الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الإخوة منتوري ـ قسنطينة ـ

كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم البيولوجيا وعلم البيئة النباتية
رقم الترتيب : 64/DS/2018
الرقم التسلسلي : 07/BEco/2018

أطروحة

قدمت لنيل شهادة دكتوراه علوم
تخصص : وراثة وتحسين النبات

العنوان

تقييم أداء بعض أصناف القرطم (*Carthamus tinctorius* L.) تحت ظروف المناخ المتوسطي اعتمادا على بعض المؤشرات المورفوفينولوجية والانتاجية، وتركيب الزيت من الأحماض الدهنية

إعداد :
مولود بوحوحو

لجنة المناقشة:

ـ د. ليلى بودور	أستاذ التعليم العالي	جامعة الإخوة منتوري ـ قسنطينة ـ	رئيسا
ـ د. مبارك باقة	أستاذ التعليم العالي	جامعة الإخوة منتوري ـ قسنطينة ـ	مقررا
ـ د. عمار بن محمد	أستاذ التعليم العالي	جامعة فرحات عباس ـ سطيف 1ـ	ممتحنا
ـ د. عمار زلاقي	أستاذ التعليم العالي	جامعة العربي بن مهيدي ـ أم البواقي ـ	ممتحنا
ـ د. الطاهر حزمون	أستاذ محاضر أ	جامعة 20 أوت 1955 ـ سكيكدة ـ	ممتحنا

السنة الجامعية : 2017 - 2018

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الإخوة منتوري ـ قسنطينة ـ

كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم البيولوجيا وعلم البيئة النباتية
رقم الترتيب : 64/DS/2018
الرقم التسلسلي : 07/BEco/2018

أطروحة

قدمت لنيل شهادة دكتوراه علوم
تخصص : وراثة وتحسين النبات

العنوان

تقييم أداء بعض أصناف القرطم (*Carthamus tinctorius* L.) تحت ظروف المناخ المتوسطي اعتمادا على بعض المؤشرات المورفوفينولوجية والانتاجية، وتركيب الزيت من الأحماض الدهنية

إعداد :
مولود بوحوحو

لجنة المناقشة:

ـ د. ليلى بودور	أستاذ التعليم العالي	جامعة الإخوة منتوري ـ قسنطينة ـ	رئيسا
ـ د. مبارك باقة	أستاذ التعليم العالي	جامعة الإخوة منتوري ـ قسنطينة ـ	مقررا
ـ د. عمار بن محمد	أستاذ التعليم العالي	جامعة فرحات عباس ـ سطيف 1ـ	ممتحنا
ـ د. عمار زلاقي	أستاذ التعليم العالي	جامعة العربي بن مهيدي ـ أم البواقي ـ	ممتحنا
ـ د. الطاهر حزمون	أستاذ محاضر أ	جامعة 20 أوت 1955 ـ سكيكدة ـ	ممتحنا

السنة الجامعية : 2017 - 2018

شـــكـــــر

وأنا أخط آخر الكلمات ضمن دفتي أطروحتي، لا يسعني إلا التنويه بفضل الأستاذ الدكتور مراد بن صاري أستاذي المشرف السابق، سائلا المولى تعالى أن يتغمد روحه بالرحمة والغفران.

جزيل الشكر أسديه للأستاذ الدكتور مبارك باقة على تفضله بالموافقة وتحمل الاشراف على الرسالة وتكبد عناء إجراءاتها الإدارية، وبفضل توجيهاته القيمة وخبرته العلمية تمكننا من إخراج هذا العمل إلى النور.

أسمى عبارات الشكر والعرفان أزفها للأستاذ الدكتور السيد أبو الفتوح عمر، فقد لمست فيه روح راقية من الود والمهنية طوال عشر سنين من التكرم بالإشراف المشترك على رسالتي.

أتقدم بالشكر الجزيل للأستاذة الدكتورة ليلى بودور على قبولها ترأس لجنة مناقشة رسالتي، والشكر موصول أيضا للأساتذة الكرام أعضاء لجنة المناقشة : الأستاذ الدكتور عمار بن محمد، الأستاذ الدكتور عمار زلاقي والدكتور الطاهر حزمون، وقد تشرفت بحق بقبولهم مناقشة رسالتي، فما أحوجنا إلى آرائهم وتوجيهاتهم العلمية.

أتوجه بجزيل الشكر والامتنان لجميع أفراد طاقم مخبر الوراثة والكيمياء الحيوية والبيوتكنولوجيا النباتية بجامعة منتوري، وأخص بالذكر الأستاذ الدكتور دوادي خليفي، الذي منحني جميع التسهيلات لإجراء بعض الأعمال المخبرية الخاصة بالأطروحة.

شكري الخالص للأستاذ الدكتور حمانة بوزرزور على اقتراح نبات القرطم كمادة للدراسة خلال دردشة علمية، وكذا لمساعدته أياي في تدليل ما وجدته من صعوبة بخصوص التحليل الاحصائي لنتائج دراستنا.

لا يسعني إلا أن أتقدم بفائق الشكر والعرفان للأستاذ الدكتور سامي مصطفى محمد على استضافته الكريمة بالمركز القومي للبحوث، فبرفقته تدربت وأجريت كل الأعمال المخبرية وتحاليل العينات.

شكري الخالص للزميل الأستاذ الدكتور لياميـن مزجري على تشجيعاته المتواصلة ولمساته القيمة في قراءة وتحليل النتائج احصائيا.

لا يمكن أن أمضي دون إسداء الشكر للصديق السيد مراد لوادفل المدير السابق للمحطة الجهوية للمعهد الوطني لوقاية النباتات بقسنطينة، على تكرمه بأن رخص لنا إجراء تجربتنا الحقلية هناك.

و أخيرا وليس آخرا، موفور الشكر والمودة لكل من ساهم معي بصدق في إخراج هذا العمل إلى النور...

اهـــــــــداء

إلى روح والدي الكريمين أرفع بالدعاء:

"وقل ربي ارحمهما كما ربياني صغيرا"

ثم لزوجتي وابنتي أسماء وهديل ولجميع طلبتي أقول :

لكم مني كل القلب،

ومن قلبي كل الحب،

ومن حبي كل الصدق،

ومن صدقي كل الإخلاص...

الـفـهـرس

الفهرس i
لائحة المختصرات iv
لائحة الأشكال vi
لائحة الجداول viii
مقدمة 1

1- **فصل 1 : الدراسة النظرية** 5
1-1 الشجرة التطورية للنبتة 5
1-1-1 التصنيف 5
1-1-2 الموطن الأصلي 5
1-1-3 القرطم المزروع والأنواع الأقارب 7
2-1 بيولوجيا وزراعة النبتة 8
1-2-1 المقومات والملامح الأساسية للنبتة 8
2-2-1 جهاز التكاثر 10
3-1 الوضعية العالمية لانتاجية القرطم 11
4-1 استخدامات النبتة 13
1-4-1 شيء من التاريخ 13
2-4-1 استخدام النبتة كاملة 14
3-4-1 الأزهار 14
1-3-4-1 كملونات غذائية ومستحضرات التجميل 15
2-3-4-1 الصبغات 15
3-3-4-1 الميدان الطبي 15
1-3-3-4-1 الدراسات المخبرية 16
2-3-3-4-1 الاستخدام العيادي للنبتة 17
4-3-4-1 حبوب الطلع 19
4-4-1 البذور 19
1-4-4-1 بذور القرطم كغذاء للطيور 19
2-4-4-1 بذور القرطم كغذاء للإنسان 20
3-4-4-1 بذور القرطم في الطب 20
5-4-1 الزيت 20
6-4-1 الكسبة المتبقية (Meal) 22
7-4-1 القرطم كنبات تزييني 22
8-4-1 استخدامات أقارب القرطم البرية 23
5-1 وراثة النبتة 24
1-5-1 نوعية البذرة والزيت 24
2-5-1 وراثة الصفات والخصائص المرغوبة للنبتة 25
3-5-1 المقاومة للأمراض والآفات 27

1-5-4 الدراسات الوراثية و المقاومة للجفاف..... 28
1-4-5-1 مقاربات الهندسة الوراثية..... 28
2-4-5-1 الجينومية الوظيفية للمقاومة للجفاف.....28
6-1 بيوكيمياء اللبيدات النباتية..... 29
1-6-1 تركيب أنسجة أعضاء القرطم من الأحماض الدهنية..... 29
2-6-1 الحاجة للفهم الجيد لعمليات تنظيم الأيض اللبيدي..... 30
3-6-1 التخليق الحيوي للجليسريدات الثلاثية لدى النباتات..... 30
4-6-1 مستقبل دراسات بيوكيمياء القرطم.....32
2- **فصل 2 : مواد وطرق البحث**..... 34
1-2 المادة النباتية..... 34
2-2 الزراعة الحقلية..... 36
3-2 المعطيات المناخية..... 40
1-3-2 التساقط المطري..... 40
2-3-2 درجة الحرارة.....41
3-3-2 الرطوبة..... 42
4-2 طرق البحث..... 42
1-4-2 الصفات المورفولوجية والفينولوجية..... 42
1-1-4-2 موعد بلوغ مرحلة % 50 ازهار(DTF)(days) 42
2-1-4-2 طول النبتة (PHT) (cm)..... 43
2-4-2 مؤشرات الانتاجية (المردودية)..... 43
1-2-4-2 الكتلة الحيوية الهوائية (غ/نبتة)(BIO) 43
2-2-4-2 عدد التفرعات لكل نبتة (NRP) 44
3-2-4-2 عدد الرؤوس (النورات الزهرية) لكل نبتة (NHP) 44
4-2-4-2 عدد البذور لكل رأس (NSH) 44
5-2-4-2 عدد البذور بكل نبتة (NSP) 44
6-2-4-2 وزن مائة بذرة (HSW) (gm) 44
7-2-4-2 مؤشر المردودية (HI) (%) 44
8-2-4-2 نسبة محصول الزيت (%OY) 45
9-2-4-2 محصول البذور (gm/m^2) (SY) 45
10-2-4-2 محصول الزيت (gm/m^2) (OY) 45
3-4-2 طرق الدراسة البيوكيميائية..... 45
1-3-4-2 استخلاص الزيت (Fixed oil extraction) 45
2-3-4-2 عملية التصبن وفصل الجزء المتصبن وغير المتصبن من زيت البذور47
3-3-4-2 تحضير مشتقات مثيل استر الأحماض الدهنية الحرة (Methylation) . 49
4-4-2 الدراسة الإحصائية.....51
1-4-4-2 دراسة تحليل التباين (Anova) 51
2-4-4-2 تحليل المكونات الرئيسية (PCA) 51

3-4-4-2 تحليل التدرج العنقودي (تحليل شجرة القرابة) (Dendrogram) 52
3- **فصل 3 : النتائج والمناقشة**..... 53
3-1 الصفات المورفولوجية والفينولوجية..... 53
3-1-1 موعد بلوغ مرحلة % 50 ازهار (DTF)(days)..... 53
3-1-2 طول النبتة (PHT) (cm)..... 57
3-2 مؤشرات الانتاجية (المردودية)..... 58
3-2-1 الكتلة (الغلة) الحيوية الهوائية (BIO) (gm/plant)..... 58
3-2-2 عدد التفرعات لكل نبتة (NRP) 59
3-2-3 عدد الرؤوس (الأقراص) (النورات الزهرية) لكل نبتة (NHP) 61
3-2-4 عدد البذور لكل رأس (NSH) 63
3-2-5 عدد البذور لكل نبتة (NSP) 65
3-2-6 وزن مائة بذرة (gm) (HSW) 67
3-2-7 مؤشر دليل الحصاد (%) (HI) 69
3-2-8 نسبة الزيت في البذور (%OY) 70
3-2-9 محصول البذور (gm/m^2) (SY) ومحصول الزيت (gm/m^2) (OY) 72
3-3 دراسة مصفوفة الارتباط 75
3-4 شجرة القرابة (التدرج العنقودي) Dendrogram..... 79
3-5 تحليل المكونات الرئيسية (PCA)..... 82
3-5-1 دراسة المتغيرات (المؤشرات)..... 82
3-5-2 دراسة الأفراد (الأصناف)..... 84
3-6 الدراسة البيوكيميائية : مكونات زيت بذور القرطم من الأحماض الدهنية..... 88
الاستنتاجات والآفاق 95
الملخصات..... 98
المراجع..... 101
الملحقات
المقال العلمي

لائحة المختصرات

Abreviation	المقابل باللغة الأجنبية
ANOVA	Analysis of Variance
BIO	Biological Yield
ESTs	Expressed Sequence Tags
C16:0	Palmitic acid
C16:1	Palmitoleic acid
C16:3	Hexadecatrienoic acid
C18:0	Stearic acid
C18:1	Oleic acid
C18 :1	Elaidic acid
C18:2	Linoleic acid
C18:3, LNA	Linolenic acid
C20 :0	Arachidic acid
C22 :0	Behenic acid
DAG	DiAcylGlycerol
DNA	Deoxy riboNucleic Acid
DTF	Days to 50% Flowering
FA	Fatty acid
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GC/MS	Gas chromatography–mass spectrometry
HDL-C	High density lipoprotein-cholesterol
HI	Harvest Index
HO	High Oleic
HL	High Linoleic
HSW	Hundred Seeds Weight
ICARDA	International Center for Agricultural Research in the Dry Areas
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
LDL-C	Low density lipoprotein-cholesterol
LNA plants	Linolenic acid plants
LSD	Least Significant Difference
miRNA	microRNAs
NHP	Number of Heads (capitulums) per Plant
NRP	Number of Ramification per Plant
NSH	Number of Seeds per Head
NSP	Number of Seeds per Plant
OSI	Oil Stability Index
%OY	Percentage of Oil Yield
OY	Oil Yield

Abreviation	المقابل باللغة الأجنبية
PCA	Principal Component Analysis
PHT	Plant Hight
r	Correlation coefficient
RAPD	Random Amplification of Polymorphic DNA
RCBD	Randomized Complete Block Design
RT	Retention Time
SE	Standard Error
SD	Standard deviation
SY	Seed Yield
TAG	Tri Acyl Glycerol
WANA	Weast Asia and North Africa

لائحة الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
	فصل 1 : الدراسة النظرية	
01	أهم الخصائص المعتمدة للمقارنة بين أصناف القرطم في المناطق الزراعية السبع المختلفة (Knowles, 1969)	06
02	مقطع طولي لرأس زهري (Capitulum) قرطم كاملة النضج، حيث تبدو البذور محاطة بالبتلات (القنابات) (Mündel *et al.*, 1992)	09
03	رسم تخطيطي لأهم مراحل نمو القرطم (انبات : Emergence، الوريدة : Rosette، استطالة الساق: Elongation ، التفرع : Branching، الإزهار : Flowering، النضج : Mature (Mündel *et al.*, 1992)	10
04	جهاز تكاثر نبات القرطم *Carthamus tinctorius* L. (a): فرع حامل لنورة، (b): قرص (أنبوبي) زهري (floret) ، (c): أنبوب المئبر (به شق جانبي)، (d): ميسم، (e): بذرة (achene) (Drawing by R. Kilian *in* (Mündel *et al.*, 1992)	11
05	نسب إنتاج القرطم عبر قارات العالم (FAOSTAT, 2015)	13
06	صورة لبذور بيضا ء عادية (يمين) وبذور بيضاء مشعرة (يسار) (Mündel *et al.*, 1992)	26
07	المحتوى النسبي لأنسجة مختلف أجزاء نبات القرطم من الأحماض الدهنية الرئيسية (Guan *et al.*, 2014)	30
08	مخطط مفصل للتخليق الحيوي للجليسريدات الثلاثية (TAG) بالنباتات (Harwood and Guschina, 2013)	31
09	مخطط تحليل التحكم الأيضي ((Metabolic Control Analysis (MCA) للتخليق الحيوي للجليسريدات الثلاثية (TAG) بالنباتات (Harwood and Guschina, 2013)	32
	فصل 2 : مواد وطرق البحث	
10	الوثيقة المرفقة بعينات بذور أصناف القرطم المرسلة من جامعة واشنطن	35
11	خريطة توضح نقطة الموقع الجغرافي للتجربة الحقلية	36
12	نموذج المجاميع كاملة العشوائية (RCBD) المعتمد كمخطط لزراعة أصناف القرطم قيد الدراسة	37
13	صورة القطعة الزراعية التجريبية بعد عملية العزق (خلال الاسبوع الأول من شهر مارس)	38
14	صورة القطعة الزراعية التجريبية خلال مرحلة % 50 ازهار (خلال الأسبوع الأخير من شهر ماي)	39
15	صورة القطعة الزراعية التجريبية خلال مرحلة النضج الكامل (الأسبوع الأول من شهر أوت)	39
16	أعمدة مقارنة بين المعدلات الشهرية للتساقط المطري لمدينة قسنطينة والكميات المسجلة خلال موسم التجربة	41
17	أعمدة مقارنة بين المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة لمدينة قسنطينة والدرجات المسجلة خلال موسم التجربة	41
18	أعمدة مقارنة بين المعدلات الشهرية لنسبة الرطوبة لمدينة قسنطينة والنسب المسجلة خلال موسم التجربة	42
19	صورة لنبتة قرطم كاملة النضج	43
20	صورة لعينة (5 g) من بذور القرطم قبيل عملية الطحن	46
21	صورة لجهاز السوكسليت (Soxhlet) المستخدم في عمليتي استخلاص الزيت وتبخير المذيب العضوي لفصل جزئيه المتصبن وغير المتصبن	47
22	شكل 22 : صورة لعينات g 2 من زيت القرطم بكل دورق (Erlenmeyer) مذابة في ml 20 ايثانول معدة للبدء في عملية التصبن وفصل الجزء المتصبن وغير المتصبن	48
	فصل 3 : النتائج والمناقشة	
23	متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لمؤشر موعد بلوغ 50 % ازهار (days) (DTF) لدى أصناف القرطم التسعة. تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري.	56
24	متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لمؤشر طول النبتة- (cm) (PHT) لدى أصناف القرطم التسعة. تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري	58

25	متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لمؤشر الكتلة (الغلة) الحيوية الهوائية (gm/plant) (BIO) لدى أصناف القرطم التسعة. تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري	59
26	متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لمؤشر عدد التفرعات لكل نبتة (NRP) لدى أصناف القرطم التسعة. تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري	61
27	متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لمؤشر عدد الرؤوس (النورات الزهرية) لكل نبتة (NHP) لدى أصناف القرطم التسعة. تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري	63
28	متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لمؤشر عدد البذور لكل رأس (NSH) لدى أصناف القرطم التسعة. تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري	65
29	متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لمؤشر عدد البذور لكل نبتة (NSP) لدى أصناف القرطم التسعة. تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري	66
30	متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لمؤشر وزن مائة بذرة (gm) (HSW) لدى أصناف القرطم التسعة. تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري	68
31	متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لمؤشر دليل الحصاد (%) (HI) لدى أصناف القرطم التسعة. تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري	70
32	متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لنسبة محصول الزيت (%OY) لدى أصناف القرطم التسعة. تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري	72
33	متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لمحصول البذور (SY) (الأعمدة الداكنة) ومحصول الزيت (OY) (الأعمدة الفاتحة) مقدرين بـ (gm/m^2) لدى أصناف القرطم التسعة. تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري	74
34	مخطط تحليل التدرج العنقودي (Cluster analysis) (شجرة القرابة الوراثية - Dendrogram) للعلاقات الوراثية (Phylogenetic) بين أصناف القرطم التسعة باعتماد المؤشرات المورفوفينولوجية والإنتاجية المدروسة	80
35	حلقة معامل الارتباطات بين المتغيرات (المؤشرات) لدى الأفراد (أصناف القرطم التسعة) المدروسة في مستوى المحورين 1 و 2	84
36	تحليل الـ PCA لعلاقات القرابة الوراثية بين أصناف القرطم التسعة على المحورين 1 و 2 اعتمادا على المؤشرات المدروسة	85
37	تمثيل مشترك لأصناف القرطم التسعة والمؤشرات المدروسة على المحورين 1 و 2	87
38	كروماتوغرام مثيلات استر الأحماض الدهنية لعينة زيت بذور قرطم صنف Syprus	88
39	نسب الأحماض الدهنية الغالبة بزيت بذور أصناف القرطم التسعة	91
40	المحتوى النسبي لزيت بذور أصناف القرطم المدروسة من الأحماض الدهنية الرئيسية مقارنة بتلك الخاصة بدراسة (Guan *et al.*, 2014)	92

لائحة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
	فصل 1 : الدراسة النظرية	
01	تصنيف القرطم ضمن المملكة النباتية (Byng *et al.*, 2016)	05
02	إسم القرطم بلغات عالمية مختلفة (Dajue and Mündel, 1996)	07
03	أنواع القرطم بصيغها الصبغية و أماكن تواجدها (Singh and Nimbkar, 2007)	08
04	التراكيب الوراثية المحتملة لسلالات منتخبة من القرطم وما يقابل محتوى زيتها من الأحماض الدهنية الأساسية	25
	فصل 2 : المواد والطرق	
05	البلد المصدر وأسماء أصناف القرطم المدروسة	34
06	مقارنة متوسطات قيم المعطيات المناخية طويلة الأمد لمدينة قسنطينة مع تلك الخاصة بموقع التجربة خلال الموسم الزراعي 2007-2008	40
	فصل 3 : النتائج والمناقشة	
07	النتائج الاحصائية العامة للمتغيرات (الصفات) المدروسة	54
08	متوسطات القيم والانحراف المعياري للمؤشرات المدروسة لدى أصناف القرطم التسعة	55
09	مربعات قيم متوسطات تحليل التباين للمؤشرات المدروسة لدى أصناف القرطم التسعة	55
10	القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمؤشر موعد بلوغ 50 % ازهار (يوم) (DTF) لدى أصناف القرطم التسعة	56
11	القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمؤشر طول النبتة (PHT) - (cm) لدى أصناف القرطم التسعة	57
12	القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمؤشر الكتلة (الغلة) الحيوية الهوائية (gm/plant) (BIO) لدى أصناف القرطم التسعة	59
13	القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمؤشر عدد التفرعات لكل نبتة (NRP) لدى أصناف القرطم التسعة	60
14	القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمؤشر عدد الرؤوس (النورات الزهرية) لكل نبتة (NHP) لدى أصناف القرطم التسعة	62
15	القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمؤشر عدد البذور لكل رأس (NSH) لدى أصناف القرطم التسعة	64
16	القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمؤشر عدد البذور لكل نبتة (NSP) لدى أصناف القرطم التسعة	66
17	القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمؤشر وزن مائة بذرة (gm) (HSW) لدى أصناف القرطم التسعة	68
18	القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمؤشر دليل الحصاد (HI) (%) لدى أصناف القرطم التسعة	69
19	القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لنسبة محصول الزيت (%OY) لدى أصناف القرطم التسعة	71
20	القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمحصول البذور (SY) (gm/m^2) لدى أصناف القرطم التسعة	73
21	القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمحصول الزيت (OY) (gm/m^2) لدى أصناف القرطم التسعة	74
22	تصنيف المجموعات حسب تحليل Newman- keuls عند حد 5% اعتمادا على المحصول من البذور(SY)	75
23	مصفوفة معامل الارتباط لمختلف المؤشرات المدروسة ضمن أصناف القرطم التسعة	76
24	مصفوفة معامل الارتباط لمؤشري محصول الزيت (OY) ومحصول البذور (SY) مع مختلف المؤشرات المدروسة ضمن أصناف القرطم التسعة	78
25	توزيع أصناف القرطم التسعة حسب المجموعات وتحت المجموعات في شجرة القرابة	81
26	فاعلية المتغيرات (المؤشرات) على المحاور الثلاث	83
27	فاعلية الأفراد (الأصناف) على المحورين الرئيسيين 1 و 2	86
28	زمن خروج (RT) و مساحة (Area) مركبات استرات الأحماض الدهنية الغالبة لدى صنف Syprus	89
29	نسب الأحماض الدهنية الغالبة بزيت بذور أصناف القرطم التسعة مرفوقة بقيم محصولي البذور و الزيت	90

المقدمة

المقدمة

يصنف نبات القرطم (العصفر) (Safflower) (*Carthamus tinctorius* L.) ضمن العائلة النجمية أو المركبة (Compositae = Asteraceae)، ويزرع أساسا لغرض استخدام بذوره كمصدر للزيت أو كغذاء للطيور، أما بتلات أزهاره فتستخدم كتوابل (بديل للزعفران) أو ملونات غذائية أو كمصدر لأصبغة القرطمين (Carthamine) والقرطميدين(Carthamidine) أو في ميدان العلاج الطبي (Uher, 2005). و قد امتد نطاق استخدام القرطم كنبتة تزيينية لما عرفته أبحاث التحسين الوراثي من تقدم، خصوصا تلك التي استهدفت الحصول على أصناف قرطم قليلة أو عديمة الشوك وكذا أصناف ذات بتلات أزهار زاهية الألوان (Bradley *et al.*, 1999 ; Pahlavani et *al.*, 2004 ; Golkar *et al.*, 2010) ، وقد يكون هذا الاستخدام مستوحى من عادات شعب مصر القديمة التي استعملت النبتة في شكل أكاليل أو باقات من الزهور في الجنائز (Yau, 2003)، كما تستخدم نخالة بذوره (بقايا بذوره بعد استخلاص الزيت) كعلف جد مرغوب للحيوانات بحكم احتوائها على كمية معتبرة من البروتينات (Pavlov and Todorov,1996). ولا ننسى أن القرطم قد ضم مؤخرا إلى مجموع النباتات المستخدمة حديثا كمصادر في انتاج الوقود الحيوي و الهيدروكربونات (Dordas and Sioulas, 2009).

للقرطم أهمية بيئية ملفتة، فقد وجد Yaun and Ryan (2010) أنه يمكن ادراجه في الدورة الزراعية بعد محصول حبوب تم تسميده بالآزوت، ومن حيث امتلاكه لجذور عميقة فإنه يقوم بامتصاص السماد المتبقي في الطبقات العميقة من التربة مانعا بذلك ذوبانه ووصوله إلى المياه الجوفية.

والاعتقاد الغالب هو الأصل الجنوب آسيوي للنبتة، وقد استزرعت خلال عهد ما قبل التاريخ بكل من الصين، الهند، بلاد فارس ومصر. ثم انتشرت خلال العصور الوسطى لتزرع بكل من ايطاليا، فرنسا واسبانيا، ثم تنقلها سفن الاسبان عبر الأطلسي لتصل إلى المكسيك ثم فنزويلا وكولومبيا (Elias *et al.*, 2002).

و مصطلح *Carthamus* هو المرادف اللاتيني للمصطلح العربي قرطم (*quartum*) أو (*gurtum*)، واللذين يشيران إلى الصباغ المستخلص من أزهار النبتة. أما المصطلح الانجليزي *safflower* فقد يكون مستنبطا من أشكال الكتابة المختلفة لكل من (*usfar, affore, asfiore* , and *saffiore*) (Singh and Nimbkar, 2007).

أجريت أولى الدراسات والأبحاث الخاصة بنبات القرطم بمحطات التجارب للعديد من محافظات الولايات المتحدة الأمريكية ابتداءا من سنة 1899. وخلال سنوات منتصف وأواخر القرن 20 كان للعالم

Knowles P. F. (1919 - 1990) الدور الرئيسي في إدخال القرطم كمحصول أساسي بولاية كاليفورنيا، وقد حاز تقدير واعتراف كل المهتمين بأبحاث النبتة حتى لقب عالميا بـ:"أب القرطم " World's renowned scientist and father of safflower " (McGuire *et al.*, 2012).

وخلال الخمسين سنة الأخيرة انكب الاهتمام باستغلال بذوره لاستخلاص الزيت، ومنه فالحاجة ماسة لاتخاذ التدابير والاسراع في استغلال أي نوع من المحاصيل ـ والتي يعد القرطم أحدها ـ التي من شأنها أن تسد النقص المسجل في الزيوت النباتية، وخصوصا وأن النبات قد أبدى تأقلما جيدا مع الظروف المناخية لحوض البحر المتوسط (Pourdad and Mohammadi, 2008)، وبالتالي تقليص فاتورة الاستيراد.

أدت الزيادة في الاستهلاك الغذائي العالمي للزيوت، وكذا الزيادة في استخدامها كمصدر للوقود الحيوي إلى ارتفاع أسعار زيوت محاصيل الكانولا، الكولزا، الصويا وعباد الشمس (Mailer *et al.*, 2008). وقدر الانتاج العالمي من محاصيل البذور الزيتية سنة 2011 بـ 100 مليار كلغ من الزيت (http://www.soystats.com/) بقيمة مالية بلغت 120 مليار دولار (http://lipidlibrary.aocs.org/market/prices.htm). وحسب احصائيات سنة 2014، فإن النباتات الزيتية تغطي 231 مليون هكتار من المساحات المزروعة عبر العالم، وتم انتاج 536 مليون طن من البذور الزيتية و176 مليون طن من الزيت الخام، منها 64% عبارة عن زيت النخيل والصويا (Ozturk, 2016). كما تتوقع الاحصائيات تضاعف مقدار الاستهلاك العالمي للزيوت النباتية بحلول سنة 2040 (http://www.fao.org/docrep/005/y4252e/y4252e05c.htm).

تستحوذ قارتي أمريكا وآسيا على 93% من الانتاج العالمي للقرطم، والذي بلغ 867659 طن سنة 2014 بزيادة سنوية تقدر بـ 5,6%. كما نسجل جهود كبيرة لاستزراع النبات بمناطق أخرى وخصوصا بأستراليا وافريقيا (FAOSTAT, 2015).

تعتبر منطقة غرب آسيا و شمال افريقيا (WANA) من أكثر دول العالم عجزا في انتاج الزيوت النباتية، وهي تستنفذ احتياطا ماليا ضخما في استيراد هذه المادة الحيوية لسد حاجة سكانها منها، والتي تستخدم في مجالات الغذاء، والصناعة والصيدلة (Yau, 2003). وحسب Dronne (1996) فإن المواطن الجزائري يستهلك كمية 16.06 كلغ من الزيوت النباتية سنويا، بينما لا يغطي الإنتاج المحلي منها سوى 6% فقط.

يعتبر عاملي الجفاف والملوحة من أكبر المجهدات غير الحية (Abiotic stess) من حيث التأثير السلبي المحد للانتاج النباتي. ويتوقع أن يتفاقم مشكل الجفاف أكثر ليس فقط بفعل نذرة التساقط وزيادة مساحات

التصحر، وإنما أيضا بفعل زيادة نسبة التبخر بفعل احترار الكرة الأرضية (Zraibi *et al.*, 2012 ; Hussain *et al.*, 2016).

يمتلك نبات القرطم قدرة كبيرة على إستخدام وامتصاص مياه أعماق التربة انطلاقا من امتلاكه جذورا وتدية ضخمة قد يصل إمتدادها إلى عمق 2.2م. كما له القدرة على التخفيف من شدة عملية النتح (فقد الماء) بحكم تحور أوراقه إلى الشكل الشوكي (Dajue and Mündel, 1996).

وبحكم تأقلمه الجيد مع الظروف المناخية القاسية مثل درجات الحرارة العالية والجفاف، وكذا ملوحة الأراضي، فإن زراعة القرطم يمكنها أن تمتد لتشمل مساحات واسعة عبر العالم محتلة بذلك ومستبدلة العديد من المحاصيل التي استأنسها الإنسان منذ القدم (Yermanos *et al.*, 1964 ; Weiss, 2000). لذلك فإنه من الأهداف الأساسية المسطرة من خلال هذه الدراسة هو بحث محصول النبتة من البذور والمردودية من الزيت تحت الظروف المناخية المميزة لمنطقة الشمال الشرقي للجزائر المميزة بالمناخ المتوسطي شبه الجاف، وكذا تسطير برامج للتحسين الوراثي المبنية على التربية والتهجين لغرض الحصول على أصناف أكثر انتاجية واستدامة مع الظروف البيئية والمناخية السائدة.

ونجد الحاجة جد ماسة لدراسة وفهم الميكانيزمات الفيسيولوجية والجزيئية، وكذا الأسس الوراثية لمقاومة الاجهادات البيئية (ومنها الجفاف)، وذلك لغرض تطوير وتحسين سلالات القرطم وفق استراتجيات تهدف أساسا إلى الرفع من الانتاج الكمي و النوعي للنبتة (Hussain *et al.*, 2016).

تعتبر طريقة التقييم المورفولوجي من الطرق الشائعة والبسيطة المستخدمة في دراسة وتقييم التنوع الوراثي وبرامج تربية النبات. فعلى الرغم من كون المواصفات المورفولوجية تخضع لقوانين الوراثة الكمية (Quantitative Genetics)، وهي بذلك متأثرة بالبيئة وتتحكم فيها جينات ذات تأثير مختلف مثل حالات التفوق الوراثي والأثر المتعدد للجينات (Pleiotropic and epistatic genes) (Van Beuningen and Busch, 1997)، إلا أن ذلك لم يمنع من استخدامها بشكل واسع في دراسات تقييم التنوع الوراثي و تحسين الأصناف.

يعتبر تركيب الزيوت النباتية من الصفات النوعية الأساسية في الدراسات المتعلقة بالمحاصيل الزيتية التي تعتبر مصدرا رئيسيا للبروتينات واللبيدات (Wilson, 2004)، كما تكمن القيمة التجارية للزيوت النباتية على الخصوص في تركيبها من الأحماض الدهنيه، ويتحكم في هذا الأخير العديد من العوامل مثل التركيب الوراثي للصنف والظروف البيئية (Mailer *et al.*, 2008; Alsurmi *et al.*, 2016). وقد اعتبر القرطم محصولا زيتيا نموذجيا من حيث امتلاكه لتنوع كبير في نسب الأحماض الدهنية المكونة لزيت بذوره (Knowles, 1989).

تهدف الدراسة إلى تقييم أداء تسعة أصناف وراثية من القرطم متباينة الأصول والمناطق الجغرافية تحت ظروف الزراعة الحقلية المميزة للمناخ المتوسطي، اعتماداً على بعض الصفات الشكلية والفيزيولوجية والانتاجية. ومن منطلق الاستغلال الأمثل للأصول الوراثية، فإن الأمر يتطلب معرفة تفصيلية لها من خلال تحديد مواصفاتها الوراثية والزراعية المظهرية.

ومن الأهداف التي نسعى لتحقيقها من خلال هذه الدراسة :

ـ التوصيف الفينولوجي والمورفولوجي لأصناف القرطم التسعة ذات الأصول الوراثية المختلفة من خلال دراسة العديد من المؤشرات،

ـ دراسة العلاقات الوراثية فيما بين الأصناف التسعة اعتمادا على مؤشرات مورفوفينولوجية ومكونات المردود،

ـ دراسة علاقات الارتباط بين المؤشرات المدروسة وبيان مدى اسهام كل منها في تحديد كمية المحصول،

ـ دراسة مدى التباين المسجل فيما بين الأصناف من حيث كم و نوع الأحماض الدهنية الداخلة في تركيب زيت بذورها تحت ظروف المناخ المتوسطي.

فصل 1:
الدراسة النظرية

فصل 1 : الدراسة النظرية

1-1- الشجرة التطورية للنبتة

1-1-1- التصنيف

يعتبر القرطم (*Carthamus tinctorius* L.) محصول زيتي ثنائي الصيغة الصبغية (2n=2×=24)، ويتبع عائلة Asteraceae. ومصطلح Carthamus هو المصطلح اللاتيني للكلمة العربية **قرطم** والتي تشير إلى ألوان الصبغات المستخلصة من الأزهار (Singh and Nimbkar, 2007). ويمكن اختصار الشجرة التصنيفية لنوع نبات القرطم حسب تحديث 2016 لهيئة The Angiosperm Phylogeny Group وفق الجدول الموالي:

جدول 01 : تصنيف القرطم ضمن المملكة النباتية (Byng *et al.*, 2016)

Kingdom	Plantae
Subkingdom	Embryophyta
Clade	Angiosperms (Magnoliophyta)
Clade	Eudicots
Clade	Superasterids
Clade	Asterids
Clade	Campanulids
Order	Asterales
Family	Asteraceae
Genus	Carthamus L.
Species	*Carthamus tinctorius* L.

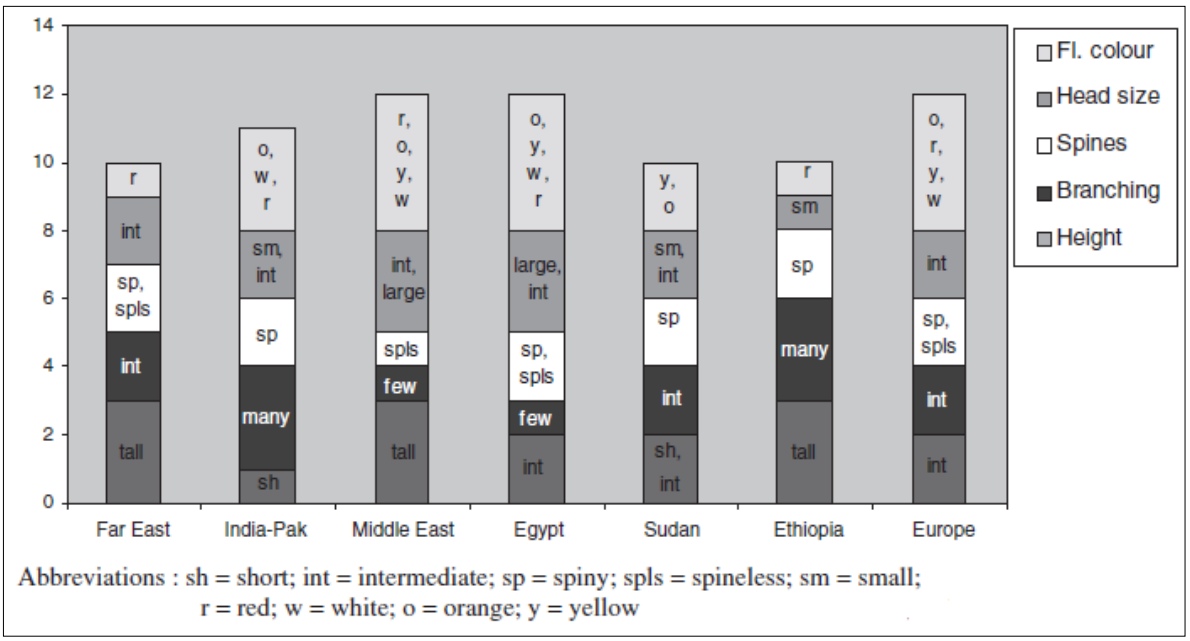
1-1-2- الموطن الأصلي

يتبع جنس *Carthamus* 24 نوعا، فيما يعتبر *C. tinctorius* النوع الوحيد المستزرع. وقد اقترح Vavilov (1951) ثلاث مناطق أساسية لتاريخ استزراع القرطم، هي الهند المميزة بقدم تاريخها في استزراع المحصول، وأفغانستان واثيوبيا حيث تسود الأنواع البرية. فيما ذهب كل من Ashri and Knowles (1960) و Hanelt (1961) إلى القول بأن الشرق الأدنى (Near East) هو الموطن الأصلي للقرطم، وقد بني هذا الافتراض على أساس التشابه الوثيق للنوع المنزرع *Carthamus tinctorius* مع النوعين البريين ذوي القرابة الوثيقة : *C. flavescens* المنتشر بكل من

تركيا، سوريا و لبنان، و النوع *C. palaestinus* المنتشر بالمناطق الصحراوية لغرب العراق وجنوب فلسطين.

أما Knowles (1969) فقد أحصى سبعة مناطق مختلفة لزراعة المحصول (شكل 01)، و هي :

1) الشرق الأقصى (Vavilov's center I — Chinese) : و يشمل بلدان الصين، اليابان وكوريا.
2) منطقة الهند- باكستان (Vavilov's center II — India) : و تشمل بلدان الهند، باكستان وبنغلاديش.
3) الشرق الأوسط (Vavilov's centers III and IV — Central Asiatic and Near Eastern): و تمتد من أفغانستان إلى تركيا ومن جنوب روسيا إلى المحيط الهندي.
4) مصر (Vavilov's center V — Mediterranean) : حول ضفاف شمال نهر النيل لأسوان.
5) السودان (The southern reach of Vavilov's center V) : وتشمل منطقة ضفاف نهر النيل المحصورة بين شمال السودان وجنوب مصر.
6) اثيوبيا (Vavilov's center VI — Ethiopian)
7) أوربا (Western portion of Vavilov's center V) : وتشمل بلدان اسبانيا، البرتغال، فرنسا، ايطاليا، رومانيا، المغرب والجزائر.



شكل 01 : أهم الخصائص المعتمدة للمقارنة بين أصناف القرطم في المناطق الزراعية السبع المختلفة (Knowles, 1969)

وبحكم الانتشار الواسع للنبتة عبر ربوع الكرة الأرضية فقد أطلقت عليها العديد من التسميات، والتي يمكن اجمالها ضمن جدول 02 الموالي :

جدول 02 : إسم القرطم بلغات عالمية مختلفة (Dajue and Mündel, 1996)

البلد	الإسم الشائع للقرطم
أفغانستان	Muswar, Maswarah, Kajireh, Kariza
الدول العربية	قرطم، عصفر (Qurtum, Gurtum, Osfur, Kurtum, Usfar)
بنغلاديش	Kusum, Kusumppuli
الصين	Honghua,Grass safflower, Compositae safflower, Huai safflower, Chuan safflower, Du safflower
اثيوبيا	Suff
فرنسا	Carthame
ألمانيا	Saflor, Färberdistel
الهند	Jafran,Kusumba,Kusumbo, Chavan,Kusum Karrah, Kusuma, Kusumbe, Kusume, Hubulkhurtum, Kardai, Kardi, Kasumba, Pavari, Sendurakam,Kushumba
ايران	Golbar aftab, Koshe or Kousheh, Kafsha or Kafshe, Kajireh, Golzardu, Kajena goli, Khardam,Khasdonah, Laba torbak, Zafaran-Golu
ايطاليا	Cartama
اليابان	Benibana
أمريكا اللاتينية	Cartamó, Azafrancillo
باكستان	Kusumba
اسبانيا	Alazor, Azafran romí
تركيا	Aspir, Dikken, Kazhira, Cnicus, Cnecus, Cnikos, Onicus

1-1-3- القرطم المزروع والأنواع الأقارب

أدت الدراسات التي أجراها كل من Imrie and Knowles (1970) و(1970) Khidir and Knowles إلى الإقتراح أن النوع *Carthamus palaestinus* المقتصر وجوده على جنوب فلسطين وغرب العراق (Zeven and Zhukovsky, 1975) والمتميز ببتلاته البيضاء والصفراء اللون هو السلف للنوعين *C. oxyacanthus* و *C. persicus*، والأنواع الثلاثة تعتبر آباء النوع المنزرع *C. tinctorius* L. (Ashri and Knowles, 1960). وجميع الأنواع الأربعة لها نفس المعادلة الجينومية BB والصيغة الصبغية 2n=24. كما أن التهجين بين أي نوعين منها يعطينا هجنا خصبة (Knowles, 1959).

هناك 25 نوعا تتبع جنس *Carthamus*، ولا يزرع من ضمنها سوى *C. tinctorius* ذو الصيغة الصبغية 2n = 24 (Singh and Nimbkar, 2007).

وتجدر الإشارة إلى أنه توجد أنواعا عديدة من القرطم، حيث أمكن تجميعها ضمن الجدول التالي:

جدول 03 : أنواع القرطم بصيغها الصبغية وأماكن تواجدها (Singh and Nimbkar, 2007)

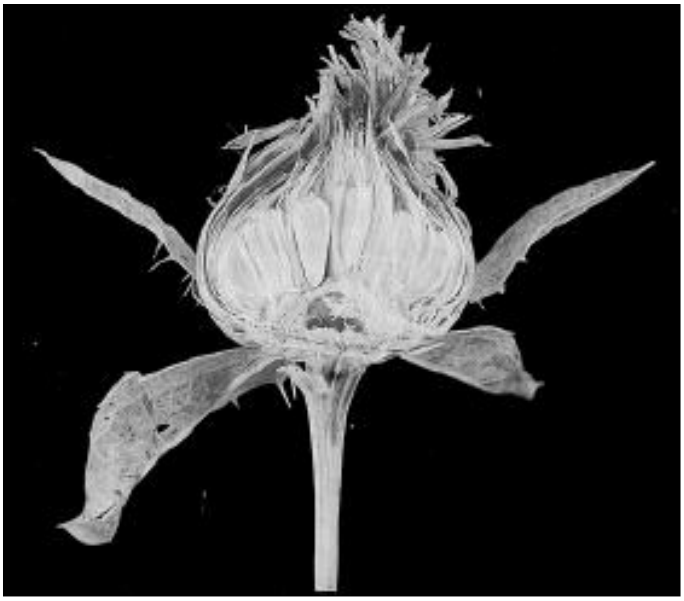
النوع	الصيغة الصبغية	المعادلة الجينومية	مكان التواجد
Carthamus arborescens L.	2n=24		اسبانيا و شمال افريقيا
Carthamus riphaeus	2n=24		منطقة محصورة من شمال المملكة المغربية
Carthamus nitidus	2n=24		
C. boissieri	2n=20	A1A1	
C. dentatus	2n=20	A1A1	
C. glaucus	2n=20	AA or AA/A3A3	شرق وشمال المتوسطي، منطقة القوقاز، سوريا، تركيا و ايران، فلسطين و الأردن.
C. leucocaulos Sm.	2n=20	A2A2	
C. tenuis	2n=20		
C. divaricatus	2n=22		منطقة محصورة بليبيا
Carthamus lanatus L.	2n=44	A1A1B1B1	البرتغال، اسبانيا، المملكة المغربية، اليونان و تركيا
C. creticus L.	2n=64	A1A1B1B1A2A2	شرق المتوسط، شمال افريقيا و اسبانيا
C. turkestanicus M.	2n=64	A1A1B1B1AA	غرب آسيا، شرق كشمير واثيوبيا
Carthamus leucocaulos	2n=20	A2A2	

2-1- بيولوجيا وزراعة النبتة

1-2-1- المقومات والملامح الأساسية للنبتة

ينتمي القرطم (*Carthamus tinctorius* L.) إلى العائلة المركبة (Compositae=Asteraceae)، وقد يعود سلفا إلى *Thistle-like* (Chardon vulgaire). ويعتبر النبتة المثالية لأراضي الفيافي والهضاب العليا شبه الجافة، حيث يقاوم بكفاءة ظروف البرودة المميزة لفترة نموه الأولى وكذا ظروف الجفاف التي تخيم على الفترة أو المرحلة النهائية (Frick *et al.*, 2005).

يمكن وصف القرطم بأنه نبات حولي عشبي كثيف ومدغل، يتراوح طول ساقه بين 0.30 و 1.30 متر عند النضج الكامل، به أفرعا عديدة، والتي تصنف كأفرع أولية أو ثانوية أو ثالثية، وتنتهي كلها برؤوس زهرية تعرف بالكابيتيلوم (Capitulum) (شكل 02)، والتي تحوي عددا من البذور يتراوح بين 20 و100 حبة. تطوق السيقان وأفرع النبتة بأوراق بها أشواك (Armah-Agyeman *et al.*, 2002).



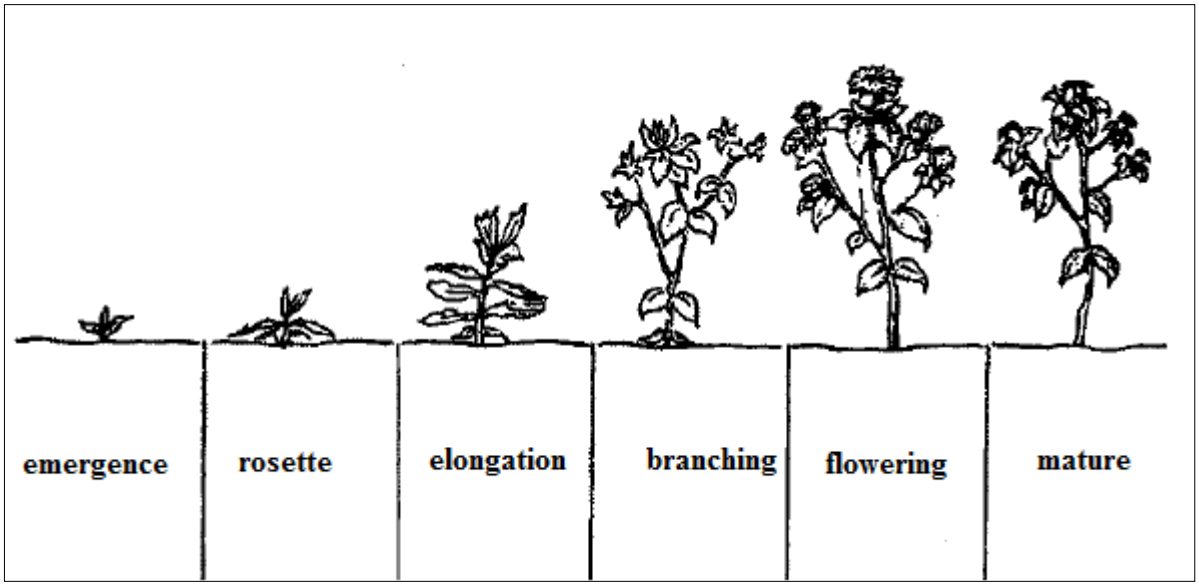
شكل 02 : مقطع طولي لرأس زهري (Capitulum) كاملة النضج لنبات القرطم، حيث تبدو البذور محاطة بالبتلات (القنابات) (Mündel *et al.*, 1992)

يزرع القرطم أساسا بالأراضي الجافة كمحصول زيتي، وينتج بذورا (Achenes) صافية اللون، رمادية، رمادية مخططة، أو سوداء، ذات ملمس مصقولة، و لها أربعة أوجه، تزن الواحدة منها بين 0.01 و 0.1 غرام، كما قد تنعدم بها أوتمتلك الزوائد الشعرية (Pappus)، ولها غلاف ثمري ثخين.

يكون نمو النبتة بعد الإنبات بطيئا، حيث تنشأ العديد من الأوراق عند قاعدة الساق خلال هذه المرحلة (مرحلة Rosette) التي تمتد من 20 إلى 35 يوما. وبعدها تستطيل الساق بسرعة (مرحلة الاستطالة Elongation) وتنشأ الأفرع بوفرة (مرحلة التفرع Branching) (شكل 03).

قد تخرج الأفرع من الساق بزاوية ضيقة (°30>) أو بشكل منبسط (°75)، وتتحكم في هذه الخاصية الظروف البيئية والتركيب الوراثي للنبتة (Fernandez-Martinez and Dominguez-Gimenez, 1987). يمتلك القرطم جذرا وتديا رئيسيا يمتد في المتوسط إلى 0,5 متر داخل التربة، وقد يتعدى طوله طول الساق وذلك حسب طبيعة التربة الفيزيائية ودرجة رطوبتها، مما يسمح للنبتة من الاستفادة من كمية أوفر من الماء والأملاح المعدنية مقارنه ببقية المحاصيل، وهو ما يجعلها الأمثل للمناطق الجافة وشبه الجافة. كما أنه لا يحتاج لعمليات خدمة كثيرة للأرض ولا إلى كميات كبيرة من الأسمدة.

