دراسة مقارنة لنسب الزيت والحموض الدهنية في 14 سلالة من دوّار الشمس واصطفاء سلالات إنتاجية

د. لبنى مقراني[1]، د. غسان أبو شامة[2]، د. غرود العسود[3]

الملخّص

استُخلص الزيت من بذور 14 سلالة من نبات دوّار الشمس (مرقّمة من 1 إلى 14)، حيث تمَّ إكثارها وأقلمتها في مركز حمص التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. عُين محتوى الزيت في بذور كل سلالة وكذلك أهمّ الحموض الدهنية المكوّنة له، وذلك بهدف الاصطفاء المباشر لسلالات ذات خصائص زيتية مرغوبة أو من أجل اختيار آباء لبرامج التهجين والتربية. تراوحت نسب الزيت بين 23.5% و 42.7% لدى السلالتين 4 و6 على التوالي، وقد سُجّلت أعلى نسبة من حمض الأوليك في زيت بذور السلالة 12 (58.89%). كما سُجّلت أعلى نسبة لحمض اللينولييك لدى السلالة 5 (45.74%) وأعلى نسب حموض دهنية غير مشبعة لدى السلالة 8 (89.53%)، وهي ذات السلالة التي احتوت بذورها على أدنى نسبة من الحموض الدهنية المشبعة (10.46%)، لذلك يمكن اعتبار السلالة 8 خياراً جيّدا نظراً لتركيبها المرغوب من الحموض الدهنية الصالحة لإنتاج زيوت ذات سيولة وقيمة غذائية وصحية عالية. ولكن بالنظر إلى نسب الزيت إضافةً إلى نسب الحموض المشبعة/الحموض غير المشبعة تصبح السلالة 6 أفضل خيار، حيث أنّها لا تختلف كثيرا عن السلالة 8 وتحتوي على نسبة زيت أعلى. من ناحية أخرى، كانت أعلى نسبة من الحموض الدهنية المشبعة لدى السلالة 9 (26.09%)، بسبب ارتفاع نسبة حمض البالميتيك بشكل خاص (18.47%). أما أعلى نسبة لحمض الستياريك فقد وُجدت في بذور السلالة 1 (13.29%). تسمح قيم التماثل وتحليل العناقيد باعتبار السلالة 9 أفضل خيار لإنتاج زيوت موجهة نحو صناعات غذائية تتطلّب صلابة نسبية للمواد الدهنية.

الكلمات المفتاحية: دوّار الشمس، زيت، حموض دهنية، تحليل التماثل، اصطفاء.

1) أستاذ مساعد في قسم علم الحياة النباتية – كلية العلوم–جامعة دمشق – سورية.
2) مدرّس في قسم الكيمياء – كلية العلوم–جامعة دمشق – سورية.
3) باحثة في قسم إدارة أبحاث المحاصيل –الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

Comparative study of oil and fatty acids content in 14 sunflower lines and selection of productive ones

Loubna Mokrani[1], Ghassan Abo Chameh[2], Ghrood Al Aswd[3]

Abstract

Oil was extracted from 14 sunflower lines (numbered from 1 to 14), which were multiplied and adapted by the General Commission for Scientific Agricultural Research (Homs station). The most important fatty acids were also analyzed for direct selection of lines with desirable oil characteristics or as parents for hybridization and breeding programs. Oil percentages ranged from 23.5% and 42.7% for line 4 and 6 respectively, and the highest oleic acid percentage (58.89%) was obtained with line 12. As for linoleic acid, the highest value characterised line 5 (45.74%). Unsaturated fatty acids constitute 89.53% of line 8 seeds, characterized also by the lowest percentage of saturated fatty acids (10.46%), which makes it a good choice for its desirable fatty acid composition, giving fluidity and a healthy high nutritional value. However, considering oil percentages in addition to saturated/unsaturated fatty acids proportions, line 6 becomes then more

advantageous than line 8, as it is not very different from line 8, but with higher oil content. On the other hand, the highest percentage of saturated fatty acids was obtained with line 9 (26.09%), because of the high content of palmitic acid (18.47%). As for stearic acid, the highest value was found in line 1 seeds (13.29%). Similarity values and cluster analysis allowed the selection of line 9 to be the best choice for oils oriented to food industries requiring relatively solid fats.

Key words: Sunflower, oil, fatty acids, similarity analysis, selection.

---

1) Assistant Professor -Department of Plant Biology, Faculty of Science, Damascus University.
2) Lecturer -Department of Chemistry, Faculty of Science, Damascus University.
3) Researcher – Crops Research Administration, General Commission for Scientific Agricultural Research, Damascus, Syrian Arab Republic.

1-مقدّمة

تشكّل الزيوت بمصدريها الحيواني والنباتي جزءاً أساسياً من غذاء الإنسان، وهي ضرورية للحفاظ على نشاطه الحيوي. وتتكوّن الزيوت من نوعين من الحموض الدهنية: مشبعة وغير مشبعة، غير أنّ الزيوت ذات المصدر النباتي تحتوي على نسب أعلى من الحموض الدهنية غير المشبعة.

