تأثير استخدام بعض المذيبات العضوية الخضراء في خصائص جودة زيت بذور الصويا المستخلصة

رائدة عزيمة* **أنور الحاج علي****

أحمد هدال**

الملخص

أجري البحث لدراسة تأثير استخدام المذيبات الخضراء البديلة (الليمونين والإيزوبروبانول) مقارنة بمحل الهكسان في استخلاص زيت الصويا بواسطة جهاز سوكسيلت في مخابر قسم علوم الأغذية في كلية الزراعة–جامعة دمشق عام 2019. وذلك لمعرفة كفاءة استخلاص زيت الصويا باستخدام المذيبات المختلفة، استخدمت ثلاثة أشكال من بذور الصويا (ناعم وخشن ورقائق) وبدرجات حرارة مختلفة (69، 81، 175)ْ س لكل محل، ولمقارنة أداء المذيبات أجريت مجموعة من التحاليل على الزيوت المستخلصة شملت الخصائص الفيزيائية (الكثافة، قرينة الانكسار)، والخصائص الكيميائية (الحموضة الحرة، رقم البيروكسيد، الرقم اليودي). ولقد أظهرت النتائج تفوق محل الليمونين والإيزوبروبانول معنوياً عند مستوى ثقة ($p\leq0.05$) على محل الهكسان في متوسط مردود الزيت والذي سجل (20.14% لليمونين، 18.59% للإيزوبروبانول، 15.68% للهكسان)،أيضاً أظهرت النتائج ارتفاع رقم البيروكسيد عند استخدام الهكسان(4.733 ميلي مكافئ /كغ) ،مقارنة بالليمونين والإيزوبروبانول واللذين سجلا (3.5200،4.0500) ميلي مكافئ /كغ على التوالي

الكلمات_المفتاحية : بذور الصويا، الاستخلاص، محل الليمونين، محل الإيزوبروبانول، محل الهكسان.

* طالبة ماجستير في قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، دمشق، سورية.

** أستاذ في قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، دمشق، سورية.

The effect of using some organic green solvents on quality of oil extracted from soybean seeds

Rayida Azima* **Anwar ALhaj Ali****

Ahmad Hdal**

Abstract

The study was conducted to study the effect of using green alternative solvents (limonene and isopropanol) compared to hexane solvent in soybean oil extraction by Soxhlet in the laboratory of Food Science Department of the Faculty of Agriculture, University of Damascus in 2019. To determine the efficiency of extracting soybean oil using different solvents. Three forms of soybean seeds (fine, coarse and flakes) were used at different temperatures(69، 81، 175) for each solvent. Performance of solvents were done by a range of analysis were conducted on the extracted oils in terms of physical properties (density, refractive index) and chemical properties (free acidity, peroxide number, number). The results showed that the solvent of limonene and isopropanol significantly excelled at ($p \leq 0.05$) compared with hexane solvent in oil yield which recorded (20.14% for limonene, 18.59% for isopropanol, 15.68% for hexane). Also result showed that peroxide number when using hexane solvent was (4.733 eq / Kg) compared with limonene and isopropanol which were (3.5200 ،4.0500 eq/Kg) respectively.

Keywords: soybean seeds, extraction, limonene solvent, isopropanol solvent, hexane solvent

* Master student, Department of Food Sciences, Faculty of Agriculture, Damascus University, Damascus, Syria

** Professor, Food Science Department, Faculty of Agriculture, Damascus University, Damascus, Syria.

المقدمة:

يعد فول الصويا من المحاصيل البقولية المهمة في تغذية الإنسان والحيوان، تحتوي بذوره على 40% بروتين عالي الجودة وحوالي 20% زيت خالي من الكوليسترول، وتأتي الولايات المتحدة الأمريكية في مقدمة الدول المنتجة لفول الصويا (FAO،2006)، يستهلك فول الصويا على نطاق واسع بوصفه غذاء تقليدي لما له من فوائد فهو يوفر الحماية ضد أمراض القلب والأوعية الدموية وهشاشة العظام (Faraj،2004) يستخرج من بذوره زيت الصويا الذي يعد من الزيوت المهمة لاستخدامه في الصناعات الغذائية وهو من أحد الزيوت النباتية المشهورة في العالم وقد بلغ الإنتاج العالمي منه 52 مليون طن، يرتبط استهلاك زيت الصويا بانخفاض مخاطر سرطان الثدي والبروستات وغيرها من الأمراض (Zhu وزملاؤه،2011)، يستخرج زيت الصويا من بذوره بطرائق عدة منها: الطريقة الميكانيكية التي تستعمل بشكل كبير في الأغراض التجارية وتعتمد على الضغط الميكانيكي لرقائق الثمار الزيتية المهروسة والمطبوخة، لكن يعاب عليها ارتفاع نسبة الزيت المتبقي في كسبة التفل وارتفاع الحموضة الحرة والتكاليف، وتعتمد الطريقة الفيزيائية على استخدام الغازات المضغوطة بشكلها السائل، هذه الطريقة تعطي مركبات بنقاوة عالية، لكن الاستثمار اللازم لها مايزال مرتفعاً (CROW وزملاؤه،2003) والطريقة الأنزيمية هي من الطرق الفعالة في استخراج الزيت (Li وزملاؤه ،2014)، إذ وجد (Jung وزملاؤه، 2009) عند معاملة مطحون فول الصويا بأنزيم البروتياز نتج عنه 88% من زيت الصويا، لكن هذه الطريقة تتطلب تكلفة عالية، بالنسبة للطريقة الكيميائية فهي تعتمد على استعمال المذيبات العضوية مثل الهكسان إذ يعد من المذيبات المستخدمة في استخلاص الزيوت النباتية بسبب خصائصه غير القطبية ويعطي انتقائية عالية للزيوت واستخلاص فعال ومرضي بسبب نقطة الغليان المنخفضة(Manini وزملاؤه، 2004) لكن يعاب عليه تكلفته المرتفعة وسرعة اشتعاله مع أثره المتبقي في الزيت المستخلص (Gandhi وزملاؤه،2003) والتلوث

البيئي لتفاعله مع مركبات أخرى لإنتاج مواد ضارة مؤكسدة (Jung وزملاؤه،2012) واستخدامه في استخلاص الزيت يتم تنظيمه لكن طن من البذور المسحوقة ويعد استخدامه أفضل تكنولوجيا متاحة إلا أن المخاوف المتعلقة بالسلامة والصحة البيئية أدت إلى استكشاف المذيبات البديلة (Lucas،2000) هي محلات عضوية طبيعية تسمى بالمذيبات الخضراء بعدها اقتصادية وصديقة للبيئة وأكثر أماناً وصحة (Gandhi وزملاؤه،2005) وهي قيد الدراسة البحثية لاستخراج الزيت لتحل محل الهكسان، و اختير محل الهكسان بوصفه محل استخلاص ممتاز لسنوات عدة بسبب درجة غليانه المنخفضة (69ْس) وسهولة تبخره وتكلفة الطاقة محدودة (Liu وزملاؤه،2005) لكن تأثيره سلبي على البيئة بسبب تسربه في أثناء الاستخلاص وتفاعله مع مواد أخرى ينتج عنه مواد مؤكسدة مثل الأوزون (Sheldon،2001) وهي قضية ذات أهمية بيئية كبيرة ،نتيجة لذلك نحو 20 مليون طن سنوياً يتم تفريغ المركبات العضوية المتطايرة في الغلاف الجوي بسبب العمليات الصناعية (Brenneck وزملاؤه،2001) ويتسبب التعرض الطويل للهكسان اضطرابات في الجهاز العصبي المركزي لذلك من الضروري وضع احتياطات خاصة للعاملين في أثناء تشغيلهم في الصناعة ولاسيما لمناطق العمل المعرضة لخطر الانفجار (WAN وزملاؤه،1995) لذلك اقترح العلماء الباحثين إمكان استبدال هذا المذيب تدريجياً بمحلات قابلة للحياة اقتصادياً وآمنة بيئياً، وفي هذه الدراسة المذيبات الخضراء تم استخدام (الإيزوبروبانول والليمونين) والتي من الممكن أن تساعد على تقليل استخدام وتوليد المواد الخطرة (Lancaster ،2002).