تستغرق مرحلة الإزهار (Flowering) شهرا كاملا، حيث تزهر الرؤوس المحمولة على الأفرع الأولية، تليها رؤوس الأفرع الثانوية ثم الثالثية. ويبدأ الإزهار على مستوى الرأس من المحيط باتجاه المركز على مدى 3-5 أيام. والشكل رقم 03 الموالي يختصر أهم مراحل نمو النبات.



شكل 03 : رسم تخطيطي لأهم مراحل نمو القرطم (انبات : Emergence، الوريدة : Rosette، استطالة الساق: Elongation ، التفرع : Branching، الإزهار : Flowering، النضج : Mature (Mündel *et al.*, 1992)

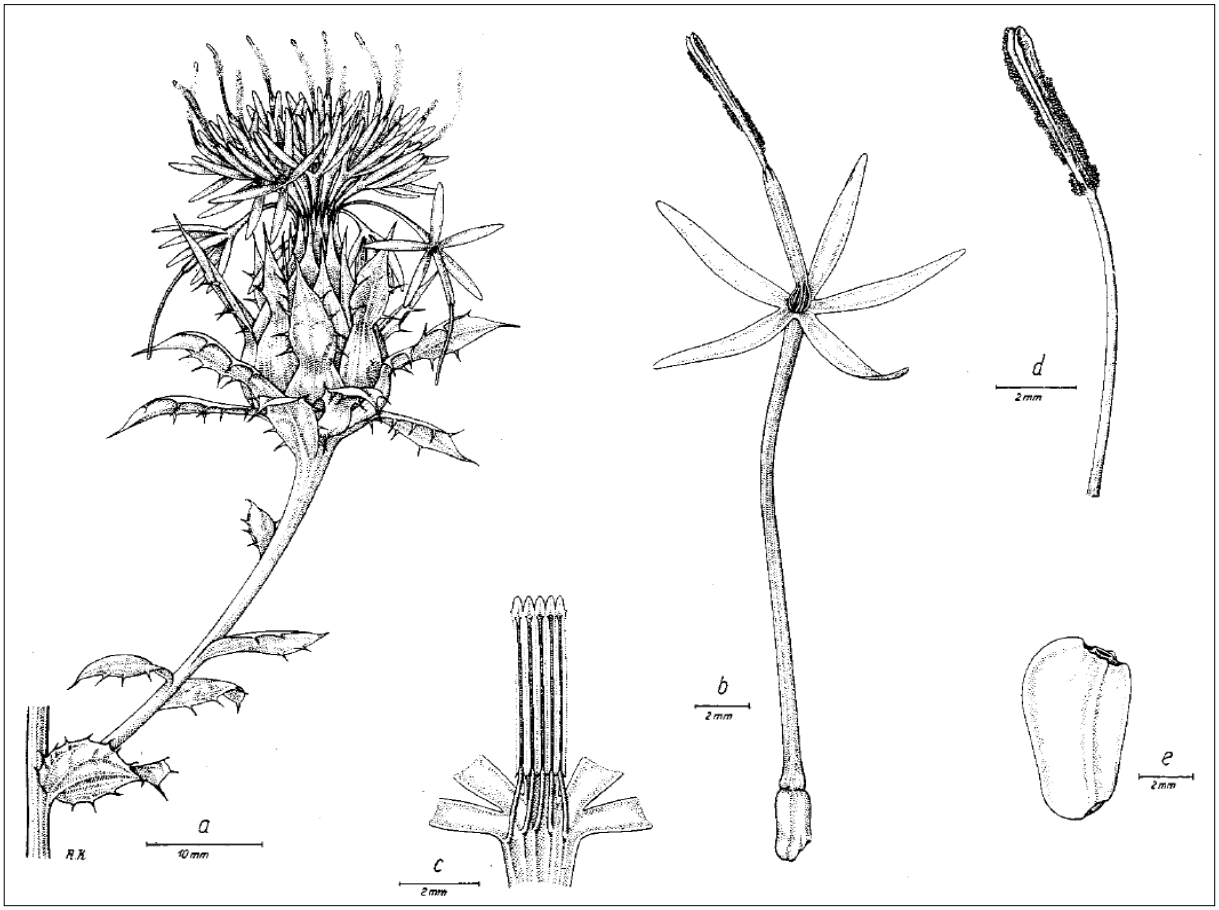
أما لون الأزهار فيمكن وصفه في أربعة مجاميع:

1) أصفر عند الإزهار، يتحول إلى الأحمر عند نضج وجفاف النبتة (Y-R) وهي المجموعة السائدة،
2) أصفر عند الإزهار، يتحول إلى الأصفر عند نضج وجفاف النبتة (Y -Y)،
3) برتقالي عند الإزهار، يتحول إلى الأحمر القان عند نضج وجفاف النبتة (O-dark R)،
4) أبيض عند الإزهار، يتحول إلى الأبيض عند نضج وجفاف النبتة (W-W)،

تبلغ نبتة القرطم مرحلة النضج بعد 30-35 يوما بعد مرحلة الإزهار الكامل (100 % flowering).

1-2-2- جهاز التكاثر

يتكون نبات القرطم من نورة مركبة (Capitula)، والتي تحتوي من 20 إلى 250 زهرة (شكل 04). تحاط الأزهار بالسبلات بشكل دائري، وتتكون الزهرة من 5 بتلات (6,5-8,5 mm طولا للفص الواحد) ملتحمة بأنبوب التويج (1,8-3 cmطولا) والذي يرتبط بواسطة قاعدته بمبيض سفلي. ترتبط الخمس مآبر الملتحمة بأنبوب التويج لتحيط بكل من القلم والميسم. يتطور المبيض السفلي لكل زهرة إلى ثمرة في شكل بذرة بسيطة ذات فلقتين غالبا ما يصطلح عليها بالبذرة (Achene).



شكل 04 : جهاز تكاثر نبات القرطم *Carthamus tinctorius* L. (a): فرع حامل لنورة، (b): قرص (أنبوبي) زهري (floret) ، (c): أنبوب المئبر (به شق جانبي)، (d): ميسم، (e): بذرة (achene)
(Drawing by R. Kilian *in* (Mündel *et al.*, 1992)

تتخذ حبوب الطلع اللون الأصفر. ويحدث التأبير حينما ينتأ كل من القلم والميسم عبر أنبوب المئبر الملتحم. والنبتة في عمومها ذاتية التلقيح، وتتراوح نسبة التلقيح الخارجي في الأصناف الهندية بين 0 - 59% (Patil *et al.*, 1994). وغالبا ما تنقل حبوب طلع القرطم عن طريق الحشرات وليس بالرياح، إذ كثيرا ما تتردد حشرات نحل العسل على أزهار القرطم لغرض جمع حبوب الطلع والرحيق.

3-1- الوضعية العالمية لانتاجية القرطم

زرع القرطم قديما من الصين شرقا إلى منطقة البحر المتوسط غربا، وعبر حوض النيل من مصر إلى اثيوبيا (Weiss, 1971). وهو ينتج تجاريا بكل من الهند، الولايات المتحدة الأمريكية، المكسيك، اثيوبيا، كازخستان، استراليا، الأرجنتين، أزبكستان، الصين، روسيا الفدرالية، باكستان، اسبانيا، تركيا، كندا، ايران و اسرائيل.

ارتفع الانتاج العالمي لبذور القرطم من 487 ألف طن سنة 1965 إلى 1007 ألف طن سنة 1975 لينخفض إلى 921 ألف طن سنة 1985. واعتبرت المكسيك أكبر البلدان المنتجة للقرطم إلى غاية 1980،

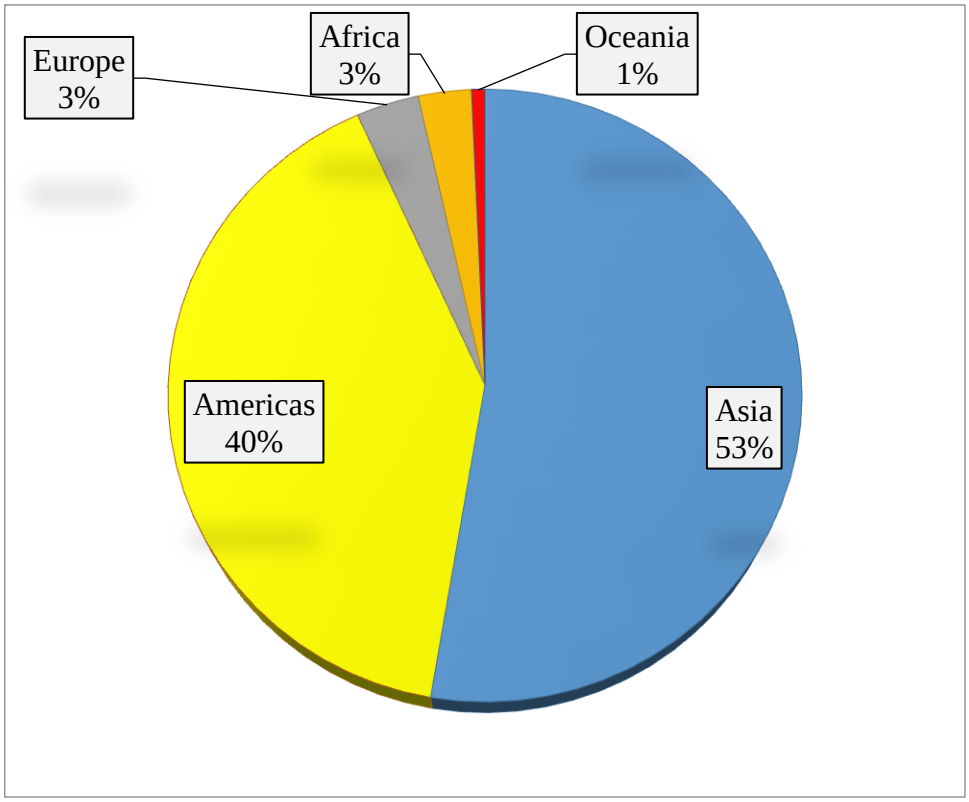
حيث يزرع بها في مساحة 528 ألف هكتار وقدر انتاجها سنة 1980 بـ 600 ألف طن، وما لبث أن انخفض كل من الانتاج والمساحة المخصصة للمحصول بهذا البلد ليصل إلى % 10 مما كانت عليه سنة 1980 (Cervantes-Martinez, 2001).

بدأت الولايات المتحدة الامريكية في الانتاج التجاري للقرطم خلال خمسينيات القرن الماضي، حيث زرع بكل من كاليفورنيا، نبراسكا، أريزونا ومونتانا، لتصل المساحة المزروعة إلى 175 ألف هكتار (Esendal, 2001).

تحتل زراعة القرطم بالصين مساحة تقدر بين 35 ألف إلى 55 ألف هكتار، تنتج من 50 ألف إلى 80ألف طن من البذور سنويا. و تستولي محافظة Xinjiang على % 80 من الانتاج الصيني للمحصول (Zhaomu and Lijie, 2001).

واعتبرت الهند سنة 2005 أكبر البلدان المنتجة للقرطم في العالم بمساحة اجمالية تقدر بـ 387 ألف وانتاج 154 ألف طن، متبوعة بكل من الولايات المتحدة الأمريكية، المكسيك والصين (Anonymous, 2004–2005).

سجلت زيادة ملحوظة خلال السنوات القليلة الماضية على مستوى كل من الانتاج العالمي للقرطم وكذا المساحة المخصصة لاستزراع المحصول التي قدرت بنسبة 5% سنويا، كما بلغ متوسط مردود الهكتار الواحد من بذور المحصول $872\ kg\ ha^{-1}$ بزيادة سنوية تقدر بنسبة % 1 فقط.
تستحوذ قارتي أمريكا وآسيا على % 93 من الانتاج العالمي للقرطم، والذي بلغ 868 ألف طن سنة 2014 بزيادة سنوية تقدر بـ 5,6%. ويزرع المحصول في أكثر من 60 دولة عبر العالم، فيما تعد كل من الهند، كازخستان، المكسيك، الولايات المتحدة الأمريكية والأرجنتين البلدان الرائدة في انتاج المحصول، كما نسجل جهود كبيرة لاستزراع النبات بمناطق أخرى وخصوصا بأستراليا وافريقيا (شكل 05) (FAOSTAT, 2015).



شكل 05 : نسب انتاج القرطم عبر قارات العالم (FAOSTAT, 2015)

1-4- استخدامات النبتة

1-4-1- شيء من التاريخ

استخدمت في مصر القديمة الصبغات المستخلصة من بتلات القرطم في تلوين القطن والحرير، كما استعملت كدهانات في المراسيم الدينية وفي دهن المومياوات قبل ربطها. كما عثر على بذور وكذا باقات وأكاليل زهرية للنبات مع جثامين مومياوات تعود إلى 4000 سنة (Weiss, 1971). كما استعمل المصريين القدامى كذلك زيت بذور القرطم كمرهم وفي الإنارة. وبمجيء القرن الـ 18 استخدمت الصبغات المستخلصة من بتلات أصناف القرطم المصرية في كل من ايطاليا وفرنسا وبريطانيا في تلوين الأجبان وكنكهات للنقانق.

وبحسب Weiss (1971)، فإن نبات القرطم استخدم في كل من الشرق الأوسط والهند وافريقيا كمسهل لطيف للأمعاء (alexipharmic) وترياق (antidote)، واستخدم زيته على الخصوص في علاج الرشح والحمى. أما بتلات أزهاره فقد استعملت بكثرة كنكهات وملونات للحساء وأطباق الأرز وكملونات للألبسة وكإضافات لجرعات الدواء أو مراهم.

و يذكر كذلك Chavan (1961) أن موسى (Mesua) (أحد الصيادلة العرب) كان قد قارن من خلال رسوماته خلال القرن الـ 10 بين النبتة المحلية المحيطة ببغداد وتلك المنتشرة بالهند.

و إذا كانت منتجات القرطم من مستخلصات البتلات والزيت نادرا ما توصف كعلاج في أوروبا (Weiss 1983)، فإنها في اليابان تعطى بالتفاصيل الدقيقة (Weiss, 1971).

استخدمت الأصبغة المستخلصة من بتلات القرطم في الصناعات النسيجية بكل من أوروبا الشرقية، الشرق الأوسط وشبه القارة الهندية. كما استخدمت صبغة القرطمين بشكل واسع إلى غاية القرن الـ 19 حيث بدأ توفر أصبغة الأنيلين الرخيصة الثمن.

وجاء في بعض المؤلفات العبرية التي تعود إلى القرن الثاني قبل الميلاد وصف استخدام أقراص صبغة القرطمين كملونات غذائية ومستحضرات لتجميل الوجه وفي الاستطباب (Weiss, 1983).

1-4-2- استخدام النبتة كاملة

استخدم شاي أوراق نبات القرطم من طرف النساء في كل من أفغانستان والهند لغرض الوقاية من الإجهاض والعقم (Weiss, 1983). كما وصفت كل أجزاء النبتة من طرف عشابي الهند وباكستان لمعالجة ومداواة العديد من الاعتلالات الجسدية وكمقوي جنسي كذلك (Knowles, 1965a).

ويتناول كل من سكان الهند، باكستان وبورما الأوراق الفتية للقرطم مسلوقة أو كخضار مخلوط بالأرز. وإلى غاية القرن الـ 19 استخدم المصريون نباتات القرطم المتفحمة كذرور لكحل الأعين (Weiss 1983).

تستجمع نباتات القرطم كتبن جاف أو علف أخضر، حيث تكون مستساغة لدى الماشية، كما أن قيمتها الغذائية ومردوديتها تماثل أو تفوق تلك الخاصة بالشوفان أو البرسيم الحجازي (Smith, 1996; Wichman 1996). و بإحاطة قطعة محصول نجيلي بإثنين أو ثلاثة خطوط من القرطم، فإن ذلك يحمي حبوب المحصول من الماشية (Chavan, 1961).

1-4-3- الأزهار

يحضر في الصين شاي سائغ المذاق من الأزهار المتفتحة لنبات القرطم (Dajue and Yuanzhou, 1993). واستخدمت الأصناف غير الشوكية في إعداد باقات الورد بكل من أوروبا الغربية (هولندا)، اليابان وأمريكا اللاتينية (Uher, 2005).

1-3-4-1- كملونات غذائية ومستحضرات التجميل

تعد إضافة بتلات القرطم للأطعمة تقليدا قديما واسع الانتشار. وحيث يعتبر الزعفران أحد التوابل النفيسة عبر العالم، فإن القرطم (الزعفران المغشوش) يعوضه بامتياز كي تضاف بتلاته للأرز والخبز وبعض الحساء والمخللات لإعطائها الألوان الصفراء والبرتقالية. وستشكل بتلات القرطم أحسن بديل للملونات الغذائية الاصطناعية التي ما فتئت تحذر منها التقارير العلمية الحديثة.

تستخلص صبغة القرطمين لاستخدامها كملون غذائي أو في صناعة مستحضرات التجميل (Smith, 1996).

1-3-4-2- الصبغات

إلى غاية بداية القرن الـ 20، غالبا ما كان يزرع القرطم لغرض استخدامه كمصدر للصبغات، فصبغة القرطميدين (carthamidin) (الصفراء القابلة للذوبان في الماء)، وصبغة القرطمين (carthamin) (الحمراء غير قابلة الذوبان في الماء و القابلة للانحلال في القلويات) (ملحق1)، يمكن استخلاصهما من بتلات نبات القرطم (Weiss, 1983). وتجدر الإشارة إلى أن الأزهار الصفراء بها محتوى أقل أو يكاد ينعدم من القرطمين (Smith, 1996).

تبدأ عملية استخلاص الصبغة بأن تقطف البتلات في الصباح الباكر لتجفف بعدها تحت الظل، ثم تغسل من 3-4 مرات في ماء حمضي حيث تنحل فيه الصبغة. يصل مردود الهكتار الواحد من بتلات القرطم إلى 140 kg/ha، و تتراوح نسبة القرطمين بالبتلات من 0.3-0.6 %.

تعتبر البتلات المقطوفة خلال مرحلة أوج الإزهار (100 % إزهار) ذات النوعية الأرفع. كما يمكن جني البتلات بعد النضج الكامل للمحصول وبالتالي يمكن الاستفادة من بتلات وبذور نفس المحصول (Weiss, 1971).

1-3-4-3- الميدان الطبي

في الصين، يزرع القرطم أساسا من أجل بتلات أزهاره التي تستخدم في علاج العديد من الأمراض وفي تحضير شاي منشط. ومذاق شاي القرطم يكون مرا، إلا أن معهد النبات بالأكاديمية الصينية للعلوم ببكين (Botany of the Chinese Academy of Sciences in Beijing) قد طور شايا حلو المذاق والذي يحتوي على أحماض أمينية، معادن وفيتامينات (B1, B2, B12, C and E). و ينصح بتخزين مستحضرات منقوع القرطم في أوعية بعيدا عن الضوء (Weiss, 1971).

تعتبر البتلات الصفراء للقرطم ذات فاعلية حيوية أكثر في الاستخدامات الطبية، بحكم قابلية صبغتها للذوبان في الماء، كما تستخدم المستخلصات الكحولية في بعض المستحضرات العلاجية.

أوصت دراسات العديد من المخابر البحثية باستخدام مستحضرات بتلات القرطم في مشاكل الحيض وأمراض القلب والشرايين وكذا الآلام والرضوض الناتجة عن الصدمات.

1-4-3-3-1- الدراسات المخبرية

من بين التأثيرات الصيدلانية لبتلات القرطم أنها تشمل حث وتنبيه العضلات الملساء. حيث لوحظ زيادة مدى وسعة تقلص نسيج الرحم لأكثر من أربع مرات لدى الفئران والكلاب وخنازير غينا بفعل حقنها بجرعات من مستحضرات بتلات القرطم، وقد يصل مدى الاستجابة إلى درجة حدوث تشنجات وانقباضات لا إرادية، والتي تشتد بأنسجة الحيوانات الحبلى. كما لوحظت تأثيرات حث وتنبيه مماثلة على مستوى أنسجة عضلات الأمعاء والعضلات الملساء للقصبات الرئوية لحيوانات مختلفة (Shixi, 1955).

لوحظت تأثيرات مستحضرات بتلات القرطم في إحداث انقباض الأوعية الدموية لضفدع الطين وانخفاض حجم كلية الكلاب، وزيادة السعة الانقباضية لنبض القلب. ومن ناحية أخرى ينتج عن حقن مستخلصات القرطم انخفاض طويل المدى الزمني في ضغط دم الكلاب والقطط والفئران (Liu *et al*. 1992)، وتثبيط تأثير هرمون الأدرينالين المسؤول عن خفض تدفق الدم عبر الشعيرات الدموية (Ming *et al*., 1984).

وأوضحت إحدى التجارب أن إعطاء الأرانب بتلات القرطم على مدى أسبوعين أدى إلى انخفاض نسبة الكوليستيرول الكلي وزيادة كوليستيرول الـ HDL دون التأثير في مقادير البيتاليبوبروتينات (beta-lipoproteins) والجليسريدات الثلاثية ولا في الوظيفة الفسيولوجية للكبد (Wenxuan *et al*. 1987).

وأدى حقن الجرذان بمستخلص بتلات القرطم إلى انخفاض نسبة تجميع الصفيحات الدموية (وبالتالي خفض نسبة تخثر الدم) (Chengzhu *et al*., 1983). كما وجد Zhengliang *et al*., (1984 ; 1987) أن جرعة بمقدار 220 mg/ml من مستخلص البتلات الصفراء للقرطم قد ثبطت كلية تجميع الصفيحات الدموية للأرانب.

وكذلك أدت المعالجة بمستحضر بتلات القرطم إلى زيادة وزن كل من الرحم لدى إناث الفئران منزوعة المبيض والحويصلات المنوية للذكور المخصية. و كانت تلك الزيادة بنسبة أقل مقارنة بتلك الناتجة عن المعاملة بالهرمونات الجنسية (Hanqing *et al*., 1980).

و قد ثبت أيضا التأثير التعزيزي لمستحضر البتلات الصفراء للقرطم لمركبات (barbitone and chloral hydrate) على الجهاز العصبي المركزي، و كذا التأثير المثبط لمركب (nikethamide) (والذي يسبب تشنجات وبعض حالات الوفاة) (Zhengliang *et al*., 1984).

1-4-3-3-2- الاستخدام العيادي للنبتة

يحدث منقوع بتلات القرطم تمددا للشرايين، وخفضا للضغط العالي وزيادة في تدفق الدم، مما يسبب إغداق الأنسجة بالأكسوجين. كما يثبت تشكل الجلطات الدموية ويحلل التشكلات المتجلطة (Anonymous, 1972). وقد وصفت بتلات القرطم إلى جانب بعض الأعشاب الأخرى كمقويات للدورة الدموية وكعلاجات لأمراض القلب (Guishen, 1985).

في إحدى الدراسات المجراة على مرضى الشريان التاجي وجد أن 83 % منهم قد انخفضت نسبة الكوليسترول بدمهم بعد علاج لمدة 6 أسابيع بمنقوع بتلات القرطم (Guimiao and Yili, 1985). كما قادت التجارب التي أجريت على الكلاب إلى الاقتراح والقول بأن حقن مستخلص البتلات يقلل من أثار انسداد الشرايين القلبية. وأدى العلاج لمدة 4 أسابيع بثلاث حقن من مشروب البتلات يوميا إلى خفض نسبة الضغط العالي والنبض غير المنتظم (Bingzhang *et al*. 1978; Guimiao and Yili, 1985).

كما أدت عملية تقطير مشروب القرطم بالأنف إلى تسريع تدفق الدم على مستوى الشريان الوسطي للجمجمة (Zhenshun *et al*., 1992). وأدى استخدام نفس المشروب كعلاج لحالات الجلطة الدماغية إلى تحسن الضغط الدموي (انخفاضه) لدى أكثر من 90 % من المرضى (Guimiao and Yili, 1985; Damao, 1987). وكان خليطا لمستخلصات أعشاب (من ضمنها بتلات القرطم) فعالا في علاج انسداد الأوعية الدموية. كما عولج الشلل النصفي باستخدام خليط من المستحضرات من بينها بتلات القرطم (Zhou, 1992).

استخدم منقوع (المادة المستخلصة بالإغلاء) بتلات القرطم لعلاج العقم الذكري (Yuehao, 1990)، والزيادة المفرطة من انتاج الحيوانات المنوية (Chun, 1990). كما أدى العلاج بالقرطم إلى حبل سيدات بعمر 56-77 سنة بعد عقم لمدة 1,5 – 10 سنوات، كما أمكن حث عملية المخاض بمستحضرات تضم القرطم، وكانت فعاليتها تفوق فعالية الأدوية التي توصف للغرض نفسه (Liu Yaling, 1985). وقصد

تأخير فترات العادة الشهرية العسيرة والمؤلمة تنقع بتلات القرطم (لوحدها أو تخلط مع أعشاب أخرى) في نبيذ أبيض (Guimiao and Li Yili, 1985; Xiuqin, 1990).

عولجت بعض حالات انحباس الطمث بعمل مستحضرات من القرطم و نواة الخوخ والحشيشة الصينية (*Ligusticum wallichii*) و جذور نبتة (*Paeonia lactiflora*) (Guimiao and Yili, 1985).

و في الطب الصيني، يوصف القرطم مع مجموعة من الأعشاب لعلاج حالات روماتيزم العصب الوركي (Guimiao and Yili, 1985) و روماتيزم القفص الصدري (Yukun, 1988). وكانت وصفات القرطم جد فعالة في علاج حالات التهاب المفاصل (Zhaoming *et al*., 1985).

استخدم مستخلص بتلات القرطم المخلوطة مع بعض الأعشاب في علاج الأمراض الصدرية كالسعال الديكي والتهاب القصبات الهوائية (Guimiao and Yili, 1985).

عولجت كذلك حالات التهاب المعدة المزمن والضموري بإعطاء 50-120 جرعة من مستخلص بتلات القرطم، حيث شفيت و تحسنت % 80 من الحالات (Ma Shan *et al*., 1989; Lian'en, 1992),

تتسبب الأدوية التي يتناولها مرضى الأعصاب (كالمصابين بالشيزوفرانيا) في حالات إمساك عسيرة، وقد أمكن علاجها باستخدام مستحضر من بتلات القرطم وتم حقنه بالعديد من النقاط الحيوية للوخز الإبري، كما ساعد ذلك على حث نشاط الدورة الشهرية، وتنظيم الطاقة الحيوية والدورة الدموية (Guimiao and Yili, 1985).

كان لاستخدام مستخلصات القرطم الفاعلية في علاج و تحسن حالات التهاب المسالك البولية (Guimiao and Yili, 1985; Chuanhui, 1986). كما وصفت مستحضرات من بذور القرطم وبتلاته في حالات الحصى الكلوية، وفي تنظيم الوظيفة الإفرازية للحالبين والتخفيف من الحمى وتواجد الدم ببول المصابين بالحصى الكلوية (Guimiao and Yili, 1985) .

كانت للقرطم العديد من الاستخدامات النفعية في الأمراض الجلدية كالحصبة والبقع النقطية لحب الشباب والصدفية (Guimiao and Yili, 1985; Yuanxiu, 1991).

كما عولجت العديد من حالات الصلع جراء استخدام مستحضرات نباتية مكونة من القرطم وبعض الأعشاب الأخرى (Shendong, 1990).

استخدمت بتلات القرطم مع رحيق شجرة (*Lonicera japonica*) اليابانية في إعداد مستحضر مائي استعمل كبخاخ للحلق، ولم يكن له أي تأثير ثانوي، وعالج حالات التهابات الحنجرة لدى حوالي 50 شخصا من بين الـ 100 المختبرة (Shengyun, 1985).

كما عولجت التهابات الأذن عن طريق الحقن أو التقطير الموضعي لمستحضرات بتلات القرطم (Guimiao and Yili, 1985; Huanhe, 1986)

عولجت حالات قصر النظر (myopia) خصوصا لدى الأطفال بالتقطير الموضعي لمستخلص القرطم (Guimiao and Yili, 1985; Genyu, 1990). كما عولجت بنجاح حالات التراكوما باستخدام مستخلصات القرطم مع أعشاب أخرى (Jialou, 1986). كما أن تقوية الدورة الدموية بفعل تأثير مستحضرات القرطم قد أدى إلى التقليل من حالات إعتام عدسة العين المصاحب للشيخوخة (Qiuyuan, 1992).

و حالات الفاعلية العلاجية الناتجة عن استخدام مستحضرات القرطم شملت أيضا أمراض اللوكيميا (Youan, 1988)، أمراض الغدة الدرقية وتقرحات فتحة الشرج (Yunshan, 1986)، اليرقان والتهاب الكبد الفيروسي والصداع النصفي (Guimiao and Yili, 1985).

و في مصر تنقع أزهار القرطم خلال الليل كله ثم تستعمل في ترطيب بعض حالات الطفح الجلدي (Knowles, 1965a).

1-4-3-4- حبوب الطلع

اهتم الصينيون بحبوب طلع أزهار نبات القرطم، حيث يسهل جمعها، كما أثبتت الدراسات مدى غناها بالعديد من المغذيات (Smith, 1996).

1-4-4- البذور

1-4-4-1- بذور القرطم كغذاء للطيور

تستخدم بذور القرطم ـ حيث تفضل الأصناف ساطعة البياض ـ أساسا كغذاء للطيور البرية وطيور الأقفاص خصوصا للببغاء والحمام بكل من كندا، الولايات المتحدة الأمريكية، فرنسا، مصر واليابان، وأيضا كغذاء لبعض الحيوانات الأليفة الصغيرة (Peterson, 1996). وبلغ حجم سوق بذور القرطم المتداولة كغذاء للطيور مقدار 25 ألف طن سنة 1995، وقد يتضاعف العدد بعد 10 سنوات (Gyulai, 1996).

1-4-4-2- بذور القرطم كغذاء للإنسان

يستخدم الايرانيون عجينة بذور القرطم في تسريع تشكل خثارة الأجبان (Knowles, 1965a). وقد بين Smith (1996) من خلال تجربة أجراها أن إضافة انزيم مستخلص من بذور القرطم قد أدى إلى انتاج جبن خفيف أبيض سائغ المذاق.

أما في اثيوبيا، فيخلط مسحوق بذور القرطم في الماء لتحضير مشروب يعرف باسم " fitfit "، وقد يخلط مع خبز الـ "teff' لتحضير عصيدة. كما يستخدم مسحوق بذور القرطم الجافة في تزييت أطباق طهي خبز الـ "teff'. أما البذور المحمصة للنبتة فغالبا ما تخلط مع بذور الباسلاء، الشعير أو القمح وتأكل كوجبة خفيفة في كل من اثيوبيا والسودان (Belayneh and Wolde-Mariam, 1991)، في حين يقوم المصريون باستهلاك خليط بذور القرطم والسمسم (Knowles, 1965a).

1-4-4-3- بذور القرطم في الطب

في باكستان، يستخدم منقوع البذور في إحماء وتجفيف الجسم، كما يستعمل كمسهل معوي بإضافة السكر إلى المستحضر. ولعلاج مشاكل الحيض، تعطى ثلاث جرعات يوميا (1/2 مقدار من البذور مع 8 مقادير من الماء، يغلى المخلوط إلى غاية الحصول على نصف الكمية) بالبدء عند اليوم الأول من الحيض لغرض زيادة تدفق الدم. كما وجد أن الجرعات المفرطة من الزيت لفترة زمنية طويلة يسبب الإجهاض. وفي كشمير، يتناول مستخلص البذور من الزيت لغرض استرجاع حيوية الجهاز البولي ووظائف الكبد (Knowles, 1965a). أما في بنغلاديش والصين، فيعالجون حصى الجهاز البولي عن طريق تناول خليط من بذور القرطم مع السكر (مقدار = 1/4 بذور : 3/4 سكر) (Knowles, 1965a; Guimiao and Yili, 1985). كما تعالج آلام المفاصل لدى البنغال باستخدام مسحوق بذور القرطم مخلوطة بزيت الخرل (Knowles, 1965b).

1-4-5- الزيت

يزرع القرطم عبر العالم أساسا لغرض استخدام زيته في الطهي وتحضير السلاطات وانتاج السمن الصناعي النباتي (margarine). و في البلدان المتقدمة أفضت الأبحاث المتعلقة بالصحة والحمية والتجميل إلى زيادة الطلب على زيت القرطم، والذي يتصف بكونه يمتلك أعلى نسبة (polyunsaturated/saturated) من بين الزيوت المتاحة. ومن حيث القيمة الغذائية فهو مماثل لزيت الزيتون، مع مستويات أعلى من حمضي اللينولييك والأولييك، مع أفضلية كونه أخفض سعر.

يعمل زيت القرطم وكغيره من الدهون غير المشبعة (Polyunsaturated) على خفض نسبة كوليستيرول الدم. كما أن الأحماض الدهنية غير المشبعة وحيدة الرابطة الثنائية (mono-unsaturates)

مثل حمض الأولييك تنزع إلى خفض محتوى الدم من كوليستيرول الـ (LDL-C ('bad' cholesterol دون التأثير في نسبة كوليستيرول الـ HDL-C ('good' cholesterol) (Smith, 1996).

وهناك اهتمام متزايد لسوق زيت القرطم، خصوصا من طرف بلدان أمريكا الشمالية وألمانيا واليابان (Smith, 1996).

وجد أن زيت القرطم يبقى ثابتا ولا يتغير قوامه عند درجات الحرارة الدنيا (يقاوم 12ºC–)، مما يمنحه ميزة الاستعمال مع الأغذية الباردة والمجمدة وفي تتبيل السلاطات (Weiss, 1971).

كما وجد أن زيت بذور القرطم ذات المحتوى العالي من حمض الأولييك يكون جد ثابتا تحت التسخين، ولا ينتج دخانا ولا رائحة عند استخدامه في القلي (Gyulai, 1996).

و يعتبر زيت القرطم الأمثل لهدرجة المرغرين مقارنة بزيتي الصويا والكانولا، اللذان يكونا غير ثابتين في هذه العملية (Kleingarten, 1993).

يرش زيت القرطم على العديد من المنتجات الغذائية كي يحميها من امتصاصها أو فقدها للماء، مما يعزز ويمدد من صلاحيتها خلال فترة عرضها بالمطاعم (Kleingarten, 1993). كما وصف Smith (1996) بالتفصيل العديد من الاستخدامات التجريبية لزيت القرطم في مجالات الصناعة الغذائية، وخصوصا ما تعلق بأغذية الأطفال وتشكيلات مغذية سائلة.

اعتبر زيت القرطم كذلك فعالا كسواغ عديم الحساسية عند استخدامه كوسيط (عوض الماء الفسيولوجي أو الماء المقطر) لحقن الأدوية (Smith, 1996). و في ايران، يستخدم زيت القرطم لعلاج أمراض الكبد والقلب (Knowles, 1965b). وبحكم عدم وجود إحداث زيت القرطم لأي حساسية، فإنه يستخدم في مستحضرات التجميل. وفي الهند يستخدم زيت القرطم المحروق في علاج التقرحات والتهاب المفاصل (Weiss, 1971).

تساهم خصائص زيت بذور القرطم (عديم المحتوى من حمض اللينولينيك والشمع، محتوى أقل من الأحماض الدهنية الحرة والمنتجات غير المتصبنة، محتوى عالي من حمض اللينولييك) في جعله الأمثل للاستخدام في تحضير المركبات التجميلية ذات الجودة العالية، بالرغم من ضغوط قوى السوق النفطية (Smith, 1996).

إضافة لاستعماله في الإنارة وصناعة الصابون (Weiss, 1971)، فإن زيت القرطم يستخدم كذلك في صناعة مادة الـ 'roghan' (تستخدم في الحفاظ على الجلد المدبوغ، وكمادة لاصقة شفافة لتثبيت الأواني الفخارية) (Weiss, 1971).

ونتوقع أن تتوسع دائرة الاستخدامات الصناعية لزيت بذور القرطم انطلاقا من التوجهات البيئية العالمية الحديثة المطالبة بالحد من استخدام الوقود الأحفوري، واستبداله قدر الإمكان بمصادر للطاقة النظيفة، والتي يعتبر الوقود الحيوي أحد دعائمها الأساسية.

1-4-6- الكسبة المتبقية (Meal)

يستخدم الدقيق المتبقي بعد عملية استخلاص زيت القرطم كغذاء للحيوانات. وتقدر نسبة الدهون بالدقيق حسب طريقة الاستخلاص بين % 5-2. أما نسبة البروتين فتتراوح بين % 25-20، لتصل إلى % 42 إذا ما تم التخلص من قشور (أغلفة) البذور.

يحتوي دقيق القرطم المتبقي بعد استخلاص الزيت على % 40-30 من الألياف الجافة، مما يجعله غير مستساغ كغذاء للحيوانات أحادية الحجرة المعدية مثل الخنازير والدواجن، في حين يحضر كغذاء في شكل مكعبات للأنعام. وزاد وزن الدواجن التي قدمت لها كسبة القرطم (المحتوية إضافة للألياف على: 42-25 % بروتين و % 7-5 دهون) بـ % 20 مقارنة بتلك التي قدمت لها كسبة فول الصويا. كما تضاف نسبة البروتين المتواجدة بدقيق القرطم المتبقي بعد استخلاص الزيت للعجائن والخبز والمشروبات المغذية قصد دعمها وتقويتها بروتينيا (Smith, 1996).

1-4-7- القرطم كنبات تزييني

جاء أول ذكر لاستخدام نبات القرطم في سوق الأزهار سنة 1982. وبعدها بثلاث سنوات تم احصاء وسرد اثنتا عشر صنفا من القرطم ضمن الكتالوجات الأوروبية للبذور الزهرية (European Flower Seed Catalogues).

ارتفع استغلال القرطم في سوق نباتات الزينة ارتفاعا محسوسا خلال الثلاثة عقود الأخيرة، ففي سنة 2000 مثلا تم تداول ما يفوق الـ 35 مليون ساق زهرية من القرطم في السوق الألمانية بميزانية قدرت بـ 5.3 مليون أورو، واحتلت النبتة الرتبة 39 ضمن لائحة نباتات الزينة الزهرية.

حرصا على نوعية باقات القرطم الزهرية، تجنى السيقان حينما تكون نسبة تفتح أزهار النورة بين 20 و% 30، فيما يتواصل تفتح النسبة الباقية من الأزهار لدى المستهلك. أما طول الساق المثلى فيتراوح بين 80-70 cm، كما يراعى أن تحفظ وتنقل السيقان الزهرية المعدة للتسويق عند درجات حرارة منخفضة.

ومراعاة للتداول اليدوي للنبتة عبر مراحل الجني والتسويق ثم الاستهلاك كنبات للزينة، يفضل المتعاملون استخدام الأصناف قليلة أو منعدمة الشوك (Spineless cultivars) (Uher, 2005).

1-4-8- استخدامات أقارب القرطم البرية

يتبع جنس *Carthamus* 24 نوعا، فيما يعتبر *C. tinctorius* النوع الوحيد المستزرع. وقد اقترح Vavilov (1951) ثلاث مناطق أساسية لتاريخ فلاحة القرطم، هي الهند المميزة بقدم تاريخها في استزراع المحصول، وأفغانستان واثيوبيا حيث تسود الأنواع البرية.

ولغرض تعزيز التقدم في ميدان تربية وتحسين النبات وفق برامج انتخاب أكثر فعالية، يجب أن يكون بحوزة المهتمين بذلك كم هائل من الأنواع البرية وكذا الأصناف المستزرعة تضمن تنوعا في المصادر الوراثية. وتشمل مجالات البحث أساسا الاختلافات الكبيرة في مدى الاستجابة لعامل الاجهاد المائي (Berger *et al.*, 2012).

وصف Chavan (1961) القرطم البري *Carthamus lanatus* (المعروف بالزعفران الشوكي) كنبتة عشبية قصيرة الطول نسبيا (15-45 cm)، تمتد جغرافيا من السواحل الأطلسية المتوسطية إلى غاية كشمير و تنمو على ارتفاع 1800 m. زيته مماثل تماما لزيت القرطم، حيث تبلغ نسبة الزيت ببذوره 16 % قبل النضج لتنخفض بعد ذلك. وقد عرف عن زيت الزعفران الشوكي أنه معرق ومخفض لحرارة الجسم و طارد للديدان.

القرطم البري *C. oxyacanthus* هو نبات عشبي حولي شائك كثيف، ينتشر بشمالي الهند وباكستان. تماثل نسبة الزيت ببذوره (28 %) تلك الخاصة بالقرطم المنزرع، ويستعمل خصوصا في الطهي والإنارة و صناعة الصابون وطلاء الأظافر وتحضير الـ 'roghan' (Chavan, 1961).

هناك اهتمام متزايد لاستغلال المصادر الوراثية للقرطم البري، من منطلق الأهمية البالغة لاكتشاف ومحاولة ادماج جينات الأنواع البرية ضمن المادة الوراثية للأصناف المنزرعة بغية تحسينها وراثيا وجعلها أكثر نجاعة واستدامة في البيئات الجافة. وفي هذا الإطار قام Majidi *et al.*, (2011) بتقييم نباتات النوع *Carthamus oxyacanthus* ووجدوا أنها أبدت تحملا أكثر للإجهاد المائي مقارنة بأصناف النوع المنزرع، وبالتالي يمكن أن يكون نوع القرطم البري *C. oxyacanthus* مصدرا مناسبا لجينات صفات المقاومة للجفاف، والعمل على نقلها وادماجها بجينوم الأصناف المنزرعة.

وهناك العديد من الدراسات التي أجريت بالعديد من مناطق العالم، والتي فحصت العديد من الأنواع البرية و كذا الأصناف المستزرعة من نبات القرطم، وكانت أهداف تلك الأعمال أساسا الحصول وتحديد مادة نباتية تمتلك جينات المقاومة للجفاف، أو ذات دورة حياة قصيرة الأمد، أو مرحلة ازهار مبكرة لتفادي فترة الجفاف (Jamshidmoghaddam & Pourdad, 2013 ; Majidi *et al.*, 2011;

Salamati *et al.*, 2011; Tahmasebpour, 2011; Kisha and Johnson 2012; Rameshknia *et al.*, 2013a; Zareie *et al.*, 2013).

وقد تزايد مؤخرا الاهتمام باستغلال بيانات التنوع الوراثي الواسع، و محاولة ايجاد صلات الارتباط بين صفات مرغوبة كالمقاومة للجفاف مع مؤشرات جزيئية. واستخدمت تلك المؤشرات أساسا في تقييم وكشف تنوع الجرموبلازم للأصناف المنزرعة وكذا الأنواع البرية وفق منظور جغرافي (Sehgal and Raina 2005; Johnson *et al.*, 2007; Amini *et al.*,2008; Khan *et al.*, 2009).

1-5- وراثة النبتة

1-5-1- نوعية البذرة والزيت

نعلم أن سمك غلاف البذرة يكون على حساب محتواها من الزيت، لذلك فإن أي تخفيض في سمك الغلاف سيؤدي بطريقة مباشرة إلى زيادة النسبة المئوية لمحتوى البذرة من الزيت. وفي هذا الشأن استطاع العلماء تحديد العديد من الجينات المتحكمة في صفة سمك البذرة، فالجين partial hull (*par par*) المتنحي يكون مستقلا عن الجين thin hull (*th th*) و الجين striped hull (*stp stp*) (Urie, 1981)، والجين grey-striped hull (stp_2stp_2) (Abel and Lorance, 1975) والجين reduced hull (*rh rh*) (يميز بذورا بها بقعا سوداء صغيرة).

و النباتات الحاملة للتركيب الوراثي (*par par*) تنتج بذورا يغلب عليها اللون الأسود الداكن بسبب رقة الطبقة الاسكليرنشيمية الخارجية لغلاف البذرة، مما يؤدي إلى نسب أعلى في محتواها من الزيت والبروتين. أما النباتات الحاملة للتركيب الوراثي (*stp stp*) فتنتج زيتا بلون غير مرغوب ورائحة منفرة (Urie and Zimmer, 1970).

و فيما يخص نوعية زيت القرطم التي يتحكم فيها نسب بعض الأحماض الدهنية الأساسية، فيمكن ذكر ثلاثة جينات مستقلة متنحية (*ol ol*, *li li* and *st st*) تتحكم في نسب كل من الأحماض الدهنية oleic, linoleic and stearic على الترتيب. و قد لوحظ أن زيادة نسبة حمض الستياريك تكون مرفوقة بانخفاض نسبة حمض الأولييك أو اللينولييك أو كليهما معا (Knowles, 1989) (جدول 04).

جدول 04 : التراكيب الوراثية المحتملة لسلالات منتخبة من القرطم و ما يقابل محتوى زيتها من الأحماض الدهنية الأساسية (Knowles, 1989)

		Fatty acid content in safflower oil (%, range)			
		(C16:0)	(C18:0)	(C18:1)	(C18:2)
Oil type	Genotype	Palmitic	Stearic	Oleic	Linoleic
Very high linoleic	OlOlliliStSt	3-5	1-2	5-7	87-89
High linoleic	OlOlLiLiStSt	6-8	2-3	16-20	71-75
High oleic	ololLiLiStSt	5-6	1-2	75-80	14-18
Intermediate oleic	ol'ol'LiLiStSt	5-6	1-2	41-53	39-52
High stearic	OlOlLiListst	5-6	4-11	13-15	69-72

لوحظ لدى بعض أصناف القرطم أن درجات الحرارة المنخفضة المميزة لفترة نموها تؤدي إلى خفض نسبة حمضي الستياريك والأوليك مع زيادة نسبة حمض اللينولييك (Ladd and Knowles, 1971).

1-5-2- وراثة الصفات والخصائص المرغوبة للنبتة

درست صفة موعد الإزهار (TF : Time of flowering) من طرف Kotecha (1979) باستخدام التهجينات ما بين الأنواع (interspecific crosses) المدجنة والبرية، حيث اعتبرت هذه الصفة صفة وراثية كمية تتحكم فيها العديد من الجينات التي تميزها تأثيرات السيادة التامة (dominance) والفعل التجميعي (additive) والتفوق الوراثيي (epistatic).

وجد Ashri (1971) أن عدد الرؤوس (NC : number of capitula) بكل نبتة هو عامل المردودية الأساسي لنبات القرطم. و قد اعتمد كذلك (Patil *et al.*, 1994) على هذه الصفة من خلال التهجينات الانتخابية التي أجراها من أجل تحسين مردودية النبتة. و قد تأكد (Gupta and Singh, 1988) أن صفة عدد الرؤوس بكل نبتة يحكمها أربعة مواقع جينية، تحكمها علاقات السيادة التامة (Narkhede *et al.*, 1987).

و تأتي صفة عدد التفرعات الأولية والثانوية (NPSB : number of primary and secondary branches) في المقام الثاني من حيث مساهمتها الأساسية في تحديد المردودية (Ashri,1971) .

تفتقر بذور القرطم عموما لفترة السكون الفسيولوجية، حيث غالبا ما يلاحظ انتاش البذور الناضجة وهي على رؤوس النبتة بفعل هطول المطر قبيل موعد الحصاد، وقد اقترح Kotecha and Zimmerman (1978) وجود أربعة مواقع جينية تتحكم في عملية الإنتاش.

تعتبر خاصية الأوراق الشوكية للنبتة من العوائق التي تحد من انتشار زراعة المحصول عبر مساحات جديدة، خصوصا إذا كانت عملية جنيه يدوية. و قد أوضح Narkhede and Deokar (1990) أن وجود الشوك صفة وراثية سائدة تحكمها أربعة مواقع جينية (*Sa, Sb, Sc* and *Sd*)، حيث يمثل *Sa* الجين الرئيسي، وبتواجده مع بقية الجينات في التراكيب الوراثية المختلفة تنتج لدينا نباتات بأوراق ذات نسب مختلفة من الشوك.

من التجارب المجراة على توارث صفتي وجود الزوائد الشعرية (pappus) على البذور (شكل 06) (صفة غير مرغوبة تجاريا) وكذا وزن البذرة، استنتج Kotecha (1979) أن الصفتين يحكمهما جينين على الأقل.

شكل 06 : صورة لبذور بيضاء عادية (يمين) وبذور بيضاء مشعرة (يسار) (Mündel *et al.*, 1992)

لم يثبت للون بتلات أزهار القرطم أي تأثير على المردودية من البذور والزيت، ولا يعطى للون البتلات أية أهمية عدا عند زراعة النبات لغرض استخدام بتلاته. ففي الهند استطاع Narkhede and Deokar (1986) تحديد أربعة جينات (*Y, C, O* and *R*) تتحكم في لون بتلات النبتة، حيث تعطينا التراكيب الوراثية (*C+O, C+R* and *C+O+R*) اللون الأبيض (grayish) ، و(*Y+C*) أزهارا حمراء، و(*Y+C+O* and *Y+C+O+R*) اللون البني الضارب إلى الصفرة (المصفر).

1-5-3- المقاومة للأمراض والآفات

أمكن إنتاج العديد من أصناف نبات القرطم ذات المقاومة للأمراض التي يسببها كل من فطر *Alternaria carthami* (يسبب صدأ في شكل بقع على الأوراق) وبكتريا *Pseudomonas syringeae* من طرف محسن النبات J. W. Bergman بالولايات المتحدة الأمريكية. و في استراليا نجح العالم E. K. S. Harrigan من خلال برنامج تلقيح رجعي مع الصنف Gila في تطوير واكساب الصنف المحلي Sironaria صفة المقاومة للفطر *A. carthami* المتفشي بأستراليا (Harrigan, 1987).

كما أمكن تحديد الجينات المسؤولة عن مقاومة النبات للصدأ الذي يسببه فطر *Puccinia carthami*، حيث أمكن تحسين وانتخاب خمسة سلالات (PCA, PVM-1, PCM-2, PCN and PCOy)، لكل منها جينها الخاص بالمقاومة للفطر (Zimmer and Urie, 1970). كما تمكن Mündel (1987) من انتاج الصنف Lesaf 175 انطلاقا من إدماج الجين السائد A من السلالة PCA داخل جينوم سلالة مخططة الغلاف ذات بتلات بيضاء ومحتوى عال من الزيت.

تمكن العالم Thomas (1971) من انتاج السلالة VFR-1 والمطورة انطلاقا من السلالة المحسنة Nebraska 4051، حيث استطاع ادماج صفات المقاومة لكل من الذبول الذي يسببه فطر *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berth.، والذبول والتعفن الذي يسببه فطر *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *carthami* Klis. & Hous، وكذا تعفن الجذور الذي يسببه فطر *Rhizoctonia solani* Kuhn.

قام Klisiewicz and Urie (1982) بإحصاء وتسجيل 14 صنفا شوكيا وغير شوكي من نبات القرطم (GP18 to GP31) مقاومة لأربع سلالات من فطر *F. oxysporum* f.sp. *carthami*.

- كما قام Abel and Lorance (1975) بإدخال صفة مقاومة طفيل *Phytophthora drechsleri* والذي تتسبب سلالاته المختلفة في تعفن جذور النبتة ـ للصنف Dart.

أما Mündel *et al.*, (1985) فقد تمكنوا من إدراج صفة المقاومة لتعفن الرؤوس الذي يسببه فطر *Sclerotinia sclerotiorum* لدى عميد أصناف القرطم الكندية Saffire.

