Extraction of castor seed oil and study its quality at Ain Shaqqaq site in the Syrian coast

Dr. Wafaa Ghandour*
Nawal Hamadko**

(Received 8 / 2 / 2022. Accepted 22 / 5 /2022)

□ ABSTRACT □

The oil was extracted by using Soxhlet apparatus using the organic solvent acetone from castor bean seeds *Ricinus communis*, L., the plant belongs to the Euphorbiaceae family in temperate regions and subtropics, identifying the fatty acids was done by gas chrmatography technique associated with the mass spectrometry GC/ MS.

The results showed that the percentage of oil extracted from the seeds was (46%) in the studied site. The results of the analysis also showed that the oil contains (5) compounds, which constituted 100% of the total oil. It was found that the ricinoleic acid is the main component of the oil with a percentage of (71.57%), while the other fatty acids present are linoleic (10.75%), oleic (11.40%), Stearic (2.66%), palmitic (3.62%) respectively, and the percentage of unsaturated fatty acids (UFA) reached (93.72%) of the total fat.

Keywords: castor seeds, ricinoleic, Soxhlet, chromatography.

* **Assistant Professor, Department of botany, Faculty of sciences, Tishreen university, Lattakia, Syria.**
** **PhD student, Department of plant biology, Faculty of sciences, Tishreen university, Lattakia , Syria, nawalhamadko@gmail.com .**

استخلاص زيت بذور الخروع ودراسة نوعيته بموقع عين شقاق في الساحل السوري

د.وفاء غندور *

نوال حمدكو **

(تاريخ الإيداع 8 / 2 / 2022. قبل للنشر في 22 / 5 / 2022)

□ ملخّص □

تم استخلاص الزيت بواسطة جهاز السوكسيله Soxhlet باستخدام المذيب العضوي الاسيتون من بذور الخروع *Ricinus communis*, L. الذي ينتمي الى العائلة Euphorbiaceae المنتشرة في المناطق ذات درجات الحرارة المعتدلة (المدارية وشبه المدارية)، وتم تحديد الحموض الدسمة بواسطة تقنية الكروماتوغرافيا الغازية المقترنة مع طيف الكتلة GC/MS.

بينت النتائج أن نسبة الزيت المستخلص من البذور 46% في الموقع المدروس. كما أظهرت نتائج التحليل أن الزيت يحتوي على (5) مركبات والتي شكلت نسبة 100% من اجمالي الزيت، حيث تبين أن حمض الريسينوليك (Ricinoleic) هو المكون الرئيسي للزيت بنسبة (71.57%) بينما الأحماض الدهنية الأخرى الموجودة هي لينوليك (10.75%)، الأوليك (11.40%)، السيتاريك (2.66%)، البالمتيك (3.62%) على التوالي، كما بلغت نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة (UFA) % 93.72 من إجمالي الدهون.

الكلمات المفتاحية: بذور خروع، ريسينوليك، سوكسيليه، كروماتوغرافيا.

* أستاذ مساعد في قسم علم الحياة النباتية، كلية العلوم، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

** طالبة دراسات عليا (دكتوراه)، قسم علم الحياة النباتية، كلية العلوم، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية، nawalhamadko@gmail.com

مقدمة:

ينتمي الخروع الشائع *Ricinus communis*, L. للفصيلة Euphorbiaceae، التي تحتوي 250 جنس ونحو 800 نوع نباتي ويعتبر الخروع من أهم النباتات الاقتصادية التابعة لهذه الفصيلة (Severino *et al*, 2012)، وينتشر بشكل أساسي في افريقيا، كما ينتشر في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية والمناطق المعتدلة في العالم (Salunke and Desai, 1992; Ogunniyi, 2006; Salihu *et al*., 2014)، يستخرج الزيت من البذور البيضوية المضغوطة قليلاً من وجهها الظهري والمسطحة من وجهها البطني غلافها الخارجي صلب، سطحها أملس ناعم ويحوي عروقاً ملونة بلون أحمر أو أسود أو أسمر كالرخام (Calloner and McCarron., 1990, McGratha *et al*., 2015, Weiss., 1983).

