تقدير قوّة الهجين والقدرة على التوافق لبعض الصفات الكيميائية لعدة أصناف من التبغ (*Nicotiana tabacum* L.)

م. قمر محمد صوفان* أ. د. بولص خوري** د. نزار معلا***

(الإيداع: 21 آب 2023، القبول: 15 تشرين الثاني 2023)

الملخص:

نُفذَ البحث خلال الأعوام 2021- 2023 م في مشتل كلية الزراعة في جامعة تشرين- اللاذقية- سورية، حيث تم في الموسم الأول تقييم ثلاثة أصناف من التبغ *Nicotiana tabacum* L. كآباء وهي (بريليب (G_1) وبصما (G_2) والبلدي (G_3)) باعتماد طريقة التهجين نصف التبادلي (Half Diallel mating).

زرعت الهجن (F_1) المتحصل عليها والبالغة ثلاثة هجن في الموسم الثاني مع آبائها وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبواقع ثلاثة مكررات بهدف تقدير قوة الهجين لمتوسط الأبوين والأب الأفضل والقدرة العامة (G.C.A) والخاصة (S.C.A) على التوافق وتحديد الفعل المورثي المسيطر لصفة محتوى الأوراق من: الكلوروفيل، الكاروتينات، الفوسفور والفينولات.

أظهرت تقديرات القدرة على التوافق مساهمة كلٍّ من الفعلين الوراثيين الإضافي واللاإضافي في وراثة هذه الصفات، وفي هذا السياق حققت نسبة تباين القدرة العامّة على التوافق إلى تباين القدرة الخاصّة على التوافق قيمة أكبر من الواحد لجميع الصفات المدروسة.

كان الأب G_1 المتآلف العام الأفضل لصفتي محتوى الأوراق من الكلوروفيل والكاروتينات، في حين كان الأب G_3 المتآلف العام الأفضل لصفة محتوى الأوراق من الفينولات يليه الأب G_2 لكلٍّ من صفتي محتوى الأوراق من الفوسفور والفينولات.

أبدى الهجين $G_1 \times G_3$ أعلى قدرة خاصة لكلٍّ من صفتي محتوى الأوراق من الكلوروفيل والكاروتينات، كما أعطى الهجين $G_1 \times G_2$ أقل نسبة من الفوسفور في أوراقه، بينما أبدى الهجين $G_2 \times G_3$ أعلى قدرة خاصة لصفة محتوى الأوراق من الفينولات، وترافق ذلك مع قوة هجين عالية المعنوية مرغوبة للصفات المدروسة.

الكلمات المفتاحية: تبغ، قوّة الهجين، القدرة على التوافق، الفعل المورثي.

* طالبة دراسات عليا (دكتوراه)، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

** أستاذ في قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

*** مدرس في قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

Estimation the heterosis and combining ability for some chemical characteristics of different tobacco varieties (*Nicotiana tabacum* L.)

Qamar Mohammad Sufan* **Boulus Khoury**** **Nizar Moalla*****

(Received: 21 August 2023, Accepted: 15 November 2023)

Abstract:

The experiment was carried out during the two seasons in the years 2021-2023 in a nursery at the Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria, In the first season the three tobacco parents (*Nicotiana tabacum* L.) (Prilep (G_1), Basma(G_2), and Baladi (G_3)) were evaluated. A half-diallel mating design was made between different genotypes of tobacco.

The F_1 hybrids were planted with their parents according to a randomized complete block design with three replicates, to estimate the heterosis for the average parent and the best parent, and the general (G.C.A) and specific (S.C.A) combining ability, and nature of gene action for: Chlorophyll, carotenoids, phosphorus and phenols.

Genetic analysis showed the importance of additive and dominant effects on the heredity of all characteristics. The variance ratio of general combining ability to specific combining ability was greater than 1 for all studied traits.

The G_1 parent exhibited a highest GCA for Chlorophyll and Carotenoids Content. However, the G_3 parent exhibited a highest GCA for Poly Phenoles content, followed by G_2 parent for Phosphorus and Poly Phenoles content.

The hybrid $G_1 \times G_3$ exhibited the highest SCA for Corophyll and Carotenoids Content, while the $G_1 \times G_2$ exhibited the lower percentage of phosphorus content in leaves. However, the $G_2 \times G_3$ exhibited the highest SCA for Phenoles content, with the highest values for heterosis for the studied characteristics.

Keywords: Tobacco, Heterosis, combinig ability, gene action.

* Postgraduate student - (Ph.D) - in the Department of Crops- College of Agricultural engineering - Tishreen University.

** Ph.D in the Department of Crops, Faculty of Agricultural engineering - Tishreen University - Lattakia – Syria

*** Ph.D in the Department of Crops, Faculty of Agricultural engineering - Tishreen University - Lattakia – Syria

1- المقدمة:

تضـم الفصـيلة الباذنجانيّة (Solanaceae) العديد من المحاصـيل الزراعيّة المهمّة، منها: البندورة، والفليفلة، والبطاطا، والباذنجان، إضافةً إلى التبغ المستخدم بوصفه مادة نباتيّة في البحث الحالي (Bally وزملاؤه، 2021).

يُعد التبغ من المحاصـيل التّي تلعب دوراً هامّاً في دخل الدّول المنتجة له واقتصـادها، إذ تُعد الإيرادات المكتسـبة من هذه الصـناعة جزءاً مهمّاً من الدخل القومي الحالي (Farrokh و Farrokh، 2012)، إضـافةً إلى دوره في تأمين فرص عمل لكثير من المهندسين والعمّال والفنيّين.

يُزرع التبغ (*Nicotiana tabacum* L.) لغرض أساسي وهو الحصول على أوراقه التي تدخل في إنتاج السجائر والسيجار (Regassa و Chandravanshi، 2016)، للاسـتفادة من النيكوتين الموجود في الأوراق، والذي يُعد الغرض الأسـاسـي لزراعة التبغ، إذ تدخل أوراق التبغ الجافّة في صناعة المنتجات التدخينيّة المختلفة (Nanda وزملاؤه، 2019).

يُزرع التبغ على مساحة تقارب 4.2 مليون هكتار، موّزعة على أكثر من 120 دولة حول العالم (Sierro وزملاؤه، 2014)، وتُعد الصين البلد الرئيسي المنتج للتبغ عالمياً، تليها الهند والبرازيل وزيمبابوي (Gong وزملاؤه، 2016)

يتصـدّر القطر العربي السـوري قائمة الدول العربيّة المنتجة للتبغ، وقطعت زراعته شـوطاً كبيراً في سـورية، وانتشـرت زراعته منذ بداية القرن الماضي، إذ أولّت الدولة زراعته أهميّة خاصـة، فتم إحداث المؤسسة العامة للتبغ التابعة لوزارة الصناعة في سـورية (General Organization of Tobacco-G.O.T)، والتي تشـرف على زراعته وتسـويقه أيضـاً من المناطق المختلفة ضمن القطر (Ahmad و Ahmad، 2015).

تعرف تربيّة النبات بأنها عمليّة تحسين مسـتمر للمحاصـيل الحقلية، عن طريق اسـتخدام مبادئ تربية النبات وأدوات التقانة الحيوية بشـكل فعّال من قبل مربيّ النباتات، من خلال إدخال التنوع الوراثي للمحاصـيل المسـتنبطة، ما ينعكس إيجاباً على المنتجات الجديدة، لذلك يعمل المربّون بشـكل وثيق مع المزارعين وكذلك المسـتهلكين، لفهم ومعرفة تفضـيلاتهم وأولوياتهم، وبالتالي تصميم وتنفيذ استراتيجيات تربية شاملة، لتلائم جميع أصحاب المصلحة من خلال استنباط أصناف محسّنة جديدة (Tiwari وزملاؤه، 2023).