تعتبر حشرة منّ القرطم *Uroleucon carthami* أكثر أنواع الآفات الحشرية إصابة للنبات، حيث تسبب 50% من الأضرار. وقد وجد أن النوعين : *C. flavescens* و *C. lanatus* يحملان جينات المقاومة ضد هذه الحشرة (Kumar, 1993).

1-5-4- الدراسات الوراثية والمقاومة للجفاف

استخدمت بنجاح العديد من المؤشرات الجزيئية في تحديد هوية الأنواع وكذا الأصناف الوراثية للقرطم، لكنها لم تساهم إلا بالنذر اليسير في تحديد الخصائص المرتبطة بالمقاومة للجفاف.

1-5-4-1- مقاربات الهندسة الوراثية

أمكن تحقيق العديد من تطبيقات الهندسة الوراثية في ميدان البيوتكنولوجيا النباتية، حيث المبدأ الأساسي دوما، هو تعزيز الذخيرة الوراثية بإدماج قطع الـ DNA مرغوبة بجينوم النبتة المعنية قيد برنامج التحسين (Hussain *et al.*, 2016).

يعتبر القرطم محصولا غير مطواعا للتحسين باستخدام تطبيقات الهندسة الوراثية، حيث سجلت العديد من الأبحاث محدودية النتائج في هذا المجال، نذكر منها : نقص كفاءة ونجاعة التحول الوراثي المحقق، ارتفاع نسبة إصابات العدوى للفلقات بالـ Agrobacterium، تأخر نمو السيقان، وضعف المجموع الجذري (Orlikowska *et al.*, 1995; Sankara Rao and Rohini, 1999).

هناك زيادة أسية في عدد المنشورات والأوراق البحثية المتعلقة بمجال الهندسة الوراثية المحققة في تعديل المادة الوراثية لغرض المقاومة للجفاف، حيث أسست تلك الأبحاث نهجا جديدا للحصول على أصناف قرطم مقاومة للعجز المائي (Lawlor, 2013) .

1-5-4-2- الجينومية الوظيفية للمقاومة للجفاف

إن التقدم الهائل المحرز في تقنيات تحديد تتابع النوكليوتيدات من شأنه أن يوفر لنا العديد من البيانات المستخلصة من أصناف وكذا أنواع القرطم المقاومة للجفاف (Hussain *et al.*, 2016) .

استطاع Thippeswamy *et al.*, (2013) تقييم أداء صنفين (A1 و Nira) من القرطم، وتوصلوا إلى الحكم بصفة المقاومة النسبية للجفاف للصنف A1 مقارنة بالصنف Nira. ولغرض معرفة الجينات المسؤولة عن المقاومة للجفاف، لجأ فريق البحث إلى إنشاء مكتبة جينومية للـ cDNA انطلاقا من المادة الوراثية للصنف A1 واستطاعوا تحديد 667 مؤشر من ESTs ذات العلاقة بالاستجابة للجفاف. وبتحليلهم لمعطيات البيانات المتاحة (databases)، كانت أغلبية تلك المؤشرات متماثلة معنويا لما في نباتات أخرى، في حين اعتبرت % 20 منها مؤشرات جديدة ومميزة لجينات المقاومة للجفاف لدى نبات القرطم.

وباثبات الدور الوظيفي لهذه الجينات، سيحرز الباحثون فهم أحسن لآليات مقاومة الجفاف لدى القرطم وغيره من المحاصيل الزيتية (Thippeswamy *et al.*, 2013). كما يقود Lulin *et al.*, (2012) العديد من مشاريع البحث المتعلقة بالجينوميكس، وغرضهم هو بحث ودراسة الجينات ومسالك الأيض المنظمة للفلافونويدات، وكذا التخليق الحيوي للأحماض الدهنية غير المشبعة (التي قد تكون مفيدة لإجهاد

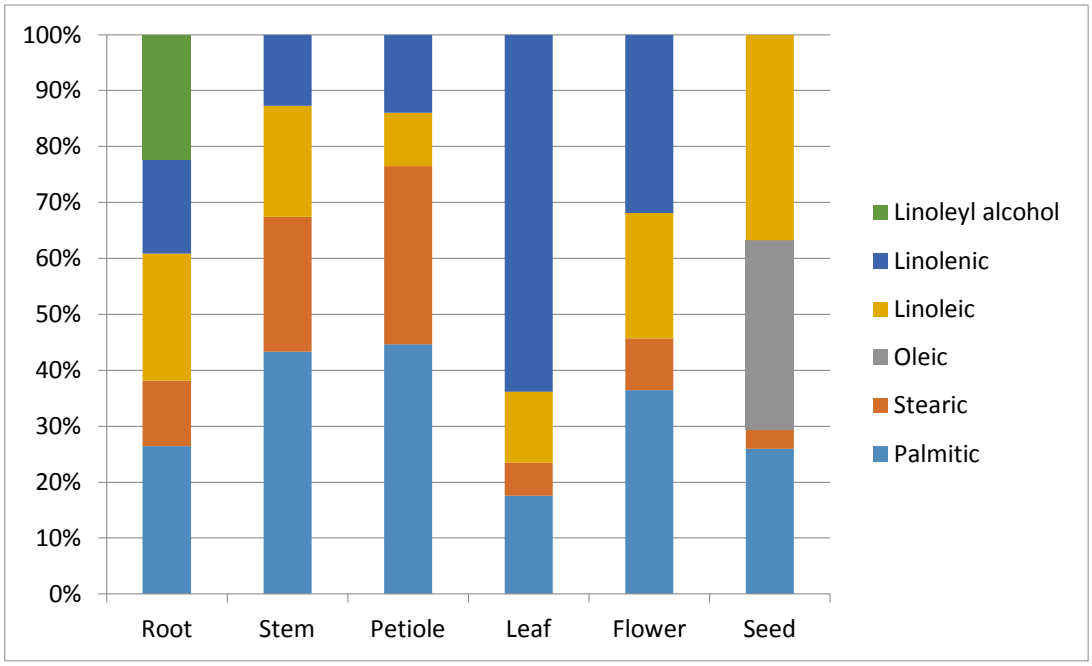
الأكسدة الناتج عن الإجهاد المائي)، إضافة إلى نواتج أيضية (metabolites) ثانوية أخرى على مستوى نبات القرطم. كما تجدر الإشارة إلى أن هذه الجينات قد اقتصر وجودها نسبيا على نبات القرطم مقارنة ببقية النباتات (Hussain et *al.*, 2016).

1-6- بيوكيمياء اللبيدات النباتية

1-6-1- تركيب أنسجة أعضاء القرطم من الأحماض الدهنية

أصبح شائعا ومتداولا محتوى زيت بذور القرطم من الزيت ومكوناته من الأحماض الدهنية، بينما بقيت الدراسات المتعمقة في محتوى الأنسجة النباتية من الأحماض الدهنية غير مفصلة. وتعتبر الدراسة التي قام بها Guan *et al.*, (2014) من الأعمال الرائدة في هذا المجال، حيث أوضحت أن الأنسجة الخضرية للقرطم تحتوي أساسا على نوعين من الأحماض الدهنية متعددة الروابط غير المشبعة (Linoleic acid, Linolenic acid)، ونوعين من الأحماض الدهنية المشبعة (Palmitic acid, Stearic acid). ويصنف القرطم ضمن مجموعة نباتات حمض اللينولينيك ([LNA] C18:3 plants)، أي أنه لا يحتوي حمض Hexadecatrienoic acid **(**C16**:**3) بالأغشية الخلوية (Roughan *et al.*, 1980).

أحد أوجه الاختلاف بين القرطم وبقية النباتات الـ [LNA]، هو غياب حمض الأوليك (C18:1) على مستوى الأنسجة الخضراء. فيما نسجل أعلى نسبة (أكثر من 60%) لحمض اللينولينيك (C18:3) بأنسجة الأوراق وهو مماثل لما في بقية النباتات من نوع الـ [LNA]، وهي تفوق في عمومها نسبة الـ 30% من مجمل الأحماض الدهنية بنفس الأنسجة لدى فئة النباتات السالفة الذكر، فيما يغيب هذا الحمض تماما على مستوى أنسجة البذرة (Andreu *et al.*, 2010) (شكل 07).



شكل 07 : المحتوى النسبي لأنسجة مختلف أجزاء نبات القرطم من الأحماض الدهنية الرئيسية (Guan *et al.*, 2014)

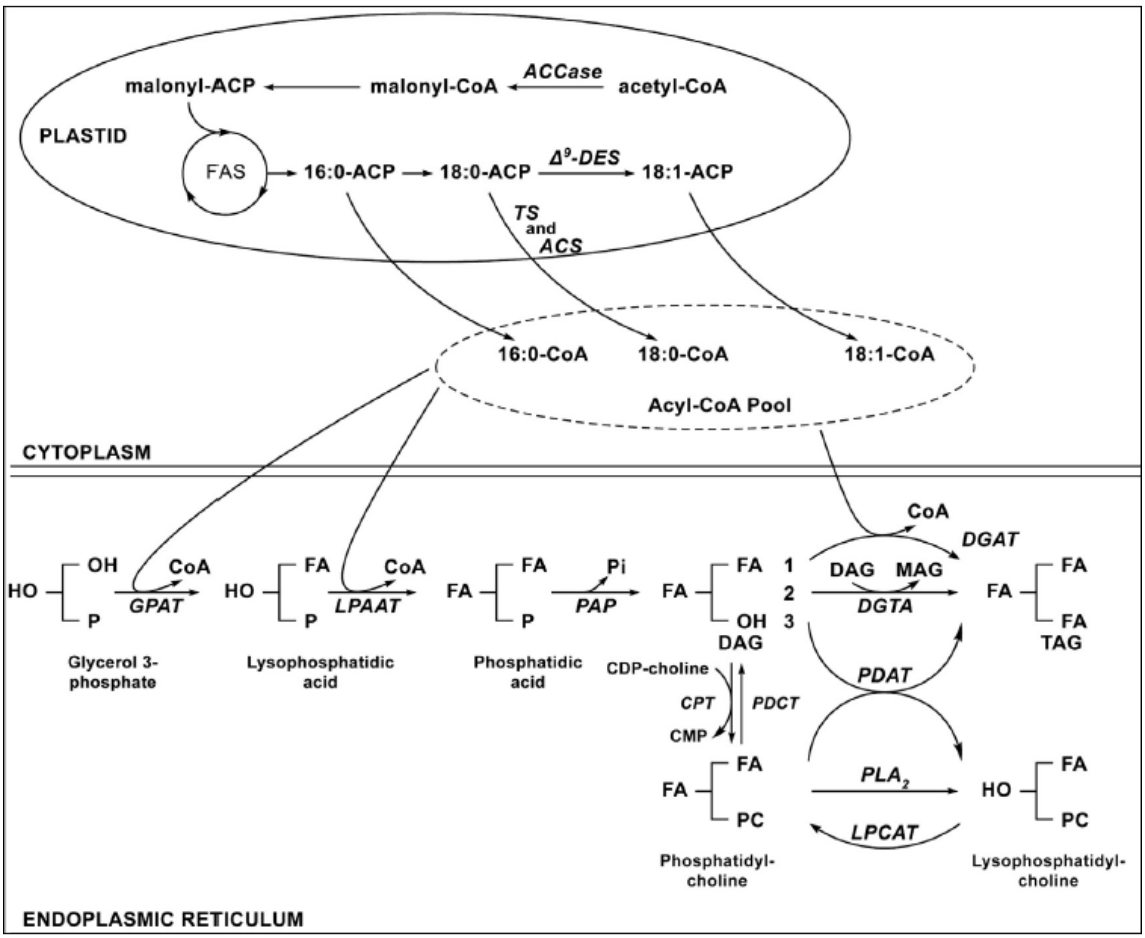
1-6-2- الحاجة للفهم الجيد لعمليات تنظيم الأيض اللبيدي

ما لبث الانتاج العالمي من الزيوت النباتية يزداد بمعدل 5% سنويا خلال الخمسين سنة الأخيرة، وذلك لما لها من أهمية بالغة في الاستهلاك الغذائي وكذا في الاستخدام الصناعي (Gunstone *et al.*, 2007)، ضف إلى ذلك الاهتمام المتزايد في اعتبارها كمصادر متجددة للاستخدام الكيماوي والطاقوي مقابل ما يشهده العالم من تضاؤل المخزون من الهيدروكربونات.

ونظرا لصعوبة تلبية الطلب العالمي المتزايد على الزيوت النباتية بحكم محدودية مساحة الأراضي الزراعية، فإن الحل الأمثل المقدم هنا هو زيادة الانتاجية، ومنه يتضح جليا أهمية الدراسة والفهم الجيد لعمليات تنظيم الأيض اللبيدي، وهو ما سيمكننا من نهج مسلك الهندسة الوراثية وابتكار سلالات نباتية ذات انتاجية أعلى أو ذات نوعية زيت مرغوبة (Weselake *et al.*, 2009; Lu *et al.*, 2011) .

1-6-3- التخليق الحيوي للجليسريدات الثلاثية لدى النباتات

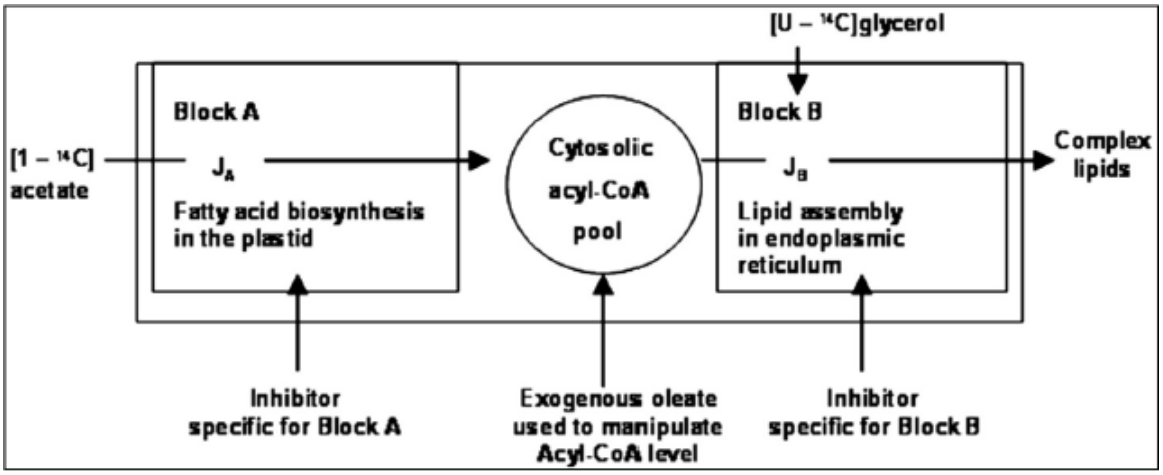
تتطلب عمليات التخليق الحيوي للجليسريدات الثلاثية (TAG) اشتراك عضيتي البلاستيدة والشبكة الاندوبلازمية، حيث تخلق الأحماض الدهنية بالبلاستيدات، ثم تنقل إلى فضاء السيتوزول (السيتوبلازم) في شكل مركبات Acyl-CoAs، فيما تتم عملية التخليق الحيوي للجليسيرولبيدات داخل فضاء الشبكة الاندوبلازمية عبر مسار الـ glycerol 3-phosphate (Kennedy) (شكل 08).



شكل 08 : مخطط مفصل للتخليق الحيوي للجليسريدات الثلاثية (TAG) بالنباتات (Harwood and Guschina, 2013)

ACCase, acetyl-CoA carboxylase; ACP, acyl carrier protein; ACS, acyl-CoA synthase; CPT, CDP-choline:1,2- diacylglycerol cholinephosphotransferase; D9-DES, D9-desaturase; DGAT, DAG acyltransferase; DGTA, diacylglycerol transacylase; FAS, fatty acid synthase; GPAT, glycerol 3- phosphate acyltransferase; LPAAT, lysophosphatidate acyltransferase; LPCAP, lysophosphatydylcholine acyltransferase; PAP, phosphatidate phosphohydrolase; PDAT, phospholipid:diacylglycerol acyltransferase; PLA2, phospholipase A2; TE, acyl-ACP thioesterase; PDCT, phosphatidylcholine:diacylglycerol cholinephosphotransferase.

ويمكن تبسيط نظام مسار التخليق هذا باشتماله على زمرتين من التفاعلات : زمرة التخليق الحيوي للأحماض الدهنية (Block A)، و زمرة تجميع اللبيدات (Block B) و المتمثل في مسلك Kennedy، فيما تقوم مركبات الـ acyl-CoAs بربط زمرتي التفاعلات (شكل 09).



شكل 09 : مخطط تحليل التحكم الأيضي ((Metabolic Control Analysis (MCA)) للتخليق الحيوي للجليسريدات الثلاثية (TAG) بالنباتات (Harwood and Guschina, 2013)

يتدفق الكربون من acetate [1-^{14}C] ليدخل فضاء اليلاستيدة (الزمرة Block A) لإنتاج الأحماض الدهنية بفعل تدخل عدد من الانزيمات المنشطة لأيض acetate metabolism [1-^{14}C] (انظر شكل 08). يعتبر مجمع الـ Acyl-CoA السيتوبلازمي وسيط نظام التخليق، حيث يمكن الرفع من مقداره عن طريق إدخال جزيئات الـoleate من خارج النظام عن طريق تجارب معملية بسيطة. وفيما نسجل اشعاعيا اقحام مركبات الـ acetate [1-^{14}C] في تفاعلات الزمرة (Block B) (تفاعلات مسلك Kennedy وتفاعلات أخرى خاصة بالتخليق الحيوي للبيدات النباتية) بواسطة مجمع الـ Acyl-CoA، فإن جزيء الـ glycerol [U-^{14}C] يعلم اشعاعيا مركبات جذور الأحماض الليبيدية (Acyl lipids) مباشرة عن طريق تفاعلات مسلك Kennedy.

1-6-4- مستقبل دراسات بيوكيمياء لبيدات القرطم

تعتبر الحاجة جد ماسة لكل جهود الأبحاث المبذولة عالميا لزيادة انتاجية المحاصيل الزيتية مستقبلا. ويزودنا تحليل التحكم الأيضي ((Metabolic Control Analysis (MCA)) ببيانات ومعلومات قيمة يمكن استغلالها في توجيه الأعمال الخاصة بالتحسين الوراثي. كما أن الادراك والفهم الجيد لآليات تنظيم عمليات الأيض اللبيدي من شأنه أن يفتح آفاقا للرفع من محصول الزيت. فمثلا تعد استراتيجيات (push/pull) الخاصة بمسالك الكربون في تشكيل اللبيدات (Vanhercke *et al.*, 2013) وكذا محاولات حماية الزيت المخزن بالبذور من عمليات الهدم (Kelly *et al.*, 2013) من الآليات الفعالة التي ثبت نفعها. وفي كل الحالات، تبقى الحاجة ماسة لتطوير تطبيقات الهندسة الوراثية لغرض تحسين المحصول، لأن كل مفاتيح تشغيل وكبح العمليات الأيضية يمكن التحكم فيها وراثيا (Fell, 1997).

قام Cao *et al.*, (2013) بدراسة الأساس الجزيئي لصفة المحتوى العالي من حمض الأوليك (HO) لدى القرطم، حيث قارن عشائر جزيئات miRNA بالبذور النامية للنبات والمنسوخة انطلاقا من التعبير الجيني للأليل ol مع تلك الخاصة بالنمط البري ذو المحتوى العالي من اللينولييك (HL). وقد اكتشفوا 55 جزيئة microRNAs معروفة، وحددوا عائلتين جديدتين من جزيئات الـmiRNA.

وقد لاحظ الكثير من الباحثين أن جزيئات الـ miRNA للنباتات أوضحت أن مقدار التعبير الجيني لها يختلف حسب شروط البرودة والجفاف واجهادات بيئية أخرى (Sunkar and Zhu, 2004; Song *et al.*, 2010)، مما يشير إلى امكانية أن يكون لجزيئات الـ miRNAs دورا تنظيميا ديناميكيا. ومن ثم فإن الدراسات المعمقة لجزيئات الـ miRNAs بنبات القرطم قد تمدنا بأدلة إضافية لغرض شرح وايضاح وظائفها الفسيولوجية ودورها في وتيرة نمو وتطور النبات، وكذا في الاستجابة للإجهادات البيئية (Li et *al.*, 2011).

فصل 2 :
مواد وطرق البحث

فصل 2 : مواد وطرق البحث

2-1- المادة النباتية

استخدمت في هذه الدراسة 9 أصناف من القرطم المنزرع *Carthamus tinctorius* L.؛ 8 مستقدمة من الولايات المتحدة الأمريكية (Safflower germplasm, Regional Plant Introduction Station, Pullman, Washington, USA)، وهي 80/482/3S، Finch، Gila، Kusumba، Ole، OT-455 ، Rio و Royal (شكل 10)، وصنف واحد (Syprus) مجلوب من المركز الدولي للأبحاث الزراعية بالمناطق الجافة (ICARDA) بحلب، سوريا (جدول 05).

جدول 05 : البلد المصدر وأسماء أصناف القرطم المدروسة

N°	Cultivars	Origin	Source
1	80/482/3S	USA	USDA germplasm, Maryland, USA
2	Finch		
3	Gila		
4	Kusumba	Pakistan	
5	Ole	USA	
6	OT-455	India	
7	Rio	USA	
8	Royal		
9	Syprus	Syria	ICARDA, Aleppo, Syria

February 16, 2006 **Inventory Packing List with Origin** **Order: 177362**

From:

USDA, ARS, WRPIS
Washington State University
Regional Plant Introduction Station
59 Johnson Hall, P.O. Box 646402
Pullman, Washington, United States, 99164-6402

Final Destination:

Dr. Bouhouhou Mouloud
University of Mentouri
Lab. Plant Biochemistry
Constantine, Algeria, 25000

Comment: Carthamus tinctorius for doctorate in water stress

Carthamus tinctorius

Item	Inventory	Accession	Plantid	Country	Amount	Notes
1	PI 250341 2005i SD	PI 250341	KUSAMBA	Pakistan	1 pk	
2	PI 258411 2005i SD	PI 258411	RIO SECO		1 pk	
3	PI 280228 2005i SD	PI 280228	CHAITALI	Pakistan	1 pk	
4	PI 283734 2005i SD	PI 283734	OT-455	India	1 pk	
5	PI 406702 2005i SD	PI 406702	Tosun 76C62	Turkey	1 pk	
6	PI 525457 check02 SD	PI 525457	GIRARD	United States, Montana	100	
7	PI 525458 check02 SD	PI 525458	FINCH	United States, Montana	100	
8	PI 537692 check02 SD	PI 537692	GILA	United States, Arizona	100	
9	PI 537693 check00 SD	PI 537693	RIO	United States, Arizona	100	
10	PI 537694 check00 SD	PI 537694	ROYAL	United States, Arizona	100	
11	PI 537695 check00 SD	PI 537695	OLE	United States, Arizona	100	
12	PI 544000 2005i SD	PI 544000	Honghua	China, Henan	1 pk	
13	PI 568820 2005i SD	PI 568820	BJ-192	China, Beijing	1 pk	
14	PI 613392 2005i SD	PI 613392	80/482/3S	United States, Washington	1 pk	

Total items ordered: 14

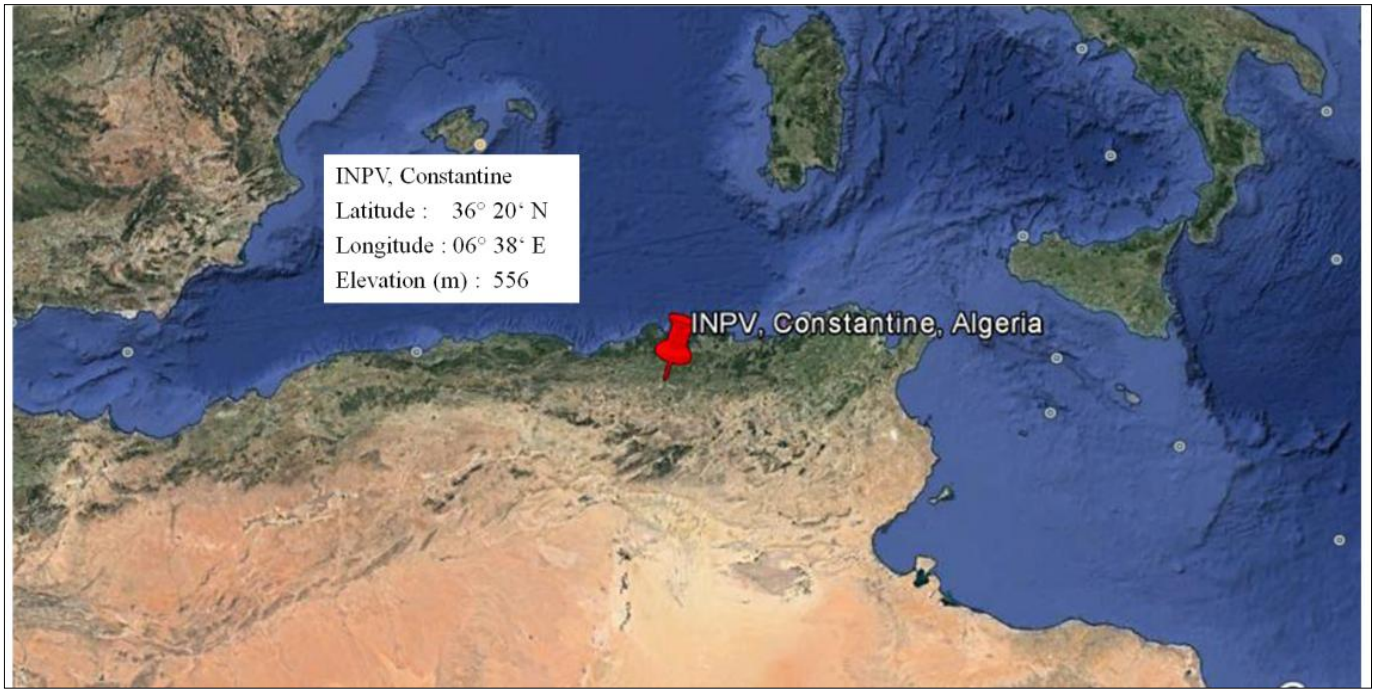
This germplasm is being freely distributed by the U.S. National Plant Germplasm System (NPGS) for educational, agricultural research or breeding purposes.

Notes:

شكل 10 : الوثيقة المرفقة بعينات بذور أصناف القرطم المرسلة من جامعة واشنطن

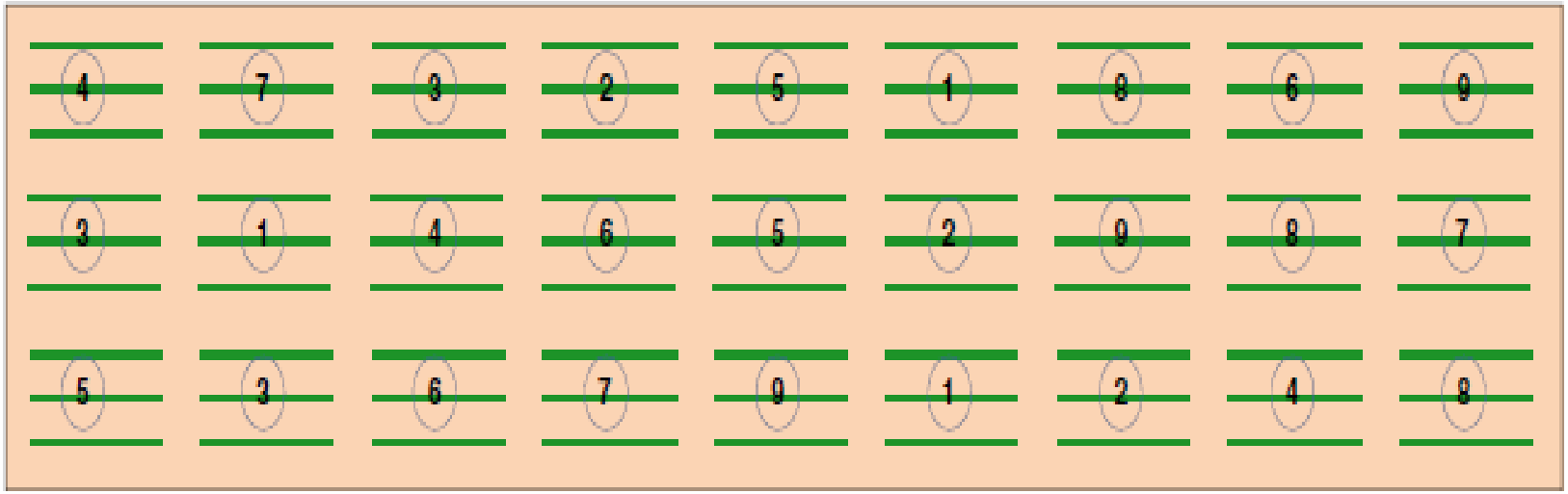
2-2- الزراعة الحقلية

امتدت التجربة على مدى الموسم الزراعي 2007-2008، وتمت بقطعة التجارب للمحطة الجهوية للمعهد الوطني لوقاية النباتات بقسنطينة (INPV) (Elevation: 556m, Latitude: 36°20’ N, Longitude: 06°38’ E) (شكل 11).



شكل11 : خريطة توضح نقطة الموقع الجغرافي للتجربة الحقلية

قدرت أبعاد قطعة التجربة بـ 3.4 m x 17.5 m (أي بمساحة 59.5 m^2). وقد اعتمد مخطط المجاميع كاملة العشوائية (Randomized Complete Block Design) (RCBD) كنموذج تجريبي في التجربة الحقلية (شكل 12) بثلاث تكرارات، و كل تكرار مكون من 3 خطوط بطول 150 cm، مع 40 cm كمسافة فيما بين الخطوط، و 07 cm فيما بين البذور، وتقدر المسافة فيما بين مجاميع التكرارات بـ 50 cm، أي في حدود كثافة زرع 14kg/ha (350000 seeds/Ha). ومع نمو النباتات وتطورها نعمد إلى تخفيف كثافة المزروع باقتلاع البعض منها كي نحصل عند مباشرة الجني على كثافة 13,3 plant/m^2.



شكل 12: نموذج المجاميع كاملة العشوائية (RCBD) المعتمد كمخطط لزراعة أصناف القرطم قيد الدراسة

(الأصناف : 1: 80/482/3S ، 2: Finch ، 3: Gila ، 4: Kusumba ، 5: Ole ، 6: OT-455، 7: Rio ، 8: Royal ، 9: Syprus)

تمت عملية البذر يدويا بتاريخ 23 ديسمبر 2007، وحرصنا على اتباع كل التوصيات التقنية الزراعية الخاصة بالمحصول باستثناء عملية التسميد، فيما تمت عملية التحكم في الأعشاب الضارة ميكانيكيا عن طريق عملية العزق للمسافة الفاصلة بين الخطوط خلال الأسبوع الأول من شهر مارس 2008 (شكل 13).

شكل 13 : صورة القطعة الزراعية التجريبية بعد عملية العزق (خلال الأسبوع الأول من شهر مارس)

باستثناء عامل موعد بلوغ مرحلة 50 % ازهار (DTF) الذي قيس حقليا خلال مرحلة النمو (شكل 14)، فإن قياس بقية المؤشرات الزراعية قد تم بعد عملية الجني (الحصاد)، والتي قمنا بها في الأسبوع الأول من شهر أوت 2008 (شكل 15)، حيث قدرنا المتوسط الحسابي لعشرة نباتات أخذت عشوائيا على مستوى التكرار الواحد، وقدرت كثافة المحصول حينها بـ $13.3\ plant/m^2$.

شكل 14 : صورة القطعة الزراعية التجريبية خلال مرحلة 50% ازهار (خلال الأسبوع الأخير من شهر ماي)

شكل 15 : صورة القطعة الزراعية التجريبية خلال مرحلة النضج الكامل (الأسبوع الأول من شهر أوت)

2-3- المعطيات المناخية

تحصلنا على المعطيات المناخية لمنطقة إجراء التجربة من المرجعين:

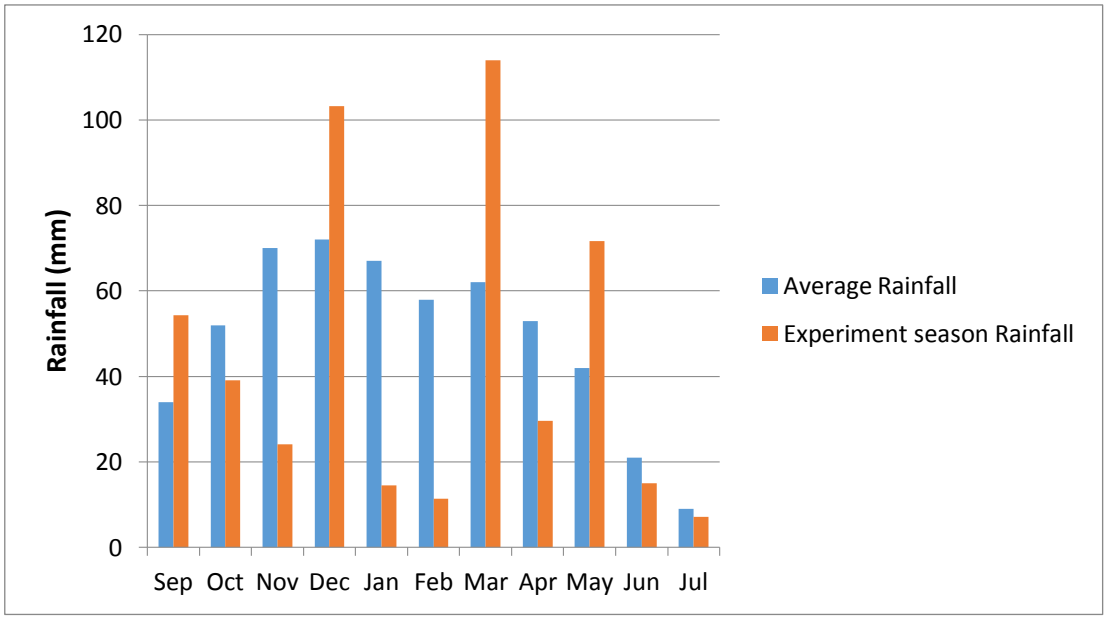
http://www.wunderground.com/ و https://en.climate-data.org/ ، ويمكن عرضها في الجدول الموالي (جدول 06) :

جدول 06 : مقارنة متوسطات قيم المعطيات المناخية طويلة الأمد لمدينة قسنطينة مع تلك الخاصة بموقع التجربة خلال الموسم الزراعي 2007-2008

Months	Rainfall (mm)		Temperature (°C)						Relative humidity (%)	
			Low		Average		High			
	Average	Experiment periode	Average	Experiment periode	Average	Experiment periode	Average	Experiment periode	Average	Experiment periode
September	34	54,34	16,5	14,6	22,6	21,3	28,8	28,9	57	64,3
October	52	39,12	11,4	11,8	16,9	17	22,5	23,2	62	79
November	70	24,13	7,3	04,4	12,1	10	16,9	16,2	70	79,1
December	72	103,20	3,3	3,25	7,4	6,50	12,2	9,37	79,7	92,00
January	67	14,50	2,8	1,77	6,9	7,38	11,1	13,00	79,9	80,87
February	58	11,40	3,9	2,28	7,2	8,14	13,3	14,00	77,3	76,33
March	62	114,00	5,6	2,94	9	9,03	15,6	15,13	73,1	78,74
April	53	29,60	7,2	5,80	11,9	12,98	18,9	20,17	72,6	68,67
May	42	71,60	10,6	11,32	16,4	18,22	23,3	25,13	68	67,23
June	21	15,00	15	13,40	21	21,13	27,8	28,87	55,8	61,17
July	9	7,20	17,8	18,58	24,4	26,63	32,8	34,68	48,8	51,58

2-3-1- التساقط المطري

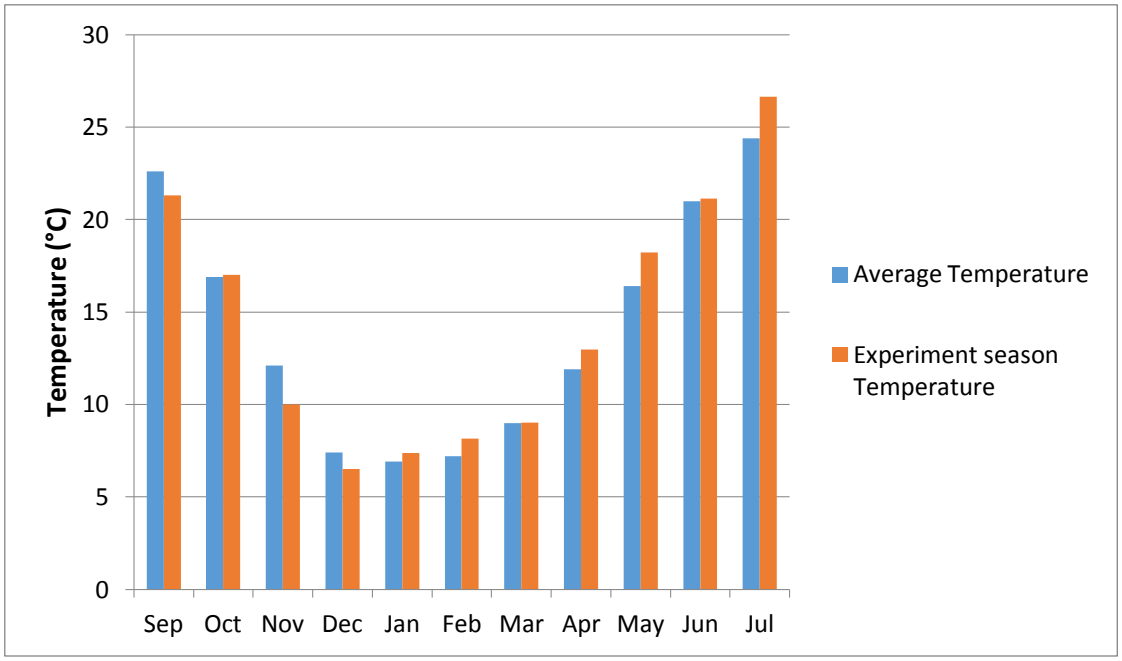
قدرت كميات الأمطار المسجلة خلال فترة التجربة بـ 431ml ، أي بزيادة 12% مقارنة بالقيمة المتوسطة طويلة الأمد لنفس الفترة (384 ml). وما يلاحظ أيضا هي قيم كميات الأمطار المعتبرة المتساقطة خلال ديسمبر، مارس وماي، والتي فاقت بنسب كبيرة متوسطات القيم طويلة الأمد لتلك الأشهر، فيما كانت قيم أشهر جانفي، فيفري، أفريل، جوان وجويلية أقل من المتوسطات (شكل 16).



شكل 16 : أعمدة مقارنة بين المعدلات الشهرية للتساقط المطري لمدينة قسنطينة والكميات المسجلة خلال موسم التجربة

2-3-2- درجة الحرارة

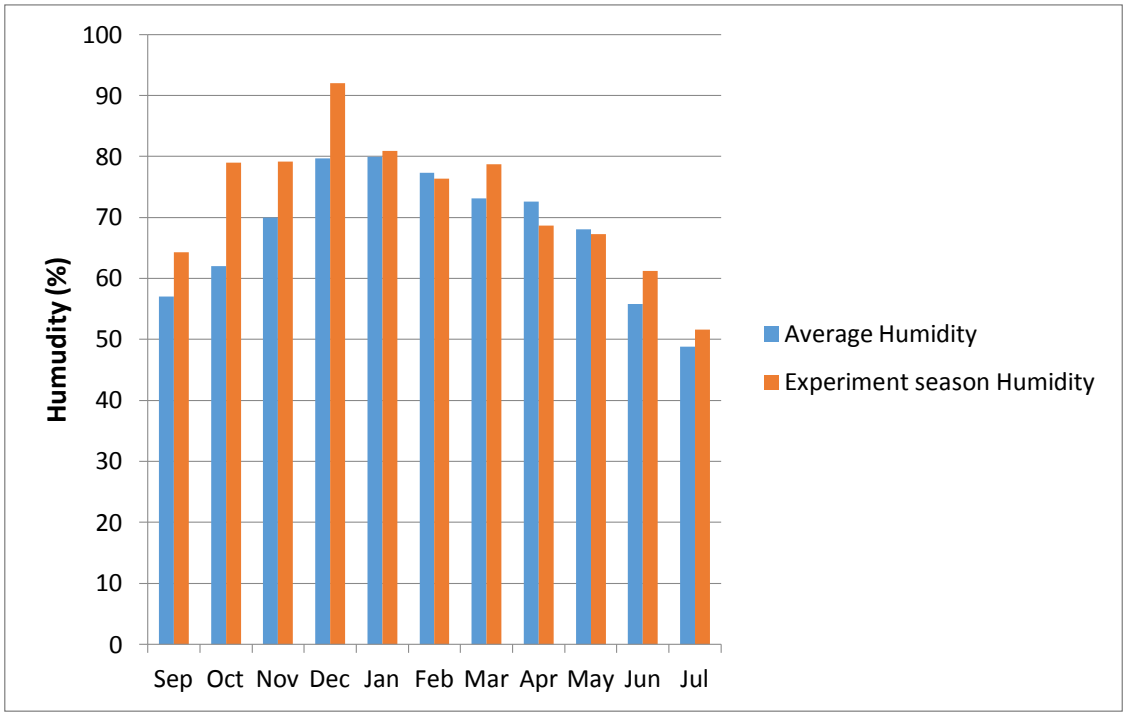
إن درجات الحرارة المسجلة خلال فترة التجربة كانت مطابقة إلى حد بعيد لتلك الخاصة بقيم المتوسطات طويلة الأمد لنفس الفترة، مع تسجيل زيادة نسبية لدرجة الحرارة خلال شهر جويلية (شكل 17) والمميز بشح التساقط.



شكل 17 : أعمدة مقارنة بين المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة لمدينة قسنطينة والدرجات المسجلة خلال موسم التجربة

2-3-3- الرطوبة

تتناقص نسب الرطوبة خطيا من شهر ديسمبر (شهر البذر) إلى غاية شهر جويلية (شهر نضج المحصول) (شكل 18)، وهذا المسار الخطي ما هو إلا محصلة للتغير المسجل في درجات الحرارة وكميات التساقط عبر الأشهر الثمانية لفترة التجربة الحقلية لنمو محصول الأصناف التسعة من القرطم.



شكل 18 : أعمدة مقارنة بين المعدلات الشهرية لنسبة الرطوبة لمدينة قسنطينة والنسب المسجلة خلال موسم التجربة

2-4- طرق البحث

2-4-1- الصفات المورفولوجية والفينولوجية

اقتصرنا في هذا الجزء على دراسة صفتين فقط، إحداهما فينولوجية وهي موعد بلوغ مرحلة 50 % ازهار (DTF) والمقدر بعدد الأيام، والأخرى مورفولوجية وتتمثل في طول النبتة (PHT) مقدرا بالسنتمتر.

2-4-1-1- موعد بلوغ مرحلة 50 % ازهار(يوم)(DTF)

ويمثل عدد الأيام من تاريخ البذر إلى غاية إزهار 50 % من النباتات، وهو المؤشر الوحيد الذي درس حقليا قبل الحصاد خلافا لبقية المؤشرات التي درست بعد جني المحصول.

2-4-1-2- طول النبتة (cm) (PHT)

قيست هذه الصفة للسوق الرئيسية كمعدل لعشرة نباتات مختارة عشوائيا من كل مكرر بحساب المسافة من سطح التربة إلى أعلى قمة النبتة.

2-4-2- مؤشرات الانتاجية (المردودية)

عمدنا في هذا الجزء إلى دراسة عشرة مؤشرات، حيث تم تقديرها بعد جني نباتات المحصول الناضج على مستوى سطح التربة.

2-4-2-1- الكتلة الحيوية الهوائية (BIO)(g/plant)

ويعرف أيضا بالغلة البيولوجية (Biological Yield)، حيث حسبت بعد الحصاد أوزان المجموع الهوائي (تمت عملية الجني على مستوى سطح التربة) لعشرة نباتات مختارة عشوائيا من كل مكرر.

شكل 19 :صورة لنبتة قرطم كاملة النضج

2-2-4-2- عدد التفرعات لكل نبتة (NRP)

تم حساب عدد التفرعات لكل نبات وذلك بحساب عدد التفرعات الحاملة للنورات في عشرة نباتات لكل مكرر تجريبي ثم استخرجنا معدل المكرر الواحد.

2-2-4-3- عدد الرؤوس (النورات الزهرية) لكل نبتة (NHP)

أخذنا عشرة نباتات عشوائيا من كل مكرر، ثم حسبنا متوسط عدد النورات الزهرية بها.

2-2-4-4- عدد البذور لكل رأس (NSH)

بعد حسابنا لعدد الرؤوس/ نبتة على مستوى كل مكرر، قمنا بقطف جميع نورات (رؤوس) النباتات العشر، ثم عملنا على فركها يدويا باستعمال غربال مناسب (غربال الحمص)، وبتلك الكيفية جنينا محصولا من البذور وليكن n بذرة من مجموع 10نباتات، وحسبنا مؤشر عدد البذور/ رأس من خلال المعادلة:

عدد البذور لكل رأس (NSH) = n بذرة/ عدد رؤوس 10 نباتات

2-2-4-5- عدد البذور بكل نبتة (NSP)

عند حسابنا للمؤشر السابق (عدد البذور لكل رأس (NSH))، أصبح لدينا محصولا من البذور مقداره n بذرة على مستوى كل مكرر، ولكي نحسب مؤشر عدد البذور بكل نبتة (NSP) نستخدم المعادلة التالية:

عدد البذور بكل نبتة (NSP) = n بذرة/ 10

2-2-4-6- وزن مائة بذرة (g) (HSW)

بعد حسابنا للمؤشر السابق (عدد البذور بكل نبتة (NSP))، جمعنا بذور المكرر الأول، وأخذنا منها 3 عينات (100بذرة/عينة)، وقمنا بوزنها ثم سجلنا متوسط المكرر، وبالمثل عملنا مع المكررين الثاني والثالث.

2-2-4-7- مؤشر المردودية (%) (HI) .

يسمى كذلك بدليل الحصاد، ويحسب من خلال المعادلة التالية:

دليل الحصاد= (محصول البذور / الكتلة الحيوية) . 100

HI= (SY/BIO) . 100

2-4-2-8- نسبة محصول الزيت(%OY)

قدر هذا المؤشر عند استخلاص زيت بذور أصناف القرطم وفق الطريقة التي سيتم شرحها لاحقا في جزء الطرق البيوكيميائية (استخلاص الزيت (Fixed oil extraction))، حيث نعمد إلى وزن محصول الزيت المستخلص من عينة 5g على مستوى كل مكرر وليكن w (gm)، ثم نقدر نسبته المئوية وفق المعادلة :

$$\%OY = (100 \cdot w) / 5$$

2-4-2-9- محصول البذور(SY) (g/m^2)

قدرت كثافة المحصول حين قيامنا بعملية الجني بـ $13.3\ plant/m^2$، وعليه وبعد جنينا لبذور 10 نباتات من كل مكرر نقوم بوزنها ولتكن كتلتها m (g)، وبالتالي ولغرض حساب محصول البذور مقدرا بـ (gm/m^2) طبقنا المعادلة التالية:

$$SY= (13,3/10) \cdot m = 1,33\ m\ (g/m^2)$$

2-4-2-10- محصول الزيت (OY) (g/m^2)

قدر هذا المؤشر عند استخلاص زيت بذور أصناف القرطم وفق الطريقة التي سيتم شرحها لاحقا في جزء طرق الطرق البيوكيميائية (جـ - 1- استخلاص الزيت).

2-4-3- طرق الدراسة البيوكيميائية

2-4-3-1- استخلاص الزيت (Fixed oil extraction)

استخلصنا زيت بذور القرطم وفق ترتيب الخطوات التالية:

1) نقوم بطحن 5g من بذورالنبتة (شكل 20) قبيل إجراء عملية الاستخلاص لتفادي فقد كميات مما تحتويه من الزيت.
2) يتم تجفيف الأنابيب الزجاجية (Thimple) على درجة حرارة 105°C لمدة ساعة، ثم توزن بعد ذلك.
3) توزن الحوجلات (Flasks) المخصصة لوضع العينات.
4) توضع العينة المطحونة في المكان المخصص لها في جهاز السوكسليت (Soxhlet) (شكل 21).

5) تضبط درجة حرارة الحمام المائي لجهاز السوكسليت، ويترك الجهاز للعمل لمدة 6-8Hrs، إلى غاية عدم ظهور أي لون بالمذيب المستخدم (Petrolium ether).

6) يوقف بعدها غليان الحمام المائي لجهاز السوكسليت مع ترك سريان تيار الماء لغرض تبريد الجهاز.

7) يتم فك وحدة السوكسليت، وتأخذ الحوجلة (Flask) إلى جهاز Rotavapor لتبخير المذيب (Petrolium ether) على درجة حرارة 40°C.

8) بعد التأكد من التبخير النهائي للمذيب، تأخذ الحوجلة لتوزن، والفارق مع وزنها الابتدائي يمثل وزن الزيت بالعينة.

9) يأخذ الزيت و يوضع في أنبوبة زجاجيه Ependorf، لتحفظ في الثلاجة إلى غاية الاستخدام.

شكل 20 : صورة لعينة (5 g) من بذور القرطم قبيل عملية الطحن

شكل 21 : صورة لجهاز السوكسليت (Soxhlet) المستخدم في عمليتي استخلاص الزيت وتبخير المذيب العضوي لفصل جزئيه المتصبن وغير المتصبن

2-3-4-2- عملية التصبن وفصل الجزء المتصبن وغير المتصبن من زيت البذور

نقوم بعملية التصبن للزيت وفصل الجزء المتصبن (الأحماض الدهنية) وغير المتصبن (مثل الاستيرولات- الهيدروكربونات- التربينات) من زيت البذور وفق الطريقة التالية:

نضع كمية حوالى 2 g من الزيت المستخلص فى دورق ثم نضيف حوالى 20 ml من كحول الايثانول تركيز 95 % المحتوى على 10 % من هيدوكسيد البوتاسيوم (KOH) (إذابة 10 g من (KOH) فى 100 ml من الـ ethanol تركيز 95 %) (شكل 22) لإجراء عملية التصبن (Saponification) حسب طريقة Farag *et al.*, (1986) .

شكل 22 : صورة لعينات 2 g من زيت القرطم بكل دورق (Erlenmeyer) مذابة في 20 ml ايثانول معدة للبدء في عملية التصبن وفصل الجزء المتصبن وغير المتصبن

يوضع المخلوط السابق فى الدورق المستدير ويوضع فوق الدورق مكثف عاكس مبرد بواسطة الماء ثم يوضع في حمام مائى يغلى على درجة حرارة 100 °C لمدة 5 hrs.

