.M. ; Bandarra, N.M. ; Fontan, I. ; Bernardo-Gil, M.G. ; Batista, I. ; Nunes, M.L. and Empis, J.A. (1997). Supercritical carbon dioxide extraction of Sardine Sardina pilchardus oil. Lebensm. Wiss. Technol., 30: 715–720.

Fadhil, A. B. ; A. I. Ahmed; and H. H. Salih (2017). A production of liquid fuels and activated carbons from fish waste. Fuel, 187:435-445.

Gildberg, A. (2001). Utilization of male arctic capelin and Atlantic cod intestines for fish sauce production - Evaluation of fermentation conditions. Bioresource Technology , 76(2): 119–123.

Herchi, W. ; K. Ben Ammar; I. Bouali; I.Bou Abdallah; A. Guetet; and S. Boukhchina (2015). Heating effects on physicochemical characteristics and antioxidant activity of flaxseed hull oil (*Linum usitatissimum* L.) . Food Science and Technology, 36(1):97-102.

Herrero, M. ; A. Cifuentes ; and E. Ibanez (2010). Sub and supercritical fluid extraction of functional ingredients from different natural sources: Plants, food-by-products, algae and microalgae: A review. Food Chemistry, 98:136–148.

Hultin, H.O.(1994) Oxidation of lipids in Seafoods. In: Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality. Shahidi, F. and Botta, J.R., (Eds.). Chapman and Hall, London, UK. pp: 49–74

Hulya, C. (2002). Commercial fish oil . *Trakya Unvi.* Bilimsol Arastirmalar Dergisl B. serisicilt ,3(1):1-6 .

Immanuel, G.; and A.Palavesam (2010). Comparative study on the liver fatty acid profiles of the red toothed trigger fish (*Odonus niger*) from southwest coast of India. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 9(1): 97-110.

Jayasinghe, P. (2010). Biofuels from fish waste from remote fish processing plants in Newfoundland and Labrador. *M.Sc. Thesis.* Faculty of Engineering and Applied Science, Memorial University, Newfoundland. 182p.

Koohyar, F.(2013).Refractive index and its applications. Journal of Thermodynamics and Catalysis, 4(2): 1000e117, DOI:10.4172/2157-7544.1000e117.

Machado, M.D.S. ; V.C.Zuvanov; E.E.G.Rojas; A.D.G.Zuniga; and B.D.S.Costa, (2012).Thermophysical properties of biodiesel obtained from vegetable oils : Corn, soy, canola and sunflower. Centro cientifico – Goiania, 8(14) : 917-926.

Odunaike, K. ; L.P. Akinyemi,; J.A Laoye ; A.O. Williams; and O.T.Ogunmoroti (2013). Estimation of the physical characteristics of some locally and imported edible vegetable oils samples in Nigeria. International Journal Engineering and Applied Sciences , 4(6): 19-27.

Pearson, D. (1976). The chemical analysis of foods. 7th edn., Churchill Livingstone, Edinburgh, London .

Rustad, T. (2003). Utilization of marine by- products. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 2(4) :458–463.

Sahena ,F. ; I.S.M. Zaidul; S.JIinap ; A.M. Yazid; A. khatib; and N.A.N.Norulaini (2010). Fatty acid compositions of fish oil extracted from different parts of Indian mackerel (Rastrelliger kanagurte)using various techniques of supercritical CO2 extraction. Food Chemistry, 120(3): 879-885.

Santos, F. F. ; J. Q. Malveira; M. G. Cruz ; and F. A. Fernandes (2010).Produc tion of biodiesel by ultrasound assisted esterification of *Oreochromis niloticus* oil. Fuel, 89: 275-279 .

Sathe, S. K.; and D. K. Salunkhe(1981). Functional properties of great northern bean (*Phasolus vulgaris*) Protein; Emulsion, foaming, viscosity and gelation properties. Journal of Food Science, 46(1):71 -74

Sathivel, S. (2005). Oil from fish processing byproducts and underutilized fish as a viable renewable resource for biodiesel production . Fishery Industrial Technology Center, University of Alaska Fairbanks . USA. *Pacific Fisheries Technologists 57th Annual Meeting*, March 5th - 8th, 2005. p.31

Shamsudin, S.; and J. Salimon, (2006). Physicochemical characteristics of Aji-Aji fish *Seriola nigrofasciata* lipids. Malaysia Journal of Analytical Sciences, 10(1): 55-58.

Staby, A.; and J. Mollerup (1993). Separation of constituents of fish oil using supercritical fluids: A review of experimental solubility, extraction, and chromatographic data. Fluid Phase Equilibria, 91:349–386.

Tate, R. E. ; K. C. Watts; C. A. W. Allen; and K. I. Wilkie (2005). The viscosities of three biodiesel fuels at temperatures up to 300°C . *Fuel*, 85(7-8):1010-1015 .

Weast, R. C.; and J. A. Melvin (1982). Handbook of chemistry and physics. 63rd edn., CRC Press, Taylor and Francis Group, an Informa Group company. Boca Raton, Fla.,2354 p.

Xavier Eugien , L. (2014). Investigation on the production of fish oil from Lesser Sardines and oil Sardines of Muttom Kanyakumari , Tamil Nadu. Ph.D. Thesis , Annamalai University . India. 116p.

Yunus, W . M . M.(2009) . Refractive Index and fourier trans from infrared spectra of virgin Coconut oil Virgin olive oil . American Journal of Applied Sciences , 6(2) : 328-331.

Zaidul, I.S.M. ; N.A.N. Norulaini; A.K.M. Omar; Y.Sato; and R.L Smith (2007) .Separation of palm kernel oil from palm kernel with supercritical carbon dioxide using pressure swing technique. Journal of Food Engineering, 81(2):419–428

The Use of Response Surface Methodology for Improving Physical Characteristics of Carp Fish (*Cyprinus carpio*) Viscera Oil Extracted Using Locally Infrared Ray Designed Apparatus

Asaad Al – Hilphy[(1)], Sabah Al – Shatty[(1)]*, and Atheer Al – Mtury [(1)]

(1) Department of Food Science, Collage of Agriculture, University of Basrah, Basrah-Iraq.

(*Corresponding author: Dr. Sabah M. H. Al – Shatty. E-Mail: sabahalshatty@gmail.com.)

Received: 3/08/2021 Accepted: 3/10/2021

Abstract

The research aimed to determine the physical properties of Common carp (*Cyprinus carpio* L.) oil extracted by an infrared device and locally manufactured and to improve its properties by determining the optimal conditions for extraction and obtaining mathematical models that describe them accurately. These physical characteristics included the refractive index, density, specific gravity and viscosity. The results showed that the lowest and predicted practical values for the above characteristics were 1.4565, 1.4661, 0.892, 0.89, 0.78, 0.78, 2.99 and 3.25, respectively. The results of the statistical analysis showed the presence of a significant effect ($P < 0.05$) of temperature, power, distance and interference between them. The results showed that the ideal conditions for improving the physical properties of infrared fish waste oil are: temperature 66.14 ° C, power 215.94 W, and distance 20.02 cm.

Keywords: Carp (*Cyprinus carpio*) viscera, Infrared radiation , Density, Viscosity and refractive index.