يعتمد إنتاج الهجن التجارية F_1 على الآباء الداخلة في استنباط هذه الهجن ومعرفة مدى قدرتها على التوافق، والتي تُعد من أهم طرائق تقييم الآباء، ويمكن تقديرها من خلال الآباء الداخلة في برامج التهجين التبادلي، وبذلك يمكن تقدير مكونات التباين العائدة لها، ومعرفة الفعل المورثي المسـؤول عن توريث الصـفات، وبالتالي تحديد طرائق التربيّة الملائمة للمجتمع النباتي، وقد تم تطبيقها بالفعل من قبل الباحثين (Seyoum وزملاؤه، 2016؛ Salami و Agbowuro، 2016).

يتم تقدير القدرة على التوافق بطريقتين، هما: القدرة العامّة على التوافق للآباء G.C.A والقدرة الخاصّة على التوافق للهجن S.C.A، إذ يتكّون تباين القدرة العامّة على التوافق بشـكل أسـاسـي من التباين الوراثي الإضـافي، في حين أنّ تباين القدرة الخاصّة على التوافق يتكون بشكل أساسي من التباين الوراثي غير الإضافي (Patil وزملاؤه، 2018).

يعتمد اختيار الآباء في برامج التهجين على وجود تباينات في صفات مختلفة، وبيّنت النتائج السابقة أنَّ الآباء المتباعدة وراثيّاً، مؤهلّة لإعطاء هجن متفوّقة، ويعتمد تحسين المحصول بالدرجة الأولى على التباين الوراثي المتوفر في الآباء، لذا فإنَّ تقييم المادّة الوراثيّة يشكل حجر الأساس في برنامج التهجين، بفضل تحديد الطرز الوراثيّة المتفوقة لجميع صفاتها في الهجن وأجيالها الانعزالية، بغية إجراء انتخاب موجّه والوصول إلى أنماط وراثية متفوقة في صفاتها الإنتاجية والنوعية وهذا يتوافق مع معطيات (Muehlbauer, 1991).

2- أهداف البحث:

يهدف البحث إلى تحديد أفضل الآباء المدروسة والمتميزة بقدرتها العامّة على التوافق لاستخدامها كآباء في برامج التهجين لمحصول التبغ، وأفضل الهجن المتميزة بقدرة خاصّة على التوافق وحاملة لقوّة هجين معنوية ومرغوبة ليتم استثمارها في برامج التربية المستقبلية من خلال الانتخاب، بالاعتماد على تحديد الفعل المورثي المتحكم بوراثة الصفات المدروسة.

3- المواد وطرائق البحث:

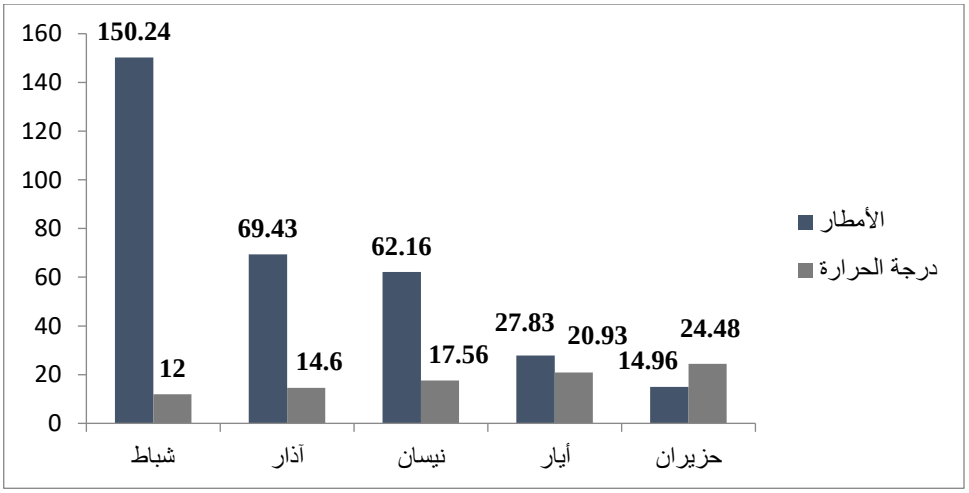
3-1- المادة النباتية المستخدمة:

استُخدم في هذا البحث ثلاثة أصناف من التبوغ الشرقية ذات منشأ وراثي وجغرافي متباعد، تمَّ الحصول عليها من المؤسسة العامّة للتبغ في جب حسن- اللاذقية- سورية.

- **صنف البريليب Prilep (G_1):** صنف عطري، يوغسلافي المنشأ، الأوراق موزعة على الساق بكثافة مختلفة فالأوراق العليا أشدها كثافة، أما الأوراق الوسطى فأكثرها تباعداً، يمتاز بعطره ومذاقه الحلو المستحب.
- **صنف البصما Basma (G_2):** صنف عطري، يوناني المنشأ، يمتاز هذا الصنف بعطره المميز ومذاقه الحلو المستساغ، ويعد من أجود التبوغ في العالم، ويدعي ملك التبوغ.
- **صنف البلدي- شك البنت Baladi (G_3):** صنف قوي، محلي، يمتاز بمذاقه الخاص والمميز، وبقوة تدخين فيزيولوجية ظاهرة جداً.

3-2- موقع الزراعة:

نُفّذَ البحث خلال الأعوام 2021- 2023م في مشتل كلية الهندسة الزراعية في جامعة تشرين، وذلك بتحضير الأرض جيداً قبل الزراعة بإجراء الحراثة الخريفية المناسبة على عمق (25) سم، وإجراء حراثة في الربيع بمعدل مرتين لتنعيم التربة وتكسير الكتل الترابية، والقيام بعمليات العزيق، والري، والخف، وتمَّ تقدير المعطيات المناخيّة من حرارة وهطول مطري وفقاً لمحطة أبحاث اللاذقية (بوقا)، كما هو موضّح في المخطط رقم (1)، وكانت درجات الحرارة والهطول مطري مناسبة لنمو نبات التبغ وتطوره.



المخطط رقم (1). يبّين متوسط درجات الحرارة والأمطار لعام 2022

تمَّ إجراء كافة التحاليل في مخابر كلية الهندسة الزراعية في جامعة تشرين، ومخابر مركز أبحاث التبغ في اللاذقية التابع للمؤسسة العامة للتبغ في القطر العربي السوري.

3-3- طريقة الزراعة:

- العام الزراعي الأوّل (2021): خُطِّطت الأرض جيداً للبدء بعمليّة الزراعة بثلاثة قطع تجريبية بواقع ستّة خطوط لكل قطعة تجريبيّة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (Randomized Complete Block Design)، بمعدّل خطين من كلِّ أب، طول الخط (7.5) م، المسافة بين الخطوط (50) سم، والمسافة بين النباتات على الخط الواحد (50) سم، حيث شتّلت الآباء في الأرض الدائمة بعد أن وصلت إلى ارتفاع حوالي 7سم، وبلغ عدد أوراقها 5-6 أوراق، وذلك في أوائل نيسان وبفارق زمني (7) أيام بين موعد زراعة كلِّ قطعة تجريبية لاستكمال دائرة التهجينات.