تستمد المذيبات الخضراء من المخلفات الزراعية كالتربينات أو من المصادر البترولية التي لها خصائص ذوبان جيدة مقارنة مع التقليدية، مثل محل الإيزوبروبانول وهو كحول يذيب مجموعة واسعة من المركبات غير القطبية ويتبخر بسرعة ولايترك آثار نفطية مقارنة بالإيتانول، ويتم استخدامه على نطاق واسع بوصفه محل ولاسيما بالنسبة للزيوت (Li وزملاؤه،2006) ولهذا المذيب أهمية كبيرة ولاسيما في

التطبيقات الصيدلانية نظراً لضعف سميته (Gandhi وزملاؤه،2003) تبلغ نقطة غليانه 80.73 ْس، وهو عديم اللون. أما الليمونين يستخرج من قشور الحمضيات وهو من أكثر التربينات المستخدمة في الاستخلاص لما لها من خصائص ذوبان جيدة (Tanzi وزملاؤه،2012) وهو عبارة عن هيدروكربون مع وحدات ايزوبروبين ومنخفض التكلفة وقليل السمية، قابل للتحلل الحيوي ومتجدد الاقتصادية، وهو آمن (GRAS) لاستخدام كنكهة غذائية وغير سام ، وقد أشار (Kanerva و Alden،1987) أن الليمونين غير مسرطن وأيضاً غير مطفر، لكن درجة غليانه مرتفعة (155–176) ْس ما يؤدي إلى استهلاك كمية طاقة كبيرة خلال استرداده. إذ وجد(Seth وزملاؤه،2007) بأن مردود زيت الصويا المستخلص بمحل الإيزوبروبانول كان أعلى مقارنة مع محل الهكسان، وأوضح (LI وزملاؤه،2014) أن كفاءة الاستخلاص عند استخدام الإيزوبروبانول في استخلاص الزيت من بذور اللفت كانت عالية مقارنة مع الهكسان بسبب قدرته الاستخراجية والانتقائية وأن العائد من الهكسان أقل بشكل ملحوظ .

وجد (Virto وزملاؤه،2008) أن العائد من زيت الزيتون عند الاستخلاص بمحل الليمونين أعلى مقارنة مع الهكسان، إذ سجل محل الليمونين أعلى قيمة لمردود زيت الصويا بسبب الطبيعة القطبية لهذا المذيب ثم محل الإيزوبروبانول وأخيراً محل الهكسان (Mamidipally وLiu،2004) وإن اختلاف نسبة وكمية المذيب تؤدي إلى اختلاف كمية الزيت المستخلص، فكلما زادت نسبة المذيب تزداد نسبة الزيت المستخلص(Kanerva وAlden،1987) يتم تكرير الزيت المستخلص لاحقآ من فول الصويا وتنقيته ويباع لصناعة المواد الغذائية وبعض التطبيقات قد تكون هناك مزايا في تطوير عملية الاسخراج في الحفاظ على الحالة الطبيعية لزيت فول الصويا. ونظرآ لقلة الدراسات المذيبية في استخدام المذيبات الخضراء فقد هدف البحث إلى دراسة تأثير المذيبات العضوية الخضراء (الليمونين والايزوبروبانول) في بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية لزيت الصويا المستخلص ومقارنتها بمحل الهكسان.

أولاً: مواد البحث وطرائقه:

1- جمع العينات:

جمعت عينات من بذور فول الصويا من الأسواق المذيبية في دمشق والمنتجة في الموسم الزراعي لعام 2018 بكمية 25 كغ. حفظت بوضعها الراهن إلى حين استخدامها في مخابر قسم علوم الأغذية بكلية الزراعة بجامعة دمشق على درجة حرارة الغرفة .

2- عمليات التحضير:

جهزت البذور بانتخاب الجيد منها وتنظيفها من الشوائب والملوثات وجففت على فرن هوائي ساخن عادي حرارة 60ْس حتى الوصول إلى وزن ثابت، ثم طحنت هذه البذور بشكلين الناعم والخشن باستخدام مطحنة مخبرية خاصة flour mill CTL من شركة (**Zhengzhou Chinatown Grain Machinery Co., Ltd**) بنعومة دقيق القمح 200 ميكرون والخشن بشكل حبيبات البرغل الناعم أقل من 180 ميكرون، أما الرقائق (flakes) فقد نقعت الحبوب لمدة 72 ساعة ثم صفيت من الماء. عرضت الحبوب المصفاة إلى بخار الماء المغلي لتسهيل فصل القشور عن اللب ثم مررت الحبوب ضمن اسطوانتين متعاكستين لتشكيل الرقائق بسماكة 0.2سم، ثم جففت في الفرن لمدة أربع ساعات على الدرجة 70 ْس حسب (Perrier وزملاؤه2017) ثم حفظت في أواني عاتمة على درجة حرارة التبريد 4م إلى حين إجراء التجارب لاحقا.

3- الكواشف والمذيبات العضوية:

استخدم محل الليمونين بنقاوة 90%، محل الإيزوبروبانول بنقاوة 95%، محل الهكسان بنقاوة 99%، وجميع المذيبات من شركة Sigma-Aldrich®.