يتميز زيت الخروع بأنه زيت عديم اللون، رائحته حادة قليلا وذو كثافة عالية وغير سام لأنه لا يتم حمل المكونات السامة مع الزيت أثناء الاستخراج (ICOA, 2013)، وهو نوعان: الطبي المستخرج بالعصر البارد والتجاري المستخرج بإضافة المواد العضوية (Lawrence, 2010). من المعروف أن بذور نبات الخروع تحتوي على نسبة مرتفعة من الزيت الثابت تصل حوالي 50% –40 تبعاً للصنف او الهجين، كما تحتوي بذور الخروع على بروتين سكري السام ريسين وريسينين قلويد السام وبذور الخروع السامة مسببات الحساسية، لكن زيت الخروع غير سام، لأنه لا يتم حمل المكونات السامة مع الزيت أثناء الاستخراج (Dave, 2002; Ali *et al*., 2005; ICOA, 2013). كما تزداد كمية الزيت المستخلصة من البذور كلما زاد نضج البذور ويقابل ذلك نقصاً في المحتوى الكلي للكربوهيدرات في البذور (Ovenden, 2012).

زيت الخروع هو المصدر التجاري الوحيد للحمض الدهني المائي (حمض الريسينوليك)، درجة النقاء العالية (بمحتوى أحماض دهنية واحدة) تجعل الزيت فريدًا من نوعه بشكل طبيعي، حيث أفاد العديد من الباحثين أن الزيت يحتوي على ما يصل إلى 90%–87 حامض ريسينوليك (Akpan *et al*., 2006; Ogunniyi, 2006; Conceicao *et al*., 2007)، وتحتوي على حوالي 4.2% لينوليك، 3.0% أوليك، 1.0% لكل منها ستياريك وبالمتيك، 0.7% ثنائي هيدروكسي ستياريك، و0.3% لكل من الأحماض اللينولينيك والإيكوسانويك (Robertus, 1991; Dave, 2002).

وتعد الهند من أكبر الدول انتاجاً للزيت يليها الصين ثم البرازيل وامريكيا الشمالية والسودان ومصر (FAO, 2008).

يستخدم الزيت في الصناعات الغذائية كمادة ضد الجفاف والتصلب وخاصة في انتاج الحلويات الصلبة لجعلها لينة الى حد ما. كما يستخدم في علاجات عديدة منها طرد الديدان او الطفيليات وكمضاد بكتيري، وهو أداة موضعية لعلاج التهاب الجلد، القوباء، الثآليل، وكمبيد حشري (Lawrence, 2010)، وحديثا يضاف الى مكونات صابون الشامبو كمايعتبر الزيت من العوامل الهامة في مواد التجميل (Friedman *et al*, 2013).

يستخدم الزيت في الصناعات المختلفة لزيادة بريقها ولمعانها مثل الدهانات والورنيشات والبويات حتى في صناعة الالوان الزيتية والحبر الجاف واقلام الشمع الملونة وصناعة الالياف الصناعية المستخدمة في صناعة الملابس غير القطنية وفي البلاستيك والنايلون ومشتقاته المختلفة (McDonald, 2011)، وحديثا يستخدم في تشحيم الآلات الدقيقة والمحركات النفاثة للطائرات والصواريخ (Ali *et al*., 2005, Karleskind, 1996)، كما أن هناك دراسات على الخروع لإنتاج الوقود الحيوي لاستخدامه كوقود للطائرات (Dave, 2002).

أهمية البحث وأهدافه:

نظراً للأهمية الإقتصادية لمحصول الخروع وفعاليته البيولوجية واستعمالاته الطبية وتطبيقاته الصناعية الواسعة كان من الضروري التعرف على التركيب الكيميائي لزيته.

يهدف هذا البحث الى:

1- استخلاص الزيت من بذور نبات الخروع وتحديد النسبة المئوية للزيت المستخلص.

2- تحليل الزيت باستخدام تقنية GC/MS وتحديد النسب المئوية للمكونات الكيميائية للزيت باستخدام الكروماتوغرافيا الغازية GC.

طرائق البحث ومواده:

تم جمع العينات النباتية (البذور) من ثمار نبات الخروع التي تظهر في الشكل(1) خلال شهر أب من العام (2020) من موقع عين شقاق الذي يرتفع 400 م عن سطح البحر، معدل هطول الامطار السنوي 750مم.

تم تنظيف العينات جيداً من الغبار والشوائب العالقة ثم جففت في الظل في مكان جيد التهوية ثم نزعت البذور الموضحة في الشكل(2) وطحنت جيداً وحفظت في أوعية زجاجية محكمة الأغلاق.