يبرد المخلوط (residue) ثم تضاف له كمية 5 ml من الماء المقطر، ينقل المخلوط إلى قمع فصل ثم يضاف مذيب الهكسان العادى (n-hexane) (10 ml) ويرج جيدا ويترك لكى ينفصل المخلوط إلى طبقتين - الطبقة العليا (طبقة الهكسان) والطبقة السفلى الطبقة المائية، يفتح محبس قمع الفصل وتأخذ الطبقة السفلى فى دورق مخروطى وتترك الطبقة العليا فترة حتى تمام الفصل (لا تحتوى على أى جزء من الطبقة المائية)، تنقل الطبقة العليا (طبقة الهكسان) إلى دورق مخروطى.

يتم إعادة الطبقة المائية إلى قمع الفصل ثم يضاف مذيب الهكسان العادى (10 ml) ويرج جيدا ويترك لكى ينفصل المخلوط إلى طبقتين - الطبقة العليا (طبقة الهكسان) والطبقة السفلى الطبقة المائية، يفتح محبس قمع الفصل وتأخذ الطبقة السفلى فى دورق مخروطى وتترك الطبقة العليا فترة حتى تمام الفصل

(لا تحتوى على أى جزء من الطبقة المائية)، تنقل الطبقة العليا (طبقة الهكسان) إلى نفس الدورق المخروطى. وتكرر هذة العملية خمس مرات.

تؤخذ طبقات الهكسان ويضاف إليها قليل من ملح كبريتات الصوديوم اللامائية (Na_2SO_4) لامتصاص أى بقايا من الماء وترشح على ورق ترشيح ثم يتم تبخير الهكسان بواسطة جهاز (Rotary evaporator) على درجة حرارة 40 °C وتوضع فى الثلاجة (تحتوي على الجزء غير المتصبن) لحين حقنها وفصلها وتعريفها بواسطة جهاز التحليل الكروماتوجرافى الغازى السائلى المتصل بطيف الكتلة.

يضاف إلى الطبقة المائية 20 ml من محلول 20 % من حمض الهيدروكلوريك (20 ml حمض الهيدروكلوريك و 80 ml ماء مقطر) وذلك لتحويل ملح البوتاسيوم للأحماض الدهنية إلى أحماض ذهنية حرة، ينقل المخلوط إلى قمع فصل ثم يضاف مذيب الهكسان العادى (10 ml) ويرج جيدا ويترك لكى ينفصل المخلوط إلى طبقتين - الطبقة العليا (طبقة الهكسان) والطبقة السفلى (الطبقة المائية). يفتح محبس قمع الفصل ويتم أخذ الطبقة السفلى فى دورق مخروطى وتترك الطبقة العليا فترة حتى تمام الفصل (لا تحتوى على أى جزء من الطبقة المائية). بعدها تنقل الطبقة العليا (طبقة الهكسان) إلى دورق مخروطي.

يتم إعادة الطبقة المائية إلى قمع الفصل ثم يضاف مذيب الهكسان العادى (10 ml) ويرج جيدا ويترك لكى ينفصل المخلوط إلى طبقتين - الطبقة العليا (طبقة الهكسان) والطبقة السفلى (الطبقة المائية)، يفتح محبس قمع الفصل ويتم أخذ الطبقة السفلى فى دورق مخروطى وتترك الطبقة العليا فترة حتى تمام الفصل (لا تحتوى على أى جزء من الطبقة المائية). تنقل الطبقة العليا (طبقة الهكسان) إلى نفس الدورق المخروطى. وتكرر هذه العملية ثلاث مرات .

تؤخذ طبقات الهكسان ويضاف إليها قليل من ملح كبريتات الصوديوم اللامائية لامتصاص أى بقايا من الماء وترشح على ورق ترشيح ثم يتم تبخير الهكسان بواسطة جهاز (Rotary evaporator) على درجة حرارة 40 °C.

2-4-3-3- تحضير مشتقات مثيل استر الأحماض الدهنية الحرة (Methylation)

تحضر استرات مثيلات الأحماض الدهنية وفقا لطريقة Kinsella (1966) حسب البروتوكول الموالي :

توضع كمية حوالى 20ml من الأحماض الدهنية الحرة (المواد المتصبنة) فى دورق مستدير ثم يضاف إليها حوالى 20ml من كحول الميثانول المطلق (anhydrous methanol) (كحول ميثانول جاف تماما نقى من نوع HPLC grade) المحتوي على % 2 من حمض الكبريتيك المركز H_2SO_4 % 2) (Analar. (يوضع 98 ml من كحول الميثانول المطلق قى دورق مخروطى سعة 200 ml ثم يوضع

2ml من حمض الكبريتيك المركز على جدار الدورق باحتراس شديد ويترك حتى يبرد ويرج باحتراس). يوضع المخلوط السابق فى الدورق المستدير، ويوضع فوق الدورق مكثف عاكس مبرد بواسطة الماء ثم يوضع على حمام مائى يغلى على درجة حرارة 100 °C لمدة 3 hrs.

يبرد المخلوط (residue)، ثم ينقل إلى قمع فصل، ثم يضاف مذيب الهكسان العادى (n-hexane) (10 ml) ويرج جيدا ويترك لكى ينفصل المخلوط إلى طبقتين - الطبقة العليا (طبقة الهكسان) والطبقة السفلى الطبقة الكحولية، يفتح محبس قمع الفصل وتأخذ الطبقة السفلى فى دورق مخروطى وتترك الطبقة العليا فترة حتى تمام الفصل (لا تحتوى على أي جزء من الطبقة الكحولية)، تنقل الطبقة العليا (طبقة الهكسان) إلى دورق مخروطى.

يتم إعادة الطبقة الكحولية إلى قمع الفصل ثم يضاف مذيب الهكسان العادى (10 ml) ويرج جيدا ويترك لكى ينفصل المخلوط إلى طبقتين - الطبقة العليا (طبقة الهكسان) والطبقة السفلى الطبقة المائية، يفتح محبس قمع الفصل ونأخذ الطبقة السفلى فى دورق مخروطي وتترك الطبقة العليا فترة حتى تمام الفصل (لا تحتوى على أى جزء من الطبقة المائية). تنقل الطبقة العليا (طبقة الهكسان) إلى نفس الدورق المخروطى. وتكرر هذة العملية ثلاث مرات .

تؤخذ طبقات الهكسان ويضاف إليها قليل من ملح كبريتات الصوديوم (Na_2SO_4) اللامائية لامتصاص أى بقايا من الماء وأيضا قليل من كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) اللامائية لمعادلة أي حموضة ناتجة من الكحول وترشح على ورق ترشيح، ثم يتم تبخير الهكسان بواسطة جهاز (Rotary evaporator) على درجة حرارة 40 °C، وتحتوي العينة حينها على مثيلات استر الأحماض الدهنيه، لتوضع بعدها في الثلاجة لحين حقنها وفصلها وتعريفها بواسطة جهاز التحليل الكروماتوجرافى الغازى السائلي المتصل بمطياف الكتلة (GC/MS).

تحقن كل عينة من استرات الأحماض الدهنية في جهاز التحليل الكروماتوجرافي الغازي السائلي المتصل بطيف الكتلة طبقا لظروف الفصل المبينة بالملحق 2 لفصلها والتعرف عليها من خلال مطابقة التشظية (fragmentation pattern) لكل مركب مع نظيرة المتوقع ومن خلال مكتبة الجهاز التي تحتوي على مقادير طيف الكتلة لإسترات جميع الأحماض الدهنيه، بحيث يكون كل مركب مفصول مطابقا تماما لما هو مقترح من الجهاز. وتقدر نسبة كل مركب من خلال مساحة كل منحناه تبعا للبرنامج المستخدم لهذا الغرض بالجهاز.

2-4-4- الدراسة الإحصائية

استخدمنا العديد من الطرق الإحصائية في تحليل ومعالجة النتائج المتحصل عليها في دراستنا، وهي :

2-4-4-1- دراسة تحليل التباين (Anova)

إن تحليل التباين والمعروف اختصاراً بـ ANOVA هو امتداد لاختبار الفرق بين المتوسطين. حيث أن تحليل التباين في اتجاه واحد هو اختبار الفروق بين متوسطات ثلاثة مجتمعات فأكثر. ويهدف التحليل إلى بيان ما إذا كانت متوسطات المجتمعات متساوية تقريباً وأن أية اختلافات بينهما تعزى للصدفة ويمكن توقعها أم أن المتوسطات مختلفة (غير متساوية) والفروق بينها جوهرية أو معنوية الدلالة أو ذات دلالة احصائية.

تم تحليل التباين وفق ANOVA ، وتم حساب معامل التباين (الاختلاف) (Coefficient of variation (C.V.%)) فيما بين الأصناف التسعة، وكذا فيما بين المؤشرات المدروسة. وقورن بين متوسطات المؤشرات المدروسة باستخدام اختبار Duncan بمستوى أقل فرق معنوي (LSD) عند الحد 5 % ($P>0.05$).

كما عمدنا إلى تطبيق اختبار Newman-Keuls عند حد 5 % عند دراستنا لمؤشر محصول البذور (SY)، وذلك لغرض تقسيم أصناف القرطم التسعة المدروسة ضمن مجموعات مختلفة.

2-4-4-2- تحليل المكونات الرئيسية (PCA) :

استعمل تحليل المكونات الرئيسية (PCA) للتعرف على الصفات المؤثرة في التباين. وتقوم الفكرة الأساسية في تحليل المكونات الرئيسية على تلخيص أكبر قدر ممكن من التباينات في مجموع الصفات المقاسة والتي تسهم في التمايز ما بين العناصر المدروسة، وذلك من خلال ابتداع عدد من الصفات التخيلية التي تحسب من مجموع الصفات الحقيقية لكن بأوزان متفاوتة تعكس دور كل منها وأهميته في التفريق ما بين تلك العناصر. تعمل خطوات تنفيذ الخوارزمية على حصر أكبر قدر ممكن من التباينات ضمن توليفة الصفة التخيلية الأولى والتي عادة ما يطلق عليها تسمية المكون الرئيسي الأول (PC1)، كما يتم حساب نسبة مئوية لهذه الصفة التخيلية التي ابتدعناها تشير إلى الحصّة الكليّة من التباينات التي تم إلتقاطها والتعبير عنها في هذه الصفة التخيلية بالذات، تتابع خوارزمية تحليل المكونات الرئيسية إنجاز عملها بأسلوب يشبه القضم، فبعد أن قامت من خلال ابتداع المكون الرئيسي الأول (PC1) التعبير عن أكبر قدر ممكن من التباينات الموجودة ما بين العناصر المدروسة، حينها يأتي الدور على ابتداع المكون الرئيسي الثاني PC2 والذي سيقوم بدوره بمحاولة التعبير عن أكبر قدر ممكن من التباينات المتبقية والتي لم يستطع PC1 التعبير عنها، لذا فإن النسبة التي تمثل ما سيستطيع PC2 التعبير عنه من تباينات هي

دوما أقل مما تم التعبير عنه في PC1، وهكذا دواليك بالنسبة لكل من PC3 و PC4 وصولا إلى PCn حيث n هي العدد الكلي للصفات المدروسة، وحينها تصل النسبة الإجمالية (التراكمية) إلى % 100، مع ملاحظة أنه من الممكن أن نصل إلى تلك النسبة قبل ذلك في حال كانت هناك مجموعة جزئية من الصفات المدروسة مستقرأة أو مستخلصة من صفات أخرى داخلة في ذات التحليل.

بالعودة إلى التطبيق العملي لهذه التقنية، عادة ما نهتم بأول مكونين رئيسيين فحسب أي PC1 و PC2 والذين يعبران عن أكبر قدر ممكن من التباينات بين العناصر بحسب مجمل الصفات المدروسة والتي يمكن التعبير عنها بمتحولين إثنين فقط (عادة ما تكون أي نسبة تفوق % 60 مرضية للكثير من الباحثين).

2-4-4-3- تحليل التدرج العنقودي (تحليل شجرة القرابة) (Dendrogram)

تم استعمال نتائج تحليل المكونات الرئيسية (PCA) في رسم مخطط البعد الوراثي (التدرج العنقودي أو شجرة القرابة) للعلاقات الوراثية بين الأفراد (الأصناف) باستعمال التحليل العنقودي (Cluster Analysis).

والهدف من إجراء التحليل العنقودي (التحليل العاملي) هو تمييز الأبعاد المحدودة والتي يفترض أن تشكل العديد من التصرفات أو المهام بطرق كمية.

أجريت جميع التحاليل الإحصائية للمعطيات الناتجة عن الدراسة باستخدام برنامج XLSTAT 2017 المنتج من طرف شركة Addinsoft.

فصل 3 :

النتائج والمناقشة

فصل 3 : النتائج والمناقشة

3-1- الصفات المورفولوجية والفينولوجية

هناك عدة طرق لدراسة تقييم تنوع الأصول الوراثية وتحسين الأصناف، ومن ضمنها طريقة التقييم المورفولوجي، التي تعتبر من الطرق الأكثر شيوعا واستخداما ضمن هذا المجال لبساطتها وعدم حاجة مستخدميها للتقنيات الحديثة المعقدة والمكلفة.

وعلى الرغم من كون الصفات المورفولوجية تندرج ضمن بوتقة قوانين الوراثة الكمية من حيث تأثرها بالعوامل البيئية المختلفة، وكذا مساهمة العديد من الجينات في تحديد شكل صفة معينة عن طريق حالات مختلفة مثل التفوق الوراثي والأثر المتعدد للجينات (Pleiotropic and Epistatic genes) (Van Beuningen and Busch, 1997)، إلا أن ذلك لم يثني الباحثين عن المضي في استخدامها بشكل واسع في الدراسات المتعلقة بتقييم تنوع الأصول الوراثية ضمن برامج التربية وتحسين السلالات النباتية.

أشار Yang *et al.*, (1991) أن ما يعيق التحسين الوراثي للنباتات في البيئات الجافة هو نقص المعلومات للعلاقات فيما بين الصفات والمؤشرات المختلفة، وقد وجد ارتباطا معنويا بين كل من صفتي طول النبات، عدد الأيام اللازمة لبلوغ مرحلتي الإزهار والنضج مع مقدار فقدان الأوراق للماء خلال تعرضها للجفاف (مؤشر المقاومة للجفاف).

اقتصرنا في هذا الجزء على دراسة صفتين فقط إحداهما فينولوجية وهي موعد بلوغ مرحلة 50 % ازهار (DTF)، والأخرى مورفولوجية وتتمثل في طول النبتة (PHT).

3-1-1- موعد بلوغ مرحلة 50 % ازهار (DTF)(days)

تكمن أهمية دراسة هذه الصفة كونها أحد المعايير الزمنية لباكورية الإنتاج، وبالتالي فقد تكون مفيدة لتأسيس معايير انتخاب سلالات ذات انتاج عالي.

باستثناء مؤشر عدد التفرعات/ نبتة (NRP)، فإن تحليل التباين أوضح التأثير ذو الدلالة المعنوية العالية لعامل التركيب الوراثي (الصنف الوراثي)، مما يؤشر بوضوح للتنوع فيما بين الأصناف التسعة اعتمادا على الصفات والمؤشرات المدروسة (جدول 07).

جدول 07 : النتائج الاحصائية العامة للمتغيرات (الصفات) المدروسة

Traits	Mean	phenotypic σ^2	residuel σ^2	CV%	Block effect	Genotype effect
DTF	171,04	4,60	1,50	0,90	0,03	0**
PHT	95,34	13,50	5,76	6,00	0,90	0**
BIO	82,83	25,37	18,26	22,00	0,52	0.008**
NRP	10,43	1,56	1,40	13,40	0,06	**0.3441ns**
NHP	28,46	7,68	6,13	21,60	0,16	0.0496**
NSH	16,12	4,10	2,29	14,20	0,30	0.0003**
NSP	453,98	179,86	122,23	26,90	0,68	0.0034**
HSW	3,74	0,43	0,16	4,30	0,47	0**
HI	19,93	3,26	2,34	11,80	0,26	0.0099**
%OY	31,86	5,99	3,80	11,90	0,93	0.0012**
SY	226,44	97,74	61,10	27,00	0,62	0.0011**
OY	70,48	28,27	21,93	31,10	0,85	0.0189**

**: Significant at $P < 0.01$; *: Significant at $P < 0.05$; ns: not significant; CV : coefficient of variation, σ : variance.

DTF: Days to 50% Flowering**, PHT:** Plant Hight**, BIO:** Biological Yield**, NRP:** Number of Ramifications per Plant**, NHP:** Number of Heads (capitulums) per Plant**, NSH:** Number of Seeds per Head**, NSP:** Number of Seeds per Plant**, HSW:** Hundred Seeds Weight**, HI:** Harvest Index**, %OY:** Percentage of Oil Yield**, SY:** Seed Yield**, OY:** Oil Yield**.**

سجلنا 174.67 يوما كأطول فترة زمنية لبلوغ 50 % ازهار لدى Syprus، بينما سجلت أقصر فترة لدى الصنف Kusumba بفترة زمنية قدرت بـ 159.33 يوما (جدول 10 وشكل 23). أما متوسط عمر الأصناف التسعة لبلوغ مرحلة الـ50 % ازهار فكان مقداره 171.04 يوما (جدول 07).

كما سجلنا ارتباطات ايجابية ومعنوية الدلالة بين مؤشر موعد بلوغ % 50 ازهار مع كل من مؤشرات الكتلة الحيوية الهوائية (r=0.803)، طول النبات (r=0.812)، عدد بذور النبتة (r=0.628)، المحصول من البذور (r=0.644)، وأخيرا مع المحصول من الزيت (r=0.703) (جدول 23).

إن امتداد فترة عدد الأيام اللازمة لبلوغ مرحلة الـ % 50 ازهار تسمح للنبات بادخار ما يلزمه كي يدخل المرحلة الحاسمة (مرحلة امتلاء البذور) بنجاعة (Ali reza *et al.*, 2008)، مما يسمح بالحصول على زيادات في كل من مؤشرات الكتلة الحيوية الهوائية، طول النبات، محصول البذور، ومحصول الزيت.

لاحظ Rameshknia *et al.*, (2013a) أن هناك تطابق واضح في النتائج الخاصة بأصناف القرطم المدروسة من حيث زمن بلوغها مرحلتي الـ % 50 ازهار و الـ % 100 ازهار، ودون نتائج مخالفة تماما لما توصلنا إليه، حيث سجلت دراسته معامل ارتباط سلبي ومعنوي بين مؤشر موعد بلوغ % 50 ازهار ومحصول النبتة.

استنتج كل من Corleto *et al.*, (1997) و Koutroubas *et al.*, (2009) أن أهم معيقات استزراع نبات القرطم في مناطق حوض المتوسط هو تأخر مرحلة الازهار وتزامنها مع أشهر الصيف المميزة بارتفاع درجة الحرارة وزيادة معدل الحر وقلة أو انعدام التساقط.

جدول 08 : متوسطات القيم والانحراف المعياري للمؤشرات المدروسة لدى أصناف القرطم التسعة

Genotypes	DTF	PHT	BIO	NRP	NHP	NSH	NSP	HSW	HI	%OY	SY	OY
80/482/3S	**173,67**	96,83	**113,51**	9,87	**38,03**	16,27	**575,53**	**3,98**	20,00	26,53	**306,47**	80,29
Finch	173,00	**107,63**	70,85	10,53	25,57	17,91	388,23	**2,91**	17,00	36,13	150,63	54,57
Gila	171,33	88,77	72,32	**11,40**	**21,07**	18,01	379,37	3,79	20,33	**38,47**	187,92	72,11
Kusumba	**159,33**	**63,37**	**61,72**	10,13	29,90	13,47	402,32	3,40	20,00	**23,30**	181,67	42,33
Ole	171,67	95,83	80,61	10,60	24,17	**19,47**	458,23	3,68	20,67	34,60	224,31	77,40
OT-455	171,00	96,47	65,55	9,53	28,83	**8,28**	**244,49**	**4,44**	**16,67**	28,87	**144,68**	**40,63**
Rio	172,33	102,80	73,76	11,37	24,33	14,03	378,83	3,69	17,67	35,00	186,02	65,93
Royal	172,33	102,30	84,14	**11,47**	27,53	16,94	458,67	3,85	**21,67**	**36,60**	235,97	**86,53**
Syprus	**174,67**	**104,10**	**123,04**	**8,93**	**36,67**	**20,73**	**800,17**	3,94	**25,33**	27,27	**420,29**	**114,56**
SD	0,87	3,33	10,54	0,81	3,54	1,32	70,57	0,09	1,35	2,19	35,27	12,66
LSD5%	2,60	9,97	31,60	2,42	10,62	3,97	211,57	0,28	4,06	6,58	105,75	37,96

DTF: Days to 50% Flowering**, PHT:** Plant Hight**, BIO:** Biological Yield**, NRP:** Number of Ramifications per Plant**, NHP:** Number of Heads (capitulums) per Plant**, NSH:** Number of Seeds per Head**, NSP:** Number of Seeds per Plant**, HSW:** Hundred Seeds Weight**, HI:** Harvest Index**, %OY:** Percentage of Oil Yield**, SY:** Seed Yield**, OY:** Oil Yield**.**

جدول 09 : مربعات قيم متوسطات تحليل التباين للمؤشرات المدروسة لدى أصناف القرطم التسعة

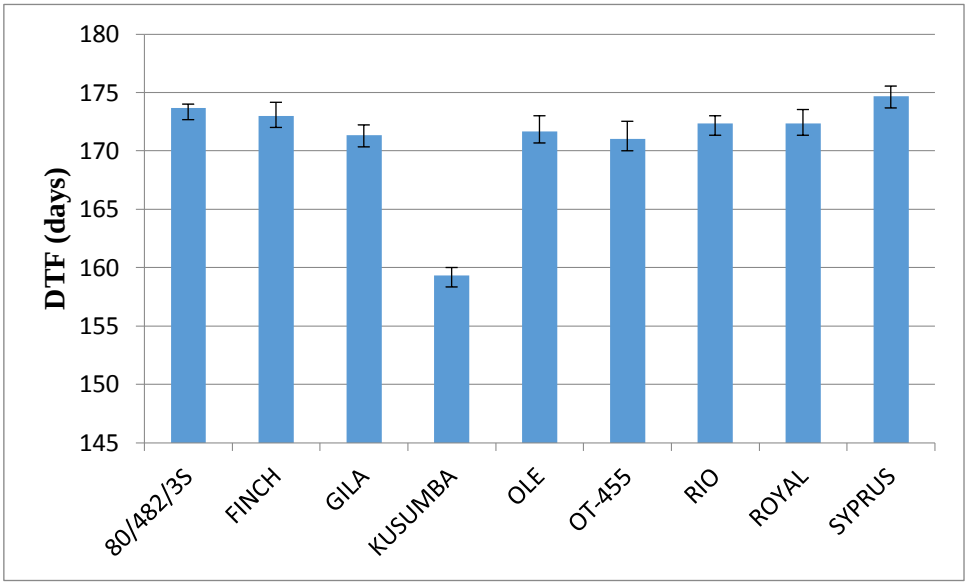
Source	DF	DTF	PHT	BIO	NRP	NHP	NSH
BLOCS	2	10,26	3,39	230,16	6,42	75,71	6,76
Genotypes	8	61.79**	525.45**	1367.02**	**2.39ns**	97.71*	42.32**
RESIDUAL	16	2,26	33,1748	333,376	1,95	37,63	5,25
CV(%)		0.90	6.00	22.00	13.40	21.60	14.20

Source	DF	NSP	HSW	HI	%OY	SY	OY
BLOCS	2	5923,9	0,02	8,04	1,12	1865,52	81,13
Genotypes	8	73781.3**	0.53**	21.48**	87.54**	23112.3**	1614.22**
RESIDUAL	16	14939,8	0,03	5,50	14,45	3732,94	481,07
CV(%)		26.90	4.30	11.80	11.90	27.00	31.10

** Significant at $P < 0.01$; * Significant at $P < 0.05$; ns, not significant..

جدول 10 : القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمؤشر موعد بلوغ % 50 ازهار (يوم) (DTF) لدى أصناف القرطم التسعة

Varieties		موعد بلوغ % 50 ازهار(يوم) Days to 50 % Flowering (DTF) (days)				
		Min.	Max.	Mean	SD	SE
1	80/482/3S	173	174	173,67	0,5773503	0,33333333
2	Finch	171	175	173,00	2	1,15470054
3	Gila	171	173	171,33	1,5275252	0,8819171
4	Kusumba	158	160	159,33	1,1547005	0,66666667
5	Ole	169	173	171,67	2,3094011	1,33333333
6	OT-455	169	174	171,00	2,6457513	1,52752523
7	Rio	171	173	172,33	1,1547005	0,66666667
8	Royal	170	174	172,33	2,081666	1,20185043
9	Syprus	173	176	174,67	1,5275252	0,8819171
Standard Error				0,87		
LSD 5 %				2,60		



شكل 23 : متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لمؤشر موعد بلوغ % 50 ازهار (يوم) (DTF) لدى أصناف القرطم التسعة. تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري

3-1-2- طول النبتة (PHT) (cm)

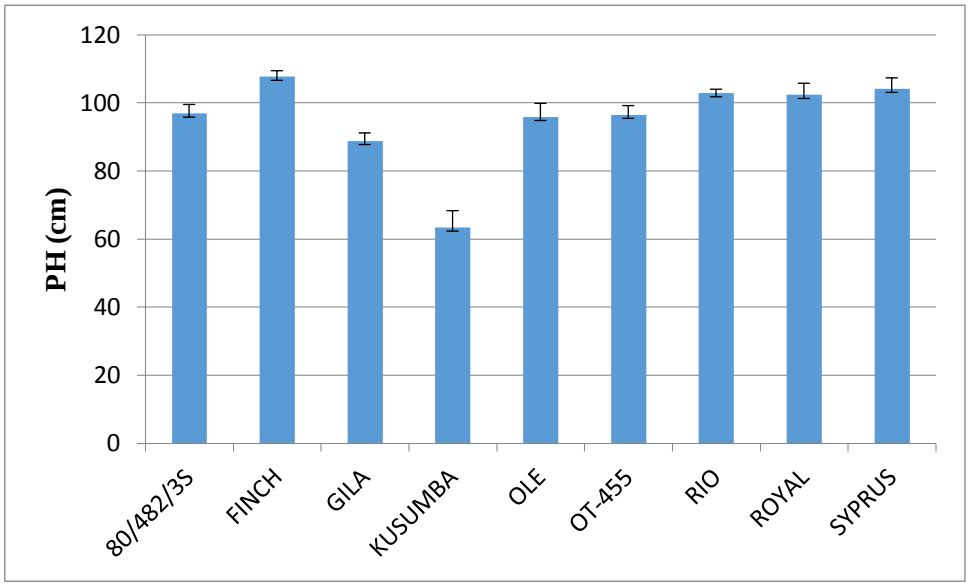
أظهرت نتائج التحليل الاحصائي (جدول 07 و جدول 09) وجود اختلافات (فروقات) فائقة المعنوية فيما بين الأصناف المدروسة اعتمادا على مؤشر طول النبتة (المقدر بالسنتمتر)، حيث سجلنا أعلى متوسط طول لدى الصنفين Finch (107.63 cm) و Syprus (104.10 cm)، وأدناه لدى الصنفين Kusumba (63.37 cm) و Gila (88.77 cm) (جدول 11 و شكل 24)، فيما قدر متوسط طول جميع الأصناف المدروسة بـ 95.34 cm (جدول 07).

والتباين المسجل في أطوال أصناف القرطم المدروسة يتوافق مع نتائج العديد من الدراسات السابقة (El-Gayar *et al.*, 1990 ; Pascual-Viralobos and Albuquerque, 1996 ; Koutroubas *et al.*, 2004). كما أن أطوال الأصناف المسجلة في تجربتنا هذه تفوق ضعف أطوال أصناف القرطم التي درست من طرف Kili *et al.*, (2016) بمقاطعة Kahramanmaras التركية والمحاذية للبحر المتوسط.

كما خلص عبد العزيز و معاونوه (2014؛ 2015) إلى أن صفة الطول تتأثر بطول فترة النضج (ما يقابل في دراستنا مؤشر عدد الأيام اللازمة لبلوغ فترة الـ % 50 ازهار)، حيث وجدا علاقة ارتباط ايجابية بين هاتين الصفتين (r=0.90)، وهو ما كان مطابقا تماما لنتائج دراستنا (r=0.939).

جدول 11 : القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمؤشر طول النبتة (PHT) (cm) لدى أصناف القرطم التسعة

Varieties		Plant Hight (PHT) (cm) طول النبتة				
		Min.	Max.	Mean	SD	SE
1	80/482/3S	91,4	99,7	96,83	4,707795	2,71804668
2	Finch	105,1	111,2	107,63	3,1785741	1,83515061
3	Gila	85,10	93,30	88,77	4,1681331	2,40647275
4	Kusumba	53,4	68,4	63,37	8,6315313	4,98341694
5	Ole	89,7	103,5	95,83	7,0266161	4,05681868
6	OT-455	91,0	99,7	96,47	4,7606022	2,74853496
7	Rio	100,9	105,1	102,80	2,1283797	1,22882057
8	Royal	97,6	109,1	102,30	6,0307545	3,48185774
9	Syprus	97,6	107,5	104,10	5,6311633	3,25115364
SD				3,33		
LSD 5%				9,97		



شكل 24 : متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لمؤشر طول النبتة (PHT) (cm) لدى أصناف القرطم التسعة. تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري.

2-3- مؤشرات الانتاجية (المردودية)

من أهم خواص الصنف النباتي هي قدرته الإنتاجية، وهي بدورها تتأثر بعدد كبير من الصفات المورفولوجية، الفينولوجية والفيزيولوجية، والتي تتضافر جميعا كي تساهم في تحديد الطاقة المثالية للصنف والتعبير عنها بشكل فعلي ضمن الظروف البيئية التي ينمو ويتطور بها النبات (عبد الرؤوف، 2008).

1-2-3- الكتلة (الغلة) الحيوية الهوائية (غ/نبتة) - (g/plant) (BIO)

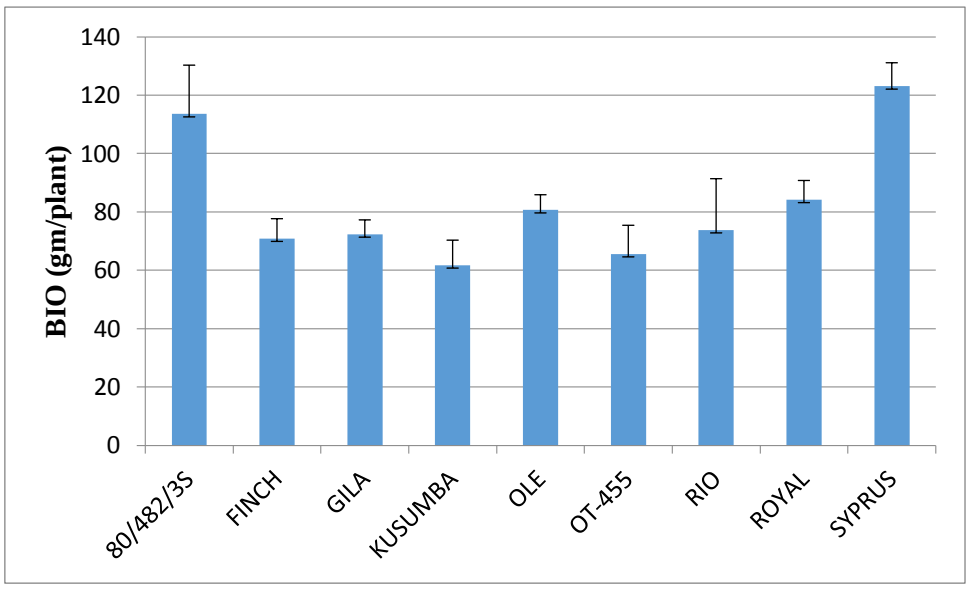
بلغ متوسط الكتلة الحيوية لأصناف القرطم التسعة المدروسة 82.83g/plant، حيث امتلك الصنفين Syprus و 80/482/3S أعلى القيم (123.04 و 113.51 غ/نبتة على الترتيب)، فيما امتلك الصنفان Kusumba وOT أدنى القيم (61.72 و 65.55 غ/نبتة على الترتيب) (جدول 12 و شكل 25).

وأظهر التحليل الإحصائي فروقات عالية المعنوية فيما بين الأصناف التسعة فيما يخص هذا المؤشر (الغلة الحيوية الهوائية) (جدول 07).

كما كانت نتائج دراستنا مخالفة تماما لما توصل إليه Koutroubas *et al.*, (2004)، والذي ذكر أن الغلة الحيوية الهوائية لا تتعلق بمؤشر طول النبات فحسب وإنما تتعداه إلى مؤشر عدد التفرعات/نبتة (NRP)، وذلك باعتبار القرطم نبات واسع وشديد التفرع.

جدول 12 : القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمؤشر الكتلة (الغلة) الحيوية الهوائية (BIO) (gm/plant) لدى أصناف القرطم التسعة

Varieties		الكتلة (الغلة) الحيوية الهوائية (غ/نبتة) Biomas (BIO) (gm/plant)				
		Min.	Max.	Mean	SD	SE
1	80/482/3S	81,78	138,68	113,51	29,011682	16,7499025
2	Finch	58,24	81,52	70,85	11,761451	6,79047699
3	Gila	63,39	80,29	72,32	8,4908009	4,90216619
4	Kusumba	50,12	78,46	61,72	14,851001	8,57422948
5	Ole	70,96	88,98	80,61	9,0779348	5,24114809
6	OT-455	49,62	83,52	65,55	17,042422	9,83944669
7	Rio	51,11	108,39	73,76	30,461285	17,5868312
8	Royal	75,23	97,01	84,14	11,417237	6,59174484
9	Syprus	107,7	134,82	123,04	13,907352	8,02941329
Standard Error				10,54		
LSD 5%				31,60		



شكل 25 : متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لمؤشر الكتلة (الغلة) الحيوية الهوائية (BIO) (gm/plant) لدى أصناف القرطم التسعة. تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري

3-2-2- عدد التفرعات لكل نبتة (NRP)

بينت دراستنا أن متوسط عدد تفرعات نباتات أصناف القرطم المدروسة كان في حدود 10.43، وسجلت الأصناف Royal، Gila و Rio أعلى القيم بـ 11.47، 11.40 و11.37 على الترتيب، بينما سجل الصنف المبشر Syprus القيمة الدنيا في هذا المؤشر (NRP) بـ 8.93 (جدول 13 وشكل 26).

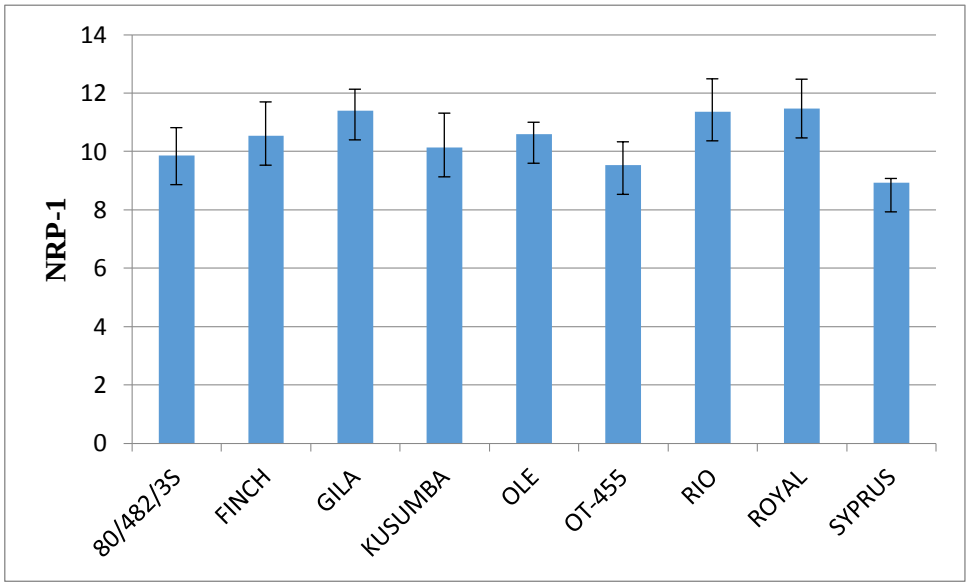
يعتبر مؤشر عدد تفرعات النبتة (NRP) صفة هامة تؤثر بطريقة غير مباشرة على مؤشر صفة عدد الرؤوس لكل نبتة (NHP) (Killi *et al.*, 2016).

عند مقارنة نتائج دراستنا بخصوص قيم هذا المؤشر، والتي تراوحت بين 8.93 و 11.47، فإننا نجدها تفوق بالضعف تلك المتحصل عليها من طرف (Killi *et al.*, 2016).

وبالنظر إلى جدول التحليل الاحصائي فإننا نلاحظ أن مؤشر الـ NRP هو المؤشر الوحيد الذي لم نسجل من خلاله أي فروق معنوية فيما بين الأصناف المدروسة (جدول 07).

جدول 13 : القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمؤشر عدد التفرعات لكل نبتة (NRP) لدى أصناف القرطم التسعة

Varieties		عدد التفرعات لكل نبتة Number of Rafimications per Plant (NRP)				
		Min.	Max.	Mean	SD	SE
1	80/482/3S	8,5	11,7	9,87	1,6502525	0,95277373
2	Finch	8,7	12,7	10,53	2,0207259	1,16666667
3	Gila	10,0	12,5	11,40	1,2767145	0,73711148
4	Kusumba	8,1	12,2	10,13	2,0502032	1,18368539
5	Ole	9,8	11,1	10,60	0,7	0,40414519
6	OT-455	8,0	10,7	9,53	1,3868429	0,80069414
7	Rio	10,0	13,6	11,37	1,9502137	1,12595638
8	Royal	9,8	13,3	11,47	1,7559423	1,01379376
9	Syprus	8,7	9,2	8,93	0,2516611	0,14529663
SD				0,81		
LSD 5%				2,42		



شكل 26 : متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لمؤشر عدد التفرعات لكل نبتة (NRP) لدى أصناف القرطم التسعة.
تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري

3-2-3- عدد الرؤوس (الأقراص) (النورات الزهرية) لكل نبتة (NHP)

سجلنا في دراستنا أعداد 38.03 و36.67 كأعلى قيم لمؤشر عدد الرؤوس لكل نبتة (NHP) لدى الصنفين 80 وSyprus على الترتيب، و 21.07 كأدنى قيمة لدى الصنف Gila، فيما كان متوسط عدد الرؤوس لكل نبتة لدى جميع الأصناف هو 28.46 (جدول 14 وشكل 27)، وهي قيمة أعلى بمقدار الضعف مقارنة بما قدر لدى أصناف القرطم في تجربة Killi *et al.*, (2016)، فيما قدر متوسط قيم المؤشر في دراسة أخرى بـ 17.01 قرص/نبتة فقط (عبد العزيز وشحيبر، 2015). ونلاحظ أن تلك المتوسطات أقل مما توصلنا إليه في دراستنا، ويعود ذلك إلى الاختلاف الوراثي فيما بين الأصناف المدروسة وكذلك الظروف المناخية. كما ذكر أن العوامل الرئيسية المسببة لنقص عدد الأقراص/النبات يعود إلى قلة الماء وارتفاع درجات الحرارة مما أثر على نقص نواتج التمثيل الضوئي. وفسر Salera (1996) انخفاض عدد الأقراص/نبتة في العروة الربيعية بقصر فترة النمو الخضري ودرجات الحرارة العالية مع تأخر الزراعة. وفي هذا الصدد، وجد Tomar (1995) أن عدد الأقراص/نبتة قد تأثر معنوياً مع موعد الزراعة وأن أكبر عدد للأقراص كان في حالة مواعيد الزراعة الربيعية المبكرة.

لقد أظهر التحليل الإحصائي فروقات عالية المعنوية فيما بين الأصناف التسعة فيما يخص هذا المؤشر (NHP) (جدول 07). وهذا يتفق مع ما لاحظه Omidi Tabrizi (2000)، حيث أقر بوجود تنوعا وراثيا فيما بين أصناف القرطم الربيعية المدروسة اعتمادا على صفة عدد الرؤوس/نبتة.

على صعيد آخر، وفيما وجدنا ارتباطا سلبيا عاليا ومعنويا بين مؤشر عدد الرؤوس/ نبتة ومؤشر عدد الأفرع/ نبتة (r=-0,770) (جدول 23)، فإن عبد العزيز وشحيبر (2015) قد سجلا عكس ذلك تماما فكان معامل الارتباط بين المؤشرين في دراستهما مقدرا بـ (r=0.91).

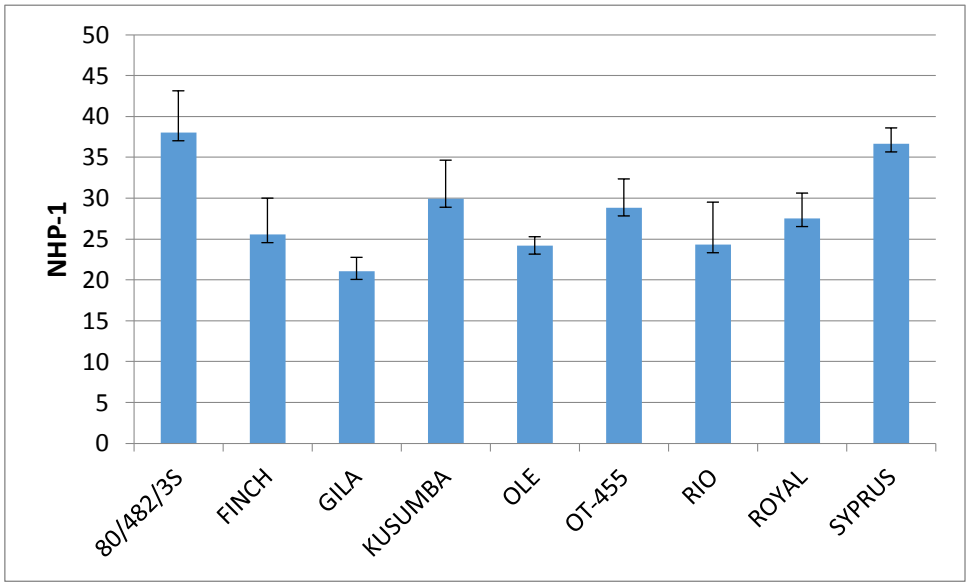
أما بخصوص العلاقة بين التغير في مؤشر عدد الرؤوس/نبتة، و مؤشر عدد البذور/رأس، فقد سجلنا تناسبا طرديا بين المؤشرين، حيث قدر معامل الارتباط بينهما بـ r=0.682، في حين لاحظ Weiss (2000) عكس ذلك ووجد تناسبا عكسيا بين قيمتي المؤشرين، حيث تكون للأصناف ذات القيم العالية في عدد الرؤوس أقل القيم من عدد البذور/رأس.

وتوافقت نتائج دراستنا إلى حد ما مع ما توصل إليه Rameshknia *et al.*, (2013a) بخصوص علاقة الارتباط غير الواضحة بين مؤشري عدد الرؤوس/نبتة (NHP) ووزن البذور (HSW)، فقد سجلنا معامل ارتباط ضعيف نسبيا (HSW) (r=0,318) (جدول 23).

ذكر Corleto and Ventricelli (1997) أن صفة عدد الرؤوس لكل نبتة تعتبر مؤشرا جد فعالا في برامج تحسين محصول نبات القرطم.

جدول 14 : القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمؤشر عدد الرؤوس لدى أصناف القرطم التسعة(NHP)(النورات الزهرية) لكل نبتة

Varieties		عدد الرؤوس (النورات الزهرية) لكل نبتة Number of Heads (capitulums) per Plant (NHP)				
		Min.	Max.	Mean	SD	SE
1	80/482/3S	28,5	46,0	38,03	8,8545657	5,11218588
2	Finch	18,1	33,5	25,57	7,7105988	4,45171627
3	Gila	18,1	24,0	21,07	2,9501412	1,70326484
4	Kusumba	22,2	38,6	29,90	8,2456049	4,7606022
5	Ole	22,8	26,4	24,17	1,9502137	1,12595638
6	OT-455	24,0	35,7	28,83	6,1092826	3,52719593
7	Rio	19,7	34,7	24,33	8,994628	5,19305091
8	Royal	22,5	33,2	27,53	5,3780418	3,10501387
9	Syprus	33,4	40,10	36,67	3,353108	1,93591781
SD				3,54		
LSD 5%				10,62		



شكل 27 : متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لمؤشر عدد الرؤوس (النورات الزهرية) لكل نبتة (NHP) لدى أصناف القرطم التسعة. تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري

3-2-4- عدد البذور لكل رأس (NSH)

من خلال نتائج التحليل الاحصائي (جدول07) نلاحظ تباينا فائق المعنوية فيما بين أصناف القرطم المدروسة اعتمادا على مؤشر عدد البذور/رأس (NSH). وقد سجلنا 20.73 و19.47 كأعلى قيمتين لهذا المؤشر لدى الصنفين Syprus وOle على الترتيب، و8.28 كأدنى قيمة لدى الصنف OT-455، فيما كان متوسط عدد البذور/رأس مساويا لـ 16.12 (جدول 15 وشكل 28).

إن ما لاحظناه من تباين فيما بين أصناف القرطم المدروسة بخصوص مؤشر عدد البذور/رأس (NSH)، كان قد أكده Bagmohammadi *et al.*, (2014)، حيث فسر ذلك بتنوع الأصول الوراثية لأصناف القرطم التي تناولتها دراسته.

وكانت تلك المقادير أقل قليلا من متوسطات المؤشر التي وجدها عبد العزيز وشحيبر (2015) والتي تراوحت بين 17.79 و 25.97. وقد ذكر Cosge and Kaya (2008) أن مؤشر عدد البذور/رأس يتأثر سلبا بقصر فترة النمو، وهو ما يوافق ما سجلناه بخصوص معامل الارتباط الايجابي (r=0,389) بين المؤشر ومؤشر عدد الأيام اللازمة لبلوغ مرحلة الـ % 50 ازهار (DTF) (جدول 23).

أشار Debaek *et al.*, (1996) أن نقص الماء خلال مرحلة الصعود (Montaison) يسبب انخفاضا كبيرا في عدد الحبوب في سنابل القمح، كما أن الجفاف قبيل مرحلة الإسبال يسبب تراجعا في عدد

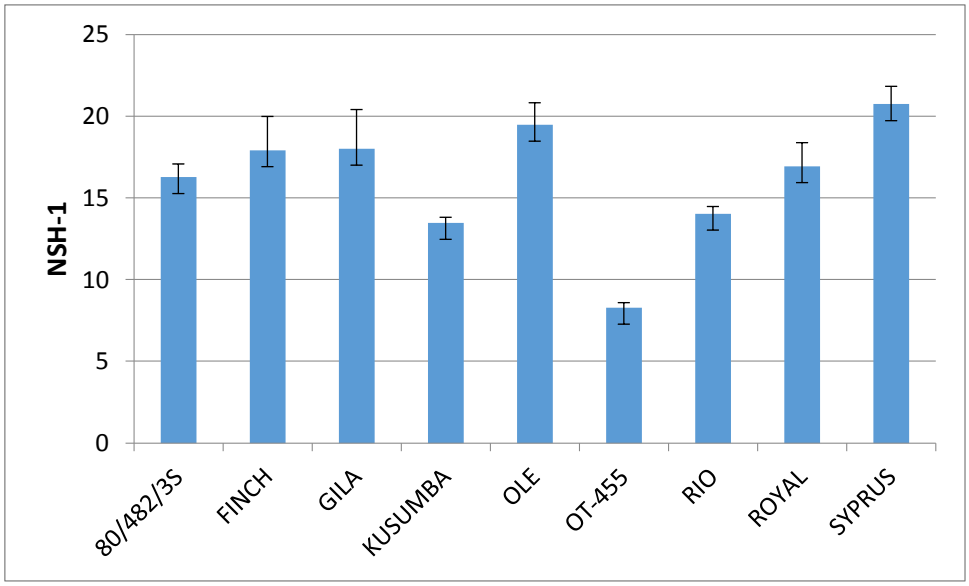
الأزهار الخصبة في السنيبلات. وفسر Fowler (2002) ذلك بكون الإجهاد المائي المزامن لمرحلة الإسبال يسبب زيادة في نسبة الزهيرات المجهضة في السنابل مما يؤدي إلى تراجع في عدد السنيبلات المتكونة.

ذكر Driscol (1976) أن صفتي : عدد الرؤوس/نبتة (NHP) وعدد البذور/رأس (NSH) تعتبران مؤشران هامان لانتخاب وانتاج سلالات قرطم عالية المحصول (Ali Reza *et al.*, 2008).

يلاحظ من نتائج دراسة مؤشر عدد البذور/رأس أن الأصناف التي امتلكت أعلى قيمة له كانت ذات كفاءة انتاجية أعلى (حالة الصنف Syprus)، والأصناف التي امتلكت أدنى قيمة له كانت ذات كفاءة انتاجية أدنى (حالة الصنف OT-455) (جدول 08).

جدول 15 : القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمؤشر عدد البذور لكل رأس (NSH) لدى أصناف القرطم التسعة

Varieties		عدد البذور لكل رأس Number of Seeds per Head (capitulum) (NSH)				
		Min.	Max.	Mean	SD	SE
1	80/482/3S	17,02	17,13	16,27	1,4011543	0,8089568
2	Finch	15,19	21,98	17,91	3,5887927	2,07199045
3	Gila	14,02	22,32	18,01	4,1596314	2,40156431
4	Kusumba	13,04	14,16	13,47	0,6057502	0,34973005
5	Ole	16,82	21,22	19,47	2,3359224	1,34864541
6	OT-455	7,78	8,86	8,28	0,5451911	0,31476623
7	Rio	13,17	14,62	14,03	0,7635662	0,44084515
8	Royal	14,10	18,83	16,94	2,5021258	1,44460298
9	Syprus	18,57	22,19	20,73	1,9069959	1,10100459
SD				1,32		
LSD 5%				3,97		



شكل 28 : متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لمؤشر عدد البذور لكل رأس (NSH) لدى أصناف القرطم التسعة. تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري

3-2-5- عدد البذور لكل نبتة (NSP)

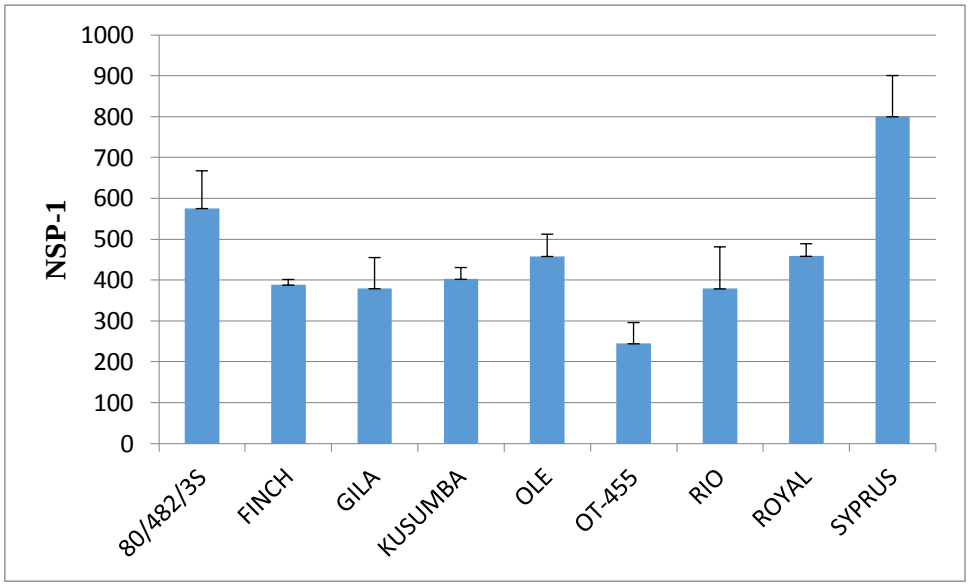
يعتبر هذا المؤشر كمحصلة للمؤشرين السابقين: عدد الرؤوس/نبتة (NHP) وعدد البذور/رأس (NSH)، وعليه فقد سجل الصنف Syprus أعلى قيمة لعدد البذور/نبتة بـ 800.17، والصنف OT-455 أقل قيمة بـ 244.49، فيما بلغ متوسط المؤشر (NSP) لدى جميع الأصناف المدروسة قيمة 453.98 (جدول 16 وشكل 29).