4- عملية الاستخلاص بالمذيبات:

استخلصت زيوت الأشكال المختلفة من الصويا باستخدام جهاز سوكسلت بوزن 25 غ لكل منها مع تغيير درجات حرارة الاستخلاص بحسب المذيب المستخدم (الهكسان 69 ْس، الايزوبروبانول 81ْس) أما الليمونين استخدم الحمام الزيتي على درجة

حرارة175ْس حسب طريقة (AOAC،2000)، **ثم قدرت النسبة المئوية للزيت والمردود** لكل محل وفق المعادلة التالية:

كفاءة الاستخلاص = (وزن المادة المستخلصة/وزن المادة الجافة) *100

5- الاختبارات الكيميائية:

حللت عينات زيت الصويا المستخلص لتقدير رقم البيروكسيد معبراً عنه بوحدة ميلي مكافئ أوكسجين/كغ، والرقم اليودي معبراً عنه بعدد غرامات اليود التي يمتصها 100 غ من الزيت وقدرت حموضة الزيت كنسبة مئوية من حمض الاوليك وذلك حسب الطرق الرسمية لهيئة المحللين الكميائيين (AOAC،2002).

6- الاختبارات الفيزيائية:

قيست قرينة الانكسار باستخدام جهاز الرفراكتومتر بدرجة حرارة الغرفة 20 ْس والكثافة باستخدام زجاجة الكثافة حسب (AOAC،2000).

7- التحليل الإحصائي:

صممت التجربة على أساس قطاعات عشوائية كاملة ،ثم حللت النتائج المتحصل عليها من التجارب باستخدام برنامج SPSS إصدار 22 لمعرفة التباين (ANOVA) ولتحديد الفروق المعنوية وأقل فرق معنوي بطريقة (L.S.D) عند مستوى ثقة $P \leq 0.05$ وعبر عن النتائج بالمتوسط الحسابي X والانحراف المعياري SD.

ثانياً: النتائج والمناقشة:

1-تأثير المذيبات المختلفة في قيم مردود زيت الصويا المستخلص:

يبين الجدول (1) تأثير المذيبات المختلفة في قيم مردود زيت الصويا المستخلص إذ يلاحظ ارتفاع مردود الزيت المستخلص من المذيب العضوي الليمونيين بقيمة (22.16%) مقارنة مع الهكسان (19.21%) و إيزوبربانول (20.17%) في الشكل الناعم على مستوى ثقة 5%. لوحظ تفوق محل الليمونيين أيضآ لأشكال الخشن والرقائق المستخلصة إذ بلغ متوسط الخشن 18.16% والرقائق 15.75% وهذا يعود إلى أن

الطبيعة القطبية للمحلات المستخدمة ترتب من حيث قوة قطبيتها الليمونيين وإيزوبربوبانول والهكسان.

وهذا يوافقه(Bhagya وSrinivas،1992) ويوافقه(Mamidipally وLiu،2004)، بين (Seth وزملاؤه،2007) ارتفاع مردود زيت الصويا المستخلص عند استخدام محل الإيزوبروبانول مقارنة مع محل الهكسان.

الجدول (1): تأثير المذيبات المختلفة في قيم مردود زيت الصويا المستخلص

الشكل	النسبة المئوية للزيت X±SD			المتوسط العام
	الهكسان	الايزوبروبانول	الليمونين	
الناعم	19.21±0.22 e	20.17±0.35 f	22.16±0.23 f	20.51
الخشن	15.26±0.26 b	18.81±0.60 e	20.40±0.37 f	18.16
رقائق	12.57±0.43 a	16.81±0.29 c	17.86±0.21 d	15.75
متوسط المردود	15.68	18.59	20.14	

- تمثل القيم متوسط ثلاث مكررات n=3.

- تشير الاحرف المختلفة في السطر الواحد إلى وجود اختلافات معنوية عند مستوى ثقة$p\leq 0.05$.

2- تأثير المذيبات المختلفة في النسبة المئوية للحموضة الحرة في زيت الصويا المستخلص:

يبين الجدول (2) تأثير المذيبات المختلفة في النسبة المئوية للحموضة في زيت الصويا المستخلص **إذ** يلاحظ أن النسبة المئوية للحموضة الحرة في الزيت المستخلص بمحل الإيزوبروبانول كانت منخفضة انخفاضاً ملحوظاً 0.55% مقارنة مع محل الهكسان 0.65% وهذا يوافقه (Gandhi وزملاؤه،2003) وأيضاً يوافقه (Johnson،1997) لكن نلاحظ ارتفاع طفيف للحموضة في الزيت المستخلص بمحل الليمونين 0.73% بسبب ارتفاع درجة غليان المذيب.