يُعد نبات دوّار الشمس (*Helianthus annuus* L.) من أهمّ المحاصيل المنتجة للبذور الزيتية، حيث يمثّل أكثر من 12% من مجمل الإنتاج العالمي للمحاصيل الزيتية، أي ما يعادل

22 مليون طن، ويحتل بذلك المرتبة الرابعة بعد النخيل الزيتي وفول الصويا والكانولا، كما تقدر المساحة العالمية المزروعة بدوّار الشمس بحوالي 29.2 مليون هكتار موزّعة على 72 دولة [4].

يتراوح محتوى بذور دوّار الشمس من الزيت بين 35% و50%، يتكوّن معظمه من حموض دهنية غير مشبعة مناسبة للاستهلاك البشري [11 ,3]. وقد ذكرت إحدى الدراسات أنّ معظم الأصناف التقليدية تتكوّن من 15% حموض دهنية مشبعة و85% حموض دهنية غير مشبعة، وأنّ معظم هذه الحموض الدهنية غير المشبعة تضمّ حمض الأولييك بنسب تتراوح بين 14 و43% وحمض اللينولييك بين 44 و75% [1]. تتراوح الحموض الدهنية غير المشبعة وفقاً لدراسة أخرى بين 70% و94% [13].

تجدر الإشارة إلى أهميّة أن تكون الدهون المستهلكة غير مشبعة بالدرجة الأولى، وألّا تتجاوز نسبة الحموض الدهنية المشبعة 10% من مجموع الطاقة المأخوذة من الغذاء، كما توصي منظّمة الصحة العالمية [16]. ومن ناحية أخرى يمكن تناول البذور المغلّفة كأكلات خفيفة ومغذية، كما تُقدّم للتسلية، وتستعمل من قبل الخبّازين كأحد المكوّنات. من البذور تُصنع زبدة دوّار الشمس أيضاً، وتُعد بديلاً جيّداً للأشخاص الذين يعانون من الحساسية تجاه المكسرات. وتُعطى بذور دوّار الشمس كغذاء للحيوانات، خاصّة الطيور [17]. يدخل زيت دوّار الشمس في العديد من الصناعات الغذائية، كالسمن النباتي والمثلجات، وكذلك الأجبان التي وُجد تحسّنٌ واضحٌ في قوامها وطراوتها وقيمتها الغذائية بإضافة بعض الزيوت النباتية، كزيت جوز الهند وزيت دوّار الشمس [7]. وبالإضافة إلى أهميّته في الصناعات الغذائية، يدخل زيت دوّار الشمس في العديد من المواد الصيدلانية والتجميلية، كما يُستعمل في صناعة المزلّقات (مخفّفات الاحتكاك)، الطلاءات، الورنيشات (الملمّعات) والصابون [14].

بالإضافة إلى جميع الاستعمالات سالفة الذكر، انضمّ زيت دوّار الشمس أيضاً إلى مجال الطاقة، حيث تشير العديد من الأبحاث إلى استعماله كوقود بديل عن طريق مزجه بنسب معيّنة بالوقود الأحفوري، وقد أظهر حسب بعض الدراسات كفاءة عالية وفق معايير الجودة المعتمدة لديها [2, 10].

2- هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى توصيف 14 سلالة نقية من دوّار الشمس كيميائياً من خلال تقدير نسب الزيت الكلي وتحديد التركيب الكمّي للحموض الدهنية الرئيسية في بذورها. ويهتمّ البحث بتحليل درجة التشابه الوراثي–الكيميائي بين هذه السلالات وبدراسة ارتباط الصفات المدروسة ببعضها، من أجل:

1- **الاصطفاء المباشر**: لسلالات تتميّز بأفضل نسبة زيت وأفضل تركيب زيتي للاستهلاك البشري أو لاستخدامات صناعية محدّدة.
2- **تحديد أباء محتملة**: لبرامج التربية والتهجين المستقبلية، من خلال اقتراح أزواج من السلالات المتباعدة وراثياً بغية الحصول على ظاهرة قوّة الجنين.

يتعلّق استعمال دوّار الشمس في هذا المجال أو ذاك بتركيب البذور من الحموض الدهنية، لذلك كان الهدف الرئيس من هذا البحث تكوين رؤية بخصوص توجيه 14 سلالة نقيّة من دوّار الشمس (تمّ إكثارها وتربيتها عن طريق التلقيح الذاتي لعدّة سنوات) نحو استعمالات معيّنة أو نحو برامج تحسينية تعتمد على التهجين بشكل أساسي. شُكّلت هذه الرؤية أو الاقتراحات بعد تحقيق الأهداف التالية:

- تحديد نسب الزيت والحموض الدهنية في بذور سلالات دوّار الشمس المدروسة.
- تحديد درجة التشابه بين هذه السلالات.
- تقدير درجة الارتباط بين الصفات الكيميائية المدروسة.
- ربط نتائج التحاليل بالاستخدامات المختلفة لزيت دوّار الشمس ومتطلّبات كلّ منها.