الشكل(1): ثمار الخروع

الشكل(2): بذور الخروع

استخلصت الزيوت الثابتة من العينات الثلاث المطحونة بواسطة جهاز السوكسيليه كما هو موضح في الشكل(3) باستخدام المذيب العضوي الاسيتون، وذلك بالإعتماد على دراسات عالمية عديدة (Patel *et al.* 2016). فقد قام كل من الباحثين Salimon *et al.* (2010) في ماليزيا، Nangbes *et al.* (2013) في نيجيريا و Panhwar *et al.* (2016) في باكستان باستخلاص زيت الخروع بهذه الطريقة والتي أعطت نتائج جيدة ونسب مرتفعة من الزيت، لأن زيت الخروع من الزيوت الثابتة الثقيلة (غير الطيارة) التي لا تتطاير واذا عرضت للتبخر أو التسخين فإنها تتحلل وبالتالي لايمكن استخلاصها باستخدام جهاز التقطير وهذا ما يميزها عن الزيوت العطرية الأساسية (الطيارة) حيث أن هذه الأخيرة تتبخر أو تتطاير دون أن تتحلل، كما تختلف الزيوت الثابتة من الناحية الكيميائية عن الزيوت الطيارة باحتوائها على الأحماض الدهنية (Bernhard, 2019).

حيث تم وضع العينة في خرطوشة من السيليلوز، وبعدها تم اضافة 200 ml من الاسيتون في حوجلة سعة 5000 ml، وتمت عملية الاستخلاص عند الدرجة 60 درجة مئوية لمده 8 ساعات، استمرت عملية الاستخلاص لغاية انعدام لون الزيت (أصفر باهت) في الجزء العلوي من الجهاز وتجمعه في الدورق، تم الحصول على خلاصة عضوية، وطفا الزيت على سطح المذيب لأن الزيت لاينحل بالمذيب ثم تم فصل الزيت الطافي عن المذيب بواسطة قمع الفصل، وركزت خلاصة الزيت باستخدام المبخر الدوار(Rotary Evaporater) كما هو موضح بالشكل (4) عند درجة الحرارة 40 درجة مئوية ثم ترك المحلول حتى التبخر التام للمذيب، واستخدم غاز الآزوت لتبخير العينة حتى الحجم 5 مل (Du *et al*., 2019; Choi *et al*., 2016). ثم حفظ الزيت بعد ذلك في عبوات عاتمة ومحكمة الاغلاق عند درجة حرارة 5 درجة مئوية.

يستخرج حجم الزيت المستخلص وتحسب نسبته المئوية نسبةً لوزن العينة حسب المعادلة التالية:

نسبة الزيت المستخلص% = حجم الزيت/ وزن العينة× 100 (A.O.A.C, 2005)

الشكل(3): جهاز سوكسيليه

الشكل(4): المبخر الدوار (Rotary Evaporater)

تم تحديد التركيب الكيميائي للزيوت المستخلصة في المعهد العالي للبحوث البيئية بجامعة تشرين، حيث تم تحديد الأحماض الدهنية بعد تحويل الأحماض الدهنية في الزيت إلى إسترات ميثيل الأحماض الدهنية وفقًا لطريقة ISO المعدلة (BS EN ISO 5508, 1995)، باستخدام جهاز GC/MC المزود بمطيافية الكتلة من طراز GCMS-QP 2010 plus- SHIMADZU، واستخدم عمود شعري من النوع (TRB-WAX)، خاص بفصل وتحليل الحموض الدسمة، أبعاده: 30 m x 0.25 mm x 0.25 µm.

بدأ البرنامج الحراري من الدرجة (140 C°) مدة (0 min) ، ثم ازدادت بمقدار (5 min/C°) حتى درجة الحرارة (190 C°) مدة (11 min)، ثم رفعت درجة الحرارة من (190 C°) بمقدار (4 min/C°) الى درجة الحرارة (220 C°) مدة (20 min).

الزمن الكلي للحقنة 48.30 دقيقة، الغاز الحامل هو الهليوم، حرارة الحاقن 250 درجة مئوية، حرارة مصدر الايونات 200 درجة مئوية، نوع الحقن Splet 100.