درجة الحموضة تدل على جودة الزيت (كلما ارتفعت قيمة الحموضة تنخفض جودة الزيت)، لذلك يعزى ارتفاع الحموضة في الرقائق إلى التحلل المائي وهو أحد أنواع تزنخ الزيوت، فهذا التحلل يؤدي إلى زيادة كمية الأحماض الدهنية الحرة.(دهان، 1992).

الجدول (2): تأثير المذيبات المختلفة في النسبة المئوية للحموضة الحرة (FFA) في زيت الصويا المستخلص

الشكل	الحموضة كنسبة مئوية X±SD			المتوسط العام
	الهكسان	الايزوبروبانول	الليمونين	
الناعم	0.65 ± 0.02^{b}	0.55 ± 0.02^{a}	0.73 ± 0.02^{c}	0.64
الخشن	0.76 ± 0.03^{c}	0.64 ± 0.02^{b}	0.88 ± 0.02^{d}	0.73
رقائق	0.97 ± 0.01^{e}	0.77 ± 0.04^{c}	0.98 ± 0.02^{f}	0.87

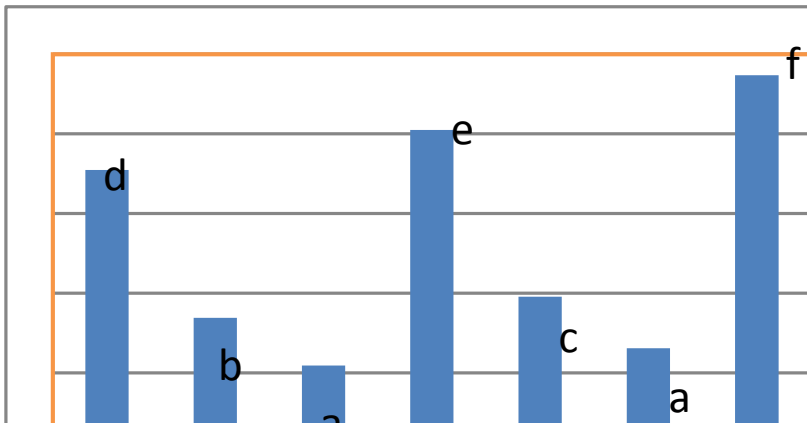
– تمثل القيم متوسط ثلاث مكررات n=3.

– تشير الاحرف المختلفة في السطر الواحد إلى وجود اختلافات معنوية عند مستوى ثقة $p\leq 0.05$

3–تأثير استخدام المذيبات المختلفة في رقم البيروكسيد لزيت الصويا المستخلص:

يبين الشكل (3) تأثير استخدام المذيبات المختلفة في رقم البيروكسيد لزيت الصويا المستخلص، أظهرت النتائج تغيرات رقم البيروكسيد لزيت الصويا المستخلص بالمذيبات المختلفة بارتفاع رقم البيروكسيد في عينات الزيت المستخلصة بمحل الهكسان 4.733% مقارنة بمحل الليمونين 3.520% والإيزوبروبانول 4.050% وهذا يوافقه (Gandhiوزملاؤه،2003)، الذي بين بأن أكسدة محل الليمونين بواسطة عملية الاستخلاص تكون ضعيفة مقارنة بمحل الهكسان (Shi وزملاؤه،2000).

ارتفاع رقم البيروكسيد في الرقائق بسبب التحلل المائي للدهن الناتج عن عملية النقع لمدة طويلة والتعريض لبخار الماء . (دهان ، 1992).