ومن خلال جدول التحليل الاحصائي نلاحظ أن الفروق كانت فائقة المعنوية فيما بين الأصناف المدروسة اعتمادا على هذا المؤشر (جدول 7).

يلاحظ من نتائج دراسة مؤشر عدد البذور/نبتة (NSP) أن الأصناف التي امتلكت أعلى قيمة له كانت ذات كفاءة انتاجية أعلى (حالة الصنف Syprus)، والأصناف التي امتلكت أدنى قيمة له كانت ذات كفاءة انتاجية أدنى (حالة الصنف OT-455) (جدول 08).

جدول 16 : القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمؤشر عدد البذور لكل نبتة (NSP) لدى أصناف القرطم التسعة

Varieties		عدد البذور لكل نبتة Number of Seeds per Plant (NSP)				
		Min.	Max.	Mean	SD	SE
1	80/482/3S	392,50	670,10	575,53	158,53807	91,5319957
2	Finch	368,90	412,50	388,23	22,21471	12,8256687
3	Gila	238,80	496,60	379,37	130,4743	75,3293731
4	Kusumba	354,20	451,25	402,32	48,530154	28,0188974
5	Ole	359,80	544,80	458,23	93,069132	53,7334884
6	OT-455	186,17	346,44	244,49	88,593818	51,1496648
7	Rio	252,90	580,70	378,83	176,60015	101,960145
8	Royal	402,90	505,10	458,67	51,73532	29,8694009
9	Syprus	616,50	961,00	800,17	173,38132	100,101754
SD				70,57		
LSD 5%				211,57		



شكل 29 : متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لمؤشر عدد البذور لكل نبتة (NSP) لدى أصناف القرطم التسعة. تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري

3-2-6- وزن مائة بذرة (HSW) (gm)

سجل الصنف OT-455 أعلى قيمة لمؤشر وزن مائة بذرة (HSW) بـ 4,44 g، وقدر بـ 2,91 g لدى الصنف Finch كأدنى قيمة مسجلة، فيما بلغ متوسط قيم المؤشر للأصناف المدروسة 3,74 g. أما الصنفSyprus الواعد فسجل 3,94 g (جدول 17 وشكل 30).

في دراسات سابقة على نبات القرطم، سجل كل من Mündel *et al.*, (1985)، Esendal (1990) قيما لوزن 1000 بذرة قدرت بـ : 36.7 g، 31.5-36.7 g، 43.7 g و 36.4-49.9 g على الترتيب، وهي ضمن مجال ما تحصلنا عليه من مقادير في دراستنا.

كذلك وبالنظر لعلاقات الارتباط فيما بين المؤشرات المدروسة (مصفوفة الارتباط : جدول 23)، نلاحظ تدني قيمة معمل ارتباط (r) مؤشر وزن مائة بذرة (HSW) مع مؤشري محصول البذور (SY) (0,272) ومحصول الزيت (OY) (0,189)، وهذا لا يتوافق مع ما توصل إليه rameshknia *et al.*, (2013a)، حيث أوضحت نتائج دراستهم أن أصناف القرطم ذات القيم العالية من مؤشر وزن الألف بذرة (TSW) كانت ذات محصول بذري و زيتي عالي.

في حين كانت نتائج دراستنا الخاصة بقيم مؤشر وزن مائة بذرة مقاربة وفي حدود ما توصل إليه Ozturk *et al.*, 2008).

إن ما سجلناه من تباين معنوي بين أصناف القرطم المدروسة من حيث قيم مؤشر وزن مائة بذرة (جدول 07)، قد سبق و أن أشار إليه Baradaran (1995) (مؤشر وزن الـ 1000 بذرة)، وقد أرجع سبب ذلك إلى التنوع الوراثي فيما بين أصناف القرطم المدروسة.

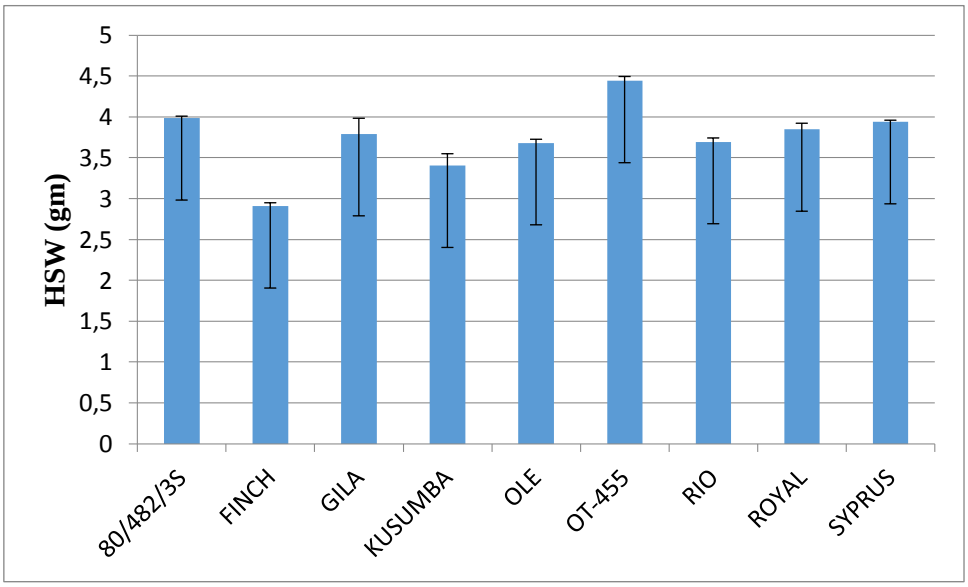
وتعتبر نسبة امتلاء البذور العالية خاصية (مؤشرا) مهمة لانتخاب أصناف القرطم لغرض زيادة محصولها في المناطق الجافة. وتتعلق نسبة امتلاء البذور بمدى كفاءة عملية التركيب الضوئي، وتوزيع ونقل المادة الجافة من الأنسجة الخضرية إلى البذور (Koutroubas and Papakosta, 2010).

ويسبب النقص المائي وارتفاع درجة الحرارة بعد مرحلة الإزهار خللا في سرعة ومدة امتلاء الحبة مما يؤدي إلى تراجع وزن الحبة النهائي (Bahlouli *et al.*,2005).
يرتبط مؤشر وزن 1000 بذرة على العموم بشدة بتأثير العوامل البيئية على النبات خلال مرحلة تكوين وامتلاء الحبوب (Benbelkacem et Kellou, 2000). وأشار Bannerot et Gallais (1992) أن هذا المؤشر يتناسب سلبا مع مؤشر عدد الحبوب في المساحة، ويفسر ذلك بوجود المنافسة الغذائية، وحسب كيال وآخرون (2004) فإن سبب الزيادة في وزن الحبة قد يعود إلى ارتفاع معدل تتراكم المادة

الجافة في الحبة. وهذا يفسر بامتياز حالة الصنف OT-455، والذي سجل أعلى قيمة لمؤشر وزن مائة بذرة (HSW) بـ 4,44 g، مقابل 8,28 g كأدنى قيمة في مؤشر عدد البذور /رأس (NSH) .

جدول 17 : القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمؤشر وزن مائة بذرة (HSW) (gm) لدى أصناف القرطم التسعة

Varieties		وزن مائة بذرة Hundred Seeds Weight (HSW) (gm)				
		Min.	Max.	Mean	SD	SE
1	80/482/3S	3,93	4,01	3,98	0,04618802	0,02666667
2	Finch	2,83	2,98	2,91	0,07505553	0,04333333
3	Gila	3,47	4,14	3,79	0,33600595	0,19399313
4	Kusumba	3,11	3,56	3,40	0,25423087	0,14678026
5	Ole	3,59	3,75	3,68	0,08185353	0,04725816
6	OT-455	4,35	4,54	4,44	0,09539392	0,05507571
7	Rio	3,63	3,79	3,69	0,08504901	0,04910307
8	Royal	3,70	3,96	3,85	0,13316656	0,07688375
9	Syprus	3,89	3,97	3,94	0,04163332	0,02403701
SD				0,09		
LSD 5%				0,28		



شكل 30 : متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لمؤشر وزن مائة بذرة (HSW) (gm) لدى أصناف القرطم التسعة. تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري

3-2-7- مؤشر دليل الحصاد (%) (HI)

بلغ متوسط مؤشر دليل الحصاد لدى الأصناف المدروسة % 19.93، وسجلت أدنى قيمة له لدى الصنف OT-455 بـ % 16.67، وأعلاها لدى الصنف Syprus بـ % 25.33 (جدول 18 وشكل 31).

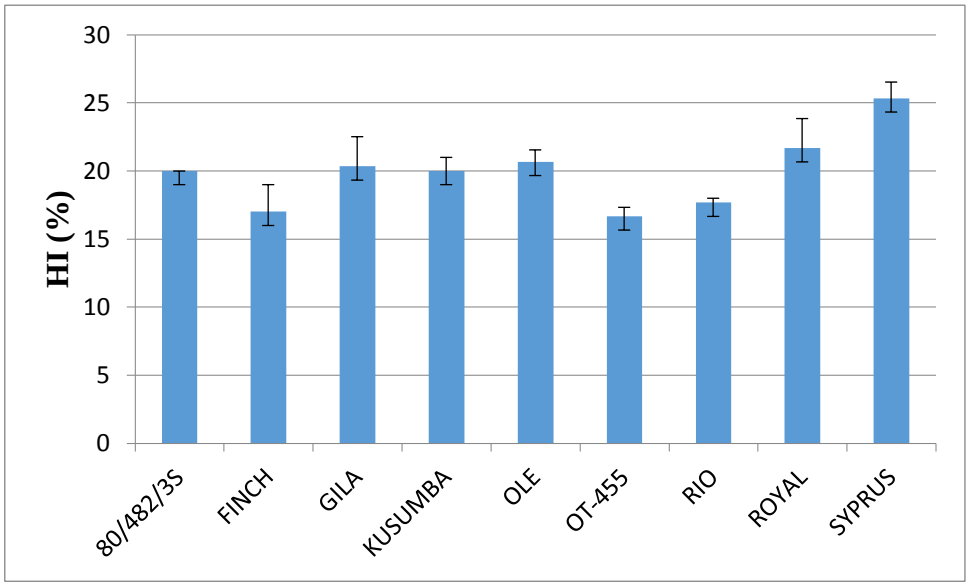
وبالنظر إلى نتائج جدول التحليل الاحصائي الخاصة بمؤشر دليل الحصاد فإننا نلاحظ تباينا معنويا فيما بين الأصناف المدروسة (جدول 07).

يلاحظ من نتائج دراسة مؤشر دليل الحصاد أن الأصناف التي امتلكت أعلى قيمة كانت ذات كفاءة انتاجية أعلى (حالة الصنف Syprus)، والأصناف التي امتلكت أدنى قيمة كانت ذات كفاءة انتاجية أدنى (حالة الصنف OT-455) (جدول 08).

وتجدر الإشارة إلى أن مؤشر دليل الحصاد يتأثر بشكل كبير عند حدوث الجفاف في نهاية الأطوار الفينولوجية (مرحلة امتلاء البذور)، لذا فإن زيادة حفظ المدخرات من المادة الجافة خلال الفترة بين النمو الخضري ومرحلة امتلاء البذور يكون مفيدا للنبتة من حيث مردوديتها في البيئات الجافة والقاسية (Araus *et al.*, 2002).

جدول 18 : القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمؤشر دليل الحصاد (HI) (%) لدى أصناف القرطم التسعة

Varieties		مؤشر دليل الحصاد Harvest Index (HI) (%)				
		Min.	Max.	Mean	SD	SE
1	80/482/3S	0,20	0,20	20,00	0	0
2	Finch	0,15	0,21	17,00	3,4641016	2
3	Gila	0,16	0,23	20,33	3,7859389	2,18581284
4	Kusumba	0,19	0,22	20,00	1,7320508	1
5	Ole	0,19	0,22	20,67	1,5275252	0,8819171
6	OT-455	0,16	0,18	16,67	1,1547005	0,66666667
7	Rio	0,17	0,18	17,67	0,5773503	0,33333333
8	Royal	0,19	0,26	21,67	3,7859389	2,18581284
9	Syprus	0,23	0,27	25,33	2,081666	1,20185043
SD				1,35		
LSD 5%				4,06		



شكل 31 : متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لمؤشر دليل الحصاد (HI) (%) لدى أصناف القرطم التسعة. تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري

3-2-8- نسبة الزيت في البذور (%OY)

سجلنا أعلى نسبة مئوية من الزيت ببذور صنف Gila بـ % 38.47، وكانت أقل نسبة مئوية من الزيت ببذورر صنف Kusumba بـ % 23.30، أما الصنف Syprus الأكثر مردودية من البذور فقد سجل به نسبة % 27.27، وهي أقل من متوسط المؤشر لدى الأصناف المدروسة والذي قدر بـ % 31.86 (جدول 19 وشكل 32). ونتائج دراستنا توافق تلك التي حصل عليها كل من : Uslu (2003) و Mahmoud *et al.*, (2014) الذين سجلوا قيما لنسبة زيت القرطم تراوحت في مجملها بين 26.1 و % 38.2.

باستثناء الصنف 80/482/3S، فإن نتائج نسبة محصول الزيت (%OY) تبين تصدر الأصناف الأمريكية، حيث أمتلكت قيما تفوق الـ % 34، فيما لم تتجاوز الأصناف الثلاث الأخرى (Syprus المتوسطي و OT-455 الهندي و Kusumba الباكستاني) قيمة الـ % 29.

وتجدر الإشارة إلى أن النسبة المئوية لمحتوى بذور القرطم من الزيت تتناسب عكسيا مع محتواها من أنسجة غلاف البذرة (Hull) أو النخالة (Weiss, 1983 ; Gencer *et al.*, 1987).

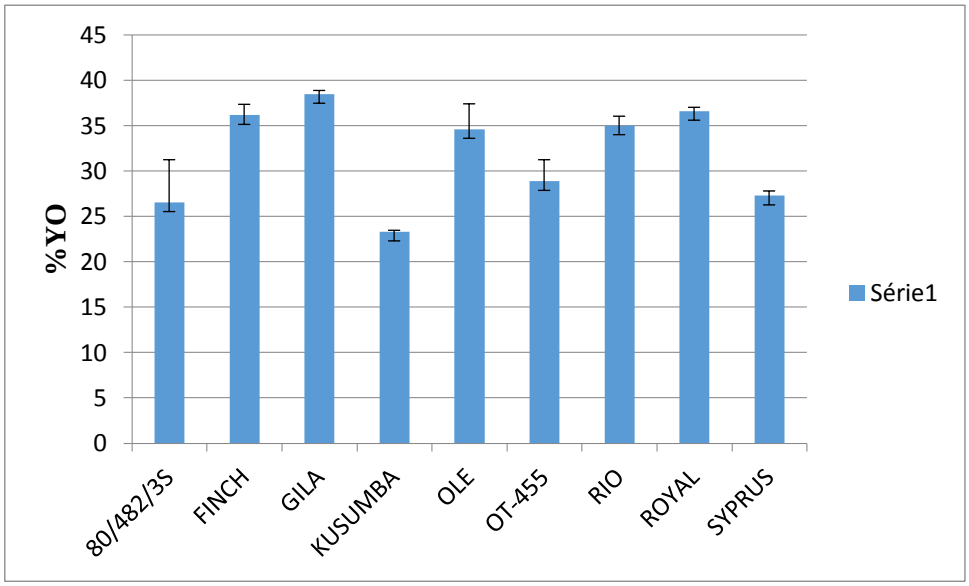
فقد قام Dajue and Mündel (1996) بدراسة مجموعة كبيرة من أصناف القرطم محصلة من 52 دولة، فوجدوا أن نسبة بروتين البذرة يقدر بـ % 10 بالأصناف الايرانية، % 26.1 بأصناف الهند

وتركيا، فيما قدروا المتوسط بـ % 17.5. وهذا مايمكن أن يفسر ما وجدناه من نتائج بخصوص نسبة الزيت الضعيفة لدى الصنفين الهندي والباكستاني (أقل من متوسط القيمة)، كون العلاقة بين محتوى البذور الزيتية من الزيت والبروتين هي علاقة تناسب عكسي بين مقدار المركبين (Mailler *et al.*, 2008). وقدر معامل الارتباط بين صفتي نسبة الزيت ونسبة البروتين بـ (r=-0.78) (عبد العزيز وشحيبر، 2015).

بالنظر إلى نتائج هذا المؤشر وخاصة تلك المتعلقة بالصنف Syprus الواعد، فإننا نوصي بعمل دراسات مستقبلية ترتكز على التهجينات أساسا، وتهدف إلى تحسين محتوى بذوره من الزيت.

جدول 19 : القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لنسبة الزيت في البذور (%OY) لدى أصناف القرطم التسعة

Varieties		Percentage of Oil Yield (%OY) نسبة الزيت في البذور				
		Min.	Max.	Mean	SD	SE
1	80/482/3S	17,60	33,60	26,53	8,1616992	4,71215921
2	Finch	34,00	38,20	36,13	2,1007935	1,21289369
3	Gila	37,80	39,20	38,47	0,7023769	0,4055175
4	Kusumba	23,00	23,60	23,30	0,3	0,17320508
5	Ole	29,00	37,40	34,60	4,8497423	2,8
6	OT-455	25,00	33,20	28,87	4,1198705	2,37860837
7	Rio	33,20	36,80	35,00	1,8	1,03923048
8	Royal	35,80	37,20	36,60	0,7211103	0,4163332
9	Syprus	26,20	27,80	27,27	0,9237604	0,53333333
SD				2,19		
LSD 5%				6,58		



شكل 32 : متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لنسبة الزيت في البذور (%OY) لدى أصناف القرطم التسعة. تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري

1-1-3 محصول البذور (gm/m^2) (SY) ومحصول الزيت (gm/m^2) (OY)

كنتيجة حتمية للمؤشرات السابقة فإن الصنف Syprus سجل أعلى انتاجية لكل من مؤشري محصول البذور(SY) (420.29 g/m^2) ومحصول الزيت (OY) (114.56 g/m^2)، كما سجل الصنف OT-455 أدنى انتاجية من محصول البذور (144.68 g/m^2) ومحصول الزيت (40.63 g/m^2)، فيما بلغت قيم متوسطات المؤشرين لجميع الأصناف المدروسة 226.44 g/m^2 و 70.48 g/m^2 على الترتيب (جدول 20، جدول 21 وشكل 33).

وقد سجلنا من خلال بيانات التحليل الاحصائي (جدول 07) فروقات معنوية فيما بين الأصناف بالنسبة لمؤشري محصول البذور ومحصول الزيت. ومن خلال تلك النتائج نستطيع القول بأن تنوع المصادر الوراثية لأصناف القرطم المدروسة يعتبر العامل الأكثر تحكما في تحديد كمية المحتوى من الزيت بالبذور، وهو ما يوافق نتائج العديد من الدراسات (Abel et Lorance, 1975 ; Rameshknia., *et al.*, 2013b).

وكشفت نتائج دراستنا أن الصنف Syprus كان الأكثر انتاجية بين كل الأصناف بمحصول من البذور قدر بـ 420.29غ/م^2، كما امتلك نفس الصنف أعلى القيم الخاصة لكل من المؤشرات التالية : عدد الأيام اللازمة لبلوغ مرحلة 50 % ازهار، الكتلة الحيوية الهوائية، عدد البذور/ رأس زهري، عدد البذور/ نبتة،

وكذا مؤشر دليل الحصاد. كما امتلك الصنف 80/482/3S والذي جاء ثانيا في الترتيب بعد Syprus من حيث مؤشر المحصول من البذور (SY)، وثالثا في الترتيب بعد Syprus وRoyal من حيث مؤشر المحصول من الزيت (OY) أكبر قيمة لمؤشر عدد الرؤوس/نبتة (NHP) (جدول 08).

وقد أقر Arslan (2007) بأن محصول البذور في نبات القرطم يتأثر مباشرة بكل من مؤشرات : قطر الرأس، عدد الرؤوس/ نبتة، عدد البذور/رأس. كما ذهب Weiss (2000) إلى الإستنتاج وحصر ثلاثة عوامل أساسية تتحكم في المحصول من البذور في نباتات القرطم وهي : عدد الرؤوس/ نبتة، عدد البذور/ رأس، ووزن البذور (مؤشر وزن مائة بذرة HSW).

وعند دراستهم لأصناف من القرطم، لاحظ Koutroubas *et al.*, (2009) أن مؤشر محصول الزيت (OY) يكون موافقا لمؤشر محصول البذور (SY)، لأن محصول الزيت (OY) يحدد أساسا بمحصول البذور (SY).

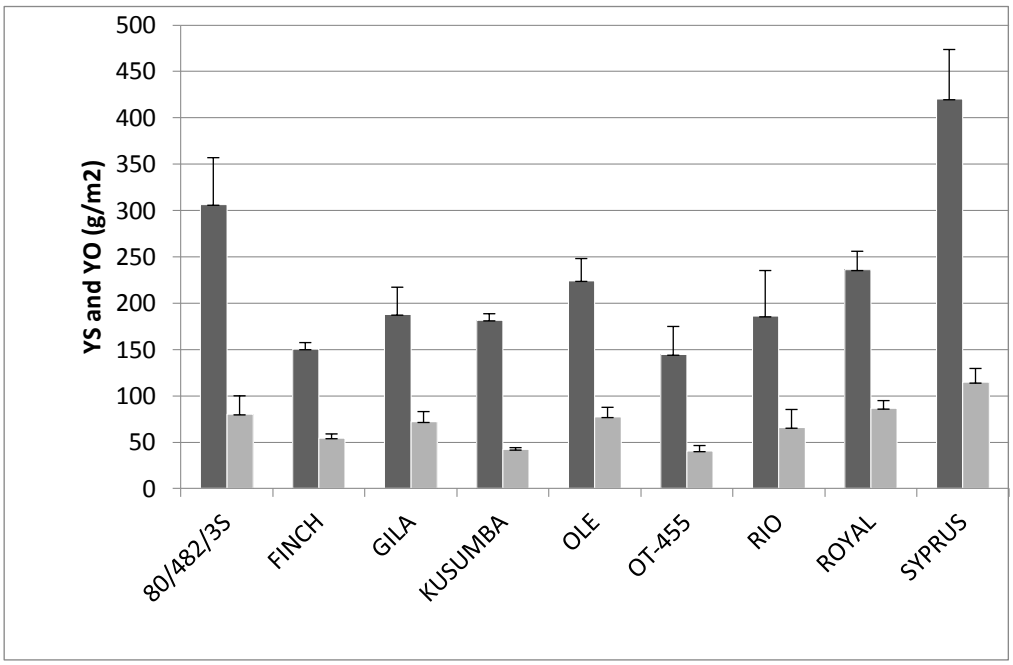
كما وجد Eslam *et al.*, (2010) ارتباطات معنوية ايجابية بين مؤشري المحصول من البذور والمحصول من الزيت، وهو ما يوافق ما تحصلنا عليه من نتائج دراستنا. فقد كان لأحسن الأصناف الثلاثه من حيث مؤشر محصول البذور (SY) أعلى القيم الخاصة بمؤشر المحصول من الزيت (OY)، كما امتلك صنف OT-455 أقل قيمة للمؤشرين.

جدول 20 : القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمحصول البذور (SY) (g/m^2) لدى أصناف القرطم التسعة

Varieties		محصول البذور Seed Yield (SY) (g/m^2)				
		Min.	Max.	Mean	SD	SE
1	80/482/3S	205,77	358,46	306,47	87,22697	50,3605144
2	Finch	143,20	163,98	150,63	11,588621	6,69069337
3	Gila	131,88	229,88	187,92	50,49301	29,1521528
4	Kusumba	168,21	189,60	181,67	11,720667	6,76693021
5	Ole	179,99	260,91	224,31	41,008662	23,6763623
6	OT-455	112,75	204,73	144,68	52,039705	30,0451377
7	Rio	127,86	283,52	186,02	84,9602	49,0517944
8	Royal	198,86	266,83	235,97	34,414236	19,8690684
9	Syprus	324,85	508,94	420,29	92,232641	53,2505402
SE				35,27		
LSD 5%				105,75		

جدول 21 : القيم الدنيا والقصوى والمتوسطات مرفوقة بالانحراف المعياري والخطأ القياسي لمحصول الزيت (OY) (g/m^2) لدى أصناف القرطم التسعة

Varieties		Oil Yield (OY) (gm/m^2) محصول الزيت				
		Min.	Max.	Mean	SD	SE
1	80/482/3S	58,44	119,34	80,29	33,898119	19,5710884
2	Finch	48,69	62,64	54,57	7,2282571	4,17323615
3	Gila	51,70	88,27	72,11	18,65062	10,7679406
4	Kusumba	39,19	44,75	42,33	2,8503392	1,64564408
5	Ole	67,29	97,58	77,40	17,479286	10,0916704
6	OT-455	32,02	51,18	40,63	9,7252112	5,61485332
7	Rio	44,75	104,33	65,93	33,316852	19,2354935
8	Royal	71,19	99,26	86,53	14,215847	8,20752297
9	Syprus	90,31	141,49	114,56	25,694516	14,8347355
SD				12,66		
LSD 5%				37,96		



شكل 33 : متوسطات قيم ثلاثة تكرارات لمحصول البذور (SY) (الأعمدة الداكنة) ومحصول الزيت (OY) (الأعمدة الفاتحة) مقدرين بـ (g/m^2) لدى أصناف القرطم التسعة. تؤشر العصيات الأفقية عند قمم الأعمدة للخطأ المعياري

وباستخدامنا لتحليل Newman-keuls عند حد % 5 استطعنا تمييز 5 مجموعات متباينة من حيث المحصول من البذور (g/m^2) (SY) (جدول 22)، حيث كانا الصنفين (Finch و OT-455) الأخفض مردودية، فيما جاء الصنف Syprus منفردا في المجموعة مرتفعة المرددية، تبعه الصنف 80/482/3S بإنتاجية أقل، ثم تأتي بقية الأصناف ضمن المجموعتين المصنفتين بالمتوسطة وما دونها من حيث كمية المحصول من البذور.

جدول 22 : تصنيف المجموعات حسب تحليل Newman- keuls عند حد 5% اعتمادا على المحصول من البذور (g/m^2) (SY)

المجموعة	1	2	3	4	5
نسبة الانتاجية	منخفضة	تحت المتوسط	متوسطة	مرتفعة	مرتفعة جدا
الأصناف	Finch	Gila	Ole	80/482/3S	Syprus
	OT-455	Kusumba	Royal		
		Rio			

3-3- دراسة مصفوفة الارتباط

تفسر علاقات الارتباط بين الصفات المختلفة بوجود مورثات مرتبطة (Linked genes) إضافة للتعبير المختلف لمختلف الجينات، وترجمة تأثيرها من خلال طرز مورفولوجية معينة. كما أن العوامل البيئية تلعب دورا كبيرا في علاقات الارتباط هذه، حيث أنها تؤدي أحيانا إلى إظهار صفة معينة بأشكال مختلفة بحسب تفاعل هذه المورثات مع الظروف البيئية المختلفة. وإن العلاقة المتبادلة ما بين النمط الوراثي للنبات والبيئة هي المسبب لظهور علاقات الارتباط المختلفة بين مختلف الصفات (عبد الرؤوف، 2008).

من خلال هذه الدراسة ظهرت قيم مختلفة (ايجابية وسلبية) من معامل الارتباط r (Correlation coefficient) بين المؤشرات المدروسة بحسب جدول مصفوفة معامل الارتباط (جدول 23).

جدول 23 : مصفوفة معامل الارتباط لمختلف المؤشرات المدروسة ضمن أصناف القرطم التسعة

Variables	DTF	PHT	BIO	NRP	NHP	NSH	NSP	HSW	HI	%OY	SY	OY
DTF	1	**0,939**	0,563	-0,007	0,102	0,389	0,343	0,245	0,137	0,468	0,389	**0,600**
PHT	0,939	1	0,405	0,040	0,024	0,296	0,228	0,081	-0,005	**0,505**	0,241	0,465
BIO	0,563	0,405	1	**-0,488**	**0,765**	0,550	**0,919**	0,288	**0,714**	-0,287	**0,954**	**0,859**
NRP	-0,007	0,040	-0,488	1	**-0,770**	0,086	**-0,470**	-0,312	-0,278	**0,784**	**-0,512**	-0,137
NHP	0,102	0,024	0,765	-0,770	1	0,040	**0,682**	0,318	0,442	**-0,780**	**0,732**	0,389
NSH	0,389	0,296	0,550	0,086	0,040	1	**0,703**	**-0,398**	**0,677**	0,313	**0,585**	**0,766**
NSP	0,343	0,228	0,919	-0,470	0,682	0,703	1	0,046	**0,865**	-0,316	**0,974**	**0,877**
HSW	0,245	0,081	0,288	-0,312	0,318	-0,398	0,046	1	0,167	-0,242	0,272	0,189
HI	0,137	-0,005	0,714	-0,278	0,442	0,677	0,865	0,167	1	-0,196	**0,867**	**0,856**
%OY	0,468	0,505	-0,287	0,784	-0,780	0,313	-0,316	-0,242	-0,196	1	**-0,357**	0,099
SY	0,389	0,241	0,954	-0,512	0,732	0,585	0,974	0,272	0,867	-0,357	1	**0,890**
OY	0,600	0,465	0,859	-0,137	0,389	0,766	0,877	0,189	0,856	0,099	0,890	1

DTF: Days to 50% Flowering**, PHT:** Plant Hight**, BIO:** Biological Yield**, NRP:** Number of Ramifications per Plant**, NHP:** Number of Heads (capitulums) per Plant**, NSH:** Number of Seeds per Head**, NSP:** Number of Seeds per Plant**, HSW:** Hundred Seeds Weight**, HI:** Harvest Index**, %OY:** Percentage of Oil Yield**, SY:** Seed Yield**, OY:** Oil Yield**.**

وقد أمكن حصر أهم الارتباطات الايجابية فيما بين المؤشرات المدروسة في الحالات التالية:

- ارتباط ايجابي عالي جدا (r=0.939) بين مؤشري عدد الأيام لبلوغ مرحلة الـ % 50 ازهار (DTF) وطول النبات (PHT).

- ارتباط ايجابي متوسط لمؤشر طول النبات (PHT) مع مؤشري نسبة محصول الزيت (%OY) ومحصول الزيت (OY) بقيم (r=0.505 و r=0.465) على الترتيب.

- ارتباطات ايجابية عالية لمؤشر الغلة الحيوية (BIO) مع كل من مؤشر عدد الرؤوس/ نبتة (NHP) (r=0,765)، ومع مؤشر عدد البذور/نبتة (NSP) (r=0,919)، ومع مؤشر دليل الحصاد (HI) (r=0,714)، ومع مؤشر محصول البذور (SY) (r=0,954)، ومع مؤشر محصول الزيت (OY) (r=0,859).

- ارتباط ايجابي (r=0,784) وحيد لمؤشر عدد التفرعات/ نبتة (NRP) مع مؤشر نسبة محصول الزيت (%OY).

- ارتباط ايجابي لمؤشر عدد الرؤوس/ نبتة (NHP) مع كل من مؤشر عدد البذور/نبتة (NSP) (r=0,682)، ومع مؤشر محصول البذور (SY) (r=0,732).

- ارتباطات ايجابية لمؤشر عدد البذور/ رأس (NSH) مع كل من مؤشر عدد البذور/نبتة (NSP) (r=0,703)، ومع مؤشر دليل الحصاد (HI) (r=0,677)، ومع مؤشر محصول الزيت (OY) (r=0,766).

- ارتباطات ايجابية عالية جدا لمؤشر عدد البذور/ نبتة (NSP) مع كل من مؤشر دليل الحصاد (HI) (r=0,865)، ومع مؤشر محصول البذور (SY) (r=0,974)، ومع مؤشر محصول الزيت (OY) (r=0,877).

- ارتباطات ايجابية عالية لمؤشر دليل الحصاد (HI) مع كل من مؤشر محصول البذور (SY) (r=0,867)، ومع مؤشر محصول الزيت (OY) (r=0,856).

- ارتباط ايجابي عالي بين المؤشرين محصول البذور (SY) و محصول الزيت (OY) (r=0,890).

إن الارتباطات االايجابية والمعنوية المسجلة لمؤشر عدد الأيام لبلوغ مرحلة الـ % 50 ازهار (DTF) مع كل من مؤشرات طول النبات (PHT) (r=0,939)، والغلة الحيوية (BIO) (r=0,563)، والمحصول من البذور (SY) (r=0,389) والمحصول من الزيت (SO) (r=0,600) يمكن أن يفسر بكون امتداد فترة النمو لبلوغ مرحلة الـ% 50 ازهار من شأنه أن يمنح النبات رصيدا أقوى لدخول مرحلة الانتاج (امتلاء البذور) (Ali Reza *et al.*, 2008).

أما الارتباطات السلبية فقد سجلت بين المؤشرات التالية:

- ارتباط سلبي متوسط بين مؤشري الغلة الحيوية (BIO) وعدد التفرعات/ نبتة (NRP) (r=-0,488).

- كان لمؤشر عدد التفرعات/ نبتة (NRP) أكبر عدد من الارتباطات السلبية (سبعة ارتباطات)، نسجل منها على الخصوص ارتباط سلبي عالي مع مؤشر عدد الرؤوس/ نبتة (NHP) (r=-0,770)، وارتباطين سلبيين متوسطي القيمة مع كل من مؤشري عدد البذور/ نبتة (NSP) (r=-0,470) ومحصول البذور (SY) (r=-0,512).

- ارتباط سلبي عالي بين مؤشري عدد الرؤوس/ نبتة (NHP) ونسبة الزيت في البذور (%OY) (r=-0,780).

ـ سجلنا معامل ارتباط سلبي (r = -0,398) بين مؤشري عدد البذور/ نبتة NSH ووزن مائة بذرة HSW ، وهو ما كان موافقا تماما لما وجده كل من : Camas *et al.*, (2005) ، Tunctürk *et al.*, (2005) و Abbadi *et al.*, (2008)، والأخير اعتبر ذلك من أكبر معاملات الارتباط السلبية (r=−0.52) المسجلة في دراسته. من جانب آخر لم يلاحظ Rameshknia *et al.*, (2013a) أي علاقة بين مؤشري عدد البذور/رأس ومؤشر وزن 1000 بذرة.

جدول 24 : مصفوفة معامل الارتباط لمؤشري محصول الزيت (OY) ومحصول البذور (SY) مع مختلف المؤشرات المدروسة ضمن أصناف القرطم التسعة

Variables	DTF	PHT	BIO	NRP	NHP	NSH	NSP	HSW	HI	%OY	SY
OY	**0,600**	0,465	**0,859**	**-0,137**	0,389	**0,766**	**0,877**	0,189	**0,856**	0,099	**0,890**
SY	0,389	0,241	**0,954**	**-0,512**	**0,732**	0,585	**0,974**	0,272	**0,867**	**-0,357**	1

DTF: Days to 50% Flowering, **PHT:** Plant Hight, **BIO:** Biological Yield, **NRP:** Number of Ramifications per Plant, **NHP:** Number of Heads (capitulums) per Plant, **NSH:** Number of Seeds per Head, **NSP:** Number of Seeds per Plant, **HSW:** Hundred Seeds Weight, **HI:** Harvest Index, **%OY:** Percentage of Oil Yield, **SY:** Seed Yield, **OY:** Oil Yield.

سجلنا ارتباطا ايجابيا عاليا ومعنويا لمؤشر الغلة الحيوية (BIO) مع محصولي البذور (SY) (r=0,954) والزيت (OY) (r=0,859) (جدول 24)، ونتائجنا هذه توافق ما توصلت إليه الدراسة التي قام بها Steer *et al.*, (1984).

إن الارتباط الايجابي والمعنوي لمؤشر طول النبات (PHT) مع كل من محصول البذور (SY) (r=0,241) ومحصول الزيت (OY) (r=0,465) (جدول 24) يمكن تفسيره بقدرة الأصناف طويلة الساق في المنافسة على امتصاص الضوء، مما يعزز من كفاءة عملية التركيب الضوئي (Ali Reza *et al.*, 2008).

لاحظ Rameshknia *et al.*, (2013a) أن الزيادة في عدد الرؤوس/نبتة (NHP) يؤدي إلى زيادة محصول النبتة من البذور (SY) واالزيت (OY) ، وهو ما وافق تماما ما توصلنا إليه من نتائج، حيث قدرنا معامل ارتباط ايجابي لمؤشر عدد الرؤوس/نبتة مع كل من محصول النبتة من البذور (SY) (r=0,732) والمحصول من الزيت (OY) (r=0,389). كما تتوافق نتائج دراستنا مع ما جاء في دراسات سابقة (Workhoven et *al.*, 1968; Günel and Arslan, 1997; Abbadi et *al.*, 2008) ، والتي أثبتت وجود ارتباط ايجابي عالي بين مؤشر عدد الرؤوس/ نبتة (NHP) ومحصول القرطم من الزيت (OY). وذهبت نتائج أعمال كل من Corleto and Ventricelli (1997) و Steer and Harrigan (1986) إلى أبعد من ذلك بخصوص

أهمية مؤشر عدد الرؤوس/ نبتة (NHP)، حيث اعتبروه العامل الأكثر تأثيرا في تحديد محصول القرطم من البذور (SY) والزيت (OY).
كما سجلنا علاقة ارتباط ايجابية بين مؤشر عدد البذور/رأس (NSH) والمحصول من البذور (r=0,585) والزيت (r=0,766)، وهو ما وافق إلى حد ما ما توصل إليه Abbadi *et al.*, (2008)، والذي ذكر أن مؤشر عدد البذور/ رأس (NSH) يرتبط ارتباطا معنويا ايجابيا ضعيفا بمحصول البذور (SY) للقرطم، فيما لم تثبت دراسة Rameshknia *et al.*, (2013a) وجود أي علاقة ارتباط واضحة بين مؤشر عدد البذور/رأس (NSH) ومحصول النبتة من البذور واالزيت.

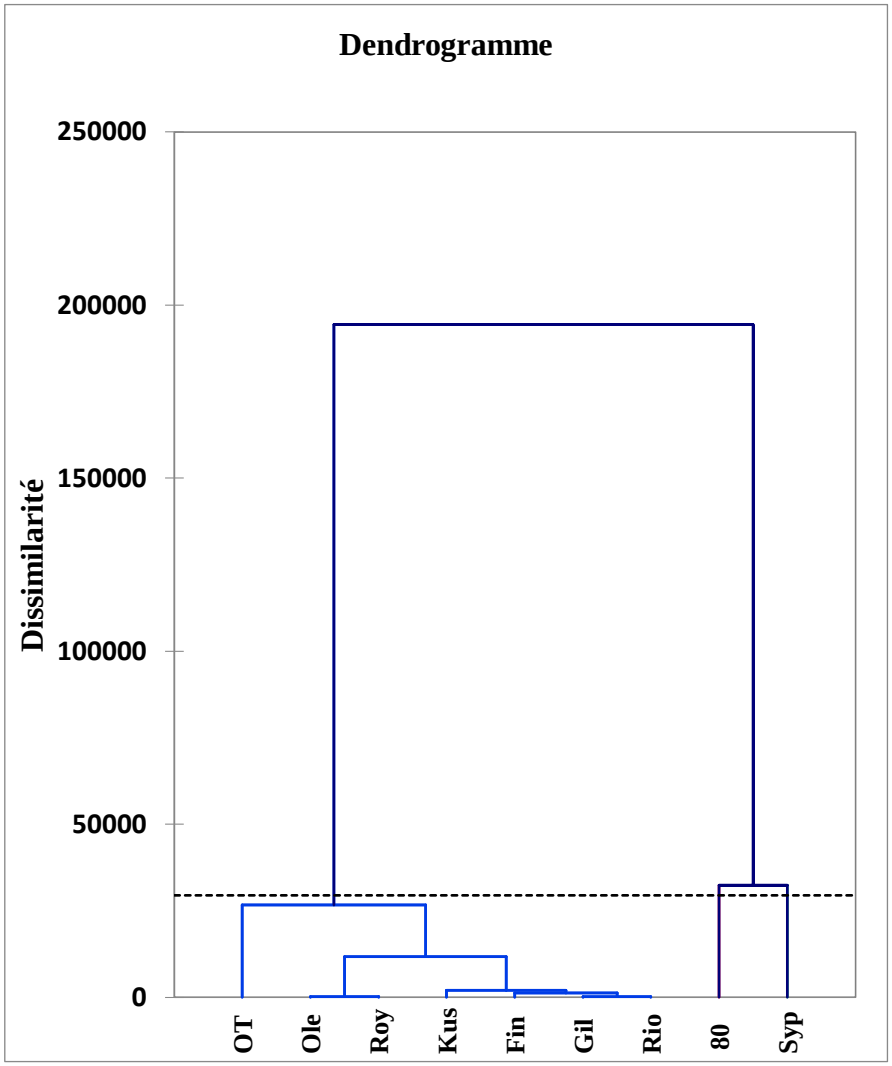
إن الانخفاض المسجل في مؤشر عدد الرؤوس/ نبتة (NHP) يكون مرفوقا بزيادة مؤشر عدد التفرعات/ نبتة (NRP)، وهو ما ينعكس سلبا على مؤشرات عدد البذور/ نبتة (NSP) وكمية المحصول من البذور (SY) و الزيت (OY). وقد يعزى ذلك إلى التنافس على المغذيات ومتطلبات النمو وخاصة الضوء، مما يؤدي إلى قلة تصنيع نواتج التمثيل الضوئي، وهذا قد يسبب إجهاض البويضات الملقحة (البياتي وآخرون، 2009)، فيتراجع مؤشر عدد البذور/ نبتة (NSP)، وبالتالي تتأثر كمية المحصول من البذور (SY) والزيت (OY)، ونلاحظ ذلك جليا من خلال معامل الارتباط السلبي لمؤشر عدد الأفرع/ نبتة (NRP) بكلا مؤشري المحصول من البذور و الزيت (r=-0,512 و r=-0,137 على الترتيب).

وبخصوص نتائج دراستنا المتعلقة بالمساهمة الضئيلة لمؤشر وزن 100 بذرة (HSW) في محصول بذور القرطم من الزيت (OY) (r=0,189)، فقد كان موافقا لما توصلت إليه دراسات سابقة من نتائج (Workhoven et *al.*, 1968; Günel and Arslan, 1997; Abbadi et *al.*, 2008).
إذا كان Abbadi *et al.*, (2008) قد خلص من خلال دراسته إلى الاستنتاج والقول بأن محصول الزيت (OY) يتحكم فيه أساسا مؤشرين هامين هما: مؤشر عدد الرؤوس/ نبتة (NHP) متبوعا بمؤشر عدد البذور/ رأس (NSH)، فإننا نسجل من خلال نتائج دراستنا شيئا آخر، حيث وجدنا أن محصول البذور (SY) يتحكم فيه أساسا ثلاثة مؤشرات هي : مؤشر عدد البذور/نبتة (NSP) متبوعا بمؤشري الكتلة الحيوية الهوائية (BIO) ودليل الحصاد (HI)، فيما وجدنا أن المؤشرات الثلاث السابقة الذكر هي الأكثر تحكما في محصول الزيت (OY) بمعاملات ارتباط متساوية القيمة تقريبا.

3-4- شجرة القرابة (التدرج العنقودي) Dendrogram

سمحت دراسة الصفات المورفولوجية والفينولوجية وكذا مؤشرات المردودية لدى أصناف القرطم التسعة من إنشاء شجرة القرابة (التدرج العنقودي) التي توضح المسار التطوري للأصناف المدروسة (شكل 34).

والتدرج العنقودي عبارة عن تمثيل في شكل هيكل متفرع يرتكز على بيانات معامل التماثل (القرابة)، حيث تصنف الوحدات (الأصناف) إلى مجموعات تبعا لمدى التماثل (Similarity) فيما بينها، وتمثل نقطة اتصال وحدتين (صنفين) مقدار معامل التماثل بينهما، لذلك تتجمع الوحدات الأكثر تماثلا عند جهة قاعدة هرم التدرج العنقودي، في حين تتميز الوحدات الأكثر تباعدا (الأكثر تمايزا) بمعامل تماثل منخفض (Kameli, 1990). وبالتالي فالتحليل العنقودي يعد أحد المؤشرات الإحصائية التي يمكن الاستفادة منها في توزيع مجاميع السلالات والأنواع النباتية حسب صفاتها، ومن ثم الوقوف على درجة تباينها الوراثي ودرجة قرابتها (Feriol *et al.*, 2004). وفي دراستنا استخدمت متوسطات قيم المؤشرات المسجلة على الأصناف التسعة المدروسة.



شكل 34 : مخطط تحليل التدرج العنقودي (Cluster analysis) (شجرة القرابة الوراثية - Dendrogram) للعلاقات الوراثية (Phylogenetic) بين أصناف القرطم التسعة باعتماد المؤشرات المورفوفينولوجية والإنتاجية المدروسة

توضح شجرة التدرج العنقودي (شكل 35) المشكلة على أساس بيانات المؤشرات الفينولوجية والمورفولوجية وكذا مؤشرات المردود اصطفاف أصناف القرطم المدروسة ضمن مجموعات مختلفة ذات معاملات تماثل عالية. فعلى مسافة نصف المدى التطوري (% 50 من معامل التماثل) للأصناف، تظهر شجرة القرابة انقسام أصناف القرطم التسعة ضمن مجموعتين رئيسيتين: مجموعة أولى تضم الصنفين 80/482/3S (الأمريكي) و Syprus (المتوسطي)، ومجموعة ثانية وشملت بقية الأصناف السبعة (5 أصناف أمريكية + صنف هندي + صنف باكستاني). بينما لو اعتمدنا مسافة % 87 (% 87 من معامل التماثل Coefficient of similarity) من المدى التطوري كمعلم لدراسة القرابة الوراثية فيما بين الأصناف، فنجد أن عناصر المجموعتين قد تفرعت ضمن تصنيف تحت مجموعات وفق الجدول الموالي (جدول 25).

جدول 25 : توزيع أصناف القرطم التسعة حسب المجموعات وتحت المجموعات في شجرة القرابة

Groups (At 50% distance)	1		2						
Sub-Groups (At 80% distance)	1	2	1	2					
Varieties	Syprus	80/482/3S	OT-455	Ole	Royal	Kusumba	Finch	Gila	Rio
Origin	Mediteranian	USA	India	USA	USA	Pakistan	USA	USA	USA

بالرغم من تجمع أغلبية أصناف نفس االمنطقة (المصدر) معا ضمن مجموعة واحدة (حالة تحت المجموعة العنقودية 2-2)، إلا أن هناك تشتت عشوائي لبعض الأصناف وتجمعها في عنقود واحد مع أصناف أخرى من مصادر جغرافية مختلفة (حالة تحت المجموعة العنقودية (1-2)).

باستثناء الصنف 80/482/3S، لوحظ من مخطط التدرج العنقودي تواجد الأصناف الأمريكية ضمن تحت مجموعة واحدة (2-2) ممتلكة بذلك أقل بعد وراثي فيما بينها، خصوصا فيما بين الأصناف Ole وRoyal وكذا بين الأصناف الثلاث Finch، Gila و Rio، ونفسر ذلك أنها أصناف مبتكرة حديثا، وهي نتاج برامج تهجين وتحسين وراثي انتهجتها الولايات المتحدة، فهي الرائدة في مجال تربية وانتخاب وانتاج سلالات جديدة استخدمت فيها أصول وراثية من مختلف أنحاء العالم منذ ما يفوق المائة عام (McGuire *et al.*, 2012).

يذكر كذلك أن تاريخ دخول نبات القرطم إلى تراب الولايات المتحدة الأمريكية يعود إلى المهاجرين من أصل متوسطي، حيث جلبوه معهم واستزرعوه بحدائقهم للاستعمال المنزلي

(McGuire *et al.*, 2012)، وهو ما يمكن أن يفسر لنا التقارب الوثيق بين الصنفين Syprus (المتوسطي) و 80/482/3S (الأمريكي)، فقد يكون الصنف الأخير نتاج برامج تهجين انطلاقا من أصول وراثية متوسطية.

من جانب آخر، نلاحظ على مستوى مخطط التدرج العنقودي أن أكبر بعد وراثي كان بين الصنفين Syprus المتوسطي و OT-455 الهندي، ومنه نرجح عدم خضوع الصنفين وبقائهما كمادة وراثية بمعزل عن تجارب التهجين الوراثي، وبالتالي ندرك مدى أهميتهما كأصول وراثية مميزة لمناطق جغرافية محددة.

ولغرض تقييم أداء الأنواع المختلفة من النباتات اعتمادا على بعض المؤشرات المورفولوجية والانتاجية تحت ظروف الاجهاد المائي، استخدم تحليل التدرج العنقودي من طرف كل من Golabadi *et al.*, (2006) على القمح الصلب، Mohammadi *et al.*, (2011) على نبات القمح اللين، Khodarahmpour *et al.*, (2011) على الذرة، Majidi *et al.*, (2011) على القرطم البري (*Carthamus oxyacanthus*) ، و Cabello *et al.*, (2013) على البطاطا.

كانت نتائجنا موافقة من حيث أهميتها لما وجده كل من Nicese *et al.*, (1998) حول شجر الجوز، و(2009) Mahasi *et al.*, حول نبات القرطم، حيث استخدموا تقنية الـ RAPD، واستنتجوا أن نتائج تحليل التدرج العنقودي يمكن استخدامها بكفاءة في برامج التحسين الوراثي من خلال التحديد الدقيق للقرابة الوراثية فيما بين الأصناف.

3-5- تحليل المكونات الرئيسية (PCA)

تقوم الفكرة الأساسية في تحليل المكونات الرئيسية PCA على تلخيص أكبر قدر ممكن من التباينات في مجموع الصفات المقاسة والتي تسهم في التمايز ما بين العناصر المدروسة.