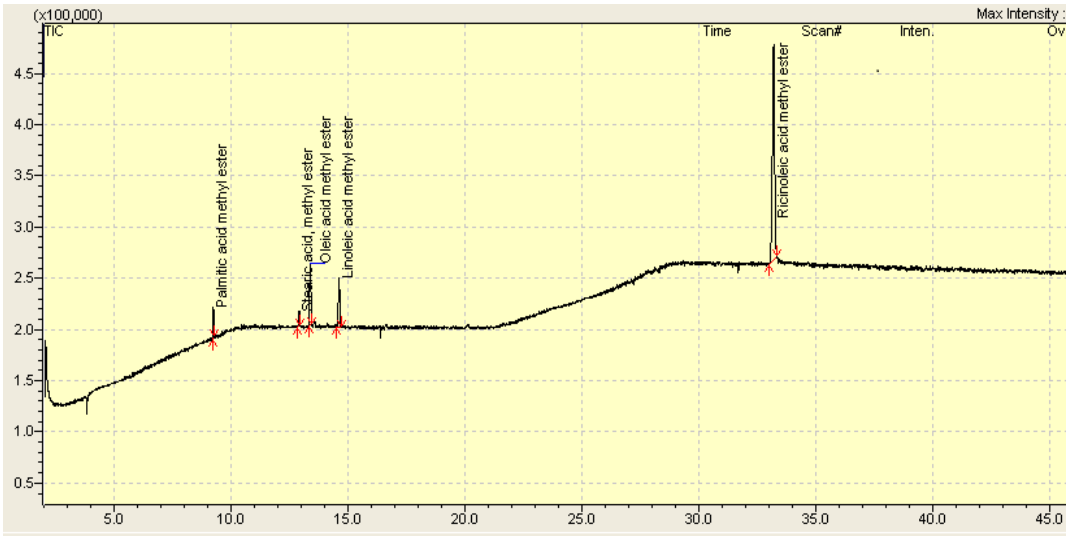
بعد ذلك تم التعرف على المكونات الكيميائية للزيوت المستخلصة من العينات بمقارنة أطياف الكتلة الناتجة لكل قمة مع أطياف الكتلة الموجودة في المكتبات المتوافرة ضمن الجهاز وكانت النتائج معطية كنسبة مئوية من الأحماض الدسمة الكلية.

النتائج والمناقشة:

بلغت النسبة المئوية لمحتوى الزيت للبذور (46%) تتوافق هذه النتيجة مع نتائج الجمعية العلمية الهندية للبحوث الصناعية (CSIR 1984 -1976) (45- 50.6%) قد يكون هذا العائد المرتفع نتيجة عوامل بيئية تعزز نمو وإنتاجية البذور، وتقع هذه القيمة ضمن النطاق (30-55%) التي ذكرت من قبل (Ayo *et al.*, Aldrich, 2003; Bhatol, 2013; Imasuen *et al.*, 2014; 2012)وتتوافق مع 46-55% (Ogunniyi, 2006)، حيث يعتمد العائد الفعلي على نوع البذور، والمنشأ الجغرافي، الظروف المناخية، وعلى طريقة الاستخلاص المستخدمة للزيت.

يوضح الشكل (5) خمس قمم تمثل خمس مكونات رئيسية في الزيت والتي تم اثبات هويتها ووضع ملف تعريف الأحماض الدهنية المفصلة للزيت كما في الجدول (1)

تم الكشف عن حمض الريسينوليك (71.57%) والذي كان المركب الأساس في الزيت، الأحماض الدهنية الأخرى هي حمض الأوليك (11.40%) ثم حمض اللينوليك (10.75 %) وقد توافقت مع Yusuf *et al*., (2015) حيث بلغت نسبته 10.32%، حمض البالمتيك (3.62%) وكانت نسبته حسب Yusuf *et al*. (2015) 2.59%، وحمض ستياريك (2.66%) وهي متقاربة مع Yusuf *et al*. (2015) حيث بلغت نسبته 2.81%.



الشكل(5) الكروماتوغرام الناتج عن تحليل الزيت الأساس المستخلص من عينة البذور لنبات الخروع

حمض الريسينوليك هو أحد المكونات الرئيسية في زيت الخروع 89.2- 94.9% (Gupta *et al.* 1951)، حوالي 70-90% بواسطة (2000) Foglia *et al.*، 87- 90% (Puthli *et al.* 2006)، أكثر من 89% (Ogunniyi, 2006) و90.2% (Conceicao *et al.*, 2007) الاختلافات في النسبة المئوية للمحتوى الكيميائي طبيعية، خاصة عندما توجد اختلافات في الأنواع أو الأصناف، الأصل الجغرافي، الظروف المناخية وأنواع التربة وما إلى ذلك (Lochab *et al.*, 2012).