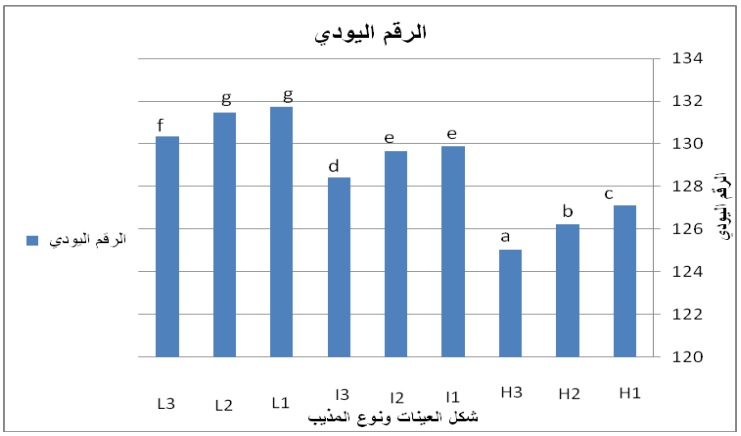


H: هكسان، I: إيزوبروبانول، L: ليمونين (1: ناعم، 2: خشن، 3: رقائق)

الشكل (1): تأثير استخدام المذيبات المختلفة في رقم البيروكسيد لزيت الصويا المستخلص

4- تأثير استخدام المذيبات المختلفة في الرقم اليودي لزيت الصويا المستخلص:

يبين الشكل (2) تأثير استخدام المذيبات المختلفة في الرقم اليودي لزيت الصويا المستخلص إذ يشير إلى مقياس درجة عدم التشبع وهي سمة مميزة لزيوت البذور النباتية (Aremu وزملاؤه،b 2006)، لوحظ انخفاض طفيف في قيم الرقم اليودي في عينات الزيت المستخلص (130.3%) وهذا يتوافق مع نتائج الباحث (Eze،2012) ويرجع السبب إلى استخدام المذيبات بحرارة استخلاص مختلفة (69ْس لمحل الهكسان، 81ْس لمحل الإيزوبروبانول ، 175ْس لمحل الليمونين).



H: هكسان، I: إيزوبروبانول، L: ليمونين (1: ناعم، 2: خشن، 3: رقائق)

الشكل (2): تأثير استخدام المذيبات المختلفة في الرقم اليودي لزيت الصويا المستخلص

5- تأثير استخدام المذيبات المختلفة في قيمة قرينة الانكسار لزيت الصويا المستخلص:

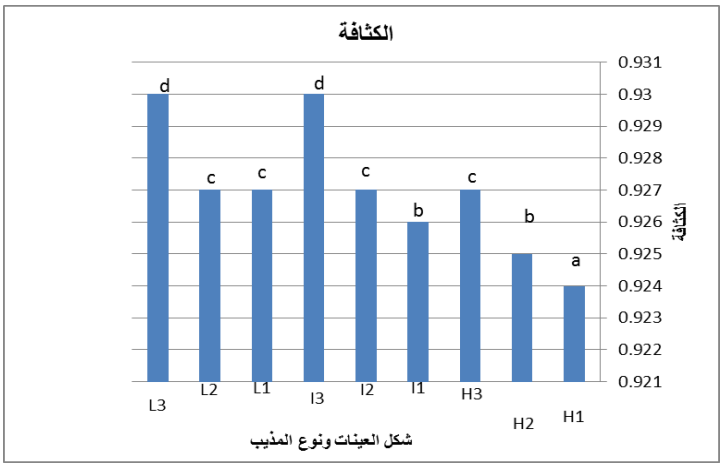
يبين الجدول (3) عدم وجود فروق معنوية في قيم متوسطات قرائن الانكسار للزيت المستخلص بالمذيبات المختلفة (ليمونين، إيزوبروبانول، هكسان) حيث تتراوح قيم قرائن الانكسار في زيت الصويا حسب (المواصفة القياسية السورية رقم 253 لعام 1981 الصادرة عن هيئة المواصفات والمقاييس) بين (1.470-1.476) **عند درجة حرارة 20** °**س** وهذا يتفق مع (De bussy،1975) و(دهان الجزء النظري ، 1992).

الشكل	متوسط قيم قرائن الانكسار		
	هكسان	إيزوبروبانول	ليمونين
ناعم	1.470	1.473	1.473
خشن	1.473	1.474	1.475
رقائق	1.475	1.476	1.476

6- تأثير استخدام المذيبات المختلفة في قيمة الكثافة لزيت الصويا المستخلص:

يبين الشكل (3) تأثير استخدام المذيبات المختلفة في قيمة الكثافة لزيت الصويا المستخلص، إذ لوحظ بأن قيم متوسطات الكثافة للزيت المستخلص بالمذيبات المختلفة

(ليمونين، إيزوبروبانول، هكسان) تتراوح بين (0.924-0.927غ /سم^3) لعينات ناعمة (1) والخشنة(2) فكانت عند استخدام محل الهكسان(0.925غ /سم^3) وباستخدام محل الإيزوبروبانول(0.926غ /سم^3) وعند استخدام محل الليمونين (0.927غ /سم^3) وبين التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية بين الزيوت المستخلصة بالمذيبات المختلفة.أما الرقائق (3) فقد لوحظ وجود ارتفاع في قيمة كثافة زيت الصويا المستخلص على مستوى ثقة 5%وكانت الفروق واضحة في الرقائق المستخلصة بالمذيبات المختلفة بقيمة (0.930غ/سم^3) وهذا يعود إلى التحلل المائي للدهون عند تعريض الرقائق للنقع و لبخار الماء واستخلاص اللبيدات البروتينية (perrier وزملاؤه 2017).