3-5-1- دراسة المتغيرات (المؤشرات)

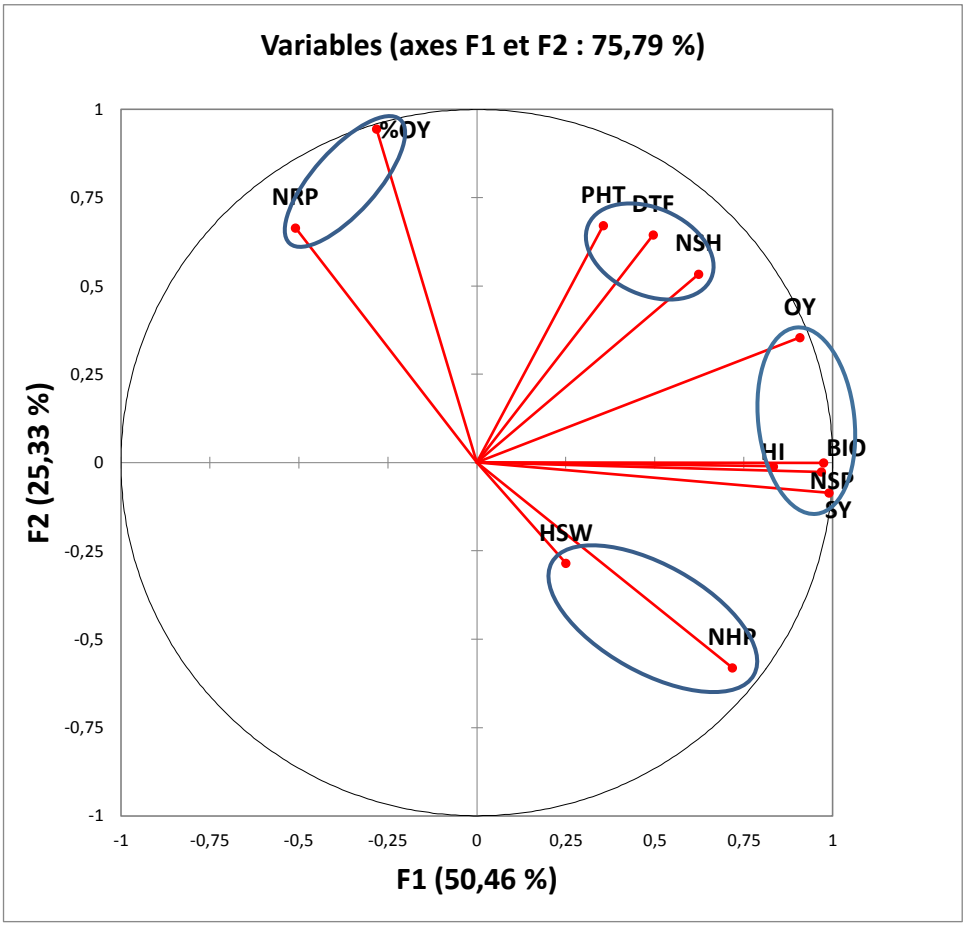
نلاحظ من جدول فاعلية المتغيرات الموزعة على المحاور الثلاث (جدول 26، شكل 35) أن المحور الأول (Axis 1) امتلك نسبة 50,45 % من المعلومات، حيث توزعت عليه جل مؤشرات المردودية المدروسة والمتمثلة في: الغلة الحيوية (BIO)، عدد الرؤوس/نبتة (NHP)، عدد البذور/ رأس(NSH)، عدد البذور/ نبتة (NSP)، دليل الحصاد (HI)، محصول البذور (SY) و مؤشر محصول الزيت (OY).

أما المحور الثاني (Axis 2) فقد حاز نسبة 25,33 % من مصداقية المعلومات، حيث توزع عليه كل من: المؤشر الفينولوجي (DTF)، المؤشر المورفولوجي (PHT)، ومؤشري عدد التفرعات/ نبتة (NRP) والنسبة المئوية لمحتوى البذور من الزيت (%OY)، فيما ارتبط مؤشر وزن المائة بذرة (HSW) بالمحور الثالث (Axis 3) الذي لم يمتلك سوى % 13.89 من المعلومات.

جدول 26 : فاعلية المتغيرات (المؤشرات) على المحاور الثلاث

Variables	**Axis 1**	**Axis 2**	Axis 3
DTF	0,4952	**0,6452**	0,5599
PHT	0,355	**0,6715**	0,558
BIO	**0,9738**	-0,0002122	0,1195
NRP	-0,5101	**0,6648**	-0,2435
NHP	**0,7174**	-0,5807	0,1821
NSH	**0,6227**	0,534	-0,5241
NSP	**0,9676**	-0,02584	-0,2243
HSW	0,2495	-0,2846	**0,6683**
HI	**0,8327**	-0,01063	-0,3911
%OY	-0,2822	**0,9451**	0,01823
SY	**0,9889**	-0,08546	-0,06158
OY	**0,9072**	0,3545	-0,08633
% Of Validity	**50,45%**	**25,33%**	13,89%

DTF: Days to 50% Flowering**, PHT:** Plant Hight**, BIO:** Biological Yield**, NRP:** Number of Ramifications per Plant**, NHP:** Number of Heads (capitulums) per Plant**, NSH:** Number of Seeds per Head**, NSP:** Number of Seeds per Plant**, HSW:** Hundred Seeds Weight**, HI:** Harvest Index**, %OY:** Percentage of Oil Yield**, SY:** Seed Yield**, OY:** Oil Yield**.**

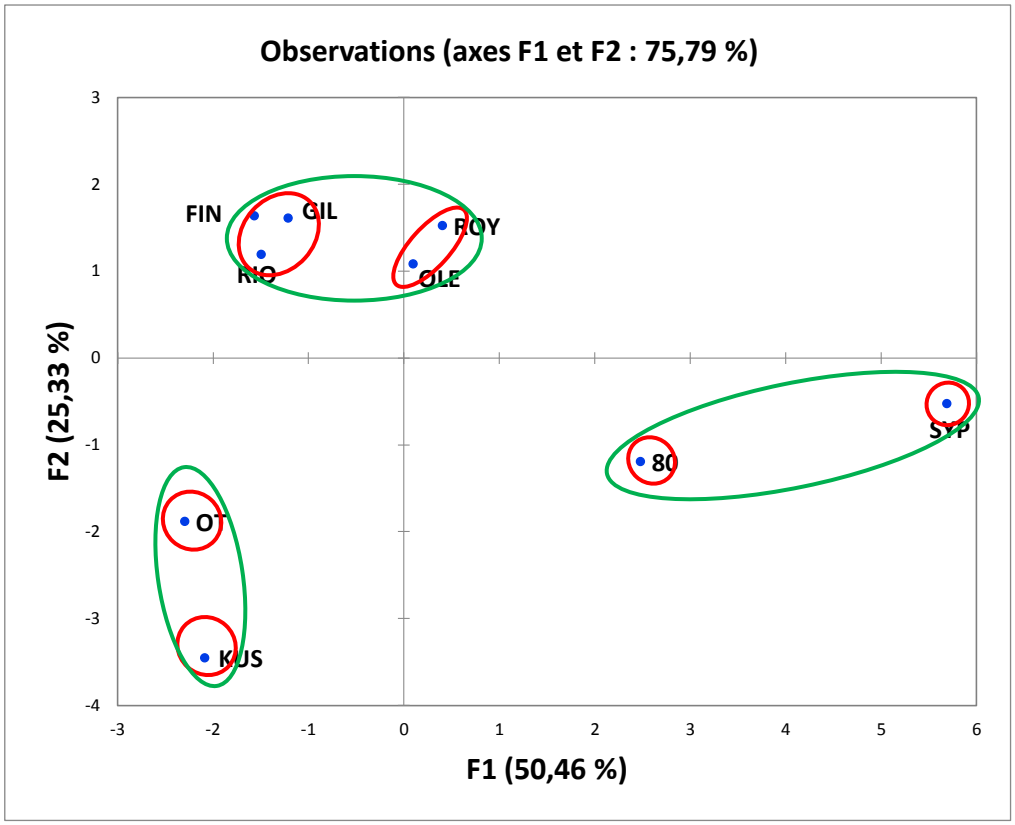


شكل 35 : حلقة معامل الارتباطات بين المتغيرات (المؤشرات) لدى الأفراد (أصناف القرطم التسعة) المدروسة في مستوى المحورين 1 و 2

DTF: Days to 50% Flowering, **PHT:** Plant Hight, **BIO:** Biological Yield, **NRP:** Number of Ramifications per Plant, **NHP:** Number of Heads (capitulums) per Plant, **NSH:** Number of Seeds per Head, **NSP:** Number of Seeds per Plant, **HSW:** Hundred Seeds Weight, **HI:** Harvest Index, **%OY:** Percentage of Oil Yield, **SY:** Seed Yield, **OY:** Oil Yield.

3-5-2- دراسة الأفراد (الأصناف)

استخدمت النتائج المحصل عليها لاجراء اختبار الـ PCA وذلك لدراسة نوعية العلاقة بين الأصناف المدروسة، ومن الشكل 36 نجد أن مكونات هذا الاختبار قد حسبت لتشكل 75,79% من التباينات (الاختلافات) الكلية، بحيث توزعت بنسبة 50,46 % على المحور الأول (Axis1) و 25,33 % على المحور الثاني (Axis2).



شكل 36 : تحليل الـ PCA لعلاقات القرابة الوراثية بين أصناف القرطم التسعة على المحورين 1 و 2 اعتمادا على المؤشرات المدروسة

أظهر توزيع الأفراد (أصناف القرطم التسعة) على المحورين 1 و 2 والموضحة في الشكل 36 والجدول 27 تواجد الصنفين Syprus و 80/482/3S كمجموعة في الجهة الموجبة من المحور 1، فيما شكلت خمسة أصناف أخرى مجموعة ثانية كبيرة تواجدت في الجهة الموجبة من المحور 2، حيث انقسمت بدورها إلى تحت مجموعتين: تحت مجموعة الصنفين Royal و Ole إلى يمين المحور 2 وتحت مجموعة ثانية تناظرها على الجانب الأيسر منه مكونة من 3 أصناف أمريكية (Gila, Finch, Rio). أما الصنفين OT-455 الهندي و Kusumba الباكستاني فقد شكلا مجموعة ثالثة تواجدت في الجهة السالبة لكل من المحورين 1 و 2.

جدول 27 : فاعلية الأفراد (الأصناف) على المحورين الرئيسيين 1 و 2

Varieties	Axis 1	Axis 2
80/482/3S	2,3364	-1,1238
Finch	-1,479	1,5436
Gila	-1,1448	1,5191
Kusumba	-1,9691	-3,2551
Ole	0,09011	1,0217
OT-455	-2,1661	-1,7735
Rio	-1,4108	1,1249
Royal	0,37969	1,4379
Syprus	5,3637	-0,49486
% Of Validity	50,46%	25,33%

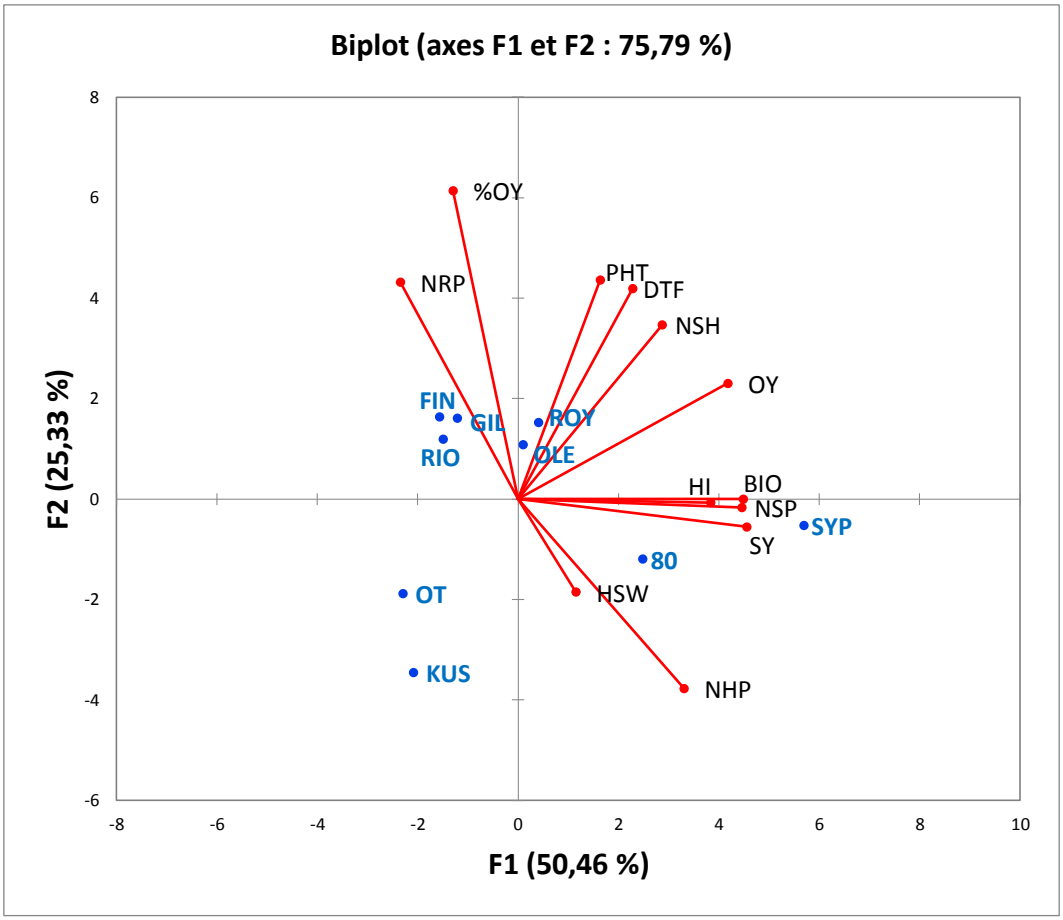
استطعنا من خلال تحليل المكونات الرئيسية تشكيل تمثيل مشترك لأصناف القرطم التسعة والمنضوية تحت 3 مجموعات رئيسية مع المؤشرات المدروسة على المحورين 1 و 2 (شكل 37)، حيث أمكن تدوين الملاحظات التالية :

ـ تتميز المجموعة الأولى التي تضم كل من الصنفين Syprus المتوسطي و 80/482/3S الأمريكي بقيم أعلى لكل من مؤشرات المردودية المتمثلة في: الغلة الحيوية (BIO)، عدد البذور/ نبتة (NSP)، دليل الحصاد (HI)، محصول البذور (SY) و مؤشر محصول الزيت (OY).

ـ فيما تميزت المجموعة الثانية التي تضم خمسة أصناف أمريكية الأصل (Ole, Royal, Gila, Finch, Rio) بتفوقها في قيم مؤشرات: عدد البذور/ رأس(NSH)، المؤشر الفينولوجي (DTF)، المؤشر المورفولوجي (PHT)،عدد التفرعات/ نبتة (NRP) والنسبة المئوية لمحتوى البذور من الزيت (%OY).

ـ أما المجموعة الثالثة والتي تضم الصنفين الآسيويين Kusumba (الباكستاني) و OT-455 (الهندي) فقد تميزت بقيم دنيا لأغلبية المؤشرات، حيث عرف الصنف Kusumba أدنى قيم أربعة مؤشرات: DTF (159,33 days)، PHT (63,37 cm)، BIO (61,72 g) و % OY (23,30 %)،

كما سجل الصنف OT-455 كذلك أدنى القيم لأربع مؤشرات أخرى : NSH (8,28)، NSP (244,49)، SY (144,68 g/m^2) و OY (40,63 g/m^2)، وكان الاستثناء في مؤشر وزن المائة بذرة (HSW) الذي سجلت أعلى قيمة له (4,44 g) لدى الصنف الأخير.



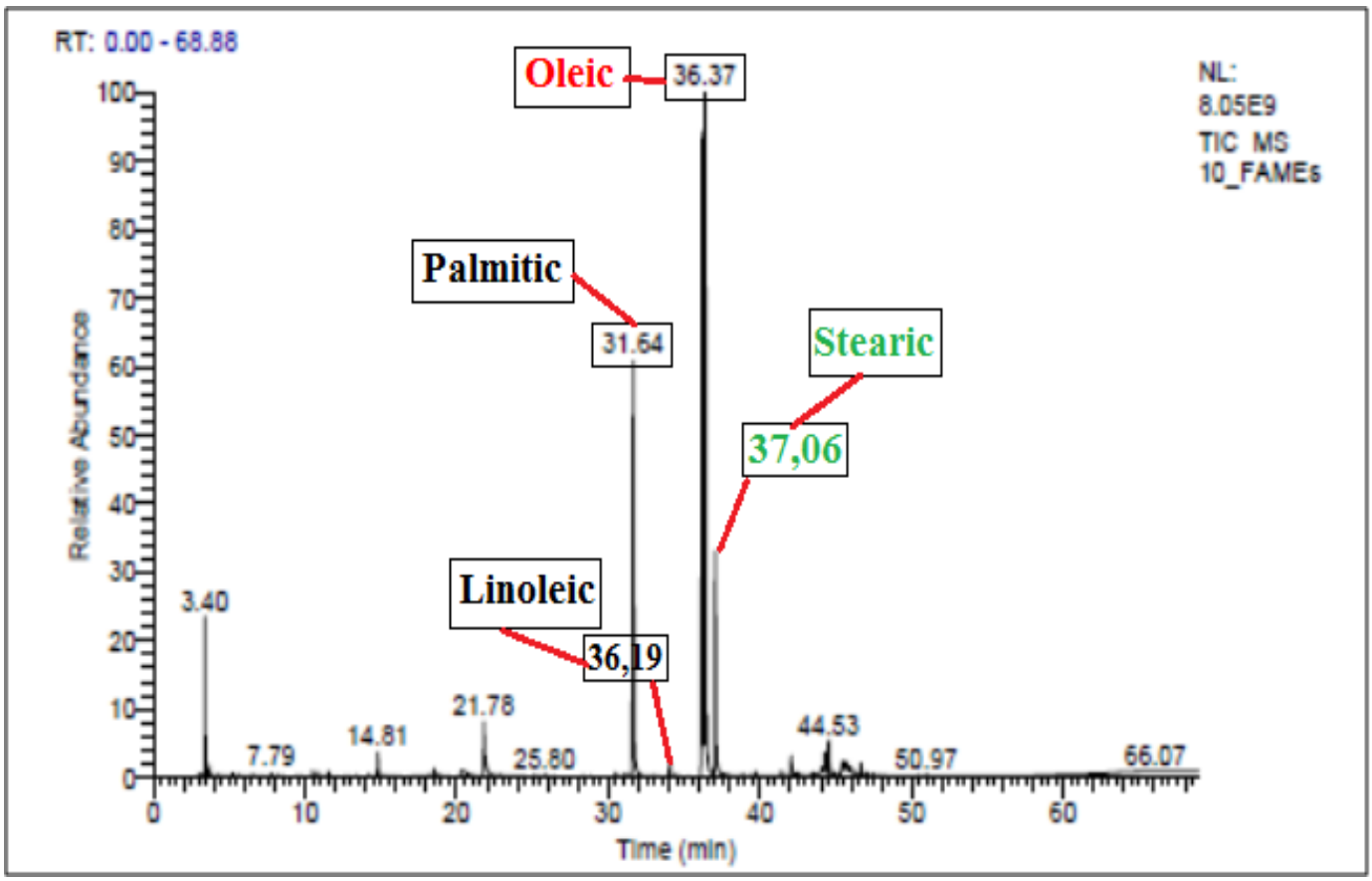
شكل 37 : تمثيل مشترك لأصناف القرطم التسعة والمؤشرات المدروسة على المحورين 1 و 2

DTF: Days to 50% Flowering, **PHT:** Plant Hight, **BIO:** Biological Yield, **NRP:** Number of Ramifications per Plant, **NHP:** Number of Heads (capitulums) per Plant, **NSH:** Number of Seeds per Head, **NSP:** Number of Seeds per Plant, **HSW:** Hundred Seeds Weight, **HI:** Harvest Index, **%OY:** Percentage of Oil Yield, **SY:** Seed Yield, **OY:** Oil Yield.

3-6- الدراسة البيوكيميائية : مكونات زيت بذور القرطم من الأحماض الدهنية

كما هو معلوم، فإن القيمة التجارية للزيوت النباتية تتعلق أساسا بتركيبها من الأحماض الدهنية، ويتحكم في هذا الأخير كل من العوامل الوراثية للصنف، والظروف البيئية (Mailer *et al.*, 2008; Alsurmi *et al.*, 2016).

تم فصل استرات الأحماض الذهنية والتعرف عليها من خلال مكتبة التحليل الكروماتوجرافي الغازي السائلي المتصل بطيف الكتلة (GC/MS) بحيث يكون كل مركب مفصول مطابقا تماما لما هو مقترح من الجهاز، بحيث يكون لكل مركب زمن خروج خاص (RT) (ملحق 2)، كما تقدر نسبته من خلال مساحة منحناه (Area) (شكل 38 وجدول 28).



شكل 38 : كروماتوغرام مثيلات استر الأحماض الدهنية لعينة زيت بذور قرطم صنف Syprus

جدول 28 : زمن خروج (RT) و مساحة (Area) مركبات استرات الأحماض الدهنية الغالبة لدى صنف Syprus

No.	RT (min)	Area (%)	Compounds
1	31.64	17.93	Palmitic acid methyl ester
2	36.19	28.69	Linoleic acid methyl ester
3	36.37	29.09	Oleic acid methyl ester
4	36.49	1.06	Elaidic acid methyl ester
5	37.06	9.19	Stearic acid methyl ester
6	42.05	0.83	Arachidic acid methyl ester
7	46.67	0.30	Behenic acid methyl ester

يتضمن كل من الجدول 29 والشكلين 39 و 40 نتائج تحليل زيت بذور الأصناف التسعة المدروسة بالـ GC-MS، حيث يتضح لنا سيادة وغالبية أربعة أحماض ذهنية، وهي : الحمضين المشبعين Palmitic (C16 :0) و Stearic (C18 :0)، والحمضين غير المشبعين Oleic (C18 :1) و Linoleic (C18 :2). كما أمكن تسجيل كميات ضئيلة جدا لثلاث أحماض ذهنية أخرى هي: Elaidic (C18 :1) ، Arachidic (C20 :0) و Behenic (C22 :0) ، حيث لم تتعدى نسبها المئوية 1,37، 0,98 و1,10 على الترتيب.

وبالنظر إلى مكونات الزيت من الأحماض الدهنية، يتضح لنا جليا مدى التباين المسجل فيما بين أصناف القرطم التسعة المختلفة، وهذا يتوافق مع نتائج كل من Camas *et al.*, (2005) و Knowles (1989) الذي اعتبر القرطم محصولا زيتيا نموذجيا من حيث امتلاكه لتنوع كبير في نسب الأحماض الدهنية المكونة لزيت بذوره.

كما اعتبر Hassan *et al.*, (2005) أن تغير درجات الحرارة، وجفاف التربة، وكذا عدد ساعات التعرض للاشعاع الشمسي بين مرحلتي الإزهار والنضج من أهم العوامل المحددة لمحتوى البذور من الزيت ومكوناته من الأحماض الدهنية.

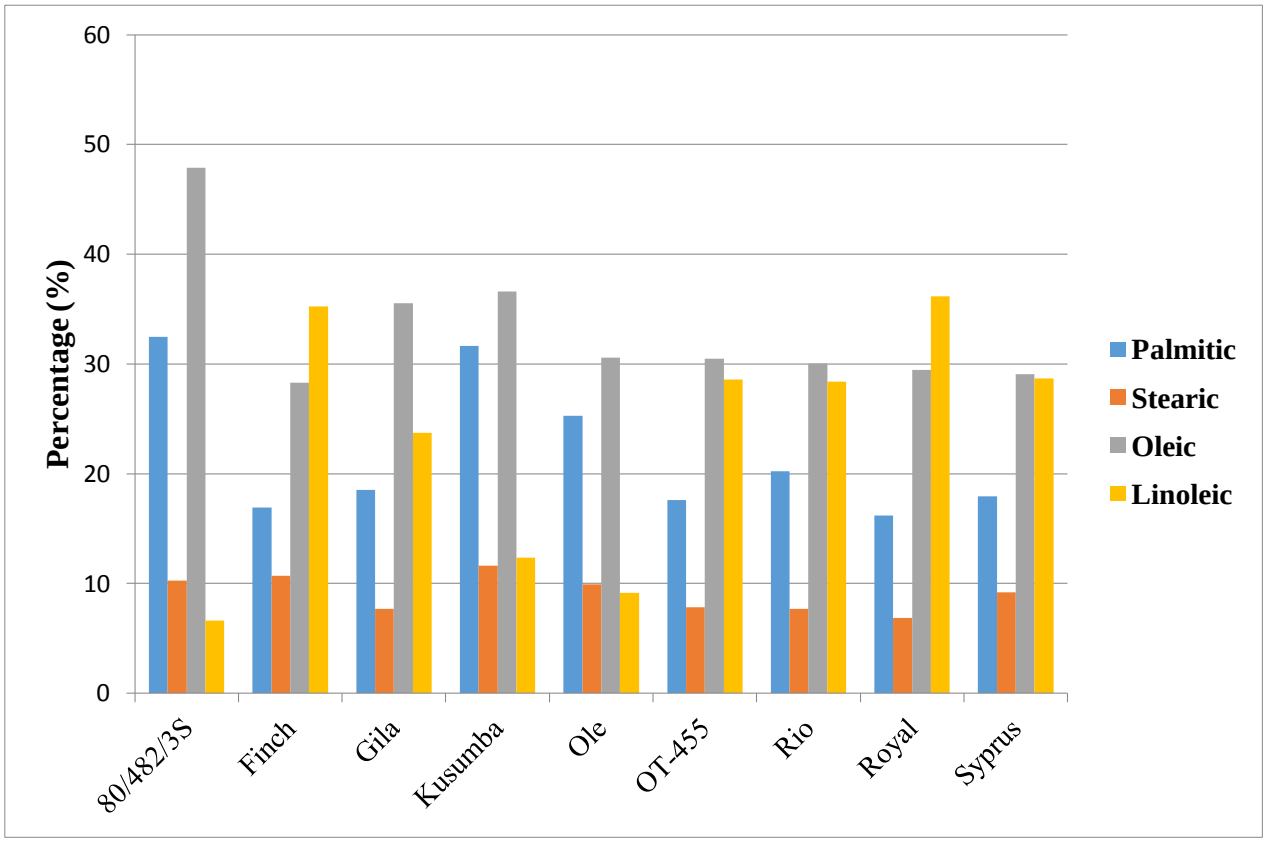
كانت نسبة المحتوى من الحمض الذهني غير المشبع Linolenic (C18 :3) معدومة بكل الأصناف المدروسة، وهويوافق ما جاءت به نتائج العديد من الأبحاث السابقة (Knowles, 1989; Velasco and Fernandez- Martinez, 2001 ; Guan *et al.*, 2014).

نلاحظ من خلال جدول النتائج كذلك، أن المحتوى من حمضي الستياريك والأوليك يتغير عكسيا مع المحتوى من حمض اللينولييك، وهذا يوافق ما لاحظه (Mailer *et al.*, (2008.

يعتبر حمض اللينولييك (C18 :2) من الأحماض الدهنية الأساسية، أي التي يصعب تخليقها بجسم الانسان، ويجب أن يتناولها ضمن غذائه. كما تكمن أهميته أيضا في ميزاته العلاجية المتمثلة في الوقاية على الخصوص من أمراض الشريان التاجي والسرطان (Mailer *et al.*, (2008.

جدول 29 : نسب الأحماض الدهنية الغالبة بزيت بذور أصناف القرطم التسعة مرفوقة بقيم محصولي البذور و الزيت

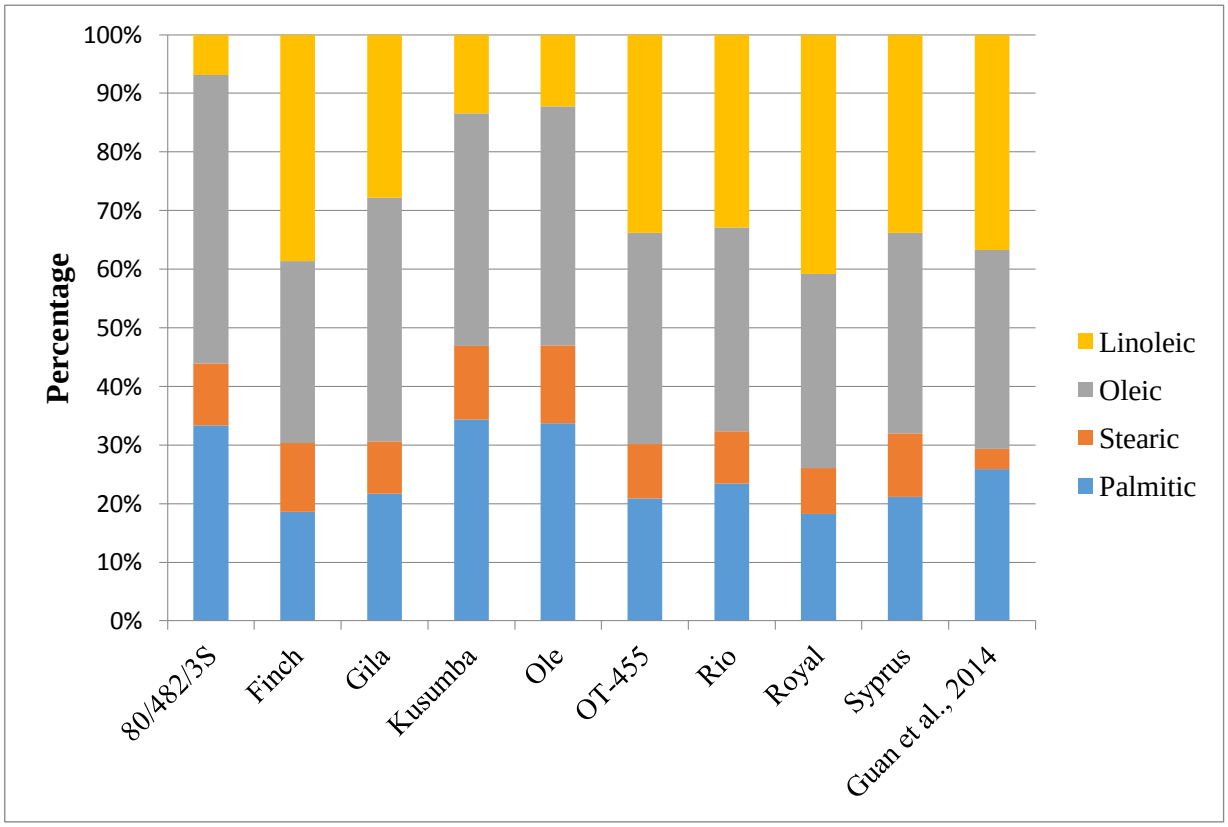
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Safflower Cultivars	**80/482/3S**	**Finch**	**Gila**	**Kusumba**	**Ole**	**OT-455**	**Rio**	**Royal**	**Syprus**
Yield of seeds (YS) (g/m^2)			306,47	150,63	187,92	181,67	224,31	**144,68**	186,02	235,97	**420,29**
Yield of Oil (YO) (g/m^2)			80,29	54,57	72,11	42,33	77,40	**40,63**	65,93	86,53	**114,56**
Yield of Oil (%OY) (% of seeds)			26,53	36,13	**38,47**	**23,30**	34,60	28,87	35,00	36,60	27,27
Fatty acids	**Palmitic**	**C16 :0**	32,46	16,93	18,52	31,66	25,26	17,62	20,23	16,20	17,93
	Stearic	**C18 :0**	10,24	10,68	7,67	11,61	9,91	7,85	7,71	6,88	9,19
	Oleic	**C18 :1**	**47,89**	**28,27**	35,55	36,59	30,57	30,48	30,05	29,44	**29,09**
	Elaidic	**C18 :1**	0,27	0,74	0,78	0,88	1,10	1,01	0,99	0,96	1,06
	Linoleic	**C18 :2**	**6,64**	**35,22**	23,73	12,37	9,17	28,59	28,39	36,15	**28,69**
	Arachidic	**C20 :0**	0,45	1,08	0,78	1,37	1,02	0,80	0,63	0,68	0,83
	Behenic	**C22 :0**	0,10	0,42	0,48	0,00	0,98	0,52	0,43	0,30	0,30
Oil Stability Index (OSI)			**7.21**	**0.80**	1.50	2.96	3.33	1.07	1.06	0.81	1.01



شكل 39 : نسب الأحماض الدهنية الغالبة بزيت بذور أصناف القرطم التسعة

لاحظ Rahamatalla *et al.*, (2001) أن المحتوى من الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة يتغير خلال نمو وتطور بذور جميع أصناف القرطم التي درسوها، وسجلوا على الخصوص تغيرا طفيفا في تركيز حمض الأوليك، وانخفاضا في تركيز حمض اللينولييك مع التقدم المسجل في امتلاء البذور. فيما ينخفض تركيز الأحماض الدهنية المشبعة مع تقدم نمو البذرة (Onemli, 2012).

تعتبر النسب العالية من حمض اللينولييك غير مرغوبة في الزيت، من حيث أنها تجعله أكثر حساسية لعوامل الأكسدة. وإذا ما قارنا نتائجنا مع تلك المتحصل عليها من طرف Alsurmi *et al.*, (2016)، فإننا نصنف نوعية زيت بذور أصناف القرطم قيد دراستنا بالجيدة في عمومها من حيث درجة ثباتها ومقاومتها لعوامل الأكسدة.



شكل 40 : المحتوى النسبي لزيت بذور أصناف القرطم المدروسة من الأحماض الدهنية الرئيسية مقارنة بتلك الخاصة بدراسة (Guan *et al.*, 2014)

من خلال النتائج المحصل عليها في دراستنا كذلك، نلاحظ سيادة نسبة حمض الأوليك على بقية الأحماض الدهنية لدى أصناف القرطم المدروسة باستثناء الصنفين الأمريكيين : Finch و Royal (حيث يتغلب حمض اللينوليك). وتكمن أهمية حمض الأوليك (وحيد الرابطة غير المشبعة mono (C18 :1) (unsaturated fatty acids في أنه يعمل على خفض الكولستيرول الضار (LDL-C) (Mailer *et al.*, 2008).

وكما هو معروف، فإن الأحماض الدهنيه متعددة الروابط غير المشبعة (polyunsaturated) أقل ثباتا من تلك المحتوية على رابطة واحدة غير مشبعة (monounsaturated)، ومنه يمكن التنبؤ والحكم بأن زيت الأصناف : 80/482/3S ، OLE و Kusumba يكون أقل حساسية لعوامل الأكسدة من زيت الصنفين: Finch و Royal.

في نفس الإطار، وبحساب نسبة حمض الأوليك إلى حمض اللينوليك والتي تعبر عن مؤشر ثبات الزيت (Oil Stability Index (OSI))، فإننا نجدها تتراوح بين 0,8 (لدى صنف Finch) و 7,21 (لدى الصنف 80/482/3S)، وبالتالي يمكن اعتبار زيت بذور الصنفين 80/482/3S و Ole (3.33) الأكثر

ثباتا من بين زيوت بقية الأصناف، وهو ما ذهب إليه كل من الحموي وابراهيم (2012) و(2016) Alsurmi *et al.*,.

وعلى ذكر حمض الأوليبك، فإننا سجلنا أعلى نسب له (47,89 % و 36,59 %) بالصنفين: 80/482/3S و Kusumba على الترتيب، بينما كانت أقل النسب (28,27 % و 29,09%) بالصنفين: Finch وSyprus على الترتيب. و بالنظر لمؤشر موعد بلوغ 50 % ازهار، حيث سجلنا أطول فترة زمنية لدى Syprus، بينما سجلت أقصر فترة لدى الصنف Kusumba، فإننا نلاحظ بوضوح العلاقة العكسية لكمية حمض الأوليبك مع طول الفترة الفينولوجية لأصناف القرطم المدروسة. وقد ثبتت حساسية زيت بذرة القرطم للحرارة، حيث وجد أن تعرض النبات للحرارة العالية خلال نموه (أو امتداد فترة نموه وفق قيم أكبر لمؤشر الـ DTF) يؤدي إلى محتوى أقل من حمض الأوليبك بزيت البذرة، في حين تؤدي برودة الطقس إلى الرفع من نسبة حمض اللينولييك بالزيت (Baydar and Erbas, 2014).

أثبت Samanci and Ozkaynak (2003) أن العامل الوراثي كان الأكثر تحكما من العامل البيئي في التأثير على نسب الأحماض الدهنية لزيت بذرة القرطم، كما سجلا انخفاضا في محصول بذور القرطم، والمحتوى من الزيت الكلي، وكذا مقادير الأحماض الدهنية : البالميتيك، الستياريك والأوليبك، فيما ارتفع المحتوى من حمض اللينولييك من 50.86 % إلى 55.72 % بفعل تأخير تاريخ موعد الزرع. و هو ما يتوافق مع ما ذكرناه في الفقرة السابقة من تفسير، حيث أن تأخير تاريخ موعد الزرع يعني حتما تأخر مرحلتي الإزهار وامتلاء البذور وتوافقهما مع ظرف ارتفاع درجة الحرارة وشح الأمطار.

وجد Petcu *et al.*, (2001) أن الجفاف المطبق على نباتات عباد الشمس خلال مرحلة الإزهار يؤثر تأثيرا معنويا سلبيا على المحتوى من حمض الأوليبك، في حين ارتفع محتوى زيت البذور من حمض اللينولييك.

والتناسب العكسي الملاحظ هنا بين نسبتي حمضي الأوليبك واللينولييك هو مماثل لما وجده كل من Demurin *et al.*, (2000) لدى عباد الشمس و Boydak *et al.*, (2010) لدى نبات الفول السوداني. ويعود ذلك أساسا إلى تأثير ارتفاع درجة الحرارة، وهو الظرف البيئي الغالب والمميز لمرحلة امتلاء ونضج البذور (Izquierdo *et al.*, 2002; Boydak *et al.*, 2010 ; Seiler *et al.*, 2010 ; Onemli, 2012).

أثبت Baldini *et al.*, (2000) بأنه وابتداءا من اليوم 8 بعد الإزهار ومع زيادة التخليق الحيوي للزيت، فإن انزيم Δ–9 desaturase يبدأ في النشاط، حيث يقوم بتخليق حمض الأوليبك (18:1) انطلاقا من حمض الستياريك (18:0) (Mckeon and Stumpf, 1982). هناك انزيم آخر يؤدي تثبيطه إلى تراكم

حمض الأولييك (18:1) هو desaturase 12–Δ، حيث يحفز تشكل الرابطة الزوجية الثانية لحمض الأولييك محولا أياه إلى حمض اللينولييك (Stymme and Appelqvist, 1980)

كما أشرنا سابقا، فقد سجل Samanci and Ozkaynak (2003) أن العامل الوراثي أكثر تحكما من العامل البيئي في التأثير على الأحماض الدهنية لزيت بذرة القرطم. وفي هذا الصدد، استطاع Knowles and Mutwakil (1963) تحديد جين واحد يتحكم في الاختلاف في نسب حمضي اللينولييك والأولييك بزيت نبات القرطم. وباكتشاف الجين المسؤول عن المحتوى العالي من حمض الأولييك (*ol*)، فإن ذلك قد مكن المهتمين من تصنيف زيوت أصناف القرطم المختلفة إلى عائلتين كبيرتين : نمط المحتوى العالي من حمض اللينولييك ويستخدم أساسا في العديد من الأطباق الغذائية، وفي صناعة الطلاء ومستحضرات التجميل، أما النمط الثاني ذو المحتوى العالي من حمض الأولييك فيكون أكثر ثباتا تحت الحرارة مما جعله الأكثر استخداما في الصناعة الغذائية، وهو أكثر شبها بزيت الزيتون مع أفضلية مذاقه العليل المستساغ (Wells, 1969).

لا حظنا من خلال نتائج دراستنا تساوي محتوى الزيت من حمضي الأولييك واللينولييك لدى الأصناف : OT-455 ، Rio و Syprus، وهو ما سجله Knowles and Hill (1964)، وقد فسر ذلك وراثيا بوجود طفرة أليلية (*ol1*) بنفس الموقع الكروموسومي للجين (*ol*).

كما سجلنا في دراستنا محتوى أعلى من حمض Stearic لدى الصنفين Finch و Kusumba (10,68 % و 11,61 % على الترتيب)، وهذا يوافق ما وجده Ladd and Knowles (1971) (12 %) ، حيث فسروا ذلك وراثيا بالتركيب الوراثي الطافر (*ststst*) عوض التركيب الوراثي البري (*StStStSt*)، كما اعتبر الموقع الجيني *St* مستقلا تماما عن الموقع الجيني *Ol* (Ladd and Knowles, 1971). وتجدر الإشارة إلى أن الأصناف ذات المحتوى العالي من حمض الستياريك لا أهمية تجارية لها، لقلة محتواها من الحمض، وكذا امكانية الحصول عليه من مصادر أرخص.

أمكن الوقوف كذلك على أليل طافر متنحي (*li*) لجين ثالث مستقل عن الجينين *St* و *Ol*، وقد اعتبر مسؤولا عن النسبة العالية (85 % – 90 %) في محتوى زيت بذور القرطم من حمض اللينولييك (Futehally, 1982).

أوضحت الدراسة التي أجراها Hill and Knowles (1968) أن الجينات التي تتحكم في المحتوى من الأحماض الدهنية بزيت بذرة القرطم يبدأ تأثيرها خلال اليوم العاشر بعد الإزهار، إذ سجلا عندها وتيرة زيادة أسرع في المحتوى من الزيت ووزن البذرة.

الاستنتاجات والآفاق

الاستنتاجات والآفاق

تكمن أهمية العمل المنجز في اعتبار القرطم محصولا زيتيا واعدا متعدد الاستخدامات (غذائية، طبية، علفية، وصناعية، ...)، ويحظى باهتمام متزايد في الآونة الأخيرة نظراً لتحمله لظروف الجفاف والملوحة، ودوره البيئي المتمثل في الحد من انغسال الآزوت، الأمر الذي قد يجعل منه خيارا مناسبا في الدورات الزراعية بالمناطق شبه الجافة. كما نتوقع أن تتوسع دائرة الاستخدامات الصناعية لزيت بذور القرطم انطلاقا من التوجهات البيئية العالمية الحديثة المطالبة بالحد من استخدام الوقود الأحفوري، واستبداله قدر الإمكان بمصادر للطاقة النظيفة، والتي يعتبر الوقود الحيوي أحد دعائمها الأساسية.

بالرغم من وجود عدة طرق لدراسة تقييم تنوع الأصول الوراثية وتحسين الأصناف، إلا أن طريقة التقييم المورفولوجي التي انتهجت في دراستنا أثبتت فعاليتها، وستظل من الطرق الأكثر شيوعا واستخداما ضمن هذا المجال لبساطتها وعدم حاجة مستخدميها للتقنيات الحديثة المعقدة والمكلفة. فباستثناء مؤشر عدد التفرعات/ نبتة (NRP)، فقد أوضح تحليل التباين لنتائج الصفات والمؤشرات المدروسة التأثير ذو الدلالة المعنوية لعامل التركيب الوراثي (الصنف الوراثي)، مما يؤشر بوضوح للتنوع فيما بين الأصناف التسعة.

يؤكد تحليل نتائج كل من المكونات الأساسية (PCA) وشجرة التدرج العنقودي الهرمي (Dendrogram) المشكلة على أساس بيانات المؤشرات الفينولوجية والمورفولوجية وكذا مؤشرات المردود اصطفاف أصناف القرطم المدروسة ضمن مجموعات مختلفة، وهو ما يعكس و يؤكد التباين الوراثي الواضح فيما بين الأصناف.

سجلنا من خلال نتائج دراستنا أن محصول البذور (SY) يتحكم فيه أساسا ثلاثة مؤشرات هي : مؤشر عدد البذور/نبتة (NSP) متبوعا بمؤشري الكتلة الحيوية الهوائية (BIO) ودليل الحصاد (HI)، فيما وجدنا أن المؤشرات الثلاث السابقة الذكر هي كذلك الأكثر تحكما في محصول الزيت (OY) وبمعاملات ارتباط متساوية القيمة تقريبا. وبالتالي يمكن اعتماد تلك الصفات الثلاث واستخدامها بكل ثقة كمؤشرات في برامج التحسين الوراثي للقرطم لغرض زيادة المحصول من البذور والزيت.

وبالنظر إلى قيم كميات ونسب محتوى البذور من الزيت، و كذا تركيبه من الأحماض الدهنية، يتضح لنا جليا مرة أخرى مدى التباين المسجل فيما بين أصناف القرطم التسعة المختلفة، وهذا يتوافق مع ما ذهب إليه (Knowles, 1989)، الذي اعتبر القرطم محصولا زيتيا نموذجيا من حيث امتلاكه لتنوع كبير في نسب الأحماض الدهنية المكونة لزيت بذوره. وهو ما سيمكننا مستقبلا من استخدام هذه السلالات بكفاءة

عالية، كما يتيح مجالا واسعا لخيارات متعددة الأهداف في برامج التربية والتحسين الوراثي لنوعية الزيت ومحتواه من الأحماض الدهنية.

أوضحت نتائج دراستنا في عمومها تكيفا وأداءا جيدا للقرطم مع ظروف منطقة الشمال الشرقي للجزائر، ويمكن اعتباره محصولا واعدا للمناطق المميزة بطابع مناخها شبه الجاف، ونذكر على الخصوص تفوق الصنف Syprus من حيث مردوده من البذور ($420.29\ g/m^2$ أو 42 q/ha) والزيت ($144.56\ g/m^2$)، بينما جاء الصنف Gila في الصدارة من حيث النسبة المئوية لمحتوى بذوره من الزيت (% 38,47). وبالتالي سيكون الصنفان مادتنا الوراثية المنتخبة والمقترحة للدراسات اللاحقة (Bouhouhou and Mohamed, 2016).

إن النتائج المحصل عليها تشير من جانب آخر إلى أحد أهم معيقات استزراع نبات القرطم في مناطق حوض المتوسط، ألا وهو تأخر مرحلة الازهار وتزامنها مع أشهر الصيف المميزة بزيادة معدل الحر وقلة أو انعدام التساقط. وبالتالي فإن أي برنامج تحسين وراثي للمحصول يجب أن يهدف إلى انتخاب أصناف مبكرة أو أصناف ذات كفاءة عالية في مقاومة الاجهادات البيئية السالفة الذكر.

سنتمسك مستقبلا بالقرطم كمادة نباتية مرغوبة نظرا لما سبق ذكره من أهمية من حيث استخداماته المتعددة، وسنطمح للعمل وفق خطط مشاريع بحوث بالتنسيق مع العديد من المخابر ومراكز البحث الوطنية والدولية، وذلك بغرض تدقيق الدراسة والأبحاث في المحاور التالية:

1- دراسة جدوى إدماج النبات في أنظمة الزراعة العضوية، وكذا محاولة ادراجه في الدورة الزراعية لبحث مدى فعالية مجموعه الجذري في الخلخلة الفيزيائية للتربة، وكذا مدى فعاليته في الحد من انغسال الآزوت ووصوله إلى مياه الشرب الجوفية،

2- تعتبر بتلات القرطم والصبغات المكونة لها ذات أهمية اقتصادية واعدة، بحكم زيادة الطلب العالمي عليها كمصادر للملونات الغذائية الطبيعية بالدول المتقدمة، وكذا تزايد استخداماتها في المجال الطبي لعلاج العديد من الأمراض المزمنة. ومنه ندرك الأهمية البالغة للدراسات المستقبلية التي تعنى بتحسين المردود من البتلات والصبغات، مما يعطي جدوى اقتصادية أعلى للمحصول، وبالتالي جذب اهتمام المزارعين.

3- انتخاب أصناف عديمة أو قليلة الشوك ومحاولة ادراجها ضمن كتالوجات سوق النباتات الزهرية،

4- وأخيرا، هناك اهتمام متزايد لاستغلال المصادر الوراثية للقرطم البري، من منطلق الأهمية البالغة لاكتشاف ومحاولة ادماج جينات الأنواع البرية ضمن المادة الوراثية للأصناف المنزرعة بغية تحسينها وراثيا و جعلها أكثر نجاعة واستدامة في البيئات الجافة. وفي هذا الصدد، تجدر الإشارة إلى أنه وخلال

موسم 1964-1965 تم جمع عينات قرطم من الجزائر من نوع : *lanatus* ووثقت تحت رقم : 898، 910، 911، ونوع (*carduncellus*) *caeruleus* تحت رقم : 895، 899، 902-907، 909، 912، 913، 917، ونوع *helenoides* تحت رقم : 916، 918، 919، ومن نوع *ilicifolius* تحت رقم 901 (Knowles, 1965b). ومن باب تثمين المصادر الوراثية، يمكن التفكير بجدية في البحث والطواف عبر ربوع الوطن بهدف العثور على أنواع برية من القرطم، تكون مادة لدراسات مستقبلية واعدة واستخدامها كأصول لجينات مرغوبة، وبصفة خاصة مصدرا مناسبا لجينات صفات المقاومة للجفاف، والعمل على نقلها وادماجها بجينوم الأصناف المنزرعة.

الملخصات

ملخص

تناولنا في دراستنا تسعة أصناف من القرطم متباينة الأصول والمصادر الجغرافية، حيث زرعت بمحطة التجارب للمعهد التقني لوقاية النباتات بقسنطينة شمال شرق الجزائر، وصممت التجربة وفق مخطط المجاميع كاملة العشوائية (RCBD) بثلاث تكرارات. وقد استهدفنا من خلال دراستنا تقييم أداء تلك الأصناف ومدى مساهمة المؤشرات المورفوفينولوجية والانتاجية في تحديد المردود الكمي من البذور والزيت، وكذا المحتوى النوعي للزيت من الأحماض الدهنية المختلفة تحت شروط الزراعة الحقلية ذات المناخ المتوسطي المميز بالطابع شبه الجاف.

أوضحت النتائج المحصل عليها تباينا فيما بين الأصناف بخصوص قيم المؤشرات المدروسة، مما أدى إلى الاختلاف في المردود من البذور والزيت. كما كان التباين واضحا أيضا فيما بينها بخصوص المحتوى النسبي من الأحماض الدهنية لزيت البذور.

أبدى الصنف Syprus المتوسطي أكثر مردودية لكل من البذور ($420.53\ g/m^2$) والزيت ($114,56\ g/m^2$)، فيما جاء الصنف الأمريكي 80/482/3S ثانيا بمقدار $358,46\ g/m^2$ و $80,29\ g/m^2$ للمحصولين على الترتيب. في حين احتل الصنف الهندي OT-455 المرتبة الأخيرة من حيث محصول البذور ($144,68\ g/m^2$) والزيت ($40,63\ g/m^2$)، رغم أنه سجل أعلى قيمة في مؤشر وزن المائة بذرة (HSW) (4.44 g). وبالنظر إلى نسبة الزيت بالبذور (OY%)، فإننا سجلنا تفوق الأصناف الأمريكية، حيث جاء على رأسها الصنف Gila بنسبة % 38.47، فيما كان للصنف الباكستاني Kusumba أقل قيمة بنسبة % 23.30.

من خلال تحليل مصفوفة معامل الارتباط، وجدنا أن محصولي البذور (SY) والزيت (OY) يتحكم فيهما أساسا ثلاثة مؤشرات هي: عدد البذور/نبتة (NSP)، الكتلة الحيوية الهوائية (BIO) ودليل الحصاد (HI).