3- المواد والطرائق

المادة النباتية:

تتكوّن المادة النباتية من 14 سلالة من نبات دوّار الشمس التي جرى إكثارها عبر التلقيح الذاتي في مركز حمص التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، وأقلمتها منذ سنة 2010. تعود أصول هذه السلالات إلى أصناف مُدخلة فرنسية، وهي عبارة عن سلالات نقيّة لكلّ منها رقم (من 1 إلى 14).

استخلاص الزيت:

استُخلص الزيت من البذور الكاملة (البذور المغلّفة)، حيث وُزن 50غ من البذور المطحونة وأُضيف إليها 150سم^3 من الهكسان كمذيب استخلاص، ووُضعت العينة في جهاز سوكسليه Soxhlet لمدّة 6 ساعات. تمّ الحصول على الزيت بعد التخلّص من المذيب ضمن شروط منخفضة لكل من درجة الحرارة والضغط. حُفظت عينات الزيت عند الدرجة 4°C+ لحين إجراء التحليل.

تحليل الزيت بجهاز الكروماتوغرافيا الغازية المربوط بمكشاف طيف الكتلة (GC–MS):

أجري تحليل الزيت لمعرفة محتواه من الحموض الدهنية ونسبها بواسطة الكروماتوغرافيا ذات الطور الغازي المربوط بمكشاف طيف الكتلة (GC–MS) وذلك بعد إجراء الأسترة التبادلية (Transesterification) بأخذ 10 ميكروليتر من الزيت وبوجود 500 ميكروليتر من الهكسان و500 ميكروليتر من هيدروكسيد البوتاسيوم الميتانولي (2M) وحركت العينات لمدة 8 دقائق ثم فُصلت طبقة الهكسان العلوية وحُقن منها 1 ميكروليتر وفصلت باستعمال عمود كروماتوغرافي HP–5MS(5 % Phenyl Methyl Silox – 30m*250 µm*0.25 µm thickness) وبوجود الهيليوم كطور متحرك (99.9999%) وبتدفق 1 مل/دقيقة. تم تطبيق البرنامج الحراري عند الدرجة 60°C لمدة دقيقة ثم رفع درجة الحرارة بمعدل 40°C/min حتى الدرجة 160°C وكذلك رفع درجة الحرارة بمعدل 2.5°C/min حتى الدرجة 180°C ومن ثم رفع درجة الحرارة بمعدل 2°C/min حتى 185°C وثبات لمدة 8 دقائق ورفع درجة الحرارة بمعدل 20°C/min حتى الدرجة 195°C وكذلك رفع درجة الحرارة بمعدل 25°C/min حتى الدرجة 235°C ورفع درجة الحرارة بمعدل 30°C/min حتى الدرجة 300°C والثبات لمدة دقيقة واحدة. تم ضبط درجة حرارة مكشاف طيف الكتلة عند 150°C وبمصدر تأين الكتروني عند 70 eV. تم التعرف على استرات الحموض الدسمة من خلال المقارنة بمكتبة الجهاز (nist 08).

التحليل الإحصائي:

خضعت نتائج مردود الزيت وتحليل محتواه من الحموض الدهنية ونسبها إلى دراسة الارتباط بينها عن طريق حساب الارتباط الخطّي البسيط لبيرسون (Pearson's Correlation)، كما أُجريت دراسة التماثل (Similarity) وتحليل العناقيد (Cluster Analysis) وفق دليل Gower، عن طريق برنامج Past.exe.

4- النتائج والمناقشة

تهدف برامج تربية النبات إلى إنتاج واصطفاء أنماط وراثية (سلالات، أصناف، هجن) ذات صفات مرغوبة، ولعلّ أهمّ هذه الصفات بالنسبة للنباتات الزيتية مردود الزيت ونسب الحموض الدهنية المتوافقة مع أهداف إنتاجية صناعية محدّدة، بالإضافة إلى الصفات الزراعية. تمّ الحصول على 14 سلالة من نبات دوّار الشمس عن طريق التلقيح الذاتي على مدار عدّة سنوات في محطّات الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، لما في السلالات النقية من ميزات هامّة كالتماثل الوراثي بين الأفراد المنتمين إلى نفس السلالة وثبات الصفات جيلاً بعد جيل ضمن نفس الظروف البيئية وإمكان اصطفاء آباء من أجل برامج التهجين. جرى بعد ذلك تحليل مردود الزيت ونسب الحموض الدهنية الأكثر أهميّة لدى تلك السلالات من أجل اختيار أفضلها سواءٌ بشكل مباشر كسلالات تحتوي على أفضل الخصائص أو كآباء يمكن إدراجها ضمن برامج تربية وتهجين.