H: هكسان، l: إيزوبروبانول، L: ليمونين (1: ناعم، 2: خشن، 3: رقائق)

الشكل (3): تأثير استخدام المذيبات المختلفة في قيمة الكثافة لزيت الصويا المستخلص

ثالثاً: الاستنتاجات:

1- ارتفاع مردود الزيت المستخلص من بذور الصويا وبكل أشكاله (الناعم والخشن والرقائق).

2- كان أفضل مردود باستخدام الشكل الناعم للبذور وبكافة المذيبات.

3- انخفضت النسبة المئوية للحموضة في الزيت المستخلص بمحل الإيزوبروبانول بشكل ملحوظ مقارنة مع محل الهكسان مع ارتفاع طفيف في مردود الزيت المستخلص بمحل الليمونين.

4- ارتفع رقم البيروكسيد في عينات الزيت المستخلصة بمحل الهكسان مقارنة بمحل الليمونين والإيزوبروبانول.

5- ارتفع الرقم اليودي في عينات المستخلصة بالليمونين والايزوبروبانول مقارنة مع الهكسان .

6- تساوت قيم قرينة الإنكسار والكثافة في كافة العينات المدروسة.

رابعاً: التوصيات:

استخدام المذيبات الخضراء عوضاً عن المذيبات العضوية السامة التي تؤثر سلباً على البيئة و صحة الإنسان، واستخدام أشكال مختلفة من رقائق فول الصويا عند استخلاص الزيت.

المراجع References:

المراجع العربية:

1. **دهـان محمـود..،1992.** تكنولوجيـا الزيـوت (العملـي)، مديريـة الكتـب والمطبوعـات الجامعية-جامعة حلب، حلب، سورية، 142 ص.
2. **دهـان محمـود..، 1992.** تكنولوجيا الزيوت (النظري)، مديريـة الكتب والمطبوعات الجامعية-جامعة حلب ، حلب ،سورية ، 251 ص.
3. **المواصـفة السـورية 253.، 1981.** الخاصـة بزيـت فـول الصـويا المعد للطعـام ، هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية ، دمشق ، سورية.

المراجع الأجنبية:

1. **A.O.A.C. 2000.** Official methods of analysis.17th $_{Ed}$ .Association of official Analytical chemists ,Washington, DC.
   A.O.A.C. 2002. Official methods of analysis . AOAC International. Official methods of analysis.
2. **Aremu, M. O., Olonisakin, A., Bako, D. A., and Madu, P. C. 2006.** Compositional studies and physicochemical characteristics of cashew nut (Anarcadium occidentale) flour. Pakistan Journal of Nutrition, 5(4): 328- 333
3. **Bhagya, S. Srinivas H. 1992.** : Extraction of soybean with hexaneacetic acid: effect on oil quality. Food Chem. 44 123– 125
4. **Brennecke JF, Maginn EJ 2001**. Ionic liquids: innovative fl uids for chemical processing. AIChE J 47:2384
5. **Crowe, T. D., and White, P. J. 2003.** Oxidative stability of walnut oils extracted with supercritical carbon dioxide. Journal of the American Oil Chemists' Society, 80(6), 575-578**.**
6. **De Bussy, J. H., 1975:** Material and Technology Encyclopaedia, 8: 1-39.
7. **Eze, S. O. O. 2012**. Physicochemical Properties of Oil from some Selected Underutilized Oil Seeds available for Biodiesel Preparation, African Journal of Biotechnology, 11(42), 10003 – 10007