وبالنظر إلى تركيب زيت البذور من الأحماض الدهنية، فقد أكدت نتائج دراستنا ما توصلت إليه العديد من الأبحاث التي اعتبرت النبات محصولا زيتيا نموذجيا من حيث امتلاكه لتنوع كبير في نسب أحماضه الدهنية، وهو ما يفسر اتساع رقعة ميادين استخداماته في الأطباق الغذائية المختلفة وفي التجميل والتداوي.

الكلمات المفتاحية : *Carthamus tinctorius* L.، أصناف، مؤشرات المردودية، محصول البذور، محصول الزيت، أحماض ذهنية، مناطق شبه جافة.

Abstract

Evaluation of the performance of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes under Mediterranean climate conditions, basing on some morpho-phenological and productivity traits, and fatty acids composition of oil

Our study was conducted in INPV station of Cosnstantine North Eastern Algeria. The experimental material consists of nine safflower varieties different in their geographic origin. These genotypes were cultivated in the field based on the randomized complete block design (RCBD) with three replicates. Since Safflower is a drought tolerant crop, the objective of this work was the investigation of the contribution of some morpho-phenological and productivity traits on seed and oil yields and fatty acid oil content of safflower varieties under semi-arid conditions.

ANOVA, PCA, correlation matrix analysis between variables (traits), and the cluster analysis of observations (varieties), are used to clarify the clustering pattern of genotypes tested. The variability was also remarked among genotypes when the fatty acid composition of seed oil was tested.

The results revealed that the most suitable safflower variety, under semi-arid conditions of eastern Algeria was Syprus which was provided from ICARDA. It gave the highest seeds yield (420.53 g/m^2) and oil yield (114,56 g/m^2). The American variety 80/482/3S came in the second position with 358,46 g/m^2 and 80,29 g/m^2 for the two yields, respectively, while the least variety was OT-455 (Indian origin) with 144,68 g/m^2 for seeds yield and 40,63 g/m^2 for oil yield, and it gave the highest weight of one hundred seeds (4.44 g). Considering the seeds fixed oil percent (%OY), we note the advantage of the American varieties, where Gila produced the highest rate (38.47 %), and Kusumba (Pakistani origin) had the lowest with 23,30 %.

From the analysis of the correlation matrix, we have seen that seed yield (SY) and oil yield (OY) were controlled essentially by three parameters (traits): number of seeds per plant (NSP), biological yield (BIO) and harvest index (HI).

Looking for fatty acid composition, our results confirm that safflower is considered as the best example of a crop with variability for fatty acid composition in seed oil, and this explain clearly their multiples purposes in cooking and cosmetic and in medicine.

Key words: *Carthamus tinctorius* L., varieties, yield components, seed yield, oil yield, fatty acids, semi-arid areas.

Résumé

Évaluation de la performance de certains génotypes de carthame (*Carthamus tinctorius* L.) sous climat méditerranéen, basée sur certains caractères morpho-phénologiques et paramètres de rendement et la composition d'huile en acides gras

Notre étude a été réalisée à la station INPV de Constantine située au nord-est algérien. L'expérimentation s'est portée sur neuf variétés de différentes origines géographiques. Ces génotypes ont été cultivés sur champ selon un plan expérimental en blocs aléatoires complets avec trois répétitions. Comme le carthame est une plante tolérante à la sécheresse, l'objectif de ce travail était l'étude de la contribution de certains paramètres morpho-phénologiques et traits de productivité sur les rendements en graines et en huile et la composition en acides gras d'huile chez les variétés de carthame étudiées dans des conditions semi-arides.

L'ANOVA, l'ACP, l'analyse de matrice des corrélations entre les variables (traits) et l'analyse du Dendrogramme (la classification hiérarchique) des observations (variétés), servent à clarifier et préciser le modèle de regroupement (clustering) de génotypes testés. La variabilité génotypique est également remarquée parmi les variétés lorsque on a testé la composition en acides gras de l'huile de graines.

Les résultats ont révélé que la variété Syprus, fournie par l'ICARDA, est la plus appropriée dans des conditions semi-arides de l'Algérie, Elle a donné les taux de rendements les plus élevés en graines (420.53 g/m^2) et en huile (114,56 g/m^2). La variété américaine 80/482/3S est venue en deuxième position avec 358,46 g/m^2 et 80,29 g/m^2 pour les deux rendements, respectivement, tandis que la variété la moins productive était OT-455 (d'origine indienne) avec 144,68 g/m^2 pour le rendement en graines et 40,63 g/m2 pour le rendement en huile, bien qu'elle ait donné le taux le plus élevé en poids de 100 graines (4,44 g). Pour le rendement en pourcentage d'huile (% OY), nous notons une supériorité des variétés américaines, où Gila produit le taux le plus élevé (38,47 %) et Kusumba (d'origine pakistanais) avait le plus faible avec 23,30 %.

En analysant la matrice de corrélation, nous avons constaté que le rendement en graines (SY) et le rendement en huile (OY) sont contrôlées essentiellement par trois paramètres (traits) : le nombre de graines par plante (NSP), le rendement biologique (BIO) et l'indice de récolte (HI).

Compte tenu de la composition en acides gras, nos résultats confirment que le carthame est considéré comme oléagineuse modèle caractérisé par une variabilité dans ses proportions d'acides gras, ce qui explique clairement ses multiples utilisations dans différents domaines : cuisine, cosmétiques et en médecine.

Mots clès : *Carthamus tinctorius* L., variétés, composantes de rendements, rendement en graines, rendement en huile, acid gras, zones semi-arid.

المراجع

المراجع

مراجع باللغة العربية:

- البياتي ع. ح. ا.، صولاغ ب. ح. ع. و العاني م. هـ.، 2009. تأثير الكثافة النباتية ومستوى إضافة الكبريت الزراعي في نمو وغلة محصول زهرة الشمس تحت الظروف الجافة غربي العراق. المجلة العربية للبيئات الجافة، مجلد 2، عدد 3 : ص (27- 44).

- الحموي منال وابراهيم باسلة، 2012. مساهمة في دراسة المحتوى الكيميائي لزيوت أصناف مختارة من بذور العصفر المزروعة في سورية. مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية - المجلد 28 - العدد 2 : ص (37- 49).

- عبد العزيز محمد، سليمان علي اسكندر، لانغر بيتر ودرويش راما، 2014. تأثير التسميد والمسافات الزراعية على إنتاجية القرطم (*Carthamus tinctorius* L.) من البتلات والبذور والزيت. جامعة تشرين للبحوث والدرارسات العلمية - سلسلة العلوم البيولوجية، المجلد 36، العدد 2. ص (221-236).

- عبد العزيز محمد و شحيبر ايمان، 2015. تأثير موعد الزراعة في بعض مؤشرات الغلة لنبات القرطم (*Carthamus tinctorius* L.). مجلة جامعة تشرين للبحوث والدرارسات العلمية - سلسلة العلوم البيولوجية، المجلد 37، العدد 4. ص (285-302).

- عبد الرؤوف أشتر سها. 2008، تقييم بعض الطرز الوراثية من الأقماح السورية (السداسية و الرباعية) باستخدام معلمات بيوكيميائية و جزيئية مختلفة. رسالة لنيل درجة الدكتوراه في الهندسة الزراعية. قسم المحاصيل، كلية الزراعة، جامعة تشرين، الجمهورية العربية السورية. ص 281.

- كيال ح.، العودة أ. و خيتي م.، 2004 . تأثير التحريض الإشعاعي في الصفات الشكلية ومكونات الغلة في صنفين شام 3، حوراني من القمح القاسي (*Tritcum durum* L.). مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 20، العدد 1، ص (127-142).

مراجع باللغة الأجنبية:

-**Abbadi** J., Gerendás J. and Sattelmacher B., 2008. Effects of nitrogen supply on growth, yield and yield components of safflower and sunflower. Plant Soil. DOI 10.1007/s11104-008-9569-5. pp. 167-180.

-**Abel** G. H. and Lorance D.G., 1975. Registration of Dart safflower. Crop Sci. 15:100. **In Dajue** L. and Mündel H. H., 1996. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben, Germany.pp. 83.

-**Ali reza** Ahmedzadeh, Eslam Majedi, Bagroz Darbani, Ahmed Rzban Hagegat and Mohamed Reza Dadashe., 2008. Grain Yield and Morphological Characters of Spring Safflower genotypes : Evaluation Relationship Using Correlation and Path Analysis. Research Journal of Biological Sciences 3(2). 181-185.

-**Alsurmi** N. Y., El dangawi R. A. H. and Khalifa A. H., 2016. Chemical and Nutritional Aspects of Some Safflower Seed Varieties. J. Food Process Technol., 7:5, 585.

-**Amini** H., Saeidi G. and Arzani A., 2008. Study of genetic diversity in safflower genotypes using agro-morphological traits and RAPD markers. Euphytica 163(1):21–30.

-**Andreu** V., Lagunas B., Collados R., Picorel R., *et al.*, 2010. The *GmFAD7* gene family from soybean: identification of novel genes and tissue-specific conformations of the *FAD7* enzyme involved in desaturase activity. *J. Exp. Bot.* 61: 3371-3384.

-**Anonymous**, 2004–2005. Annual Progress Report. Safflower. Directorate of Oilseeds Research, Rajendranagar, Hyderabad-500 030, India, 181 pp.

-**Araus** J. L., Slafer G. A., Reynolds M. P. and Royo C., 2002. Plant Breeding and Drought in C3 Cereals: What Should We Breed For? Annals of Botany, 89: 925-940.

-**Armah-Agyeman** G., Loiland J., Karow R. and Hang A. N., 2002. Safflower. Dryland cropping systems, Oregon State University, USA, pp. 1-7.

-**Arslan** B., 2007. The path analysis of yield and its components in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Biological Sciences, 7(4): 668-672.

-**Ashri** A., 1971. Evaluation of the world collection of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) I. Reaction to several diseases and associations with morphological characters in Israel. Crop Sci. 11:253-257

-**Ashri** A. and Knowles P. F., 1960. Cytogenetics of safflower (*Carthamus* L.*)* species and their hybrids. Agron. J. 52:11-17.

-**Bagmohammadi** H., Pahlevani M., Asadollah Ahmadikhah and Razavi S. E., 2014. Genetic Variation of Safflower (*Carthamus Tinctorius* L.) and Related Species Revealed by ISSR AnalysisPlant Breeding and Seed Science, Vol. 66, Issue 1, pp. 139–150, ISSN (Online) 2083-599X, DOI: https://doi.org/10.2478/v10129-011-0064-4.

-**Bahlouli** F., Bouzerzour H., Benmahammed A. and Hassous K. L., 2005. Selection of high yielding of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under semi arid conditions. Journal of Agronomy 4, pp: 360-365.

-**Baldini** M., Givanardi R. and Vanozzi G. P., 2000. Effect of different water availability on fatty acid compos ition of the oil in standard and high oleic sunflower hyrids. **In Petcu** P., Arsintescu A. and Stanciu D. 2001. The effect of drought stress on fatty acid composition in some Romanian sunflower hybrids. Romanian Agricultural Research, Number 15. pp. 39-42.

-**Bannerot** H. and Gallais A., 1992. Amélioration des espèces végétales cultivées : objectifs et critères de sélection. INRA éditions. 759 p.

-**Baradaran** R., 1995. Investigate the genetic relationship between yield and its components and agronomic traits in safflower study through path analysis. Breeding Master's thesis field. Islamic Azad University of Karaj, Iran. **In Rameshknia** Y., Behnam T. and Tazeh E. S., 2013a. Evaluation the Different Varieties of Spring Safflower in Three Irrigation Levels. Bull. Env. Pharmacol. Life Sci., Vol 2 (8): 21-28.

- **Baydar** H. and Erbas s., 2014. Estimates for broad sense heritability and heterosis of agronomic and quality characters of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Scientific Papers. Series A. Agronomy, Vol. LVII, pp. 110-115.

-**Belayneh** H. and Wolde-Mariam Y., 1991. Safflower production, utilization and research in Ethiopia. *in* Proceedings Second International Safflower Conference, Hyderabad, India, 9-13 Jan. 1989 (V. Ranga Rao and M. Ramachandran, eds.). Indian Society of Oilseeds Research, Directorate of Oilseeds Research, Hyderabad, India, pp. 43-55.

-**Benbelkacem** A. et Kellou K., 2000**.** Evaluation du progrès génétique chez quelques variétés de blé dur (Triticum turgidum L. var. durum) cultivées en Algérie, in Royo C. (ed.), Nachit M. (ed.), Di Fonzo N. (ed.), Araus J.L. (ed.). Durum wheat improvement in the Mediterranean region: New challenges, Zaragoza: CIHEAM,Options Méditerranéennes: Série A., 40, pp: 105-110.

-**Berger** J. D., Buirchell B. J., Luckett D. J. and Nelson M. N., 2012. Domestication bottlenecks limit genetic diversity and constrain adaptation in narrow-leafed lupin (*Lupinus angustifolius* L.). Theor. Appl. Genet. 124 (4):637–652.

-Bingzhang W., Minggang Y., Lei P. and Zhanjiu Y., 1978. The effects of safflower (*Carthamus tinctorius)* liquor on ischemic degree of cardiac muscle in different infarct regions of experimental myocardial infarction dog. Acta Pharmaceutica Sinica 14(8):474-478.

-**Bouhouhou** M. and Mohamed S. M., 2016. Yield Components and Oil Content of Safflower in Eastern Algeria. International Journal of Innovation and Applied Studies, Vol. 17, No. 3, Aug. 2016, pp. 813-818.

-**Boydak** E., Karaaslan D. and Türko_lu H., 2010. The effect of different nitrogen and irrigation levels on fatty acid composition of peanut oils. Turkish Journal of Field Crops, 2010, 15(1): 29-33.

-**Bradley** V. L., Guenthner R. L., Johnson R. C. and Hannan R. M., 1999. Evaluation of safflower germplasm for ornamental use. In *Perspectives on new crops and new uses* (ed. J. Janik), ASHS Press, Alexandria, USA, pp. 433– 435.

- Byng J. W. *et al.*, 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants : APG IV (The Angiosperm Phylogeny Group). Botanical Journal of the Linnean Society, 181, 1–20.

-**Cabello** R., Mendiburu F. D., Monneveux P. and Bonierbale M., 2013. Comparison of yield based drought tolerance indices in improved varieties, genetic stocks and landraces of potato (*Solanum tuberosum* L.). Euphytica 193:147–156. doi:10.1007/s10681-013-0887-1

-**Camas** N., Ayan A. K. and Cirak C., 2005. Relationship between seed yield and some characters of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars in the Middle Black Sea conditions. In: Esendal E (ed) Proceedings of VIth International Safflower Conference, 6–10 June 2005. Engin Maatbacilik Ltd., Şti, Istanbul, Turkey, pp 193–198.

-**Cao** S., Zhu Q-H., Shen W., Jiao X., Zhao X., Wang M-B., Liu L., Singh S. P. and Liu Q., 2013. Comparative profiling of miRNA expression in developing seeds of high linoleic and high oleic safflower (*Carthamus tinctorius* L.) plants. Front Plant Sci. 4:489.

-**Cervantes-Martinez** J. E., 2001. Safflower production and research in Mexico: status and prospects. In Proceedings of the 5th International Safflower Conference, Williston, ND, and Sidney, MT, July 23–27, 2001.Bergman, J.W. and Mündel H. H., Eds., p. 282.

-**Chavan** V. M., 1961. Niger and Safflower. Indian Central Oilseeds Committee Publ. Hyderabad, India. pp. 57-150.

-**Chengzhu** L., Shichun Y., Fengdi Z. and Diequn Y., 1983. Effects of safflower on blood coagulation function of big rat. Traditional Chinese Medicine 14 (7):27-28.

-**Chuanhui** Y., 1986. The prepared Chinese herbal medicine Colon Pouring-into Liquor was applied for treatment on acute renal function exhaustion. J. Traditional Chinese Medicine 27(11):25-26.

-**Chun** Q., 1990. Clinical observation on dead sperm excess disease of 182 cases. Shanghai Traditional Chinese Medicine J. 5:28-29.

-**Corleto** A., Cazzato E. and Ventricelli P., 1997. Performance of hybrid and open pollinated safflower in two different Mediterranean environments. Proceeding of the Fourth International Safflower Conference, Bari, pp 276–278.

-**Cosge** B and Kaya D., 2008. Performance of some Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Varieties Sown in Late-autumn and Late-spring. Süleyman Demirel Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü Dergis, Vol .12, No. 1, 13-18.

-**Damao** Y., 1987. Application of Xiao Shuan Decoction for treatment on cerebral thrombosis of 68 cases. J. Zhejiang Traditional Chinese Medicine 22(10):441.

-**Dajue** L. and Mündel H. H., 1996. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben, Germany.pp. 83.

-**Dajue** L. and Yuanzhou H., 1993. The development and exploitation of safflower tea. *in* Proceedings of the Third International Safflower Conference, Beijing, China, 9-13 June 1993 (Li Dajue and Han Yunzhou, eds.). Beijing Botanical Garden, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, pp. 837-843.

-**Debaek** P., Cabelguenne M., Casals M. L. et Puech J., 1996. Elaboration du rendement du blé d'hiver en conditions de déficit hydrique. II. Mise au point et test d'un modèle de simulation de la culture de blé d'hiver en conditions d'alimentation hydrique et azotée variées. Epicphase-blé. Agronomie. 16, pp: 25-46.

-**Demurin** Y., Skoric D., Veresbaranji I. and Jocic S., 2000. Inheritance of increased oleic acid content in sunflower seed oil. HELIA, 23: 87–92.

-**Dordas** C. A. and Sioulas C., 2009. Dry matter and nitrogen accumulation, partitioning, and retranslocation in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as affected by nitrogen fertilization. Field Crop Res. 110(1):35–43.

- **Dronne** Y., 1996. Afrique et oléagineux : Données chifrées. Oléagineux Corps gras Lipides. Vol. 3, N°. 2, pp. 104-110.

-**El-Gayar** M. A., Abd El-Gawad and Barsoum M. S., 1990. Differential behavior of some promising safflower mutant lines as affected by potassium fertilizer under calcareous soil conditions in Egypt. Proc. 4th Conf. Agron., (11), Cairo, 15-16 Sept., pp.13-28.

-**Elias** S., Basil S. And Kafka R., 2002. Response of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to saline soils and Irrigation: I. Consumptive Water Use Agricultural Water Management, 54:67-80.

-**Esendal** E. 2001. Global adaptability and future potential of safflower. **In** *Proceedings of the 5th International Safflower Conference*, Williston, ND, and Sidney, MT, July 23–27, 2001. Bergman, J.W. and Mündel H. H, Eds., pp. 11–12.

-**Esendal** E., 1990. Samsun Ekolojik Şartlarında Kışlık ve Yazlık Olarak Ekilen Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinin Verimi ve Bazı Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Samsun. 5. Cilt (1-2) 2: 49:66.

-**Eslam** B. P., Monirifar H. and Ghassemi M. T., 2010. Evaluation of late season drought effects on seed and oil yields in spring safflower genotypes. Turk J. Agric. For. 34:373–380.

-**FAOSTAT** (2015). FAOSTAT online database at http://faostat3.fao.org/saffower.

-**Farag** R. S., Abdel-Magid M. M., Abo-Raya S. H. And Salim A. A., 1986. Herbicidal Effect on Soybean Oil. European Journal of Lipid Sciences and Technology. Volume 88, Issue 5. pp. 165–167. DOI: 10.1002/lipi.19860880503.

-**Fell** D. A., 1997. Understanding the Control of Metabolism, Portland Press, London. pp. 250.

-**Fernández**-**Martínez** J. and Domínguez-Gimenez J., 1987. Release of five new safflower varieties. Sesame and Safflower Newsl. 2:89-90.

-**Ferriol** M., Picó B. and Nuez F., 2004. Morphological and molecular diversity of a collection of *Cucurbita maxima* landraces. J. Amer. Soc. Hort.Sci., 129 (1), 60-69.

-**Fowler** D. B., 2002. Growth Stages of wheat, winter cereal production. Canadian Journal Plant Science, 82, pp: 407-409.

-**Frick** C., Hebeisen T. and Reinbrecht C., 2005. Le carthame, une plante oléagineuse adaptée à la Suisse. Revue suisse Agric. **37** (5): 215-220.

-**Futehally** S., 1982. Inheritance of very high levels of linoleic acid in the seed oil of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). MS Thesis, Univ. California, Davis CA, USA. **In McGuire**, P. E., Damania A. B., and Qualset C.O. (eds.), 2012. Safflower in California. The Paulden F. Knowles personal history of plant exploration and research on evolution, genetics, and breeding. Agronomy Progress Report No. 313, Dept. of Plant Sciences. University of California. Davis CA., USA, pp. 44.

-**Gencer** O., Sinan N. S. and Gulyasar F., 1987. A research on determination of optimum row space in safflower grown in unirrigated areas under Cukurova conditions. University of Cukurova, J. Faculty Agric. 2(2): 54-68.

-**Genyu** T., 1990. Observation on the curative effect of Traditional Chinese Medicine myopic agent mixed with boiled water for treatment of false-nature myopia of youngsters. Bull. Shanxi Coll. of Traditional Chinese Medicine. 13(2):46-48.

-**Golabadi** M., Arzani A. and Mirmohammadi Maibody S. A. M., 2006. Assessment of drought tolerance in segregating populations in durum wheat. Afr. J. Agric. Res. 1:162–171.

-**Golkar** P., Arzani A. and Rezaei A. M., 2010. Inheritance of flower colour and spinelessness in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Genetics, Vol. 89, No. 2.

-**Guan** L. L., Wu W., Hu B., Li D., Chen J. W., Hou K. and Wang L., 2014. Devolopmental and growth temperature regulation of omega-3 fatty acid desaturase genes in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Genet. Mol. Res. 13 (3): 6623-6637.

-**Guimiao** W. and Yili Y., 1985. Clinical application of safflower (*Carthamus tinctorius).* Zhejiang Traditional Chinese Medical Science J. 1:42-43.

-**Guishen** W., 1985. Clinical application of safflower. Zhejiang Traditional Chinese Medical Science J. 20(1):42-43.

-**Günel** E. and Arslan B., 1997. Effect of nitrogenous fertilizer forms and doses on the yield and yield characteristics of safflower. **In**: **Corleto** A. and Mündel H-H (eds) Safflower: A multipurpose species with unexploited potential and world adaptability. Proceedings of IVth International Safflower Conference, 2–7 June. Adriatica Editrice, Bari, Italy, pp. 91–93.

-**Gunstone** F. D., Harwood J. L. and Dijkstra A., Eds., 2007. The Lipid Handbook, 3rd ed, Taylor & Francis, Boca Raton, FL. 1472 pages.

-**Gupta** R. K. and Singh S. B., 1988a. Diallel analysis for seed yield, oil content and other economic traits in safflower *(Carthamus tinctorius* L.). Genetika-Yugoslavia 20:161-173.

-**Gyulai** J., 1996. Market outlook for safflower. in Proceedings of North American Safflower Conference, Great Falls, Montana, January 17-18 (H.-H. Mündel, J. Braun and C. Daniels, eds.). Lethbridge, AB, Canada. pp.15.

-**Hanelt** P., 1961. Information on *Carthamus tinctorius* L. *Die Kulturpflanze.* 9: 114–145.

-**Hanqing** J., Meilin C. and Shuren M., 1980. Observation of the effect of safflower as sex hormone. J. Jiamusi Coll. of Medical Sci. 2:18-20.

-**Harrigan** E. K. S., 1987a. Safflower registration of cv. Sironaria. Sesame and Safflower Newsl. 3:47-49.

-**Harwood** J. L. and Guschina I. A., 2013. Regulation of lipid synthesis in oil crops. FEBS Letters 587, 2079–2081.

-**Hassan** F. U., Manaf A. and Ejaz M., 2005. Determinants of Oil and Fatty Acid Accumulation in Peanut. Int. J. Agri. Biol. 7: 895-899.

-**Hill** A. B. and Knowles P. F., 1968. Fatty acid composition of the oil of developing seeds of different varieties of safflower. Crop Sci. **8**:275–277.

-**Huanhe** P., 1986. The treatment on suddenly occurred deafness of 34 cases with ventilating and vital energy-nourished decoction. Jiangsu Traditional Chinese Medical Sci. J. 7(7):21.

-**Hussain** M. I., Lyra1 D. A., Muhammad Farooq M., Nikoloudakis N. and Khalid N. 2016. Salt and drought stresses in safflower. Agron. Sustain. Dev. (2016) 36: 4. DOI: 10.1007/s13593-015-0344-8. pp. 1-31.

-**Imrie** B. C. and Knowles P. F., 1970. Inheritance studies in interspecific hybrids between *Carthamus flavescens* and *C. tinctorius.* Crop Sci. 10:349-352.

-**Izquierdo** N. L., Aguirrezabal F., Andrade F., and Pereyra V., 2002. Neight temperature affects fatty acid composition in sunflower oil depending on the hybrid and the phonological stage. Field Crops Res., 77: 115-126.

-**Jamshidmoghaddam** M. & Pourdad, S. S., 2013. Genotype × environment interactions for seed yield in rainfed winter safflower (*Carthamus tinctorius* L.) multi-environment trials in Iran. Euphytica, Vol. 190, Issue 3, pp. 357–369. https://doi.org/10.1007/s10681-012-0776-z

-**Jialou** J., 1986. Observations on the recent effects about the internal and external treatments of trachoma of 550 cases. Anhui Coll. of Traditional Chinese Medicine Bull. 5(2):35-36.

-**Johnson** R. C., Kisha T. and Evans M., 2007. Characterizing safflower germplasm with AFLP molecular markers. Crop Sci. 47(4):1728–1736.

-**Kameli A.,** 1990. Metabolic responses of durum wheat to water stress and their role in drought resistance. PhD thesis, Department of Animal and Plant Sciences, University of Sheffield, UK, (pp. 168).

-**Kelly** A. A., Shaw E., Powers S. J., Kurup S. and Eastmond P. J., 2013. Suppression of the sugar-dependent 1 triacylglycerol lipase family during seed development enhances oil yield in oilseed rape (Brassica napus L). Plant Biotechnol. J. 11, 355–361.

-**Khan** M., von Witzke-Ehbrecht S., Maass B. and Becker H., 2009. Relationships among different geographical groups, agro-morphology, fatty acid composition and RAPD marker diversity in Safflower (*Carthamus tinctorius*). Genet. Resour. Crop Evol. 56(1):19–30.

-**Khidir** O. M. and Knowles P. F., 1970. Cytogenetic studies of *Carthamus* species (Compositae) with 32 pairs of chromosomes. II. Intersectional hybridization. Can. J. Genet. Cytol. 12:90-99.

-**Khodarahmpour** Z., Choukan R., Bihamta M. R. and Hervan E. M., 2011. Determination of the best heat stress tolerance indices in maize (*Zea mays* L.) inbred lines and hybrids under Khuzestan Province conditions. J. Agric. Sci. Technol. 13:111–121.

-**Killi** Fatih, Kanar Yeter and Tekeli Fatih., 2016. Evaluation of Seed and Oil Yield with Some Yield Components of Safflower Varieties in Kahramanmaras (Turkey) Conditions. International Journal of Environmental & Agriculture Research (IJOEAR), Vol. 2, Issue 7, pp. 136-139.

-**Kinsella** J. E., 1966. Metabolic patterns of the fatty acids of *Periplanteta americana* L. during its embryonic development. Canadian Journal of Biochemistry. 44(2):247–258.

-**Kleingarten** L., 1993. *in* Notes Safflower Conference, Billings, Montana, 18 February 1993. (H.-H. Mündel and J. Braun, eds.). Lethbridge, AB, Canada, Page 5.

-**Klisiewicz** J. M. and Urie A. L., 1982. Registration of Fusarium resistant safflower germplasm. Crop Sci. 22:165.

-**Knowles** P. F., 1969. Centers of plant diversity and conservation of crop germplasm: Safflower. Econ. Botany, 23:324-329.

-**Knowles** P. F., 1965a. Oil plants. *Encyclopaedia Britannica*. William Benton, London, UK, pages 902–904.

-**Knowles** P. F., 1959. Plant Exploration Report for Safflower and Miscellaneous Oilseeds: Near East and Mediterranean Countries, March-October 1958. Dept. of Agronomy, University of California, Davis, CA, in collaboration with USDA-ARS Crop Research Division, CR-43-5, 42 text pages plus photos.

-**Knowles** P. F., 1965b. Report of Sabbatic Leave [48 text pages plus photos], August 1, 1964-August 1, 1965. Report for University of California, Davis, CA, 48 text pages plus photos.

-**Knowles** P. F., 1989. Safflower. *in* Oil Crops of the World (G. Röbbelen, R.K. Downey and A. Ashri, eds.). McGraw-Hill, New York, pp. 363-374.

-**Knowles** P. F. and Hill A. B., 1964. Inheritance of fatty acid content in the seed oil of a safflower introduction from Iran. Crop Sci. 4:406–409.

-**Knowles** P. F. and Mutwakil A., 1963. Inheritance of low iodine value of safflower selections from India. Econ. Bot. 17:139–145.

-**Kolsarici** O. and Güney E. 2002. Effects of Different Row Distances and Various Nitrogen Doses on the Yield Components of a Safflower Variety. Sesame and Safflower Newsletter, 17, pp. 108-111.

-**Koutroubas** S. D., Papakosta D. K., 2010. Seed filling patterns of safflower: genotypic and seasonal variations and association with other agronomic traits. Ind. Crops Prod. 31(1):71–76.

-**Koutroubas** S. D., Papakosta D. K. and Doitsinis A., 2004. Cultivar and seasonal effects on the contribution of pre-anthesis assimilates to safflower yield. Field Crop Res. 90(2–3):263–274.

-**Koutroubas** S. D., Papakosta D. K. and Doitsinis A., 2009. Phenotypic variation in physiological determinants of yield in spring sown safflower under Mediterranean conditions. Field Crop Res. 112(2–3):199–204.

-**Kisha** T. J. and Johnson R. C., 2012. Safflower. In: Technological innovations in major world oil crops, vol 1. Springer, New York, pp. 147–164.

-**Kotecha** A., 1979. Inheritance and association of six traits in safflower. Crop Sci. 19:523-527.

-**Kotecha** A. and Zimmerman L. H., 1978. Genetics of seed dormancy and its association with other traits in safflower. Crop Sci. 18:1003-1007.

-**Kumar** H., 1993. Current trends in breeding research for enhancing productivity of safflower in India. *Sesame Safflower Newsl.* 8: 70–73.

-**Ladd** S. L. and Knowles P. F., 1971. Inheritance of alleles at two loci regulating fatty acid composition of the seed oil of safflower (*Carthamus tinctorius* L.*)*. Crop Sci. 11:681-684.

-**Lawlor** D. W., 2013. Genetic engineering to improve plant performance under drought: physiological evaluation of achievements, limitations, and possibilities. J. Exp. Bot. 64(1):83–108.

-**Li** H., Dong Y., Sun Y., Zhu E., Yang J., Liu X., Xue P., Xiao Y., Yang S.,Wu J. and Li X., 2011. Investigation of the microRNAs in safflower seed, leaf, and petal by high-throughput sequencing. Planta 233(3):611–619.

-**Lian'en** W., 1992. Yi Qi Huo Xue Prescription used for treatment of gastritis. J. Jiangsu Traditional Chinese Medical Science 13 (1):35-37.

-**Liu** F., Yang X. Z., Li F. G., Hu J. and Cheng R. F., 1992. Hypotensive effects of safflower yellow in spontaneously hypertensive rats and influence on plasma renin activity and angiotensin II level. Acta Pharmaceutica Sinica 27(10):785-787.

-**Lu** C., Napier J. A., Clemente T. E. and Cahoon E. B., 2011. New frontiers in oilseed biotechnology: meeting the global demand for vegetable oils for food, feed, biofuel and industrial applications. Curr. Opin. Biotechnol. 22, 252–259.

-**Lulin** H., Xiao Y., Pei S., Wen T. and Shangqin H., 2012. The first Illumina-Based de novo transcriptome sequencing and analysis of safflower flowers. PLoS One 7(6):e38653. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0038653.

-**Mailer** R. J., Potter T. D., Redden R. and Ayton J., 2008. Quality evaluation of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars. 7th International Safflower Conference, Wagga Wagga, Australia. pp. 4-12.

-**Mahasi** M. J., Wachira F. N., Pathak R. S. and Riungu T. C., 2009. Genetic polymorphism in exotic safflower (*Carthamus tinctorius* L.) using RAPD markers. J. Plant Breed. Crop Sci. 1(1):008–0012.

-**Mahmoud** Walaa, Abou Rehab Hamam k. and Taha Eman, 2014. Economic Evaluation of some Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Genotypes under Upper Egypt Conditions. Alex. J. Agric. Res. Vol. 59, No.3, pp.147-156.

-**Majidi** M. M., Tavakoli V., Mirlohi A. and Sabzalian M. R., 2011. Wild safflower species (‘*Carthamus oxyacanthus*’ Bieb.): a possible source of drought tolerance for arid environments. Aust. J. Crop Sci. 5(8): 1055–1063.

-**McGuire**, P. E., Damania A. B., and Qualset C.O. (eds.), 2012. Safflower in California. The Paulden F. Knowles personal history of plant exploration and research on evolution, genetics, and breeding. Agronomy Progress Report No. 313, Dept. of Plant Sciences. University of California. Davis CA., USA, pp. 44.

-**Mckeon** T. A. and Stumpf P. K., 1982. Purification and characterization of the stearoil-acyl carrier protein desaturase and the acyl-acyl protein thioesterase from mature seeds of sunflower. The Journal of Bioch. 257 (20): 12141 – 12147.

-**Ming** Q., Chunmei L., Heqi L. and Wenfu L., 1984. Effects of some herbs on microcirculation of blood of rat’s mesentery. J. Chinese Traditional Medicine 25(12):65-67.

-**Mohammadi** M., Karimizadeh R. and Abdipour M., 2011. Evaluation of drought tolerance in bread wheat genotypes under dryland and supplemental irrigation conditions. Aust. J. Crop Sci. 5:487–493.

-**Mozaffari** K. and Asadi A. A., 2006. Relationships among traits using correlation, principal components and path analysis. Asian J. Plant Sci. 5(6):977–983.

-**Mündel** H. H., 1987. Registration of Lesaf 175 safflower germplasm line. Crop Sci. 27:369-370.

-**Mündel** H. H., Huang H. C. and Kozub G. C., 1985. Sclerotinia head rot in safflower: assessment of resistance and effects on yield and oil content. Can. J. Plant Sci. 65 : 259-265.

-**Mündel** H. H., Morrison R. J., Blackshaw R. E. and Roth B. (eds), 1992. Safflower Production on the Canadian Prairies. Agric. Canada Res. Station, Lethbridge/Alberta Safflower Growers Association with funding by Farming for the Future Project No. 87- 0016, Alberta Agric. Research Institute. 35 p.

-**Narkhede** B.N. and Deokar A. B., 1986. Inheritance of corolla color in safflower. J. Maharashtra Agric. Univ. 11:278-281.

-**Narkhede** B.N. and Deokar A. B., 1990. Inheritance of spineness and pericarp types in safflower. J. Maharashtra Agric. Univ. 15:279-281.

-**Narkhede** B. N., Patil A. M. and Deokar A. B., 1987. Gene action of some characters in safflower. J. Maharashtra Agric. Univ. 17(1):4-6.

-**Nicese** F. P., Hormaza J. I. and McGranahan G. H., 1998. Molecular characterization and genetic relatedness among walnut (*Juglans regia* L.) genotypes based on RAPD Markers. Euphytica 101: Rohlf FJ (1992). NTSYS – PC. Numerical Taxonomy and Multivariate

Analysis System. Version 2.02k. State University of New York, Stony Brook N.Y. USA, pp. 199-206.

-**Omidi Tabrizi** A. H., 2000. Correlation Between Traits and Path Analysis for Grain and Oil Yield in Spring Safflower. Sesame and Safflower, Newsletter, 15, pp. 78-82.

-**Onemli** F., 2012. Changes in oil fatty acids composition during seed development of sunflower. Asian Journal of Plant Sciences 11 (5). 241-245.

-**Orlikowska** T., Cranston H. and Dyer W., 1995. Factors influencing Agrobacterium tumefaciens-mediated transformation and regeneration of the safflower cultivar 'centennial'. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 40(1):85–91.

-**Ozturk** A. B., 2016. The sector of vegetable oil production. Work Bank of Turkey, Economic Research Department, https://ekonomi.isbank.com.tr/pdf/sr201605.

-Ozturk A. B., Özer H. and Polat T., 2008. Growth and yield of safflower genotypes grown under irrigated and non-irrigated conditions in a highland environment. Plant Soil Environ. 54, (10): 453-460.

-**Pahlavani** M. H., Saeidi G. and Mirlohi A. F., 2004. Inheritance of flower color and spininess in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *J. Hered*. 95, 265–267.

-**Pascual-Villalobos** M. J. and Alburquerque N., 1996. Genetic variation of a safflower germplasm collection grown as a winter crop in Southern Spain. Euphytica, **3**: 327–332.

-**Patil** V. D., Reddy M. V. S. and Nerkar Y. S., 1994. Efficiency of early generation selections for yield and related characters in safflower *(Carthamus tinctorius* L.). Theor. Appl. Genet. 89:293-296.

-Pavlov D. C., Todorov N. A., 1996. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). In: Nwokolo E. and Smartt J. (eds). Food and feed from legumes and oilseeds. Chapman and Hall, London, pp 245–257.

-**Petcu** P., Arsintescu A. and Stanciu D., 2001. The effect of drought stress on fatty acid composition in some Romanian sunflower hybrids. Romanian Agricultural Research, Number 15. pp. 39-42.

-**Peterson** R., 1996. Birdseed market outlook. *in* Proceedings of North American Safflower Conference, Great Falls, Montana, 17-18 January (H.-H. Mündel, J. Braun and C. Daniels, eds.). Lethbridge, AB, Canada, p. 15.

-**Pourdad** S. S. and Mohammadi R., 2008. Use of stability parameters for comparing safflower genotypes in multi-environment trials. Asian J. Plant Sci. 7(1):100–104.

-**Qiuyuan** T., 1992. Observations on the curative effects of invigorating blood circulation and eliminating cataract decoction for treatment of the senile cataract of 200 cases. Human Traditional Chinese Medical Science J. 8(4):15-16.

-**Rahamatalla** A., Babiker E., Krishna A. and Tinay A. E., 2001. Changes in fatty acids composition during seed growth and physicochemical characteristics of oil extracted from four safflower cultivars. Plant Food Human Nutr. 56(4):385–395.

-**Rameshknia** Y., Behnam T. and Tazeh E. S., 2013a. Evaluation the Different Varieties of Spring Safflower in Three Irrigation Levels. Bull. Env. Pharmacol. Life Sci., Vol 2 (8): 21-28.

-**Rameshknia** Y., Behnam T. and Tazeh E. S. 2013b. Safflower different varieties grouping under non-stress and moisture stress conditions. Bull. Environ. Pharmacol. Life Sci. 2(2):41–47.

-**Roughan** P. G, Holland R. and Slack C. R., 1980. The role of chloroplasts and microsomal fractions in polar-lipid synthesis from [1-14C] acetate by cell-free preparations from spinach (*Spinacia oleracea*) leaves. *Biochem. J.* 188: 17-24.

-**Salamati** M. S., Zeinali H. and Yousefi E., 2011. Investigation of genetic variation in *Carthamus tinctorius* L. genotypes using agromorphological traits. J. Res. Agric. Sci. 7:101–108.

-**Salera** E., 1996. Performance of Autumn and Spring Sowing Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) at Different Plant Populations Raw Spacing. Agricultural Mediterranean. Vol. 126, 1996, 345-353.

-**Samanci** B. and Ozkaynak E., 2003. Journal of Agronomy and Crop Science, 189, 359−363.

-**Sankara Rao** K. and Rohini V. K., 1999. Gene transfer into Indian cultivars of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) using Agrobacterium tumefaciens. Plant Biotech. 16(3):201–206.

-**Sehgal** D. and Raina S., 2005. Genotyping safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars by DNA fingerprints. Euphytica 146(1–2):67–76.

-**Seiler** G. J., Gulya T. J. and Kong G., 2010. Oil concentration and fatty acid profile of wild *Helianthus species* from the southeastern United States. Ind. Crops Products, 31:527-533.

-**Shengdong** C., 1990. Observations on the curative effects of hair-generated agent for treatment on *Alopecia areata* of 123 cases. Henan Traditional Chinese Medical Sci. 10(3):23-24.

-**Shengyun** W., 1985. Sanhua atomizing agent used for treatment of 100 cases of acute throat diseases. J. Heilongjiang Traditional Chinese Medicine 6:23-24.

-**Shixi** S., 1955. Studies on pharmacology of safflower and saffron crocus. J. Chinese Medical Sci. 5:443-448.

-**Singh** V. and Nimbkar N., 2007. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **In:** Singh R. J. (ed) Genetic resources, chromosome engineering and crop improvement, vol 4: Oil seed crops. CRC, New York, USA, pp. 167–194.

-**Smith** J. R., 1996. Safflower. AOCS Press, Champaign, IL, USA. [Emphasis is on origin of safflower production, marketing, and research in the USA, pp. 624.

-**Song** C., Wang C., Zhang C., Korir N. K., Yu H., Ma Z. and Fang J., 2010. Deep sequencing discovery of novel and conserved microRNAs in trifoliate orange (*Citrus trifoliata*). BMC Genomics 11:431.

-**Steer** B. T. and Harrigan E. K. S., 1986. Rates of nitrogen supply during different developmental stages affect yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Field Crops Res 14:221–231.

-**Steer** B. T., Hocking P. J., Kortt A. A. and Roxburgh C. M., 1984. Nitrogen nutrition of sunflower (*Helianthus annuus* L.) : yield components, the timing of their establishment and seed characteristics in response to nitrogen supply. Field Crops Res. 9:219–236.

-**Stymme** S. and Appelqvist L. A., 1980. The biosynthesis of linoleate and linolenate in homogenate from developing soya been cotyledons. Plant Sci. Lett. 17: 287 – 297.

-**Sunkar** R. and Zhu J. K., 2004. Novel and stress-regulated microRNAs and other small RNAs from Arabidopsis. Plant Cell 16(8):2001–2019.

-**Tahmasebpour** B., 2011. Safflower genotypes' responses to water deficit. Int. J. of Agri. Sci. 1(2):97–106.

-**Thippeswamy** M., Sivakumar M., Sudhakarbabu O., Chandraobul Reddy P., Veeranagamallaiah G., Pandurangaiah M., Ramya M., Naresh kumar A., Kirankumar T. and Sudhakar C., 2013. Generation and analysis of drought stressed subtracted expressed sequence tags from safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Plant Growth Reg. 69(1): 29–41.

-**Thomas** C. A., 1971. Registration of VFR-1 Safflower germplasm. Crop Sci. 11:606.

-**Tomar** S. S., 1995. Effect of Soil Hydrothermal Regimes on the Performanc of Safflower Planted on Different Dates. Journal of Agronomy and Crop Science, 175, 141-152.

-**Tunctürk** M., Arslan B. and Ciftci V., 2005. Relationships among traits using correlation and path coefficient analysis in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). In: Esendal E (ed) Proceedings of VIth International Safflower Conference, 6–10 June 2005. Engin Maatbacilik Ltd., Şti, Istanbul, Turkey, pp 199–204.

-**Uher** J., 2005. Safflower in world floriculture: a review. Sesame and Safflower Newsletter, 20, Editor: J. Fernandez Martinez, Published by Institute of Sustainable Agriculture (IAS), CSIC, Apartado 4084 – Cordoba, Spain. pp. 47-49.

-**Urie** A. L., 1981. Continued studies on inheritance of partial hull in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *in* Proceedings First International Safflower Conference. University of California, Davis, California USA, 12-16 July (P.F. Knowles, ed.), pp. 264-271

-**Urie** A. L. and Zimmer D. E., 1970. Registration of thin-hulled, structurally male-sterile safflower lines, th-5 and th-10. Crop Sci. 10:463-646.

-**Uslu** N., 2003. Sesame and Safflower Newsletter, **18**. Editor: J. Fernandez Martinez, Published by Institute of Sustainable Agriculture (IAS), CSIC, Apartado 4084 – Cordoba, Spain, pp. 107−110.

-**Van Beuningen** L. T. and Busch R. H., 1997. Genetic diversity among North American spring wheat cultivars: III. Cluster analysis based on quantitative morphological traits. Crop Sci.; 37 : 981–988.

-**Vanhercke** T., Tahchy E. l., Shrestha A., Zhou P., Singh X. R., *et al.*, 2013. Synergistic effect of WRI1 and DGAT1 coexpression on triacylglycerol biosynthesis in plants. FEBS Lett. 587, 364–369.

-**Vavilov** N. I., 1951. The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants. Ronald Press Company, New York, 1951, pp. 364.

-**Velasco** L. and Fernandez-Martinez J. M., 2001. Breeding for oil Quality in Safflower. **In**: Proceedings of the 5th International Safflower Conference (Bergman JW and Mündel HH, eds.), Williston and Sidney, pp. 133-137.

-**Weiss** E. A., 1971. Castor, Sesame and Safflower. Barnes and Noble, Inc., New York, pp. 529-744.

-**Weiss** E. A., 2000. Oilseed crops. Blackwell Science, Victoria, USA, 384 pages.

-**Weiss** E. A., 1983. Safflower: In: Oilseed Crops, Tropical Agriculture Series, Longman Inc., Leonard Hill Books, New York, USA, 603 pages.

-**Wells** G. S., 1969. Garden in the West. Dodd. Mead. & Co., New York, USA. **In McGuire**, P. E., Damania A. B., and Qualset C.O. (eds.), 2012. Safflower in California. The Paulden F. Knowles personal history of plant exploration and research on evolution, genetics, and breeding. Agronomy Progress Report No. 313, Dept. of Plant Sciences. University of California. Davis CA., USA, pp. 44.

-**Wenxuan** Q., Yunxia Z., Daowu W., Yanying Z. and Jianying Y., 1987. Effects of safflower yellow pigment on the blood fat and liver function of rabbits. J. Lanzhou Coll. of Medical Sci. 3:57-60.

-**Weselake** R. J., Taylor D. C., Rahman M. H., Shah S., Laroche A., *et al.*, 2009. Increasing the flow of carbon into seed oil. Biotechnol. Adv. 27, 866–878.

-**Wichman** D., 1996. Safflower for forage. *in* Proceedings of North American Safflower Conference, Great Falls, Montana, 17-18 January (H.-H. Mündel, J. Braun and C. Daniels, eds.). Lethbridge, AB, Canada, Page 11.

-**Wilson** R. F., 2004. "Seed composition" **in** Soybeans: Improvement, Production, and Uses, 3rd Edn., eds H. Boerma and J. E. Specht (Madison, WI: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America), pp. 621–668.

-**Workhoven** C. H. E., Ingebresten K. H., Kearney T. E., Buschmann L. L. and Sailsbery R. L., 1968. Fertilizer trials with safflower in Sacramento Valley. Calif. Agric. 22:6–7.

-**Xiuqin** C., 1990. The treatment on uterine bleeding of 890 cases by Metrorrhagiahealed Remedy. Shandong Traditional Chinese Medial Sci. J. 9(1):24.

-**Yaling** L., 1985. The application of Chinese Herbal Medicine in inducing labor for women in later gestation. Beijing Medical Sci. 7(1):44.

-**Yang** R. C., Jana S. and Clarke J. M., 1991. Phenotypic diversity and associations of some potentially drought-responsive characters in durum wheat. Crop. Sci. 31(6):1484-1491.

-**Yau** S. K., 2003. Optimal sowing date for rainfed safflower in the high elevation Bekaa valley of Lebanon. Sesame and Safflower Newsletter, 18, pp. 111-115.

-**Yaun** S. K. and Ryan J., 2010. Response of rainfed safflower to nitrogen fertilization under Mediterranean conditions. Ind. Crops Prod., doi:10. 1016/j indcrop.2010.05.008.

-**Yermanos** D., Francois L. and Bernstein L., 1964. Soil salinity effects on the chemical composition of the oil and the oil content of safflower seed. Agron. J. 56(1):35–37.

-**Youan** D., 1988. Observation on the recent curative effect of the traditional Chinese medicine invigorating the circulation of blood plus anticarcinogen for treatment of acute leukemia. J. Combination of Traditional Chinese and Western Medicine 8(11):683.

-**Yuanxiu** L., 1991. The treatment of pigment flecks of acne with fleck-eliminating smearing medicinal liquid. J. Jilin Traditional Chinese Medicine 6:23.

-**Yuehao** Q., 1990. An analysis on the clinical treatment of male sterility of 300 cases by kidney-benefited and invigorating blood-circulation decoction. Jiangxi Traditional Chinese Medicine 21(3):21-22.

-**Yukun** Z., 1988. The treatment of thorax rheumatism of 800 cases with milkvetchpeach-safflower, etc. decoction. Liaoning Traditional Chinese Medical Sci. J. 12(9):19-20.

-**Yunshan** L., 1986. The treatment on anal fissure of 85 cases by sit-washing on washingfissure decoction. Henan Traditional Chinese Medicine 6:34.

-**Zareie** S., Mohammadi-Nejad G. and Sardouie-Nasab S., 2013. Screening of Iranian safflower genotypes under water deficit and normal conditions using tolerance indices. Aust. J. Crop Sci. 7:1032–1037.

-**Zeven** A. C. and Zhukovsky P. M., 1975. Dictionary of Cultivated Plants and their Centres of Diversity. Centre for Agric. Publ. and Document. (Pudoc), Wageningen, Netherlands, 219p.

-**Zhaoming** W., Jiyun C., Lianhong J, Huiying Z. and Hexuan Y., 1985. Rheumatism tablet was used for treatment on rheumatoid arthritis of 310 cases. J. Combination of Traditional Chinese and Western Medicine 5(5):284-285.

-**Zhaomu** W. and Lijie D., 2001. Current situation and prospects of safflower products development in China. **In** *Proceedings of the 5th International Safflower Conference*,

Williston, ND, and Sidney, MT, July 23–27, 2001. Bergman, J.W. and Mündel H. H., Eds., pp. 315–319.

-**Zhengliang** H., Qiming G. and Zhumei C., 1984. Studies on Pharmacology of the yellow pigment of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Traditional Chinese Medicine 15(8):12-14.

-**Zhengliang** H., Zhumei C. and Yuan R., 1987. Studies on the resistant effect of safflower yellow pigment on blood coagulation. Traditional Chinese Medicine 18(4):22-25.

-**Zhenshun** D., Xiping S. and Fang Z., 1992. The effects of Chinese medicine Shu- Jing Drip on cerebral artery blood flow of atherosclerosis of 30 cases. J. Shanxi Traditional Chinese Medicine 8(2):12-13.

-**Zhou** Z., 1992. The curative effects of Tao-Hong-Si-Wu Decoction for treatment on cerebral embolism of 32 cases. Correspondence of Traditional Chinese Medicine 11(3):44-45.

-**Zimmer** D. E. and Urie A. L., 1970. Registration of rust resistant safflower breeding lines PCA, PCM-1, PCM-2, PCN, and PCOy. Crop Sci. 10:463.