خُصيت النباتات المستخدمة كأم من كلِّ صنف يدوياً، ولُقّحتْ بالأب المحدد، وغُطّيت بعدها بأكياس العزل الورقية، وذلك لإجراء التهجينات المباشرة دون التهجينات العكسية، وفقاً لنظام التلقيح نصف التبادلي (Half Diallel Design)، كما هو موضّح في الجدول (1)؛ بهدف إجراء التلقيح الذاتي ومنع حدوث تلقيح خلطي.

غُطِّيتْ النباتات المحددة قبل الإزهار بأكياس العزل لمنع حدوث تلقيح خلطي مع نباتات تبغ مجاورة، كما عُزلت بعض نباتات الآباء عَبْرَ تغطيتها بأكياس العزل لإتمام عملية التلقيح الذاتي، ومنع حدوث التلقيح الخلطي (Wang وزملاؤه، 2021).

الجدول رقم (1): نظام التلقيح نصف التبادلي لأصناف التبغ المختبرة

الآباء	G_1	G_2	G_3
G_1	$G_1 \times G_1$	$G_2 \times G_1$	$G_3 \times G_1$
G_2	–	$G_2 \times G_2$	$G_3 \times G_2$
G_3	–	–	$G_3 \times G_3$

جُمعت في نهاية موسم النمو بذور الأصناف الأبوية الملقّحة ذاتيّاً والبذار الناتجة عن التهجينات المختلفة كلٍّ على حدة لزراعتها وتقييمها في الموسم الثاني.

- وبذلك يكون عدد الهجن الناتجة (Crosses) حسب (Singh وChaudhary، 1985):

$$Crosses = n(n-1)/2 = 3(3-1)/2 = 3$$

حيث، n: عدد الأصناف المستخدمة في الدراسة.

- أما عدد الطرز الوراثيّة الكليّة المختبرة مساوياً:

$$Genotypes = n(n+1)/2 = 3(3+1)/2 = 6$$

- العام الزراعي الثاني (2022): زُرعت نباتات الجيل الأول F_1 للهجن المختلفة التّي حصلنا على بذارها من الموسم الزراعي السابق في منتصف آذار إضافة للبذار الناتجة عن التلقيح الذاتي للآباء، وفقاً لتصميم القطاعات الكاملة العشوائية (Randomized Complete Block Design)، بثلاثة مكررات بواقع ستّة خطوط، شغل كل طراز وراثي ضمن المكرر الواحد خطّاً بطول 7.5م، وأحيطت التجربة بخطوط حارسة Border من نباتات الآباء.

- **الخصائص والصفات المدروسة:**

سجلت قراءات الصفات المدروسة على عشر نباتات محاطة، وفي الموعد الأمثل لها من مراحل نمو المحصول (مرحلة النضج الفني للأوراق)، حيث دُرست الخصائص والصفات الآتية:

1. محتوى الأوراق من الكلوروفيل Chlorophyll Content (ميكروغرام/غ وزن رطب)

2. محتوى الأوراق من الكاروتينات Carotenoids Content (ميكروغرام/غ وزن رطب):

تمَّ تقدير محتوى الأوراق من الكلوروفيل والكاروتينات بسحق عينات معروفة الوزن (حوالي 100 ملغ) من أوراق التبغ الخضراء في الأسيتون النقي، ومن ثم قياس الامتصاص الضوئي للمستخلص باستخدام جهاز Spectrophotometer على أطوال الموجات 470، 645 و662 نانومتر، ومن ثمَّ تقدير المحتوى من الكلوروفيل والكاروتينات (Lichtenthaler, 1987).

3. محتوى الأوراق من الفوسفور Phosphorus Content (%):

حُضر مستخلص من أوراق التبغ الجافة المطحونة بوزن 200 ملغ بعد ترميد العينات وترشيحها وإكمال الحجم إلى 100 مل ماء مقطر، يضاف 2 مل من محلول مولبيدات الأمونيوم 2.5% وثلاث نقط من كاشف كلوريد القصديروز ويرّج جيداً، ويترك لمدة 10 دقائق حتى ظهور اللون الأزرق، ليتمم المحلول بعدها إلى 100 مل بحمض الكبريت الممدد، وتؤخذ القراءات على طول الموجة 680 نانومتر.

4. محتوى الأوراق من عديدات الفينول Poly Phenoles Content (ميكروغرام/غ وزن رطب):

تم تحضير الفينول الكلي باستعمال طريقة Folin–Ciocalteu (Li وزملاؤه، 2007)، حيث سُحق 100 ملغ من أوراق التبغ الخضراء في 1 مل من الميثانول عالي النقاوة، ومن ثم أخذ 200 ميكروليتر من مستخلص العينة النباتية ويضاف لها 1 مل من محلول كاشف فولين المخفف 10 مرات، ترج الأنابيب وتحفظ في درجة حرارة المخبر لمدة 4 دقائق، وبعدها يضاف لها 800 ميكروليتر من محلول كربونات الصوديوم (75 غ/ل)، وتحفظ في درجة حرارة المختبر لمدة ساعتين، تم قياس الامتصاص الضوئي باستخدام جهاز Spectrophotometer على طول موجة 765 نانومتر.

- **التحليل الإحصائي Statistical Analysis:**

تم جمع البيانات لكافة القراءات المدروسة وتبويبها باستخدام برنامج Excel، وإجراء التحليل الإحصائي للمؤشرات الإحصائية باستخدام برنامج M–Stat باستخدام الطريقة الثانية $Method_2$ الموديل الأول $Model_1$ (Griffing, 1956).

تتضمن التحاليل الإحصائية ما يلي:

- **تحليل التباين ومقارنة المتوسطات Analysis of Variance And Compare Means:**

قُدرت الإحصاءات الوصفية مثل الخطأ القياسي Standard Error، المدى Range وحساب F، تبعاً لتصميم القطاعات الكاملة العشوائية (R.C.B.D) وسيتم مقارنة المتوسطات باستخدام أقل فرق معنوي L.S.D.

- **قوّة الهجين Heterosis:**

قُدّرت قوّة الهجين لكلِّ صفة كنسبة مئوية قياساً بمتوسط الأبوين وأفضلهما (Fehr, 1993).

أ. قوّة الهجين قياساً بمتوسط الأبوين:

$$H_{MP}= (F_1–MP / MP)\times 100$$

حيث، H_{MP}: قوّة الهجين قياساً بمتوسط الأبوين.

F_1: متوسط الجيل الأول.

MP: متوسط الأبوين، ويحسب من المعادلة: $(P_1 + P_2)/ 2$.

ب. قوّة الهجين قياساً إلى أفضل الأبوين.

$$H_{BP}= (F_1–BP / BP)\times 100$$

حيث، H_{BP}: قوّة الهجين قياساً إلى أفضل الأبوين.

F_1: متوسط الجيل الأول.

BP: متوسط أفضل الأبوين.

تمَّ تقدير معنوية قوّة الهجين قياساً بمتوسط الأبوين وأفضلهما، وفق اختبار L.S.D تبعاً للباحثين (Steel وTorrie، 1980).

- **القدرة على التوافق Combining Ability:**

حُسبَ متوسط مجموع مربعات انحرافات كلٍّ من القدرة العامة على التوافق (G.C.A)، والقدرة الخاصة على التوافق (S.C.A) وتأثيرات كل منهما، وحساب مكونات التباين المختلفة باستخدام (Method 2 – Model 1) للعالم (Griffing, 1956):

أ. مجموع مربعات الانحراف للقدرة العامة على التوافق:

$$\text{S.S. due to GCA}=1/\ n+2\ [\sum (yi + yij)^2 - (4/\ n\ (y)^2]$$

حيث، n: عدد الأصناف الأبوية.