أظهرت نتائج مردود الزيت (جدول 1) تبايناً واضحاً بين السلالات المدروسة، حيث كانت أعلى نسبة زيت لدى السلالة 6 (42.7%)، حيث توافقت هذه القيمة في العموم مع قيمة أعلى مردود (39.13%) التي ذكرتها إحدى الدراسات [17]. في حين وُجدت أدنى نسبة زيت لدى السلالة 4 (23.5%)، وهو مردود منخفض جداً، الأمر الذي يجعل هذه السلالة الأخيرة مستبعدة في عمليات الاصطفاء المباشر لسلالات زيتية، خاصّة أنّها لا تتميّز أيضاً بنسب مرغوبة من الحموض المشبعة أو غير المشبعة. كما تستبعد السلالتان 11 و 2 لذات السبب، إذ تحتويان على 25.6% و 28.5% من الزيت في بذورهما على الترتيب. غير أنّه يمكن الاستفادة من هذه السلالات ذات المردود المنخفض من الزيت في برامج التربية المعتمدة على التهجين بعد دراسة صفاتها الزراعية وبشكل خاص إنتاجها ومدى مقاومتها للأمراض وتحمّلها للإجهادات، حيث أنّه

من المهم جداً وجود اختلافات وبعد وراثي بين الآباء المنتخبين لبرامج التربية والتحسين، فهذا الاختلاف في مصادر الصفات المرغوبة يسمح بالحصول على أفضل الصفات في الهجن الناتجة، كما يعطي قوّة الهجين Heterosis التي تنشأ من هذا الاختلاف ويبرز فيها تفوّق أفراد من النسل على أفضل الآباء [5]. وضمن هذا التوجه أيضاً تلعب السلالات غير المرغوبة في الاصطفاء المباشر دوراً مهماً في تربية جيل متباين بعد التهجين بين آباء مختلفين وراثياً، حيث يمكن من خلال هذا التضاد في الصفات إنشاء خرائط وراثية والكشف عن مواقع وراثية ذات أهمية [15]. من ناحية أخرى اختلفت نسب الحموض الدهنية بين السلالات المدروسة (جدول 1)، حيث وُجدت أعلى نسبة لحمض الأوليك لدى السلالة 12 (58.89%) متبوعة بالسلالة 7 (58.12%)، وهي قيم قريبة من تلك المذكورة من قبل [6]، والتي بلغت 56.5% لدى الأصناف التقليدية، غير أنّ هذه النسب من حمض الأوليك لا تعتبر عالية بالمقارنة مع الأصناف عالية حمض الأوليك High oleic، والتي تتجاوز فيها النسبة 82% [1]، أو حتّى 85% حسب آخرين [19] وكانت أدنى نسبة من حمض الأولييك في بذور السلالة 9 (35.73%)، وهي أيضا ليست بعيدة عن القيم الدنيا المسجّلة لدى الأصناف التقليدية (31.7%) [6]. تتميّز أصناف دوّار الشمس ذات النسب العالية من حمض الأوليك بالعديد من الخصائص المرغوبة غذائياً وصحياً، فهو مقاوم للتأكسد بالحرارة وقابل للتخزين لفترات طويلة [9]. أمّا بالنسبة لحمض اللينولييك، الذي يعدّ أيضاً من الحموض الدهنية غير المشبعة، فقد تراوحت النسب بين 26.07% و 45.74% لدى السلالتين 12 و5 على التوالي، وهي بذلك أقل من نسب حمض الأوليك في حدودها الدنيا والقصوى، ولا تُعدّ من السلالات عالية النسب من حمض اللينولييك High linoleic، كبعض الأصناف المستعملة التي تزيد فيها نسب حمض اللينولييك عن 65% [18]، والتي تُعتبر أيضاً نوعية جيّدة من الزيوت، حيث أنّها لا تسبّب ارتفاع مستوى الكولسترول في الدم ولا تحدث تصلّب الشرايين [9].

تراوح مجموع نسب الحموض الدهنية غير المشبعة بين 73.9% (السلالة 9) و89.53% (السلالة 8)، في حين كانت نسب الحموض الدهنية المشبعة بين 10.46% لدى السلالة 8 و26.09% لدى السلالة 9، بمتوسّط 84.56% (حموض دهنية غير مشبعة) و