8. **FAO .2006.** FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations ,Rome, Italy. Available at http://faostat.fao.org (verified 25 October 2006).
9. **Faraj, A.; Vasanthan, T. Soybean isoflavones. 2004.** Effects of processing and health benefits. Food ReV. Int., 20 (1), 51–75
10. **Gandhi A P; Joshi K C; Jha K; Parihar V S; Srivastav D C; Raghunadh P; Kawalkar J; Jain S K; Tripathi R N .2003**. Studies on alternative solvents for the extraction of oil-I soybean. International Journal of Food Science and Technology, 38, 369–375
11. **Gandhi, A. P., Joshi, K. C., Jha, K., Parihar, V. S., Srivastav, D. C., Raghunadh, P., et al. 2005.** Studies on alternative solvents for the extraction of peanut oil. Journal of Food Science and Technology, 42(4), 352–355.
12. **Johnson, L. A. 1997**. Theoretical, comparative, and historical analyses of alternative technologies for oilseeds extraction. In: P. J. Wan, and P. J. Wakelyn (Eds.) Technology and solvents for extracting oilseeds and nonpetroleum Oils (pp. 4–47). Champaign, IL, USA: AOCS.
13. **Jung, S., Maurer, D., and Johnson, L. A. 2009.** Factors affecting emulsion stability and quality of oil recovered from enzyme-assisted aqueous extraction of soybeans. Bioresource technology, 100(21), 5340-5347.
14. **Jung, J. Y. , Kim, H. N. , kim,Y. R. , Hong, J.W. ,Choi, Y. W., Choi,Y.H.,…andChoi, B. T. 2012.** Hexane extract from uncaria sinensis exhibits anti-apoptotic properties against glutamate –induced neurotoxicity in primary cultured cortical neurons.international journal of molecular medicine, 30(6),1465-1472.
15. **Kanerva, R. L., and Alden, C. L. 1987.** Review of kidney sections from asubchronic d-limonene oral dosing study conducted by the National Cancer Institute. Food Chem. Toxicol. 25:355-388.
16. **Lancaster M .2002**. Green chemistry: an introductory text. Royal Society of Chemistry, Cambridge
17. **Li, Y.; Griffing, E.; Higgins, M.; Overcash, M .2006.** Life cycle assessment of soybean oil production. J. Food Process Eng., 29 (4), 429– 445.

18. **Li, Y., Fine, F., Fabiano-Tixier, A. S., Abert-Vian, M., Carre, P., Pages, X., and Chemat, F. 2014**. Evaluation of alternative solvents for improvement of oil extraction from rapeseeds. Comptes Rendus Chimie, 17(3), 242-251.
19. **Liu SX, Mamidipally PK .2005.** Cereal Chem 82:209–215 doi:10.1094/CC-82-0209
20. **Lucas, E. W. 2000**. Oilseeds and oil-bearing materials. Pages 297-362 in: Handbook of Cereal Science and Technology. K. Kulp and J. G. Ponte, Jr., eds. Marcel Dekker: New York
21. **Mamidipally PK, Liu SX .2004.** Eur J Lipid Sci Technol 106:122–125. doi: 10.1002/ejlt.200300891
22. **Perrier, C. Delsart, N. Boussetta, N. Grimi, M. Citeau, E. Vorobiev،2017.** Effect of ultrasound and green solvents addition on the oil extraction efficiency from rapeseedflakes,UltrasonicsSonochemistry
23. **Seth, S., Agrawal, Y. C., Ghosh, P. K., Jayas, D. S., and Singh, B. P. N. 2007.** Oil extraction rates of soya bean using isopropyl alcohol as solvent. Biosystems Engineering, 97(2), 209–217.
24. **Sheldon R .2001.** Catalytic reactions in ionic liquids. Chem. Comm. (Camb) 2399
25. **Shi, J. le. M Maguer. 2000.** Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. Crit. Rev. in Biotech. 20 :293–334.
26. **Tanzi CD, Vian MA, Ginies C, Elmaataoui M, Chemat F 2012.** Terpenes as green solvents for extraction of oil from microalgae. Molecules 17:8196–8205

27. **Virot, M., Tomao, V., Ginies, C., Visinoni, F., and Chemat, F. 2008**. Green procedure with a green solvent for fats and oils' determination: microwave-integrated Soxhlet using limonene followed by microwave Clevenger distillation. Journal of Chromatography A, 1196, 147-152.
28. **Wan PJ, Hron RJ, Dowd MK, Kuk MS, Conkerton EJ 1995.** Alternative hydrocarbon solvents for cottonseed extraction: plant trials. J Am Oil Chem Soc 72(6):661–664
29. **Zhu,Y. Y., Zhou, L., Jiao, S. C., andXu, L. Z. 2011.** Relationship between soy food intake and breast cancer in china. Asian pac J Cancer prev, 12(11),2837-40.