الجدول(1) النسبة المئوية للأحماض الدسمة في زيت بذور الخروع المجموعة من الموقع المدروس

Peak	RT	C.N	Name	Area Pct %
1	9.242	$C_{16:0}$	Palmitic	3.62
2	12.913	$C_{18:0}$	Stearic	2.66
3	13.383	$C_{18:1}$	Oleic	11.40
4	14.616	$C_{18:2}$	Linoleic	10.75
5	33.191	$C_{18:1(OH)}$	Ricinoleic	71.57
				100.00

قام (2011) Alirezalu *et al.* بدراسة تأثير العوامل المناخية على إنتاج وجودة زيت الخروع بين 10 مناطق مختلفة مناخياً في إيران، حيث وجد اختلافات كبيرة في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للزيت في هذه المناطق. وبالمثل، ذكر (Salimon *et al.*, 2010) اختلافات في محتويات عينات زيت الخروع الماليزية والبرازيلية والهندية من حمض الريسينوليك و UFA كما هو موضح في الجدول (2)، وفي نيجيريا، أبلغ(2013) Nangbes *et al.* و(2012) Bello and Anjorin عن محتوى حمض الريسينوليك بنسبة 89.50% و83.97% لعينات زيت الخروع على التوالى.

الجدول (2) الأحماض الدهنية و UFA وSFA لعينات زيت الخروع الماليزية والبرازيلية والهندية

الحموض الدسمة	النسبة المئوية %			
	ماليزيا (Salimon *et al*., 2010)	البرازيل (Conceicao *et al*., 2007)	الهند (Gupta *et al*., 1951)	نيجيريا (Yusuf ., 2015) *et al*
Palmitic: $C_{16:0}$	1.3	0.7	-	2.59
Stearic: $C_{18:0}$	1.2	0.9	1.0	2.81
Oleic: $C_{18:1}$	5.5	2.8	-	7.55
Linoleic: $C_{18:2}$	7.3	4.4	4.3	10.32%
Linolenic: $C_{18:3}$	0.5	0.2	-	-
Erucic $C_{22:1}$	-	-	-	1.70
Eicosadienoic $C_{20:2}$	-	-	-	0.93
Ricinoleic $C_{18:1}$	84.2	90.2	94.0	74.10%
Saturated Fatty acids (SFA)	2. 5	1.6	1.0	5.40
UnSaturated Fattyacids (UFA)	97.5	97.6	98.3	94.60

تم استخدام التحليل الطيفي لتحديد مجموعات وظيفية معينة في معظم الزيوت النباتية، حيث تحتوي هذه الزيوت بغض النظر عن أصلها على كل من الأحماض الدهنية المشبعة (SFAs) والأحماض الدهنية غير المشبعة (UFAs)، قد يكون UFAs أحادي غير مشبع (MUFAs) أو المتعددة غير المشبعة (PUFAs) (Nangbes *et al*., 2013). يبين الجدول (3) محتويات SFA وMUFA وPUFA (%w /w) لزيت البذور. حيث يحتوي الزيت على نسب منخفضة من مجمل الأحماض الدسمة المشبعة SFA والذي بلغت نسبته (6.28%) لإحتوائه على البالمتيك بنسبة

3.62% وعلى السيتاريك بنسبة 2.66% وكانت هذه النسب متقاربة مع النسبة التي حصل عليها (Yusuf 2015 *et al*, حيث بلغت 5.40%.

بينما كانت نسب مجمل الأحماض الدسمة غير المشبعة UFA مرتفعة جداً. حيث بلغت نسبته (93.72%) وكانت هذه النسب متقاربة مع النسبة التي حصل عليها (2015) ,.Yusuf *et al* حيث بلغت 94.60%. لوحظ أيضاً MUFA للزيت كانت مرتفعة وأن قيمة مجمل الأحماض الدسمة الأحادية غير المشبعة بلغت (82.97%) بسبب احتواء الزيت على الحمض الدسم الأحادي غير المشبع ريسينوليك بنسبة بلغت 71.57%، بالإضافة إلى الحمض الدسم الأوليك والذي كانت نسبته (11.40%) وكانت هذه النسب متقاربة مع النسبة التي حصل عليها (2015) ,.Yusuf *et al* والتي بلغت 83.35%.

كانت قيمة مجمل الأحماض الدسمة العديدة اللاإشباع PUFA مرتفعة (10.99%) لإحتوائه على الحمض الدسم اللينيوليك وكانت هذه النسبة متقاربة مع النسبة التي حصل عليها (2015) ,.Yusuf *et al* والتي بلغت 11.25%.