15.68% (حموض دهنية مشبعة)، والذي يتوافق تماماً مع النسب الموجودة في بذور معظم الأصناف الكلاسيكية المزروعة [1]. يعود ارتفاع نسبة الحموض المشبعة في بذور السلالة 9 إلى ارتفاع نسبة حمض البالميتيك بشكل كبير، حيث بلغت 18.47%. تجدر الإشارة إلى احتوائها أيضا على النسبة الأدنى من حمض الأوليبك 35.73%، وقد لوحظ أنّ هذه النسبة العالية من حمض البالميتيك في السلالة 9 بعيدة بشكل واضح عن ثاني أعلى نسبة 10.78%، التي وُجدت لدى السلالة 4 والتي تحتوي على أدنى مردود من الزيت. أمّا أدنى نسبة لحمض البالميتيك فقد سجّلت عند السلالة 7 (2.92%)، تلتها السلالة 8 بنسبة 3.42%، والتي تميّزت أيضاً بأعلى نسبة من الحموض الدهنية غير المشبعة (89.53%) وأدنى قيمة من الحموض الدهنية المشبعة (10.46%)، ما يجعل السلالة 8 خياراً جيّداً كتوازنات حموض دهنية مشبعة/غير مشبعة من أجل إنتاج زيت يتميّز بسيولة عالية وقيمة غذائية وصحيّة، غير أنّها ليست المثلى من حيث المردود الزيتي، وبذلك يصبح اصطفاء السلالة 6 ذات نسبة الزيت الأعلى (42.7%) الأمثل، خاصّة أنها لا تبعد كثيراً عن السلالة 8 من حيث تناسب الحموض الدهنية (88.92% غير مشبعة، 11.08% غير مشبعة)، بل إنّها تتميّز عن السلالة 8 أيضاً بنسبة حمض ستياريك أدنى (5.41%)، والتي تعدّ ثاني أدنى نسبة من هذا الحمض بعد السلالة 11 (4.38%). بالمقابل تعتبر السلالة 1 سلالة عالية النسبة من حمض الستياريك (13.29%)، ويمكن اصطفاؤها لتميّزها بهذه الصفة. على الرغم من القيمة الغذائية والصحية للزيوت المستخلصة من بذور الأصناف التقليدية أو تلك الأصناف عالية النسب من حمض الأوليبك واللينولييك إلّا أنّ سيولة الزيت ليست مرغوبة في بعض الصناعات الغذائية التي تتطلّب صلابة المادة الدهنية، لذلك تُضاف في كثير من الأحيان بعض المواد الدهنية الصلبة نسبياً من أجل الحصول على القوام المنشود للمنتج. تعتمد صلابة أيّ نوعٍ من الدهون عند درجة حرارة معيّنة بشكل كبير على محتواه من الحموض المشبعة، وقد ارتكز إنتاج المواد التي تحتاج إلى تلك الصلابة على المصادر الحيوانية والأنواع النباتية المدارية، مثل جوز الهند وزيت النخيل وعلى عملية الهدرجة الجزئية التي انخفضت نسبياً لاعتبارات صحيّة. لهذه الأسباب تمّ تطوير نمط وراثي طافر من دوّار الشمس يحتوي على أكثر من 25% من حمض الستياريك[20]. وقد لوحظ أنّه على الرغم من كون حمض الستياريك حمضاً مشبعاً إلّا أنّه لا يؤدي

إلى رفع مستوى الكولسترول الضار، لذلك يعتبر استهلاكه أفضل من استهلاك دهون ذات نسب عالية من حمض البالميتيك [12]. علاوة على ذلك، فإنّ مؤشّر تصلّب الشرايين لدى زيت دوّار الشمس عالي النسبة بحمض الستياريك أخفض من مؤشر الزيوت المستخلصة من النخيل الزيتي وجوز الهند [20].

سمح تحليل الارتباط (جدول 2) بين نسب الزيت والحموض الدهنية مثنى مثنى بالكشف عن ارتباط عكسي قوي جداً (0.98−) بين مجموعتي الحموض المشبعة وغير المشبعة، حيث تُعتبر هاتان المجموعتان متكاملتين، فأيّ ارتفاع في نسب إحداهما لابدّ أن يكون على حساب المجموعة الثانية. كما لوحظ ارتباط عكسيّ قويّ بين حمض الأوليك واللينولييك المنتميين إلى مجموعة الحموض الدهنيّة غير المشبعة (0.77−)، وهذا النوع من الارتباط متوقّع أيضاً، لكون مسار إنتاج هذين الحمضين متعلّق بإنزيم دلتا 12 ديساتوراز الذي يؤدّي نشاطه إلى تحويل حمض الأوليك إلى حمض اللينولييك في البذور [8]. أمّا بالنسبة لمجموعة الحموض الدهنيّة المشبعة، ممثّلة بحمضي البالميتيك والستياريك، فقد كان الارتباط فيها بين هذين الحمضين ضعيفاً جداً (0.03)، وبذلك لا يُتوقّع أن يتميّز الأفراد ذوو النسب العالية من حمض البالميتيك بنسب عالية من حمض الستياريك والعكس. وقد وُجد أن ارتفاع نسبة الحموض المشبعة مرتبطة بارتفاع نسبة حمض البالميتيك على وجه الخصوص (0.86)، والذي يرتبط بشكل عكسيّ قويّ بمجموع الحموض غير المشبعة (0.90−)، على عكس حمض الستياريك الذي لم يُبدِ أيّ ارتباطات قويّة بباقي الحموض الدهنية ومجموعاتها، من ناحية أخرى، لا ترتبط نسبة الزيت بنسب الحموض الدهنية بشكل عام، حيث كانت أعلى قيمة (0.41) مع حمض اللينولييك، ما يعني أنّه لا يمكن التنبّؤ بأيّ زيادة أو انخفاض في نسب الحموض الدهنية بناء على زيادة أو انخفاض نسب الزيت في الأفراد، وقد أكّدت إحدى الدراسات جانباً من هذه النتيجة، حيث توصّلت أيضاً إلى عدم وجود ارتباط بين محتوى الزيت ونسبة حمض الستياريك فيه [21].