-**Zraibi** L., Nabloussi A., Merimi J., El Amrani A., Kajeiou M., Khalid A. et Serghini Caid H., 2012. Effet du stress salin sur des paramètres physiologiques et agronomiques de différentes variétés de carthame (*Carthamus tinctorius* L.). Al Awamia (Moroccan Journal of Agricultural Research) 125-126, pp. 15-40.

-http://www.wunderground.com

-https://en.climate-data.org/

-https://www.itis.gov/

-http://www.soystats.com/ : World Vegetable Oil Consumption, 2012/page_35.htm; 2011.

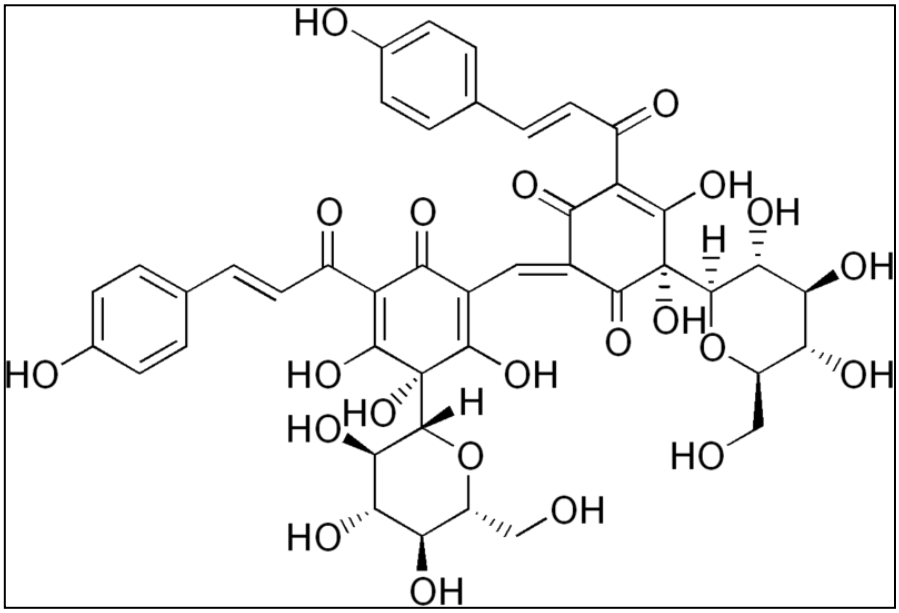
-http://lipidlibrary.aocs.org/market/prices.htm : Prices of Commodity Oils.

-http://www.fao.org/docrep/005/y4252e/y4252e05c.htm : World Agriculture: Towards 2015/2030: An FAO Perspective.

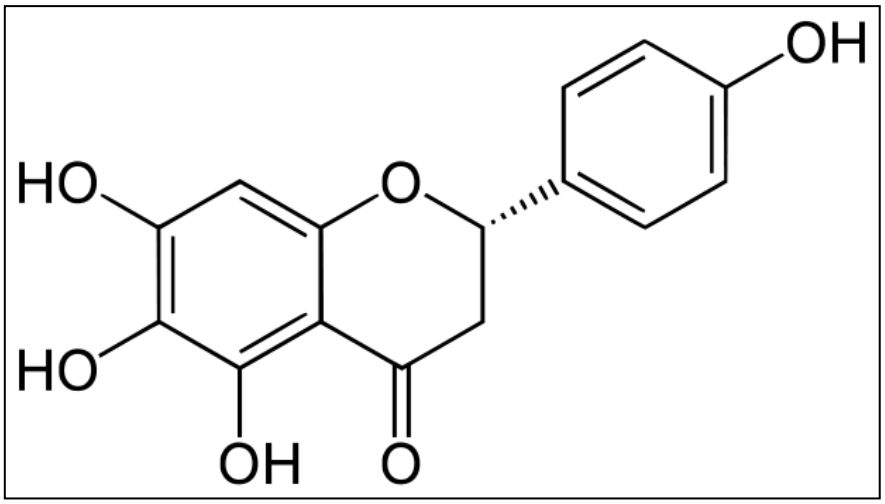
الملحقات

ملحق 1

الصيغ والتسمية الكيميائية لصبغتي القرطمين والقرطميدين



Carthamin ($C_{43}H_{42}O_{72}$) IUPAC name : (2*Z*,6*S*)-6-β-D-Glucopyranosyl-2-[[(*3S*)-3-β-D-glucopyranosyl-2,3,4-trihydroxy-5-[(2*E*)-3-(4-hydroxyphenyl)-1-oxo-2-propenyl]-6-oxo-1,4-cyclohexadien-1-yl]methylene]-5,6-dihydroxy-4-[(2*E*)-3-(4-hydroxyphenyl)-1-oxo-2-propenyl]-4-cyclohexene-1,3-dione.



Carthamidin ($C_{15}H_{12}O_6$) IUPAC name : Carthamidin; 6-Hydroxynaringenin; 479-54-9; 4',5,7,8-TETRAHYDROXYFLAVANONE; (2S)-5,6,7-TRIHYDROXY-2-(4-HYDROXYPHENYL)-2,3-DIHYDRO-1-BENZOPYRAN-4-ONE; Flavanone, 4',5,6,7-tetrahydroxy.

ملحق 2

Specifications of Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) used in fatty acids methyl esters (FAMEs) analysis :

The GC-MS analysis of the methyl esters of the fatty acids of the different varieties of safflower was carried out using gas chromatography-mass spectrometry instrument stands at the Department of Medicinal and Aromatic Plants Research, National Research Center (Cairo) with the following specifications :

-Instrument: a TRACE GC Ultra Gas Chromatographs (THERMO Scientific Corp., USA), coupled with a thermo mass spectrometer detector (ISQ Single Quadrupole Mass Spectrometer).

-The GC-MS system was equipped with a TG-5MS column (30 m x 0.25 mm i.d., 0.25 μm film thickness).

-Analyses were carried out using helium as carrier gas at a flow rate of 1.0 mL/min and a split ratio of 1:10 using the following temperature program : 80 C for 1 min; rising at 4.0 C/min to 300 C and held for 5 min.

-The injector and detector were held at 240 ^{o}C.

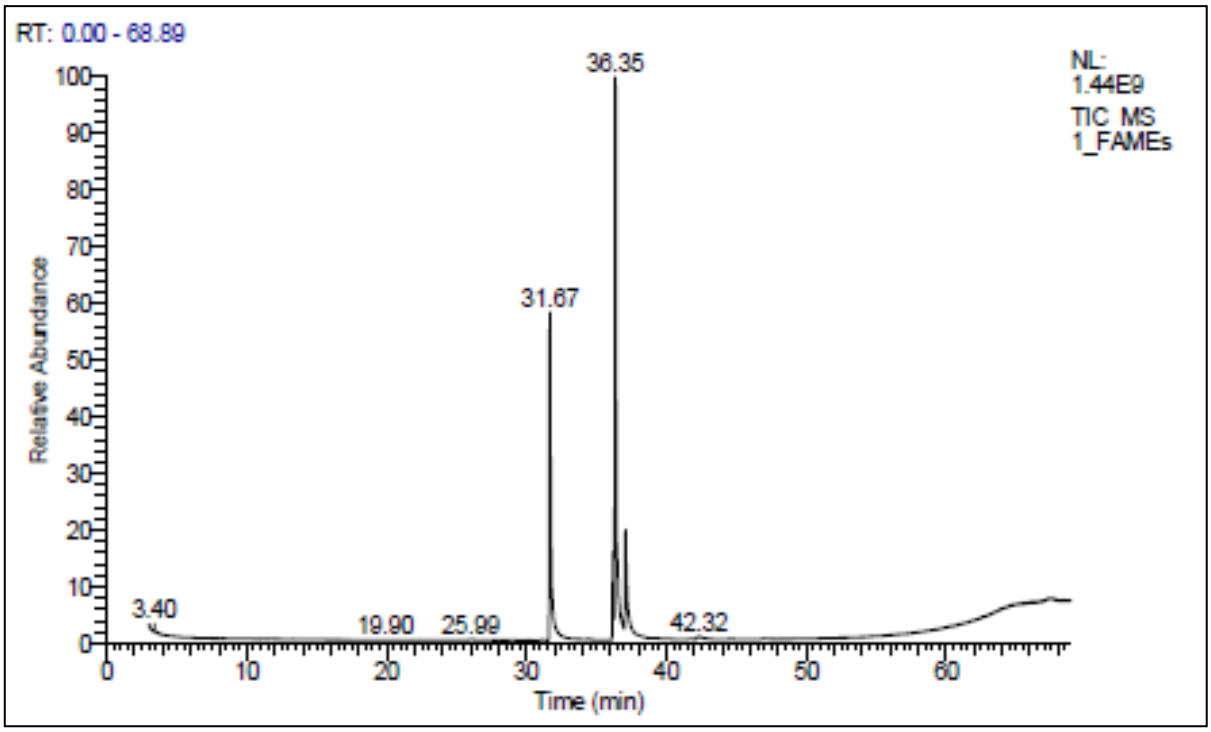
-Diluted samples (1:10 hexane, v/v) of 0.2 μL of the mixtures were always injected.

-Mass spectra were obtained by electron ionization (EI) at 70 eV, using a spectral range of m/z 40-450.

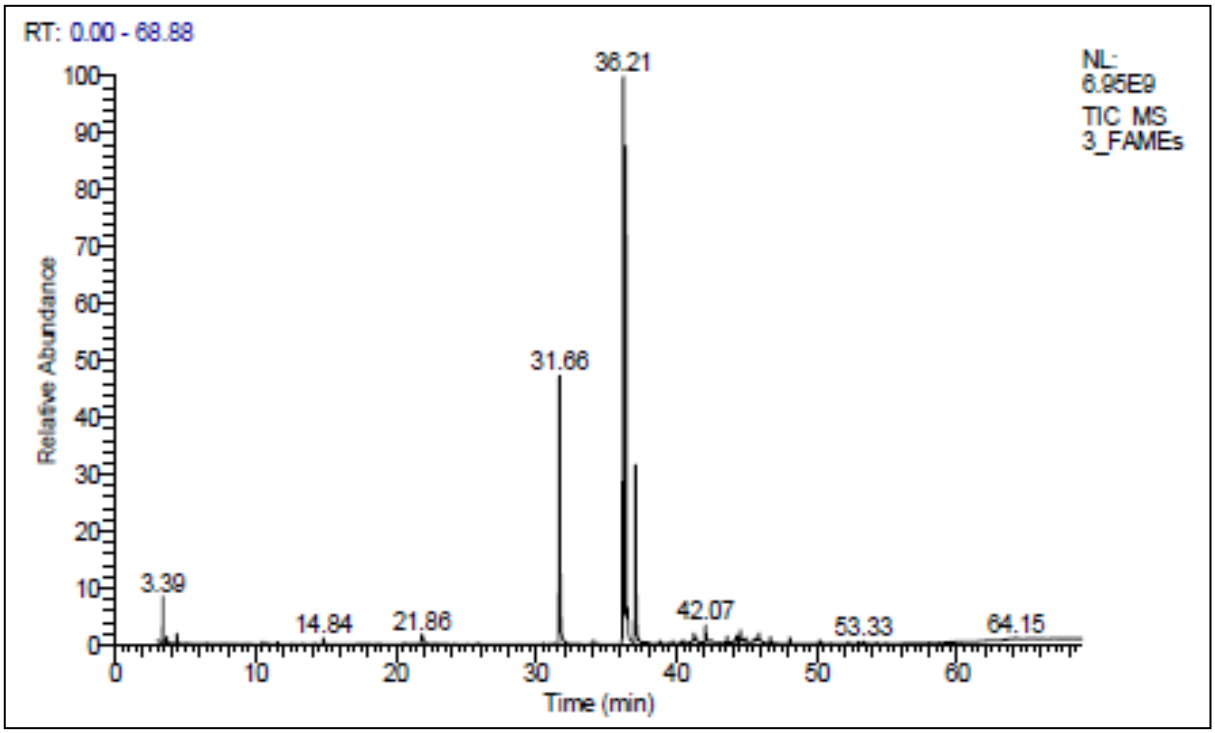
-Most of the compounds were identified using two different analytical methods: mass spectra (authentic chemicals, Wiley spectral library collection and NSIT library).

ملحق 3

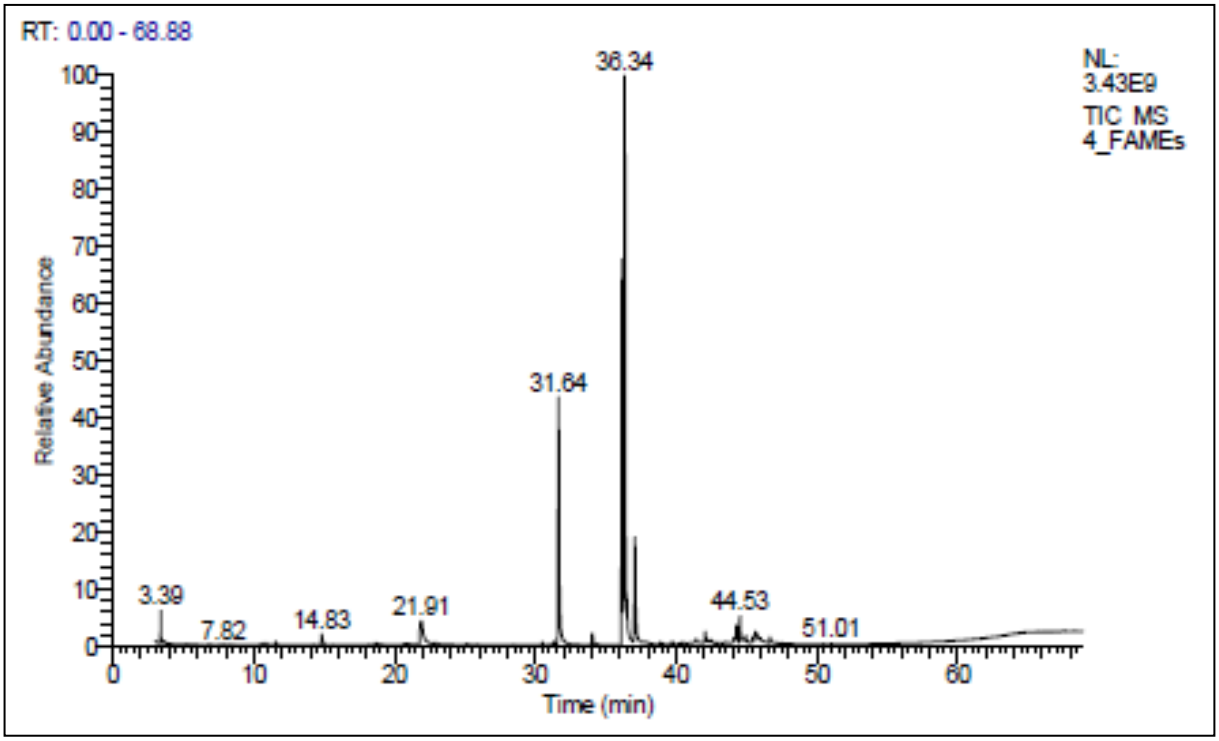
كروماتوغرام مثيلات استر الأحماض الدهنية لعينات زيت بذور أصناف القرطم التسعة



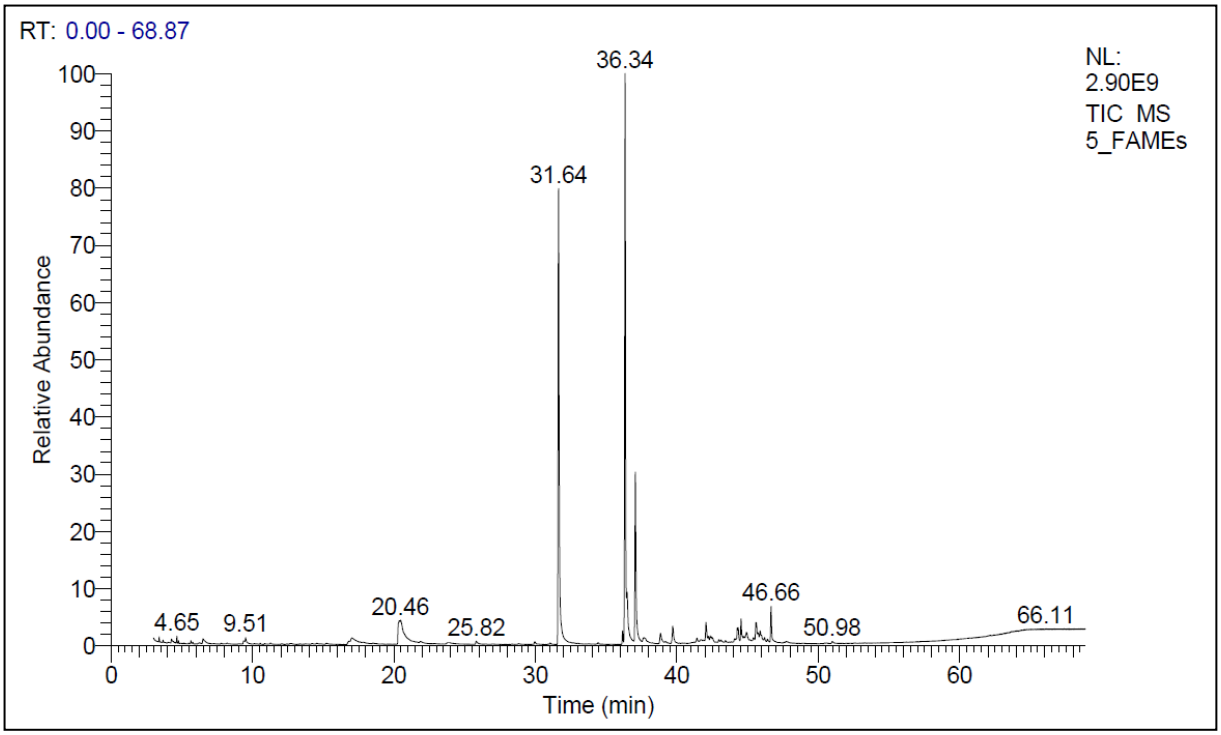
كروماتوغرام مثيلات استر الأحماض الدهنية لعينة زيت بذور قرطم صنف 80/482/3S



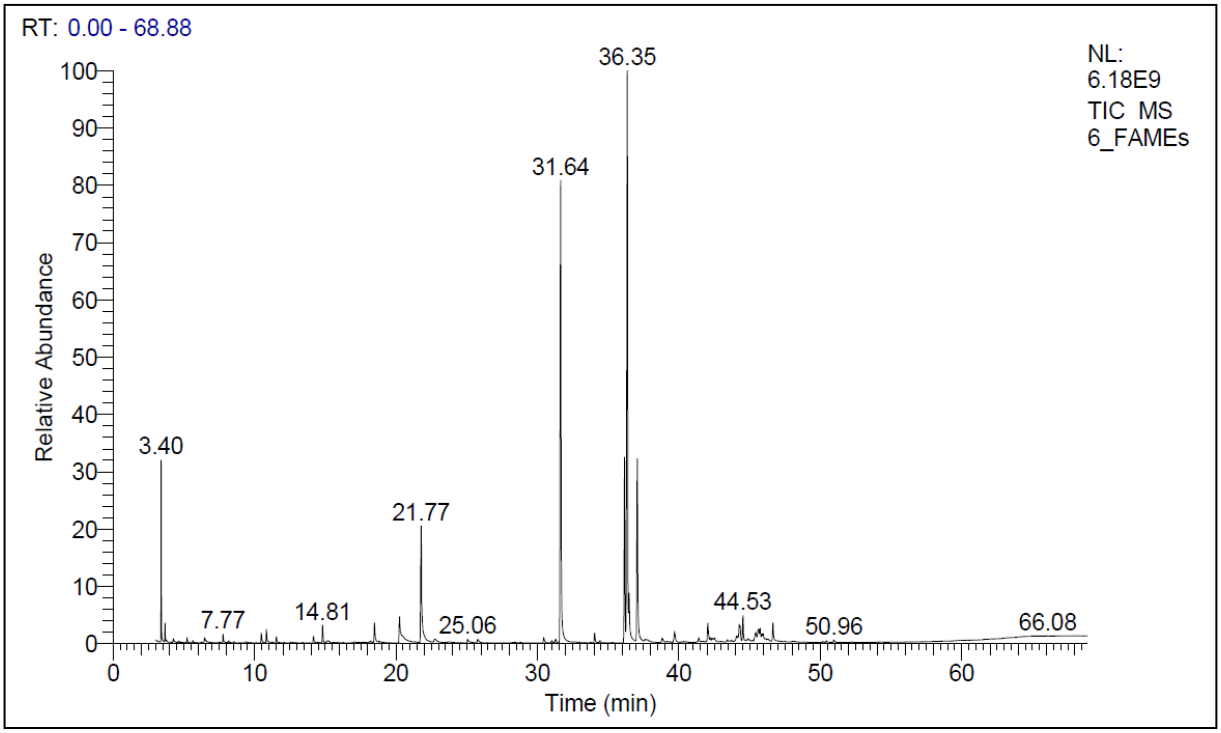
كروماتوغرام مثيلات استر الأحماض الدهنية لعينة زيت بذور قرطم صنف Finch



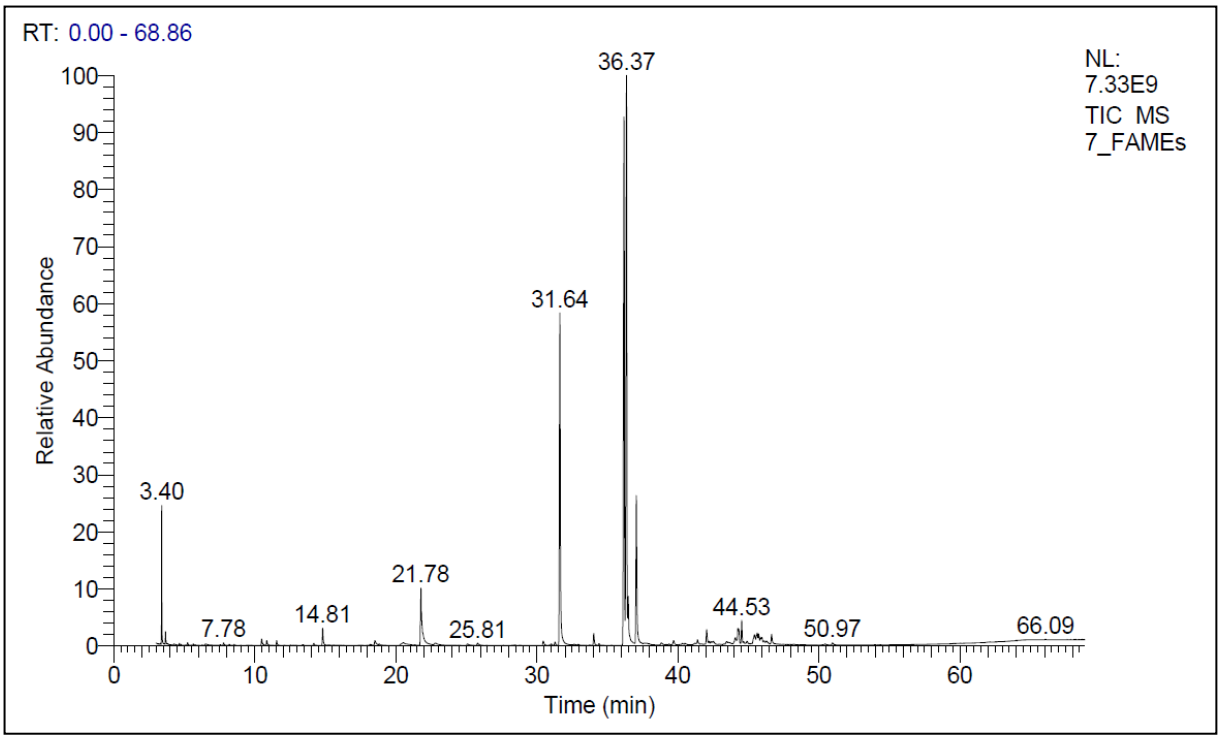
كروماتوغرام مثيلات استر الأحماض الدهنية لعينة زيت بذور قرطم صنف Gila



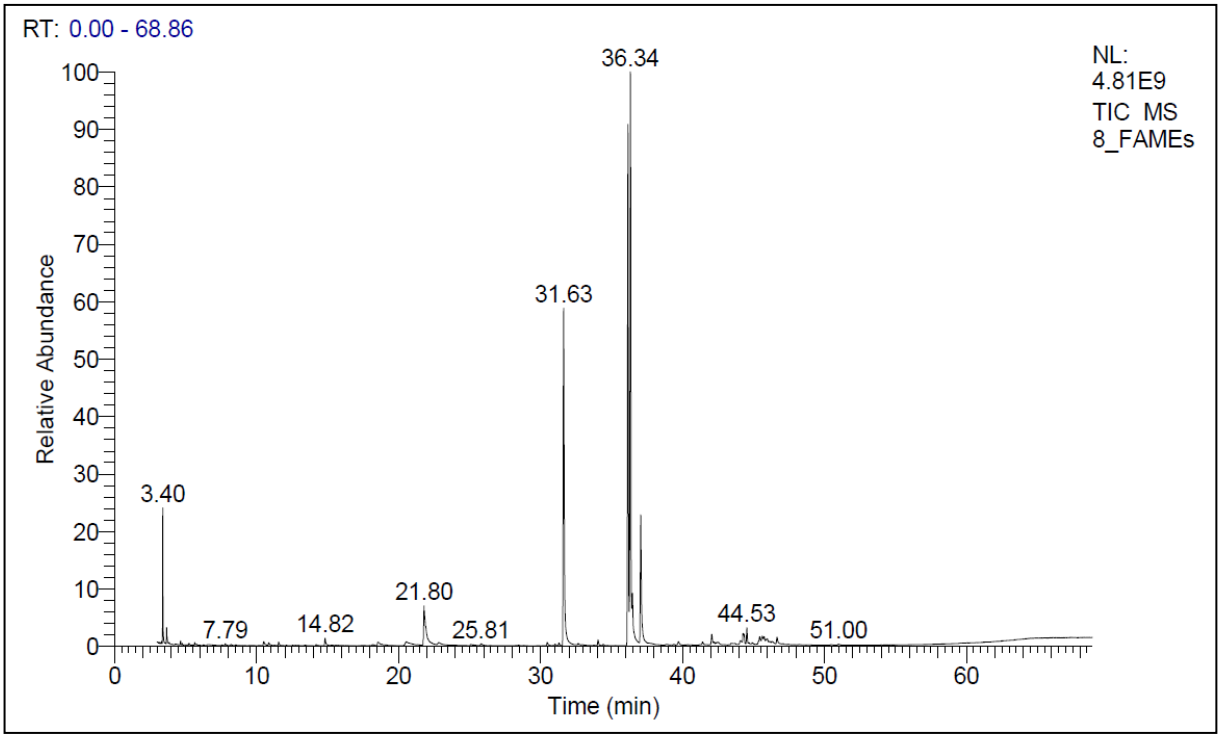
كروماتوغرام مثيلات استر الأحماض الدهنية لعينة زيت بذور قرطم صنف Kusumba



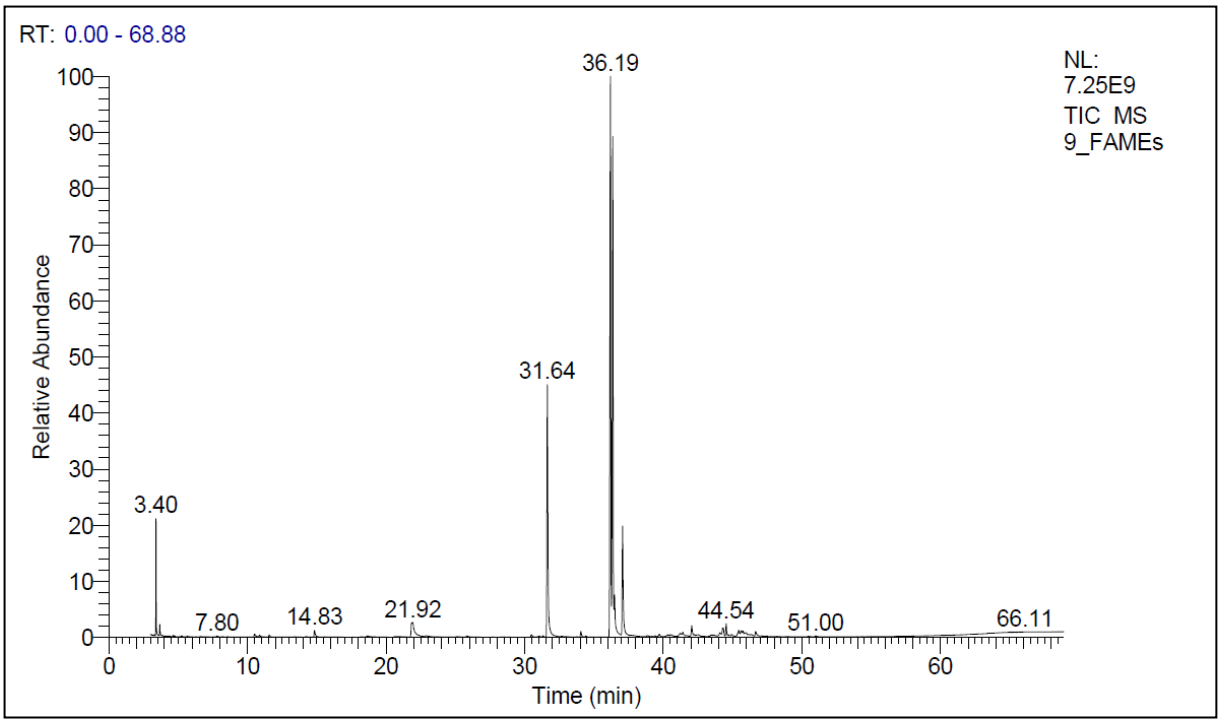
كروماتوغرام مثيلات استر الأحماض الدهنية لعينة زيت بذور قرطم صنف Ole



كروماتوغرام مثيلات استر الأحماض الدهنية لعينة زيت بذور قرطم صنف OT-455



كروماتوغرام مثيلات استر الأحماض الدهنية لعينة زيت بذور قرطم صنف Rio



كروماتوغرام مثيلات استر الأحماض الدهنية لعينة زيت بذور قرطم صنف Royal

المقال العلمي

ISSR Journals

Innovative Space of Scientific Research Journals

http://www.issr-journals.org/

The Board of

International Journal of Innovation and Applied Studies (ISSN: 2028-9324)

Is hereby awarding this certificate to

Mouloud Bouhouhou and Samy Mostafa Mohamed

In recognition of the publication of the paper entitled

« Yield Components and Oil Content of Safflower in Eastern Algeria »

Published in IJIAS Journal, Volume 17, issue 3, August 2016

Editor-in-Chief
International Journal of Innovation and Applied Studies
P. Box 696 Rabat - Chellah 10002 Morocco

K. MESSAOUDI

IJIAS-16-084-04 / August 2016

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 17 No. 3 Aug. 2016, pp. 813-818
© 2016 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Yield Components and Oil Content of Safflower in Eastern Algeria

***Mouloud Bouhouhou*[1] *and Samy Mostafa Mohamed*[2]**

[1]Genetics, Biochemistry and Plant Biotechnologies Laboratory,
University Mentouri 1,
Constantine, Algeria

[2]Department of Cultivation and Production of Medicinal and Aromatic Plants,
National Research Centre, Dokki,
Giza (12622), Egypt

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) is a member of the family Compositae (Asteraceae), cultivated mainly for its seeds, which is used as a source of edible oil and as birdseed. Traditionally, the crop was grown for its flowers, used for coloring, flavoring foods, making dyes (carthamidin and carthamin), and in medicine. Since Safflower is a drought tolerant crop, the objective of this research was the investigation of the seed yield and oil content of safflower under semi-arid conditions in eastern Algeria.
The results showed that 'SYPRUS' variety gave the highest seeds number per plant (800.17) and seeds yield (420.53 g/m^2). While 'OT-455' variety gave the highest weight of one hundred seeds (4.44 g). Considering the seeds fixed oil (%), 'GILA' variety produced the highest percentage (38.47 %). The research revealed that the most suitable safflower variety, under semi-arid conditions of eastern Algeria was 'SYPRUS' variety which's providing from ICARDA (International Center for Agricultural Research in Dry Areas, Aleppo, Syria). Analyses of variance (ANOVA) showed highly significant differences among the varieties for yield components and oil content. Correlation coefficients between variables (5 traits) are calculated, and the cluster analysis of observations (varieties) is also used to clarify the clustering pattern of genotypes tested.

KEYWORDS: *Carthamus tinctorius* L., yield components, oil seed, drought tolerant, semi-arid areas.

1 INTRODUCTION

Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), which is a member of the family Asteraceae (Compositae) , is a multi-purpose plant cultivated since ancient times not only for the dye contained in its flowers, the oil in its achenes, and its medicinal properties, but also for the ornamental value of its colorful inflorescences. In ancient Egypt, safflower wreaths or garlands were used at funerals [1].

Most countries in West Asia and North Africa (WANA) have a critical and growing shortage of edible vegetable oils, which are healthier and cheaper than animal fats. The demand for vegetable oils, both from the shift in consumer behavior, and from population growth has been met nearly in total by imports, which drains the countries money reserves [2].

In 2007, world safflower acreage and production were around 725.000 ha and 536.000 tones respectively. The world safflower acreage constitutes less than 0.5% of total area planted with oilseed crops [3].

The objective of this research was the investigation of the seed yield and oil content of different safflower varieties under semi-arid conditions in eastern Algeria.

Corresponding Author: Mouloud Bouhouhou

2 Materials And Methods

Nine safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties ('SYPRUS' from ICARDA and the others from USDA germplasm of Maryland, USA) (Table 1) were cultivated in a split plot design experiment with three replicates. Each plot had 3 rows of 2m length with inter and into row spacing of 50 and 10cm, respectively. The investigation was conducted during the 2007-2008 season (sowing in the last week of December) in the experimental area of the regional station of INPV (National Institute of Plant Protection) in Constantine (Elevation: 555.96m, Latitude: 36°20' N, Longitude: 06°38' E).

Table 1: Origins and names of varieties used in the study

N°	Varieties	Origin	Source
1	80/482/3S	USA	USDA germplasm, Maryland, USA
2	FINCH		
3	GILA		
4	KUSUMBA	Pakistan	
5	OLE	USA	
6	OT-455	India	
7	RIO	USA	
8	ROYAL		
9	SYPRUS	Syria	ICARDA, Aleppo, Syria

All agronomic practices were applied on time according to the recommendations except the fertilization witch's not applied. Where, weed control was done mechanically by hoeing the row space in the first week of March.

The climatic data of the region are representing in Table 2 and was obtained from reference [4].

Table 2: Climatic data of experimental area in 2007-2008 season (in growth period)

Months	Precipitation (mm)	Temperature (°C)			Relative humidity (%)
		Low	Average	High	
December	103,20	3,25	6,50	9,37	92,00
January	14,50	1,77	7,38	13,00	80,87
February	11,40	2,28	8,14	14,00	76,33
March	114,00	2,94	9,03	15,13	78,74
April	29,60	5,80	12,98	20,17	68,67
May	71,60	11,32	18,22	25,13	67,23
June	15,00	13,40	21,13	28,87	61,17
July	7,20	18,58	26,63	34,68	51,58

Samples were harvested in the first week of August, where the plant population was 13.3 plants/m^2.

Seeds number per plant, hundred (100) seeds weight and yield of seeds were determined on ten randomized plants/plot. Fixed oil percent in the seeds of the different varieties was determined separately using 5.0g of the seeds with Soxhlet apparatus with petroleum ether (40 – 60 0c).

Finally, the data of yield components and oil content were subjected to statistical analyses using MINITAB for evaluation of variance and correlation between varieties and agronomic components.

3 Results And Discusion

Analysis of variance (ANOVA) revealed significant differences between the nine safflower genotypes for all yield components and oil content (Tables 3 & 4).

Table 3: Yield components and oil content of safflower varieties

Number	Varieties	Number of seeds/plant (NS)	100 seeds Weight (HSW)	Yield of seeds (g/m^2) (YS)	Yield of Oil (% of seeds) (PO)	Yield of Oil (g/m^2) (YO)
1	80/482/35	575,53	3,98	306,47	26,53	80,29
2	FINCH	388,23	2,91	150,63	36,13	54,57
3	GILA	379,37	3,79	187,92	38,47	72,11
4	KUSUMBA	402,32	3,40	181,67	23,30	42,33
5	OLE	458,23	3,68	224,31	34,60	77,40
6	OT-455	244,49	4,44	144,68	28,87	40,63
7	RIO	378,83	3,69	186,02	35,00	65,93
8	ROYAL	458,67	3,85	235,97	36,60	86,53
9	SYPRUS	800,17	3,94	420,29	27,27	114,56

Table 4 : ANOVA for Yield components (NS, HSW, YS) and oil content (PO, YO) for safflower varieties tested.

Source	SS	MS	F	P
V1(NS)	590251	73781	5.29	0.002**
V2 (HSW)	4.24587	0.53073	20.97	0.000***
V3 (YS)	184898	23112	6.56	0.000***
V4 (PO)	700.35	87.54	6.75	0.000***
V5 (YO)	12913.8	1614.2	3.70	0.010*

*, **, ***: significant at 0.05, 0.01 and 0.001 level of probability using the F test

Reference [5] stated that seed yield and oil content are the primarily selection criteria for safflower breeding. The correlation among the all pairs of variables (NS, HSW, YS, PO and YO) are shown in Table 5. The highest positive correlations were obtained between YS with NS ($r = 0.976^{***}$) and YO ($r = 0.866^{***}$) (see also Figure 1), and between YO and NS ($r = 0.862^{***}$).

Table 5: Correlation coefficients between variables (NS, HSW, YS, PO and YO) measured.

	V1(NS)	V2 (HSW)	V3 (YS)	V4 (PO)
V2 (HSW)	-0,020			
P	0,923 ns			
V3 (YS)	0,976	0,194		
P	0,000***	0,333 ns		
V4 (PO)	-0,256	-0,199	-0,296	
P	0,198 ns	0,320 ns	0,134 ns	
V5 (YO)	0,862	0,102	0,866	0,196
P	0,000***	0,613 ns	0,000***	0,328 ns

***: significant at 0.001, ns: non significant level of probability using the F test

PO is negative non-significantly correlated with NS ($r = -0.256^{ns}$), HSW ($r = -0.199^{ns}$) and YS ($r = -0.296^{ns}$). Similar results were observed by [6], who reported that improvement of seed yield in safflower could be decline through oil content and 100-seed weight due to negative association between these traits with seed yield.

It can concluded, that selection for increasing seed yield in safflower may have considerable effect on oil content [6].

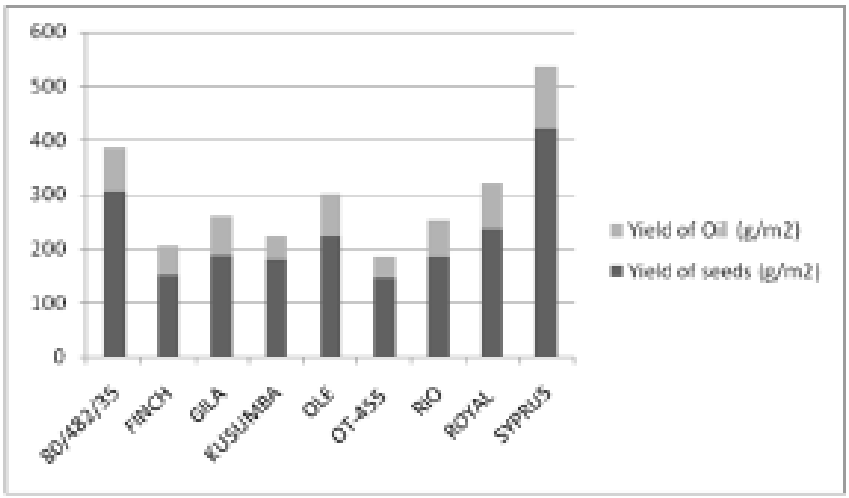


Figure 1: Yield of seeds and oil contents of safflower varieties

The dendrogram (Figure 2) based on 5 variables (NS, HSW, YS, PO, YO) showed four groups of varieties at similarity coefficient of 87.05. The first (I) contains the six USA varieties (1, 2, 3, 5, 7, 8), where, any of the three other groups contains only one variety. At higher coefficient, the first group is divided into 4 sub-groups: 1, 2, (3 & 7) and (5 & 8).

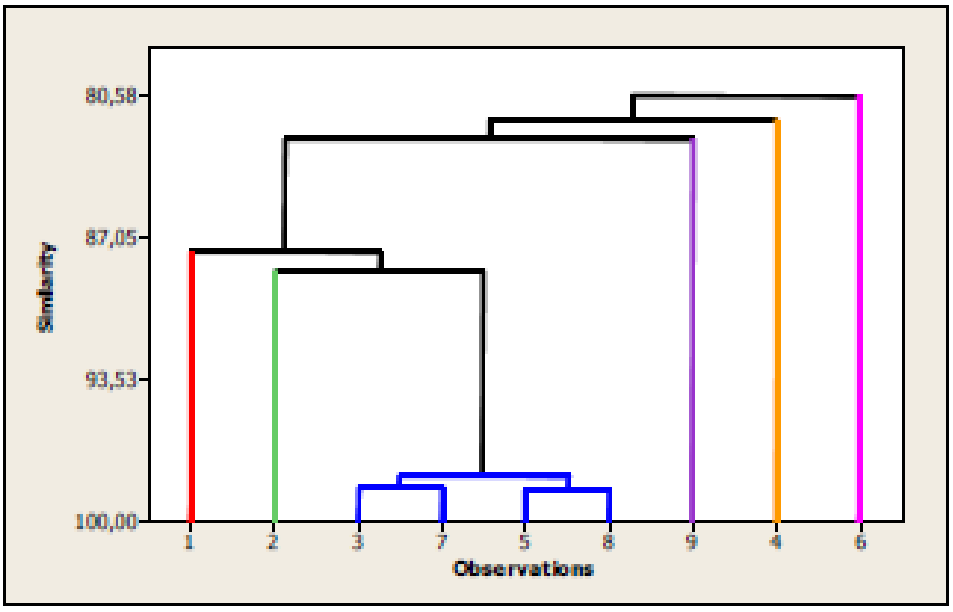


Figure 2 : Cluster analysis (Dendrogram) of safflower varieties (Observations) using 5 variables (NS, HSW, YS, PO, YO)

This shows that there is genetic divergence between the tested genotypes. The clustering pattern indicated that genotypes from different areas were grouped together which can be attributed to free exchange of breeding material or selection. The main factor affecting genetic response was diverse and depended on the area where the material was collected. Reference[7] observed similar results in domestic and foreign safflower germplasm.

The similarity matrix (Figure 3) clarifies the analyses by computing similarity coefficients between any two varieties. The high levels of similarity were recorded between varieties in group (I) (originating in USA). The low levels of similarity were observed between the variety number 1 (from the group I) and the varieties 6, 4 and 9.

Cluster Analysis of Observations (varieties) Squared Pearson Distance, Single Linkage Amalgamation Steps					
Step	Number of clusters	Similarity level	Distance level	Clusters joined	
1	8	98,6111	0,47329	5	8
2	7	98,4132	0,54071	3	7
3	6	97,9540	0,69719	3	5
4	5	88,5698	3,89493	2	3
5	4	87,6964	4,19256	1	2
6	3	82,5570	5,94386	1	9
7	2	81,7254	6,22721	1	4
8	1	80,5781	6,61817	1	6

Figure 3 : Cluster analysis (Similarity matrix) of safflower varieties (Observations) using 5 variables (NS, HSW, YS, PO, YO)

Hence, selecting parents for hybridization, must receive greater emphasis specialy those varieties falling in the most distant clusters for maximum heterosis since it is expected to produce new recombinants with desired traits. Reference [8] observed similar results in sesame.

4 Conclusion

The results obtained in this study indicate that oil seed production can be increased by growing drought tolerant safflower in regions where annual precipitation is not adequate [9], [10], and the introduction of safflower in the Mediterranean type climate will, to a small extent, help in increasing local production of edible oil [11].

From all varieties tested, 'SYPRUS' may be recommended as elite genotype for cultivation in semi-arid area of Mediterranean climate as it showed high relative yield performance and oil content.

Since the highest seed yields are expected when all components of seed yield are maximized [12], we concluded that hybridization program is recommended between 'OT-455' (the highest weight of one hundred seed variety), 'SYPRUS' (the variety which's presented the highest seeds number per plant and yield of seeds) and 'GILA' (the variety which's presented the highest fixed oil percentage of seeds).

Acknowledgment

This research was supported by Algerian Ministry of Higher Education and Scientific Research. The authors thank USDA and ICARDA gemplasms for providing safflower varieties. Our thanks are due to Dr Mezedjri L. for his help concerning the statistical analysis.

The technical support of Constantine *INPV* Director and staff is acknowledged with gratitude.

References

[1] J. Uher, "Safflower in world floriculture: a review", *Sesame and Safflower Newsletter*, 20, 2005.
[2] S. K. Yau, "Optimal sowing date for rainfed safflower in the high elevation Bekaa valley of Lebanon", *Sesame and Safflower Newsletter*, 18, 2003.
[3] FAO (2008). Available: http://www.faostat.fao.org.
[4] http://www.wunderground.com
[5] Gencer *et al.* (1987) in A. Burhan, "The path analysis of yield and its components in safflower (*Carthamus tinctorius* L.)", *Journal of Biological Sciences*, 7(4), pp. 668-672, 2007.

[6] M. H. Pahlavani, "Some technological and morphological characters of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) from Iran", *Asian Journal of Plant Sciences*, 4, pp. 234-237. 2005.
[7] S. Kang-Bo, B. Seok-Bok, L. Si-Kyu, S. Duck-Yong, J. Fernández-Martínez, "Analysis of morphological and genetic diversity of domestic and foreign safflower germplasm. *Sesame and Safflower Newsletter*, 19, 2004.
[8] D. Kumaresan, N. Nadarajan, "Genetic divergence analysis in sesame", *Sesame and Safflower Newsletter* 18, 2003.
[9] O. Kolsarici, E. Güney, "Effects of Different Row Distances and Various Nitrogen Doses on the Yield Components of a Safflower Variety", *Sesame and Safflower Newsletter*, 17, pp. 108-111, 2002.
[10] M. D. Kaya, A. İpek, A. Öztürk, Ö. Kolsarici, "Variation of some morphological traits of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown different soil salinity levels in the first development stage", *Turkish Journal of Field Crops*, 9 (1), pp. 53-61, 2004.
[11] B. Akhtar, S. S. Pourdad, P. Mustafa, O. Theib, "Influence of supplementary irrigation and variety on yield and some agronomic characters of safflower under rainfed conditions in Northern Syria", *Sesame and Safflower Newsletter* 21, 2006.
[12] M.J. Mahasi, R. S. Pathak, F. N. Wachira, T. C. Riungu, J. W. Kamundia, "Development and evaluation of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars for the marginal rainfall areas of Kenya: morphological characterization, genetic diversity and adaptation studies", *Sesame and Safflower Newsletter*, 20, 2005.

الإسم : مولود اللقب : بوحوحو	تاريخ المناقشة : 25 / 04 / 2018

عنوان الأطروحة

تقييم أداء بعض أصناف القرطم (*Carthamus tinctorius* L.) تحت ظروف المناخ المتوسطي اعتمادا على بعض المؤشرات المورفوفينولوجية والانتاجية، وتركيب الزيت من الأحماض الدهنية

الملخص

تناولنا في دراستنا تسعة أصناف من القرطم متباينة الأصول والمصادر الجغرافية، حيث زرعت بمحطة التجارب للمعهد التقني لوقاية النباتات بقسنطينة شمال شرق الجزائر، وصممت التجربة وفق مخطط المجاميع كاملة العشوائية (RCBD) بثلاث تكرارات. وقد استهدفنا من خلال دراستنا تقييم أداء تلك الأصناف ومدى مساهمة المؤشرات المورفوفينولوجية والانتاجية في تحديد المردود الكمي من البذور والزيت، وكذا المحتوى النوعي للزيت من الأحماض الدهنية المختلفة تحت شروط الزراعة الحقلية ذات المناخ المتوسطي المميز بالطابع شبه الجاف.

أوضحت النتائج المحصل عليها تباينا فيما بين الأصناف بخصوص قيم المؤشرات المدروسة، مما أدى إلى الاختلاف في المردود من البذور والزيت. كما كان التباين واضحا أيضا فيما بينها بخصوص المحتوى النسبي من الأحماض الدهنية لزيت البذور.

أبدى الصنف Syprus المتوسطي أكثر مردودية لكل من البذور ($420.53\ g/m^2$) والزيت ($114,56\ g/m^2$)، فيما جاء الصنف الأمريكي 80/482/3S ثانيا بمقدار $358,46\ g/m^2$ و $80,29\ g/m^2$ للمحصولين على الترتيب. في حين احتل الصنف الهندي OT-455 المرتبة الأخيرة من حيث محصول البذور ($144,68\ g/m^2$) والزيت ($40,63\ g/m^2$)، رغم أنه سجل أعلى قيمة في مؤشر وزن المائة بذرة (HSW) (4.44 g). وبالنظر إلى نسبة الزيت بالبذور (OY%)، فإننا سجلنا تفوق الأصناف الأمريكية، حيث جاء على رأسها الصنف Gila بنسبة 38.47 %، فيما كان للصنف الباكستاني Kusumba أقل قيمة بنسبة 23.30 %.

من خلال تحليل مصفوفة معامل الارتباط، وجدنا أن محصولي البذور (SY) والزيت (OY) يتحكم فيهما أساسا ثلاثة مؤشرات هي : عدد البذور/نبتة (NSP)، الكتلة الحيوية الهوائية (BIO) ودليل الحصاد (HI).

وبالنظر إلى تركيب زيت البذور من الأحماض الدهنية، فقد أكدت نتائج دراستنا ما توصلت إليه العديد من الأبحاث التي اعتبرت النبات محصولا زيتيا نموذجيا من حيث امتلاكه لتنوع كبير في نسب أحماضه الدهنية، وهو ما يفسر اتساع رقعة ميادين استخداماته في الأطباق الغذائية المختلفة وفي التجميل والتداوي.

الكلمات المفتاحية : *Carthamus tinctorius* L.، أصناف، مؤشرات المردودية، محصول البذور، محصول الزيت، أحماض ذهنية، مناطق شبه جافة.

لجنة المناقشة:

ـ د. ليلى بودور	أستاذ التعليم العالي	جامعة الإخوة منتوري ـ قسنطينة ـ	رئيسا
ـ د. مبارك باقة	أستاذ التعليم العالي	جامعة الإخوة منتوري ـ قسنطينة ـ	مقررا
ـ د. عمار بن محمد	أستاذ التعليم العالي	جامعة فرحات عباس ـ سطيف 1ـ	ممتحنا
ـ د. عمار زلاقي	أستاذ التعليم العالي	جامعة العربي بن مهيدي ـ أم البواقي ـ	ممتحنا
ـ د. الطاهر حزمون	أستاذ محاضر أ	جامعة 20 أوت 1955 ـ سكيكدة ـ	ممتحنا