بلغ متوسط مجموع SFA لعينة الزيت في هذه الدراسة 6.28%، بينما كان إجمالي UFA 93.72% وكان (MUFA) 82.97% و(PUFA) 10.75%. إن محتوى UFA في عينتنا مرتفع جداً، أعلى من زيت النخيل (Boyle and Anderson, 2007) ومن قيم الزيوت النباتية الصالحة للأكل الغنية بـ UFA مثل زيوت عباد الشمس والقرطم وزيت بذر الكتان وفول الصويا (Chowdhury *et al.,* 2007؛ Kostik *et al*,. 2013).

يعود هذا الاختلاف في نسب المكونات الى اختلاف الصنف والموقع الجغرافي والظروف البيئية التي يعيش فيها النبات بالإضافة الى فترة جمع العينة.

الجدول (3) محتويات SFA و MUFA و PUFA (% w / w) لزيت البذور

الحموض الدسمة (Fatty acid)	النسبة المئوية%
SFA total	6.28
MUFA total	82.97
PUFA total	10.75
UFA total (MUFA + PUFA)	93.72

الاستنتاجات والتوصيات:

1- إن المكون الرئيسي في الزيت هو الريسينوليك والذي تعود إليه معظم التأثيرات المفيدة والذي بلغت نسبته (71.57%).

2- أعطى الاستخلاص باستخدام جهاز السوكسيليه للعينات المدروسة زيت بلون أصفر باهت، وكان مردود الزيت 46%، وعند مقارنة النتائج التي تّم الحصول عليها من هذه الدراسة بنتائج العديد من الدراسات التي أجريت في العالم، تبين أنه لايوجد اختلافات في كمية الزيت المستخلص وكذلك في خواص الزيت، وهذا يؤكد إمكانية الاستفادة من هذا النبات سواء بتصدير بذوره للخارج أو إمكانية قيام صناعات محلية عليه بعد الاعتناء بهذا النبات وزراعته على مساحات كبيرة.

3- تشير نتائج دراستنا إلى زيت ذو عائد جيد وآفاق عالية للتسويق والاستخدام الصناعي، وخاصة في مجالات الطب والصابون ومستحضرات التجميل ومواد التشحيم والمضافات الغذائية وكذلك في إنتاج البوليمرات الحيوية والوقود الحيوي. كما أنه زيت غير صالح للأكل، فيجب استغلال زيت الخروع بالكامل لاستبدال الزيوت الصالحة للأكل.

في النهاية نوصي بما يلي:

1- متابعة دراسة استخلاص الزيوت من نبات الخروع من مناطق مختلفة غير مدروسة.

2- استخلاص الزيت بطرق استخلاص مختلفة بهدف التعرف على مكوناته الكيميائية وتحديد البنى الكيميائية بطرق طيفية مختلفة ومقارنتها مع الطريقة المستخدمة حالياً في استخلاص الزيت.

References

[1] AKPAN, U.G., JIMOH, A. and MOHAMMED, A.D. *Extraction Characterization and Modification of Castor Seed Oil*. Leonardo Journal of Sciences, Vol. 8, 2006, 43-52.

[2] ALDRICH. *Handbook of Fine Chemical Laboratory Equipment,* Sigma, 2003.

[3] A.O.A.C. *Official Methods Of Analysis Of The Association Of Official Analytical Chemists,* International,18 Ed., Published By The Association Of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, USA, 2005.

[4] ALI, F.M., ALI, B.E. and SPEIGHT, J.G. *Handbook Of Industrial Chemistry Organic Chemicals,* Mcgraw-Hill Education, USA, 2005.

[5] ALIREZALU, A., FARHADI, N., SHIRZAD, H. and HAZARTI, S. *The Effect Of Climatic Factors On The Production And Quality Of Castor Oil.* Nature And Science, Vol. 9, N□. (4), 2011, 15-19.

[6] AYO, M.D.; MADUFOR, I.C.; EKEBAFE, L.O.; CHUKWU, M.N., TENEBE, O.G. and EGUARE, K.O. *Performance Analysis of Castor Oil Based Polyurethane Foam.* International Journal of Basic and Applied Sciences. Vol. 1, N□.3, 2012, 255-257.

[7] BELLO, E. I.; ANJORIN, S. A. *Fatty Acid Compositions Of Six Nigeria's Vegetable Oils And Their Methyl Esters.* Research Journal in Engineering and Applied Sciences, Vol. 1, N□□ 3, 2012, 166-170.

[8] BERNHARD, R. A. *Phaytochemical Methods*. A Guide to Modern Techniques of plant Analysis. Chapman and hall Ltd. London, 2019.

[9] BHATOL, K. *Castor Oil Obtained by Cold Press Method.* Shri Bhagwati Oil Mill (SBOM) Manufacturer's Info, Banaskantha, Gujarat, India, 2013.