$\sum y_i^2$: مجموع مربعات متوسطات الصفة في هجن الأب i.

y^2: مربع المجموع الكلّي.

ب. مجموع مربعات الانحراف للقدرة الخاصة على التوافق:

$$\text{S.S. due to SCA} = \sum \sum y_{ij}^2 - (1/\ n+2)\ [\sum (y_i + yij)^2] + [2/\ (n+1)(n+2)]\ y^2$$

$\sum y_{ij}^2$: مجموع مربعات متوسط كل هجين.

- **نسبة تباين القدرة العامّة إلى تباين القدرة الخاصّة $\sigma^2_{GCA}/\ \sigma^2_{SCA}$:**

وهو مقياس يحدد نسبة التباين المحسوب للقدرة العامّة إلى القدرة الخاصّة على التوافق أي نسبة مساهمة كلٍّ من الفعلين المورثيين الإضافي وغير الإضافي في وراثة الصفات المدروسة، كما يلي:

σ^2 GCA/ σ^2 SCA >1: يدل على سيطرة الفعل المورثي الإضافي على توريث هذه الصفة.

σ^2 GCA/ σ^2 SCA <1: يدل على سيطرة الفعل المورثي غير الإضافي (السيادي والتفوق) على توريث هذه الصفة.

σ^2 GCA/ σ^2 SCA =1: يدل على مساهمة كلٍّ من الفعلين المورثيين الإضافي وغير الإضافي على توريث هذه الصفة بشكل متساوٍ.

- **درجة السيادة Degree of Dominance:**

تعتمد لقياس سيادة كل من المورثات المتحكمة في الصفة في أحد الآباء على المورثات التي توجد في الأب الآخر، وتحسب وفقاً للعالم (Falconer, 1981) حسب المعادلة التالية:

$$\bar{a} = \sqrt{(2VD/VA)}$$

حيث، $\bar{a}$: درجة السيادة، VD: التباين السيادي، VA: التباين الإضافي (التباين الناجم عن المورثات ذات الأثر التجميعي).

4- النتائج والمناقشة Results and Discussion:

1. محتوى الأوراق من الكلوروفيل Chlorophyll Content in Leaves (ميكروغرام/غ وزن رطب):

1.1. تحليل التباين ومقارنة المتوسطات Analysis of variance and compare means:

توضّح نتائج تحليل التباين في الجدول (2) وجود تباين عالي المعنوية بين الآباء لصفة محتوى الأوراق من الكلوروفيل، ما يدل على التباعد الوراثي بين هذ الآباء بالنسبة لهذه الصفة، وتوافقت هذه النتيجة مع نتائج (Ahmed وزملاؤه، 2019)، وبالتالي انعكاسها على الهجن نصف التبادلية التي اختلفت معنوياً فيما بينها.

وجدت فروق معنوية بين الآباء (G_1، G_2 وG_3)، وتراوحت المتوسطات الموضّحة في الجدول (3) من (527) ميكروغرام/غ وزن رطب للأب (G_2) إلى (985.333) ميكروغرام/غ وزن رطب للأب (G_1)، إذ حقّق الأب G_1 أعلى قيمة لصفة محتوى الأوراق من الكلوروفيل متفوقاً بذلك على باقي الآباء وعلى المتوسط العام للصفة البالغة قيمته (765.33) ميكروغرام/غ وزن رطب، وكانت الفروق معنوية بين الهجن الثلاثة، التي تراوحت متوسطاتها من (577.666) ميكروغرام/غ وزن رطب للهجين

(G_2G_3) إلى (1093) ميكروغرام/غ وزن رطب للهجين (G_1G_3) محقّقاً لأعلى نسبة من الكلوروفيل في أوراقه، إذ حقق الهجين (G_1G_3) أعلى قيمة لصفة محتوى الأوراق من الكلوروفيل متفوقاً أيضاً على باقي الهجن وعلى المتوسط العام للصفة البالغة قيمته (768.222) ميكروغرام/غ وزن رطب.

1.2. قوّة الهجين Heterosis:

أعطى الهجين (G_1G_3) قيمة عالية المعنوية ومرغوبة لقوّة الهجين بالنسبة لصفة محتوى الأوراق من الكلوروفيل، بينما أعطى الهجينين (G_1G_2) و(G_2G_3) قوة هجين لا معنوية سلبيّة (غير مرغوبة) قياساً بمتوسط الأبوين وأفضلهما.

تراوحت متوسطات قوة الهجين قياساً بمتوسط الأبوين الموضّحة في الجدول (4) من (16.156−)% للهجين (G_1G_2) إلى (23.572)% للهجين (G_1G_3)، وتراوحت متوسطات قوّة الهجين بالنسبة إلى أفضل الأبوين من (35.656−)% للهجين (G_1G_2) إلى (10.926)% للهجين (G_1G_3).

1.3. القدرة على التوافق Combining Ability:

تشير نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق الموضّحة في الجدول (2) إلى وجود تباين عالي المعنوية لكلٍّ من القدرة العامّة G.C.A والقدرة الخاصّة S.C.A على التوافق، ما يشير إلى أهميّة كلٍّ من الفعلين المورثيين الإضافي واللاإضافي في وراثة هذه الصفة، وهذا يتّفق مع ما أشارت إليه دراسة (Bharathi وزملاؤه، 2020).

بلغت النسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ الموضّحة في الجدول (5) قيمة بلغت (1.249)، إذ كانت قيمة تباين الفعل المورثي الإضافي (42735.73)، وبلغ تباين الفعل المورثي السيادي (17106.26)، وحقّقت درجة السيادة قيمة بلغت (0.894)، ما يشير إلى سيطرة الفعل المورثي الإضافي على وراثة صفة محتوى الأوراق من الكلوروفيل.

تراوحت تأثيرات القدرة العامّة على التوافق الموضحة في الجدول (6) من 160.289− (G_2) إلى 126.111 (G_1)، إذ بيّنت تأثيرات القدرة العامّة على التوافق تميز الأبوين (G_1) و(G_3)، وذلك لامتلاكهما تأثيرات قدرة عامّة على التوافق عالية المعنوية موجبة، في حين امتلك الأب (G_2) تأثيرات قدرة عامّة على التوافق عالية المعنوية سلبيّة بالنسبة لهذه الصفة.

وتراوحت تأثيرات القدرة الخاصّة على التوافق من 98.6− (G_1G_2) إلى 165.933 (G_1G_3)، فقد أشارت إلى تميّز الهجين (G_1G_3) لامتلاكه تأثيرات قدرة خاصّة على التوافق عالية المعنوية موجبة.

أعطى كلا الأبوين G_1 وG_3 أعلى متوسط لمحتوى الأوراق من الكلوروفيل (985.333 و783.666) ميكروغرام/غ، كما امتلك كلٍّ منهما تأثيرات قدرة عامّة على التوافق عالية المعنوية مرغوبة، حيث استطاعا التعبير عن نفسهم في الهجين الذي شاركا به G_1G_3، الذي أعطى بالمقابل أعلى قيمة لمتوسط صفة محتوى الأوراق من الكلوروفيل (1093) ميكروغرام/غ، وفي هذا السياق برزت قوّة الهجين للصفة المدروسة في الهجين G_1G_3 (23.572 و10.926)% قياساً بمتوسط الأبوين وأفضلهما على التوالي، أعطت النسبة بين مكونات تباين القدرة الخاصّة إلى مكونات تباين القدرة العامّة على التوافق قيمة أكبر من الواحد (1.249) مشيرة بذلك على أنَّ التأثير الإضافي لمورثات هذه الصفة أكثر فعالية من تأثيرها اللاإضافي في توريثها.