جدول 1: نسب الزيت والحموض الدهنية في بذور سلالات دوّار الشمس المدروسة.

السلالات	نسبة الزيت	حمض الأوليك	حمض اللينولييك	الحموض غير المشبعة	حمض البالميتيك	حمض الستياريك	الحموض المشبعة
1	35.8	39.37	42.75	82.12	4.58	13.29	17.87
2	28.5	54.06	26.2	80.26	9.15	10.59	19.74
3	31.9	55.78	28.35	84.13	6.87	9	15.87
4	23.5	48.84	28.31	77.15	10.78	12.07	22.85
5	41.8	39.54	45.74	85.28	7.04	7.68	14.72
6	42.7	55.28	33.64	88.92	5.67	5.41	11.08
7	34.4	58.12	30.37	88.49	2.92	8.59	11.51
8	38.6	50.74	38.79	89.53	3.42	7.04	10.46
9	37.2	35.73	38.17	73.9	18.47	7.62	26.09
10	40.5	47.73	40.3	88.03	4.54	7.43	11.97
11	25.6	45.99	42.25	88.24	7.38	4.38	11.76
12	35.7	58.89	26.07	84.96	7.56	7.48	15.04
13	35	51.49	33.2	84.69	7.18	8.13	15.31
14	31.9	50.25	34.44	84.69	5.55	9.76	15.31
المتوسط	34.51	49.66	34.90	84.56	7.22	8.46	15.68

جدول 2: قيم ارتباط بيرسون Pearson بين نسب الزيت والحموض الدهنية.

	نسبة الزيت	أوليك	لينولييك	غير المشبعة	بالميتيك	ستياريك	المشبعة
نسبة الزيت	1.00						

أولييك	−0.14	1.00					
		−					
لينولييك	0.41	0.77	1.00				
غير المشبعة	0.38	0.41	0.28	1.00			
		−	−				
بالميتيك	−0.22	0.51	0.10	−0.90	1.00		
		−	−				
ستياريك	−0.34	0.06	0.24	−0.43	0.03	1.00	
		−	−				
المشبعة	−0.36	0.46	0.21	−0.98	0.86	0.54	1.00

يسمح تحليل التماثل والعناقيد في مثل هذه الدراسة بتحديد السلالات المتشابهة والمختلفة مع تقدير درجة هذا التشابه أو الاختلاف، وذلك لثلاثة أهداف رئيسية:

1- الاصطفاء المباشر لسلالات ذات خصائص مميّزة، مختلفة عن باقي السلالات (جدول 3، شكل 1).

2- اختيار آباء متباعدين من أجل برامج التهجين التي قد تتجه نحو تربية النبات والتحسين الوراثي عن طريق الاصطفاء ضمن أفراد النسل الناتج، أو نحو إنشاء خرائط وراثية والكشف عن مواقع وراثية لصفات ذات أهمية بواسطة التحليل الجزيئي وأخذ القياسات المناسبة للآباء والنسل [15].

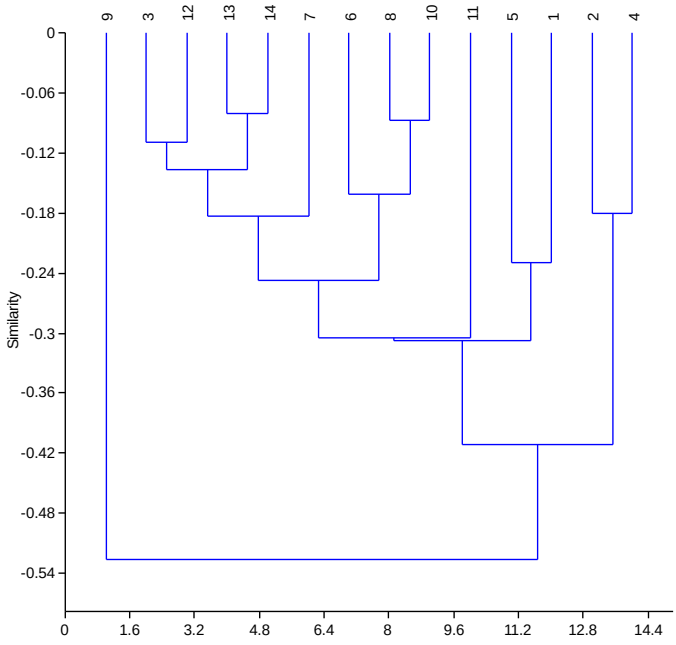
3- الكشف عن السلالات المتشابهة بدرجة عالية كي تكون بدائل عن بعضها في الصفات المدروسة، وذلك في حال استلزم الأمر استبدال سلالة بأخرى بناء على صفات غير مرغوب فيها كأن تكون إحدى السلالات المختارة لعمليات التهجين ذات إنتاجية منخفضة أو حسّاسة لبعض الإجهادات الحيوية أو اللاحيوية.