[10] BOYLE, M.A. and ANDERSON, D. Fatty Acid Composition of Fats and Oils, Personal Nutrition, 6th Ed., Thomson/Wadsworth, 2007.

[11] BS EN IS0 5508. *Animal and Vegetable Fats and Oils*. Analysis by Gas Chromatography of Methyl Esters of Fatty Acids, 1995.

[12] CALLONER. K. R, MCCARRON. M. M. *Castor Bean Intoxication*. Ann Emerg Med, Vol. 19, N□. 11, 1990, 77-83.

[13] Choi, G. H. ; Kim, L.; Lee, D.Y. ; Jin, C. L. ·Lim, S. J.; Park, B. J.; Cho, N. J.; Kim, J. H. *Quantitative Analyses Of Ricinoleic Acid And Ricinine In Ricinus Communis Extracts And Its Biopesticides.* J Appl Biol Chem, Vol. 59, No. 2, 2016, 165−169.

[14] CHOWDHURY, K., BANU, L.A., KHAN, S. And LATIF, A. *Studies On The Fatty Acid Composition Of Edible Oil.* Bangladesh Journal Of Science And Industrial Research, Vol. 42 , N□□□3, 2007, 311-316.

[15] CONCEICAO, M.M., CANDEIA, R.A.; SILVA, F.C.; BEZERRA, A.F.; FERNANDES JR, V.J. and SOUZA, A.G. *Thermoalaytical Characterization Of Castor Oil Biodiesel.* Renewable And Sustainable Energy Reviews, Vol. 11, 2007, 964-975.
[16] C.S.I.R. Council of Scientific and Industrial Research, The wealth of India. 11 vols. New Delhi. 1984-1976.
[17] DAVE, G. Castor Oil And Its Chemistry, G.R.O'Shea Company, Itasca, Illinois, USA. 2002.
[18] DU, J.; GONG, C.; PEI, X.; ZHAO, H. AND XU, X. *Analysis of Triacylglycerols in Castor Oil Through Liquid Chromatography–Mass Spectrometry Based on Fourier Transform–Ion Cyclotron Resonance–Mass Spectrometry and Gas Chromatography–Mass Spectrometry*. Journal of Chromatographic Science, Vol. 57, No. 2, 2019, 108–115.
[19] FAO. Food And Agricultural Organization Of United Nation. Economic, And Social Department, The Statistical Devision, 2008.
[20] FOGLIA, T.A., Jones, K.C. And Sonnet, P.E. *Selectivity Of Lipases: Isolation Of Fatty Acids From Castor, Coriander And Meadowfoam Oils*. European Journal Of Lipid Science Technology, Vol. 102, N□□□10, 2000, 612-617.
[21] FRIEDMAN, M. H., ANDREU, M. G., QUINTANA, H.V.& MCKENZIE, M. *Ricinus Communis, Castor Bean* .The Institute Of Food And Agricultural Sciences (IFAS), 3p Extention University Of Florida, 2013.
[22] GUPTA, S.S., HILDITCH, T.P. & RILEY, J.P. *The Fatty Acids and Glycerides of Castor Oil.* Journal of The Science of Food and Agriculture Vol. 2, N□□□6, 1951. 245-251.
[23] ICOA. *Castor Oil Chemistry, Its Derivatives and Their Application.* Technical Bulletin. No. 2. International Castor Oil Association, USA. 2013.
[24] IMASUEN, A., INEGBEDION, F., ERHABOR, C. and OSUIDE, M. *Isolation and Characterization of Castor Seed Oil and Its Utilization Potential in the Production of Polyurethane Foam.* Walailak Journal of Science and Technology (WJST), Vol. 11, N□□□5, 2014, 421-427.
[25] KARLESKIND , A. (editor) .*Oil and Manual.* Intercept Ltd, 1996, p 212.
[26] KOSTIK, V.; MEMETI, S. And BAUER, B. *Fatty Acid Composition Of Edible Oils And Fats*. Journal Of Hygienic Engineering And Design, Vol. 4, 2013,112-116.
[27] LAWRENCE, L. *Genotyping And Bioforensics Of Ricinus Communis.* California State Polytechnic University, San Luis Obispo, National Laboratory, 2010, 58 Pages.
[28] LOCHAB, B.; VARMA, I.K. And BIJWE, J. *Sustainable Polymers Derived From Naturally Occurring Materials.* Advances In Material Physics And Chemistry, Vol. 2, 2012, 221-225.
[29] MCDONALD, M. B. PREZIOSO S. M. B., CARTER A. J. B., WILLIAMSON, Y.M. *Physiology Of Seed Germinationseed Biology Program*. Department Of Horticulture And Crop Science, The Ohio State University, Columbus, Oh 43210-1086. 2011.
[30] MCGRATHA S. C., MORSE B S. A, BARR. J. R. SCHIELTZ. D. M., MCWILLIAMS. L.G. and KUKLENYIK. Z. *Quantification Of Ricin, RCA And Comparison Of Enzymatic Activity In 18 Ricinus Communis Cultivars By Isotope Dilution Mass Spectrometry*. Elsevier. Science Direct. Toxicon, Vol. 1, N□□□2015, 72-83.
[31] NANGBES, J.G., NVAU, J.B., BUBA, W.M. and ZUKDIMMA, A.N. *Extraction and Characterization of Castor (Ricinus communis) Seed Oil.* The International Journal of Engineering and Science (IJES), Vol. 2, N□□8, 2013, 105-109.
[32] OGUNNIYI, D.S. *Castor Oil: A Vital Industrial Raw Material*. Bioresource Technology, Vol. 97, 2006, 1086-1091.