الجدول رقم (2): مصدر التباين لصفة محتوى الأوراق من الكلوروفيل، الكاروتينات، الفوسفور والفينولات

مصدر التباين	Genotypes	CV%	GCA	SCA	Error (GCA, SCA)
كلوروفيل	159215.4**	1.92	320735**	51535.73**	72.318
كاروتينات	209.822**	0.932	420.155**	69.6**	0.018

فوسفور	0.052**	5.596	0.11**	0.01**	0.0005
فينولات	8.607**	2.142	20.541**	0.65**	0.014

حيث، C.V: تشير إلى معامل الاختلاف، G.C.A وS.C.A القدرة العامّة والخاصّة على التوافق على التوالي، $E_{(GCA,}$ $_{SCA)}$الخطأ القياسي للقدرة العامّة والخاصّة على التوافق.

الجدول رقم (3): متوسط الطرز الوراثية لصفة محتوى الأوراق من الكلوروفيل، الكاروتينات، الفوسفور والفينولات في الموسم الزراعي الثاني

الطرز الوراثية	كلوروفيل	كاروتينات	فوسفور	فينولات
G_1	985.333	51	0.52	7.393
G_2	527	35.666	0.386	10.74
G_3	783.666	48	0.68	11.24
المتوسط العام	765.33	44.888	0.528	9.791
G_1G_2	634	43	0.46	8.503
G_1G_3	1093	59	0.73	9.193
G_2G_3	577.666	40	0.613	11.683
المتوسط العام	768.222	47.333	0.601	9.793
L.S.D 5%	26.796	0.428	0.072	0.384
L.S.D 1%	38.115	0.609	0.102	0.546

G_1، G_2 وG_3 تشير للأصناف (بريليب، بصما وبلدي) على الترتيب.

2. محتوى الأوراق من الكاروتينات Carotenoids Content in Leaves (ميكروغرام/غ وزن رطب):

2.1. تحليل التباين ومقارنة المتوسطات Analysis of variance and compare means:

توضّح نتائج تحليل التباين كما هو مبيّن في الجدول رقم (2) وجود تباين عالي المعنوية بين الآباء لصفة محتوى الأوراق من الكاروتينات، ما يدل على التباعد الوراثي بين هذه الآباء بالنسبة لهذه الصفة، وتوافقت هذه النتيجة مع ما توصلت إليه نتائج (Anees وAl-Dulaimy، 2020).

كانت الفروق معنوية بين الآباء (G_1، G_2 وG_3)، إذ تراوحت المتوسطات المبيّنة في الجدول (3) من (35.666) ميكروغرام/غ وزن رطب للأب (G_2) إلى (51) ميكروغرام/غ وزن رطب للأب (G_1)، فقد بلغت عنده أعلى قيمة لصفة محتوى الأوراق من الكاروتينات متفوقاً على باقي الآباء وعلى المتوسط العام للصفة البالغ قيمته (44.888) ميكروغرام/غ وزن رطب، ووجدت فروق معنوية بين الهجن المختلفة التي تراوحت متوسطاتها من (40) ميكروغرام/غ وزن رطب للهجين (G_2G_3) إلى (59) ميكروغرام/غ وزن رطب للهجين (G_1G_3)، فبلغت عنده أعلى قيمة للصفة المدروسة متفوقاً بذلك على باقي الهجن وعلى المتوسط العام للصفة والبالغ (47.333) ميكروغرام/غ وزن رطب.

2.2. قوّة الهجين Heterosis:

يوضّح الجدول رقم (4) أن الهجين (G_1G_3) قد أعطى قوة هجين عالية المعنوية موجبة قياساً بمتوسط الأبوين وأفضلهما، بالمقابل أعطى الهجينين (G_1G_2) و(G_2G_3) قوّة هجين لا معنوية سلبيّة بالنسبة لصفة محتوى الأوراق من الكاروتينات.

تراوحت المتوسطات قياساً بمتوسط الأبوين من (4.382−)% للهجين (G_2G_3) إلى (19.191)% للهجين (G_1G_3)، بينما تراوحت متوسطات قوة الهجين قياساً إلى أفضل الأبوين من (16.666−)% للهجين (G_2G_3) إلى (15.686)% للهجين (G_1G_3).

2.3. القدرة على التوافق Combining Ability:

توضّح نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق كما هو مبيّن في الجدول (2) وجود تباين عالي المعنوية لكلٍّ من القدرة العامّة والخاصّة على التوافق، ما يبيّن أهميّة كلٍّ من الفعلين المورثيين الإضافي واللاإضافي في وراثة هذه الصفة، وهذا يتفّق مع ما أشارت إليه دراسة (Dirbas و Al–Jouma ، 2022).

بلغت النسبة $\sigma^2_{GCA}/\ \sigma^2_{SCA}$ (1.208) الموضّحة في الجدول (5)، فقد بلغت قيمة تباين الفعل المورثي الإضافي (56.013)، أمّا قيمة تباين الفعل المورثي السيادي بلغت (23.181)، وحقّقت درجة السيادة قيمة (0.643)، مما يشير إلى تحكم الفعل المورثي الإضافي في توريث هذه الصفة.

تراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق المبينة في الجدول (6) من 6.022− (G_2) إلى 3.911 (G_1)، وبيّنت هذه التأثيرات تميّز الأبوين (G_1) و(G_3) لامتلاكهما تأثيرات قدرة عامّة على التوافق عالية المعنوية موجبة، بالمقابل امتلك الأب (G_2) تأثيرات قدرة عامّة على التوافق عالية المعنوية سلبية لصفة محتوى الأوراق من الكاروتينات.

تراوحت تأثيرات القدرة الخاصّة على التوافق من 2.2− (G_2G_3) إلى 6.866 (G_1G_3)، وبيّنت هذه التأثيرات تميّز الهجين (G_1G_3) لامتلاكه تأثيرات قدرة خاصّة على التوافق عالية المعنوية موجبة، بالمقابل امتلك كلٍّ من الهجينين (G_1G_2) و(G_2G_3) تأثيرات قدرة خاصّة على التوافق عالية المعنوية سلبيّة للصفة قيد الدراسة.

أعطى كلٍّ من الأبوين G_1 وG_3 أكبر نسبة من الكاروتينات في الأوراق (51 و48) ميكروغرام/ غ، كما أعطيا أعلى تأثيرات قدرة عامّة على التوافق معنوية مرغوبة، كما استطاع كلاهما التعبير عن نفسه في الهجين G_1G_3 (59) ميكروغرام/ غ، الذي أعطى تأثيرات قدرة خاصّة على التوافق عالية المعنوية مرغوبة، كما أعطى قوّة هجين عالية المعنوية في الاتجاه المرغوب قياساً بمتوسط الأبوين وأفضلهما (19.191 و15.686)% على التوالي، وأعطت النسبة بين مكونات تباين القدرة الخاصّة إلى مكونات تباين القدرة العامّة على التوافق قيمة أكبر من الواحد (1.208)، مؤكدّة بذلك على أنَّ التأثير الإضافي لمورثات هذه الصفة لعب دور أكبر من تأثيرها اللاإضافي في توريث هذه الصفة.

3. محتوى الأوراق من الفوسفور Chloride Content in leaves (%):

3.1. تحليل التباين ومقارنة المتوسطات Analysis of variance and compare means:

توضّح نتائج تحليل التباين المبيّنة في الجدول (2) إلى وجود تباين عالي المعنوية بين الآباء المختلفة لصفة محتوى الأوراق من الفوسفور، ما يدل على التباعد الوراثي بينها بالنسبة لهذه الصفة (Dyulgerski وزملاؤه، 2021).