تراوحت قيم التماثل بين 0.08 (13 و14) و0.64 (7 و9)، ما يعني تماثلاً شديداً بين السلالتين 13 و14 وبعداً واضحاً بين 7 و9. وبشكل عام كانت السلالة 9 الأكثر بعداً عن باقي السلالات كما تشير قيم التماثل والعناقيد، وتجدر الإشارة إلى كونها الأكثر احتواء على حموض دهنية مشبعة، وبالتحديد حمض البالميتيك، كما أنّها الأقل احتواء على حموض دهنية غير مشبعة (جدول 3، شكل 1).

بناء على هذه النتائج يمكن اختيار السلالة 9 باعتبارها سلالة غنية بالحموض البالميتيك يمكن توجيه الزيت المستخلص من بذورها نحو صناعات غذائية تحتاج إلى صلابة المواد الدهنية، كالزبدة النباتية والمثلّجات وغيرها. كما يمكن اختيارها أيضاً كأحد الآباء في برامج التهجين لبعدها عن باقي السلالات كما سبق ذكره. يخضع اصطفاء الآباء للهدف المنشود من التهجين، حيث يتمّ اختيار الصفات المرغوبة في أحد الأبوين والبحث عن نقيضها وما يكمّلها من صفات زراعية أو غذائية في السلالات الأخرى.

جدول 3: قيم التماثل بين السلالات المدروسة وفق دليل Gower.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0.00													
2	0.39	0.00												
3	0.33	0.17	0.00											
4	0.43	0.18	0.32	0.00										
5	0.23	0.49	0.34	0.57	0.00									
6	0.42	0.44	0.28	0.59	0.31	0.00								
7	0.37	0.34	0.17	0.49	0.39	0.19	0.00							
8	0.31	0.47	0.32	0.57	0.26	0.15	0.19	0.00						
9	0.49	0.51	0.55	0.46	0.43	0.62	**0.64**	0.54	0.00					
10	0.25	0.47	0.32	0.55	0.18	0.17	0.22	0.09	0.50	0.00				
11	0.35	0.45	0.36	0.49	0.30	0.29	0.34	0.25	0.60	0.21	0.00			
12	0.37	0.23	0.11	0.41	0.32	0.25	0.17	0.29	0.55	0.29	0.38	0.00		
13	0.27	0.25	0.11	0.37	0.23	0.22	0.18	0.21	0.46	0.21	0.30	0.12	0.00	
14	0.23	0.24	0.11	0.34	0.28	0.27	0.21	0.24	0.51	0.23	0.30	0.20	**0.08**	0.00



شكل 1: شجرة عناقيد السلالات المدروسة باستخدام قيم التماثل ودليل Gower على برنامج Past.exe.

5- الاستنتاجات والتوصيات:

- تراوحت نسب الزيت بين 23.5% و 42.7% لدى السلالتين 4 و6 على التوالي.
- سُجّلت أعلى نسبة من حمض الأوليك في زيت بذور السلالة 12 (58.89%)، كما سُجّلت أعلى نسبة لحمض اللينولييك لدى السلالة 5 (45.74%).
- سُجّلت أعلى نسبة حموض دهنية غير مشبعة لدى السلالة 8 (89.53%)، التي تحوي أدنى نسبة من الحموض الدهنية المشبعة (10.46%).
- سُجّلت أعلى نسبة من الحموض الدهنية المشبعة لدى السلالة 9 (26.09%)، حيث كانت نسبة حمض البالميتيك (18.47%).
- أعلى نسبة لحمض الستياريك وُجدت في بذور السلالة 1 (13.29%).

– تمثّل السلالة 6 خياراً جيّدا لإنتاج زيوت ذات خصائص غذائية مرغوبة وسيولة مطلوبة.

– تمثّل السلالة 9 أفضل خيار لإنتاج زيوت موجهة نحو صناعات غذائية تتطلّب صلابة نسبية للمواد الدهنية.