[33] OVENDEN, S.P., BAGAS, C. K., BOURNE, D. J., PIGOTT, E. J. and ROBERTS, W. *Chemical Investigations Of The Castor Bean Plant Ricinus Communis.* Human Protection And Performance Division, Defence Science And Technology Organisation, Commonwealth Of Australia, 2012.
[34] PANHWAR T.; MAHESAR S. A.; MAHESAR A. W.; KANDHRO A. A.; TALPUR F. N.; LAGHARI Z. H.; CHANG A. S.; SHERAZI. S. T. H. *Characteristics and Composition of a High Oil Yielding Castor Variety from Pakistan.* Journal of Oleo Science, Vol. 65, N□□ 6, 2016, 471- 476.
[35] PATEL, V. R.; DUMANCAS, G. G.; VISWANATH, L. C. K.; MAPLES, R. and SUBONG, B. J. J. *Castor Oil: Properties, Uses, and Optimization of Processing Parameters in Commercial Production.* Lipid Insights, Libertas Academica .Vol. 9, 2016, 1–12.
[36] PUTHLI, M.S., RATHOD, V.K. & PANDIT, A.B. *Enzymatic Hidrolysis of Castor Oil: Process Intensification Studies.* Biochemical Engineering Journal. 2006. 1-11.
[37] ROBERTUS ,J.D. *The Structure And Action Of Ricin, Acytotoxic N- Glycosidase. Sem* . cell boil. Vol. 2, 1991, 23-30 .
[38] SALIHU, B.Z.; GANA, A.K. and APUYOR, B.O. *Castor Oil Plant (Ricinus communis L.): Botany, Ecology and Uses.* International Journal of Science and Research (IJSR), Vol. 3, N□□□5, 2014, 1333-1341.
[39] SALIMON, J.; NOOR, D.A.M.; NAZRIZAWATI, A.T.; FIRDAUS, M.Y.M. and NORAISHAH, A. *Fatty Acid Composition And Physicochemical Properties Of Malaysian Castor Bean Ricinus Communis L. Seed Oil.* Sains Malaysiana, Vol. 39 N□□ 5, 2010, 761-764.
[40] SALUNKE, D.K. and DESAI, B.B. *Post-harvest Biotechnology of Oil Seeds*. CRC Press,1992, pp. 161-170.
[41] SEVERINO, L., AULD, D., BALDANZI, M., CANDIDO, M., CHEN, G., CROSBY, W., XIAOHUA, T., LAKSHMAMMA, P., LAVANYA,C., MACHADO, O., MIELKE,T., MILANI, M., MILLER, T., MORSE,A; NAVAS, A., SOARES,D; SOFIATTI, V., WANG, M., ZANOTTO,M and ZIELER, H. A. *Review On The Challenges For Incraced Production Of Castor.* Aronomy Journal, Soil And Fertility And Crop Nutrition, Vol.104, N□□ I 4, 2012, 853- 880.
[42] WEISS, E.A. *Oilseed crops*, Longman Group Ltd, 1983, pp. 31-99.
[43] YUSUF, A.K.; MAMZA, P.A.P; AHMED, A.S. And AGUNWA. U. *Extraction And Characterization Of Castor Seed Oil From Wild Ricinus Communis* Linn. International Journal Of Science, Environment And Technology, Vol. 4, N□□ 5, 2015, 1392- 1404.