وجدت فروق معنوية بين الآباء (G_1، G_2 وG_3) التي تراوحت متوسطاتها الموضّحة في الجدول (3) من (0.386)% للأب (G_2) إلى (0.68)% للأب (G_3)، حيث بلغت عند (G_2) أخفض قيمة لصفة المحتوى من الفوسفور.

كانت الفروق معنوية بين الهجن التي تراوحت متوسطاتها من (0.46)% للهجين (G_1G_2) إلى (0.73)% للهجين (G_1G_3)، حيث أعطت نباتات الهجين (G_1G_2) أقل نسبة من الفوسفور في أوراقه.

3.2. قوة الهجين Heterosis:

يبيّن الجدول (4) أن الهجين (G_1G_2) قد أعطى قوة هجين غير معنوية بالنسبة لصفة محتوى الأوراق من الفوسفور قياساً بمتوسط الأبوين، بينما أعطى الهجين (G_1G_3) قوة هجين عالية المعنوية وموجبة والتي تعتبر غير مرغوبة كون البحث يهدف إلى تقليل محتوى الأوراق من الفوسفور بسبب تأثيره بشكل سلبي على نوعية الأوراق، وتراوحت المتوسطات من (1.47)% للهجين (G_1G_2) إلى (21.666)% للهجين (G_1G_3).

كما أعطت الهجن قياساً إلى أفضل الأبوين قوّة هجين موجبة بالنسبة للصفة ذاتها، وتراوحت المتوسطات من (18.965)% للهجين (G_1G_2) إلى (58.62)% للهجين (G_2G_3).

3.3. القدرة على التوافق Combining Ability:

تشير نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق كما هي موضّحة في الجدول (2) إلى توفر تباين عالي المعنوية لكل من القدرة العامّة G.C.A والخاصّة S.C.A على التوافق، وهذا يتفّق مع ما أشارت إليه دراسة Hatami وزملاؤه، (2021) على نبات التبغ.

بلغت النسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ (1.76) الموضّحة في الجدول (5)، حيث كانت قيمة تباين الفعل المورثي الإضافي (0.014) وبلغت قيمة تباين الفعل المورثي السيادي (0.004)، وأكدّت هذه النتيجة درجة السيادة البالغة قيمتها (0.535)، وتشير القيمة العالية لـ G.C.A مقارنة بقيمة S.C.A إلى أنَّ دور الفعل المورثي الإضافي أكثر أهميّة في توريث صفة محتوى الأوراق من الفوسفور من دور الفعل المورثي اللاإضافي وانسجمت هذه النتيجة مع ما توصلت إليه نتيجة (Lewis, 2020).

تراوحت تأثيرات القدرة العامّة على التوافق المبينة في الجدول (6) من 0.083– (G_2) إلى 0.089 (G_3)، وبيّنت هذه التأثيرات امتلاك الأب (G_3) تأثيرات قدرة عامة على التوافق عالية المعنوية موجبة، بالمقابل امتلك الأب (G_2) تأثيرات قدرة عامة على التوافق عالية المعنوية سلبيّة، أما بالنسبة للأب (G_1) فقد امتلك تأثيرات قدرة عامة على التوافق لا معنوية وسلبيّة لصفة محتوى الأوراق من الفوسفور.

تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق من 0.016– (G_1G_2) إلى 0.082 (G_1G_3)، وبيّنت هذه التأثيرات امتلاك الهجين (G_1G_2) تأثيرات قدرة خاصة على التوافق لا معنوية سلبيّة، بينما امتلك كلٍّ من الهجينين (G_1G_3) و(G_2G_3) تأثيرات قدرة خاصة على التوافق عالية المعنوية موجبة بالنسبة للصفة المدروسة.

أعطى الأبوين G_2 وG_1 أخفض قيمة لصفة محتوى الأوراق من الفوسفور (0.386 و0.520)% على التوالي، وأعطيا أيضاً تأثيرات قدرة عامّة على التوافق في الاتجاه المرغوب فيه، كما حقّق الهجين الذي شاركا به G_1G_2 أقل محتوى من الفوسفور مقارنةً بباقي الهجن (0.460)%، فقد أعطى تأثيرات قدرة خاصّة على التوافق مرغوبة بالنسبة للصفة المدروسة، أعطت النسبة بين مكونات تباين القدرة الخاصّة إلى مكونات تباين القدرة العامّة على التوافق قيمة (1.760)، على عكس درجة السيادة التي أعطت قيمة أقل من الواحد، مشيرة بذلك إلى أنَّ التأثير الإضافي لمورثات هذه الصفة كان له الدور الأكبر في توريثها مقارنةً بتأثيرها اللاإضافي، ما يفسّر عدم ظهور قوّة هجين معنوية مرغوبة عند جميع الهجن.

4. محتوى الأوراق من الفينولات Poly Phenoles Contents (ميكروغرام/غ وزن رطب):

4.1. تحليل التباين ومقارنة المتوسطات Analysis of variance and compare means:

توضّـــح نتائج الجدول (2) وجود تباين عالي المعنوية بين الآباء المختبرة لصـــفة محتوى الأوراق من الفينولات، وهذا يدل على التباعد الوراثي بين هذه الآباء، ولهذه الصفة أهمية واضحة حيث تعد الفينولات من المركبات الحيوية المضادة للأكسدة (Darwish وزملاؤه، 2015).

كانت الفروق معنوية بين الآباء (G_1، G_2 وG_3) باستثناء الأبوين (G_2 وG_3) عند مستوى معنوية 1%، حيث يوضّح الجدول (3) تراوح المتوسطات من (7.393) ميكروغرام/غ وزن رطب للأب (G_1) إلى (11.24) ميكروغرام/غ وزن رطب للأب (G_3)، فبلغت عنده أعلى قيمة لصفة محتوى الأوراق من الفينولات متفوقاً على باقي الآباء وعلى المتوسط العام للصفة البالغة قيمته (9.791) ميكروغرام/غ وزن رطب.

وجدت فروقات معنوية بين الهجن المختلفة والتي تراوحت متوسطاتها من (8.503) ميكروغرام/غ وزن رطب للهجين (G_1G_2) إلى (11.683) ميكروغرام/غ وزن رطب للهجين (G_2G_3)، فبلغت عنده أعلى قيمة للصفة المدروسة متفوقاً على باقي الهجن وعلى المتوسط العام للصفة والبالغ (9.793) ميكروغرام/غ وزن رطب.

4.2. قوّة الهجين Heterosis:

يوضّـــح الجدول (4) أنَّ الهجين (G_2G_3) قد أعطى قوّة هجين عالية المعنوية موجبة بالنســـبة لصـــفة محتوى الأوراق من الفينولات، بينما أعطى كلٍّ من الهجينين (G_1G_2) و(G_1G_3) قوة هجين غير معنوية قياســاً بمتوســط الأبوين وأفضــلهما، وتراوحت المتوسطات قياساً بمتوسط الأبوين من (6.213-)% للهجين (G_1G_2) إلى (6.308)% للهجين (G_2G_3)، بينما تراوحت متوسـطات قوة الهجين قياسـاً إلى أفضـل الأبوين من (20.825-)% للهجين (G_1G_2) إلى (3.944)% للهجين (G_2G_3).

4.3. القدرة على التوافق Combining Ability:

توضّـــح نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق في الجدول (2) توفر تباين عالي المعنوية لكلٍّ من القدرة العامة G.C.A والخاصـة S.C.A على التوافق، مما يشـير إلى مسـاهمة كلٍّ من الفعلين المورثيين الإضـافي واللاإضـافي في وراثة صـفة محتوى الأوراق من الفينولات (Patil وزملاؤه، 2018).