6- المراجع:

1-Akkaya M R, 2018, Fatty acid compositions of sunflowers (*Helianthus annuus* L.) grown in east Mediterranean region, La Rivista Italiana Dell Sostanze Grasse, Vol. 4. 239-247

2-Balafoutis A T, Papageorgiou E, Dikopoulou Z, Fountas S, and G. Papadakis G 2014, Sunflower oil fuel for diesel engines: an experimental investigation and optimum engine setting evaluation using multi-criteria decision making approach. International Journal of Green Energy, Vol. 11. 642–673

3-Ebrahimian E, Seyyedi S M, Bybordi A, Damalas C A, 2019, Seed yield and oil quality of sunflower, safflower, and sesame under different levels of irrigation water availability. Agric. Water Manage, Vol. 218. 149–157

4- FAO 2022. FAOSTAT: FAO Statistical Database. Retrieved July 2.

5-Gallais A 2009, Hétérosis et variétés hybrides en amélioration des plantes. INRA, Editions Quæ, France, 353.

6-Gandova V, Teneva O, Petkova Z, Iliev I, Stoianova A. 2024, Lipid composition and physicochemical parameters of unrefined sunflower oil. BIO Web of Conferences, 122, 1009.

7-Grossmann L, McClements D. J. 2021, The Science of Plant-Based Foods: Approaches to Create Nutritious and Sustainable Plant-Based Cheese Analogs. Trends Food Sci. Technol, Vol.118. 207–229

8-Harwood J L, 1996, Recent advances in the biosynthesis of plant fatty acids. Biochim. Biophys. Acta, Vol.1301. 7-56

9-Harun M, 2019, Fatty Acid Composition of Sunflower in 31 Inbreed and 28 Hybrid. Biomed J Sci & Tech Res| BJSTR. MS, Vol. 16. Iss. 3.

10-Hassan Q, Araibi A, Shather A, Mohammed M, Abdulkhaleq Alalwan H, 2024, The Impact of Utilizing Waste Sunflower Oil as a Biodiesel Blend on Four-Stroke Engine Performance and Emissions, Designs, Vol. 8, 38.

11-Hosni T, Abbes Z, Abaza L, Medimagh S, Ben Salah H, Kharrat M, 2022, Biochemical characterization of seed oil of Tunisian sunflower (*Helianthus annuus* L.) accessions with special reference to its fatty acid composition and oil content, J. Food Qual., 1–8.

12- Hunter JE, Zhang J, Kris-Etherton, PM, 2010, Cardiovascular disease risk of dietary stearic acid compared with trans, other saturated, and unsaturated fatty acids: a systematic review, Am J Clin Nutr, Vol. 91. 46–63

13-Li Z, Xiang F, Huang X , Liang M, Ma S, Gafurov K, Gu f, Guo Q, Wang Q, 2024, Properties and Characterization of Sunflower Seeds from Different Varieties of Edible and Oil Sunflower Seeds, Foods, Vol. 13. 1188

14-Malunjkar B, Lokhande R, Sanjay Chitodkar S, 2024, The Significance of Sunflower in Ecology and Agriculture, AgroScience Today, Vol. 5 Iss. 3.0811 – 0813

15-Mokrani L, Gentzbittel L, Azanza F, Fitamant L, Al-Chaarani G, Sarrafi A, 2002, Mapping and analysis of quantitative trait loci for grain oil content and agronomic traits using AFLP and SSR in sunflower (*Helianthus annuus* L.), Theor. Appl. Genet. Vol. 106. 149–156

16-Nakonechna K, Ilko V, Berˇcíková M , Vietoris V, Panovská Z, Marek Doležal M, 2024, Nutritional, Utility, and Sensory Quality and Safety of Sunflower Oil on the Central European Market. Agricultur, Vol.14. 536

17-Puttha R, Venkatachalam K, Hanpakdeesakul S , Wongsa J, Parametthanuwat T, Srean P, Pakeechai K, Narin Charoenphun N, 2023, Exploring the Potential of Sunflowers: Agronomy, Applications, and Opportunities within Bio-Circular-Green Economy, Horticulture, Vol. 9. 1079

18-Romanic R S and Luzaic T Z, 2022, Dehulling effectiveness of high-oleic and linoleic sunflower oilseeds using air-jet impact dehuller: a comparative study, Food Sci. Technol, Campinas, Vol. 42. 58620.

19-Rozhon W, Ramirez V E, Wieckhorst S, Hahn V, Poppenberger B, 2023, Generation of high oleic acid sunflower lines using gamma radiation mutagenesis and highthroughput fatty acid profiling Wilfried, Front. Plant Sci. 14:1138603.

20- Salas J J, Bootello M A, Martínez-Force E, Calerón M V, Garcés R, 2021, High stearic sunflower oil: Latest advances and applications, Oilseeds & fats Crops and Lipids, 28, 35

21-Velasco L 2007, Relationships between seed oil content and fatty acid composition in high stearic acid sunflower. Plant Breeding 126(5):503 - 508