بلغت النسبة σ^2_{GCA} / σ^2_{SCA} (6.764) كما هو موضّح في الجدول (5)، فقد بلغت قيمة تباين الفعل المورثي الإضافي (2.732)، وبلغت قيمة تباين الفعل المورثي السيادي (0.271)، وأكدّت هذه النتيجة درجة السيادة التي بلغت قيمتها (0.384)، ما يدل على سيطرة الفعل المورثي الإضافي على وراثة هذه الصفة.

تراوحت تأثيرات القدرة العامّة على التوافق الموضّحة في الجدول (6) من 1.337- (G_1) إلى 0.837 (G_3)، وبيّنت هذه التأثيرات تميّز الأبوين (G_2) و(G_3) لامتلاكهما تأثيرات قدرة عامة على التوافق عالية المعنوية موجبة، بينما امتلك الأب (G_1) تأثيرات قدرة عامة على التوافق عالية المعنوية سلبيّة لصفة محتوى الأوراق من الفينولات.

تراوحت تأثيرات القدرة الخاصّة على التوافق من 0.451- (G_1G_2) إلى 0.554 (G_2G_3)، وبيّنت هذه التأثيرات تميّز الهجين (G_2G_3) لامتلاكه تأثيرات قدرة خاصّة على التوافق عالية المعنوية موجبة، في حين امتلك كلٍّ من الهجينين (G_1G_2) و(G_1G_3) تأثيرات قدرة خاصة على التوافق سلبية لصفة محتوى الأوراق من الفينولات.

أعطى كلا الأبوين G_3 وG_2 أعلى قيمة لمتوسط صفة محتوى الأوراق من الفينولات (11.240 و10.740) ميكروغرام/غ، وحقّقا أيضاً أعلى تأثيرات قدرة عامّة على التوافق معنوية مرغوبة، كما أعطت أوراق الهجين الذي شاركا به G_1G_2 أعلى محتوى من الفينولات مقارنةً بباقي الهجن (11.683) ميكروغرام/غ، حيث أعطى تأثيرات قدرة خاصّة على التوافق عالية

المعنوية مرغوبة بالنسبة للصفة المدروسة، ما انعكس بشكل إيجابي على ظهور قوّة هجين عالية المعنوية مرغوبة في الهجين نفسه G_2G_3، كانت تأثيرات القدرة العامّة على التوافق أعلى من تأثيرات القدرة الخاصّة على التوافق، مشيرةً بذلك إلى سيطرة الفعل المورثي الإضافي، وبالتالي يمكن الاستفادة من تلك الآباء ذات القدرة العامّة العالية على التوافق مرغوبة والتي أورثنت مورثاتها لهجائنها، كما يمكن متابعة الأجيال الانعزالية لتلك الهجن المتفوقة في الصفات المرغوبة فقط التي أورثت صفاتها من تلك الآباء لتوفر فرصة انتخاب التراكيب الوراثية التي يهدف إليها مربي النبات.

الجدول رقم (4): قيم النسب المئوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وأفضلهما لصفة محتوى الأوراق من الكلوروفيل، الكاروتينات، الفوسفور والفينولات

الهجن	كلوروفيل		كاروتينات		فوسفور		فينولات	
	H_{MP}	H_{BP}	H_{MP}	H_{BP}	H_{MP}	H_{BP}	H_{MP}	H_{BP}
G_1G_2	$-16.156^{N.S}$	$-35.656^{N.S}$	$-0.769^{N.S}$	$-15.686^{N.S}$	$1.47^{N.S}$	$18.965^{N.S}$	$-6.213^{N.S}$	$-20.825^{N.S}$
G_1G_3	23.572^{**}	10.926^{**}	19.191^{**}	15.686^{**}	21.666^{**}	$40.384^{N.S}$	$-1.323^{N.S}$	$-18.208^{N.S}$
G_2G_3	$-11.851^{N.S}$	$-26.286^{N.S}$	$-4.382^{N.S}$	$-16.666^{N.S}$	15^{*}	$58.62^{N.S}$	6.308^{**}	3.944^{*}
L.S.D 5%	23.206	26.796	0.371	0.428	0.062	0.072	0.332	0.384
L.S.D 1%	33.008	38.115	0.528	0.609	0.089	0.102	0.473	0.546

H_{MP}، H_{BP}: قوة الهجين قياساً بمتوسط الأبوين وأفضلهما على الترتيب، N.S لامعنوية.

الجدول رقم (5): مكونات تباين الطرز الوراثية لصفة محتوى الأوراق من الكلوروفيل، الكاروتينات، الفوسفور والفينولات

مكونات التباين	o^2_{GCA}	o^2_{SCA}	o^2_{GCA}/ o^2_{SCA}	Additive	Dominance	â
كلوروفيل	21367.87	17106.26	1.249	42735.73	17106.26	0.894
كاروتينات	28.006	23.181	1.208	56.013	23.181	0.643
فوسفور	0.007	0.004	1.76	0.014	0.004	0.535
فينولات	1.366	0.202	6.764	2.732	0.202	0.271

حيث، â درجة السيادة، *، ** تشير إلى المعنوية على المستوى 5% و1% على الترتيب.

الجدول رقم (6): تقدير تأثيرات القدرة العامة (GCA) والخاصة (SCA) على التوافق لصفة محتوى الأوراق من الكلوروفيل، الكاروتينات، الفوسفور والفينولات

الطرز الوراثية	كلوروفيل	كاروتينات	فوسفور	فينولات
G_1	126.111**	3.911**	$-0.006^{N.S.}$	−1.337**
G_2	−160.289**	−6.022**	−0.083**	0.499**
G_3	34.177**	2.111**	0.089**	0.837**
L.S.D 5%	6.918	0.109	0.017	0.098
L.S.D 1%	9.840	0.155	0.025	0.139
G_1G_2	−98.6**	−1**	$-0.016^{N.S.}$	−0.451**
G_1G_3	165.933**	6.866**	0.082**	$-0.099^{N.S.}$
G_2G_3	−63**	−2.2**	0.042**	0.554**
L.S.D 5%	10.376	0.164	0.026	0.147
L.S.D 1%	14.759	0.234	0.038	0.209

4- الاستنتاجات:

تباينت التراكيب الوراثية المختبرة بدلالة إحصائية عالية المعنوية لجميع الصفات المدروسة، ما يدل على التباعد الوراثي للآباء الداخلة في برنامج التهجين.

كان تباين القدرة العامّة G.C.A والخاصّة S.C.A على التوافق معنوياً لجميع الصفات المدروسة، ما يوضّح أهميّة ومساهمة كلٍّ من الفعلين المورثيين الإضافي واللاإضافي في توريث هذه الصفات.

بيّنت النسبة $\sigma^2_{SCA}/\sigma^2_{GCA}$ التي كانت أكبر من الواحد مساهمة الفعل المورثي الإضافي بشكل أكبر من الفعل المورثي اللاإضافي في توريث كلٍّ من محتوى الأوراق من: الكلوروفيل والكاروتينات، الفوسفور، الفينولات.

تفوق الهجين (G_1G_3) على باقي الهجن من حيث قوّة الهجين والقدرة الخاصة على التوافق لصفة محتوى الأوراق من الكلوروفيل والكاروتينات، وأعطى الهجين (G_1G_2) أقل محتوى من الفوسفور في أوراقه، بالمقابل تفوق الهجين (G_2G_3) على باقي الهجن من حيث صفة محتوى الأوراق من الفينولات، وهذا ناجم عن تفوق الآباء في القدرة العامة على التوافق، ما يعني أن الآباء استطاعوا توريث نسلهم صفات محتوى الأوراق من الكلوروفيل والكاروتينات في الهجين (G_1G_3)، وصفة محتوى الأوراق من الفينولات في الهجين (G_2G_3).

5- التوصيات:

نوصي بمتابعة الدراسة على الهجينين (بريليب × بلدي) و(بصما × بلدي) وذلك لتفوقهما في القدرة الخاصة على التوافق وقوة الهجين قياساً بمتوسط الأبوين وأفضلهما بالنسبة لصفات محتوى الأوراق من (الكلوروفيل، الكاروتينات والفينولات) لاستثمارهما في أعمال التربية بالانتخاب في الأجيال الانعزالية اللاحقة.

6- المراجع:

1. Ahmad, T. and Ahmad, W. (2015). Studying the Impact the profitability of the tobacco types produced in the Syrian coast on the Agriculture Domestic product during the period

(2000-2011). Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies -Economic and Legal Sciences Series, Vol. (37) No. (2).

2. Ahmed, Q., Mohammad, F., Ahmed, S., Jadoon, S.A., Ali, I. and Din, A. (2019). Comparative Genetic Analysis for Yield and Quality Traits in Flue Cured Tobacco. Sarhad Journal of Agriculture, 35(2).
3. Anees, A.H. and Al-Dulaimy, T.A. (2020). Study the genetic similarity using RAPD technology and genetic behavior for some genotypes produced from partial diallel of *Triticum durum* Desf. Syrian Journal of Agri. Research.SJAR, 7(4):206-12201.
4. Bally, J., Marks, C.E., Jung, H., Jia, F., Roden, S., Cooper, T., Newbigin, E. and Waterhouse, P.M. (2021). Nicotiana paulineana, a new Australian species in Nicotiana section Suaveolentes. Australian Systematic Botany, 34(5), pp.477-484.
5. Bharathi, Y., Jaffarbasha, S. and Manjunath, J. (2020). Line× tester analysis for yield and quality characters in Natu tobacco (Nicotiana tabacum L). Electronic Journal of Plant Breeding, 11(03), pp.765-768.
6. Darwish, M., Lopez-Lauri, F., Vidal, V., El Maataoui, M., Sallanon, H. (2015). Alternation of light/dark period priming enhances clomazone tolerance by increasing the levels of ascorbate and phenolic compounds and ROS detoxification in tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) plantlets. Journal of Photochemistry and Photobiology, 148, 9–20.
7. Dirbas, J., Al-Jouma, A. (2022). Heterosis and combinig ability for earliness and yield in cotton hybrids (*Gossypium hirsutum* L.). Syrian Journal of Agri. Research. SJAR Research of the 13th conference for GCSAR, 201-210.
8. Dyulgerski, Y., Vasileva, S., Ganusheva, N. (2021). Inheritance of plant height and leaves number in hybrid genotypes Virginia tobacco. Journal of Central European Agriculture, 22(1), pp.104-109.
9. Falconer, D. S. (1981). Introduction to quantitative genetics. Edition 2. Longmans Green, London/ New York.
10. Farrokh, A.R. and Farrokh, A. (2012). Effect of nitrogen and potassium on yield, agronomy efficiency, physiological efficiency and recovery efficiency of nitrogen and potassium in flue cured tobacco. Int. J. Agric. Crop Sci., 4(12): 776-778.
11. Fehr, W.R. (1993). Principles of Cultivar development: Theory and technique, 1, Macmillan publishing company, New York, USA.
12. Gong, D., Huang, L., Xu, X., Wang, C., Ren, M., Wang, C. and Chen, M. (2016). Construction of a high-density SNP genetic map in flue-cured tobacco based on SLAF-seq. Mol. Breed. 36, 100.

13. Griffing, B. (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to -diallel crossing systems. Australian J. Bio, Sci. 9:463-493.
14. Hatami M.H., Karimzadeh, G., Darvishzadeh, R. and Sarrafi. A. (2011). Correlation and sequential path analysis of some agronomic traits in tobacco (Nicotiana tabaccum L.) to improve dry leaf yield. Australian J. Crop Sci. 5: 1644-1648
15. Lewis, R.S. (2020). *Nicotiana tabacum* L.: Tobacco. In Medicinal, Aromatic and Stimulant Plants (pp1. 345-375). Springer, Cham.
16. Li, H.B., Cheng, K.W., Wong, C.C., Fan, K.W., Chen, F.D., Jiang, Y.S. (2007). Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fractions of selected microalgae. Food Chemistry, 102: 771-776.
17. Lichtenthaler, H.K. (1987). Chlorophylls and carotenoids pigments of photosynthesis biomebranes. In: Colowick, S.P.; Kaplan, N.O. (eds.). Methods in Enzymology. Academic Press, New York, pp. 350-382.
18. Muehlbauer, F.J. (1991). Incorporation of useful characters from germplasm resources into cultivars of food legumes. In International Workshop on Genetic Resources of Cool-season Pasture, Forage, and Food Legumes for Semi-arid Temperate Environments, Cairo (Egypt), 19-24 Jun 1987. ICARDA.
19. Nanda, C., Nagesh, P. and Sreenivas, S. (2019). Studies on combining ability and heterosis for yield and its component traits in flue cured virginia (fcv) tobacco (Nicotiana tabaccum L.).
20. Patil, M.Y., Sawant, G.B. and Jadhav, S.M. (2018). Combining ability and gene action studies in chilli (*Capsicum annuum* L). Environment & Ecology, 36(1), 52-56.
21. Regassa, R. and Chandravanshi, B.S. (2016). Levels of heavy metals in the raw and processed Ethiopian tobacco leaves. Springer Plus 5, 232.
22. Salami, A.E., Agbowuro, G.O. (2016). Gene action and heritability estimates of grain yield and disease Incidence traits of Low-N maize (*Zea mays* L.) inbred lines. Agric. Biol. J. N. Am., 7(2): 50-54.
23. Seyoum, A., Wegary, D. and Alamerew, S. (2016). Combining ability of elite -highland maize (*Zea mays* L.) Inbred lines at Jimma Dedo, South West Ethiopia. Adv Crop Sci Tech. 4: 212.
24. Sierro, N., Battey, J.N.D., Ouadi, S., Bakaher, N., Bovet, L., Willig, A., Goepfert, S., Peitsch, M.C. and Ivanov, N.V. (2014). The tobacco genome sequence and its comparison with those of tomato and potato. Nat. Commun. 5, 3833.
25. Singh, R.K. and Chaudhary, B.D. (1985). Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. Revised Ed. Kalyani Publishers., Ludhiana, New Delhi. 318p.

26. Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. (1980). Principles and Procedures of Statistics. A biometrical approach 2nd Edi. McGraw- Hill International Book Company.
27. Tiwari, A., Tikoo, S.K., Angadi, S.P., Kadaru, S.B., Ajanahalli, S.R. and Vasudeva Rao, M.J. (2023). Plant Breeding: Its Evolution and Recent Trends. In Market-Driven Plant Breeding for Practicing Breeders (pp. 1-32). Singapore: Springer Nature Singapore.
28. Wang, R., Rejesus, R.M., Tack, J.B., Balagtas, J.V. and Nelson, A.D. (2021). Quantifying the Yield Sensitivity of Modern Rice Varieties to Warming Temperatures: Evidence from the Philippines. American Journal of Agricultural Economics. doi: 10.1111/ajae.12210.