

تقدير المعالم الوراثية وتحليل معامل المسار لصفات حاصل الثمار ومكوناته لتراكيب حبة الحلوة *Foeniculum vulgare Mill*

ستار عبد خليفة*، عقيل نجم عبود، داود سلمان مدب
قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة تكريت

<https://doi.org/10.54153/sjpas.2023.v5i1.436>



الخلاصة:

نفذت تجربة حقلية في الموسمين الشتويين 2020-2021 و2021-2022 في إحدى المزارع الخاصة في قرية بنات الحسن جنوب شرق مدينة سامراء في تربة جسيمة. تضمنت التجربة 135 وحدة تجريبية بواقع 45 معاملة بثلاث مكررات ناتجة من تداخل السماد العضوي بثلاث تراكيز (0، 4، 8) طن. دونم⁻¹ والسماد الفوسفاتي بثلاث تراكيز (0، 80، 160) كغم. دونم⁻¹ وخمسة تراكيب وراثية (المطي، Amigo، Dollap، Azuricum، Hannan) هدفت هذه الدراسة الى تقدير المعالم الوراثية لصفات حاصل الثمار ومكوناته لعدة تراكيب وراثية لنبات الحبة الحلوة بتأثير السماد العضوي والسماد الفوسفاتي. صممت التجربة بالقطاعات العشوائية الكاملة Randomized Complete Block Design (RCBD) كتجربة قطع منشقة (Experiment Split plots) بثلاث مكررات باستخدام اختبار دانكن متعدد المدى عند مستوى احتمال 0.05 وحللت البيانات تجميعياً لمعرفة تأثير المواسم. أظهرت النتائج تسجيل أعلى معاملين للتباين الوراثي والمظهري للحاصل البيولوجي بلغا 4359.866، 8364.365 ثم حاصل الثمار بلغا 2322.135، 3107.175 على التوالي. سجلت أعلى نسبة توريث لصفة حاصل الثمار بلغت 74.734% تلتها صفة الحاصل البيولوجي بلغت 52.124%. أما قيم التحسين الوراثي فقد سجلت أعلى القيم لصفة الحاصل البيولوجي بلغت 83.901 تلتها صفة حاصل الثمار بلغت 73.319. أما قيم معامل الاختلاف الوراثي كانت أعلى القيم عند عدد النورات للنبات 13.36 تلتها عدد الثمار في النورة 10.85. فيما سجل معامل التحديد أعلى القيم لصفات وزن 1000 ثمرة والحاصل البيولوجي وحاصل الثمار وجميعها كانت 0.99. وسجل الارتباط الوراثي أعلى قيمة لصفة عدد الأفرع. نبات¹ مع ارتفاع النبات بلغ 1.631 يليها عدد النورات مع عدد الأفرع. نبات¹ بلغ 1.597. أما الارتباط المظهري أعطى أعلى ارتباط لحاصل الثمار مع وزن 1000 ثمرة بلغ 0.989 يليها ارتباط وزن 1000 ثمرة مع عدد الثمار في النورة بلغ 0.910. أشار تحليل المسار بأن أفضل تأثير مباشر لصفة وزن 1000 ثمرة بلغ 0.729، 0.816 للارتباط الوراثي والمظهري على التوالي وأعلى تأثير غير مباشر كان للارتباط الوراثي لصفة عدد الأفرع عن طريق وزن 1000 ثمرة بلغ 0.932 والارتباط المظهري لصفة عدد الثمار عن طريق وزن 1000 ثمرة بلغ 0.743.

معلومات البحث:

تاريخ الاستلام: 2022/12/14

تاريخ القبول: 2023/01/22

الكلمات المفتاحية:

حبة الحلوة، حاصل الثمار، المعالم الوراثية، معامل المسار،

Foeniculum vulgare Mill

معلومات المؤلف

الايمل: satar.ab77@gmail.com

الموبايل: 07703918531

المقدمة:

تحتل النباتات الطبية في المنطقة العربية والعالم مكانة متميزة في الانتاج الزراعي والصناعي، وتلقى اهتماماً متزايداً في العديد من الدول سواء المنتجة أو المستوردة للنباتات الطبية. يقدر عدد الانواع النباتية الطبية والعطرية في العالم العربي بنحو 800-1000 نوع، ينمو معظمها برياً في البيئات المختلفة، من جبال وهضاب وبادٍ وأطراف الحقول وقنوات الري والأراضي الزراعية المهجورة والقليل منها يزرع كمحاصيل حقلية لأغراض الانتاج، وينمو حوالي 300 نوعاً نباتياً طبيياً وعطرياً من أجمالي هذه الانواع في المناطق العربية الجافة وشبه الجافة [1]. من النباتات الطبية والعطرية المهمة نبات الحبة الحلوة Sweet fennel *Foeniculum vulgare Mill.* الذي ينتمي للعائلة الخيمية Apiaceae من أكثر المحاصيل الواعدة من بين الانواع المزروعة في العراق، وذلك بسبب انتشارها في الطب الشعبي واستخداماتها في المستحضرات الصيدلانية المختلفة إذ يحتوي على زيت اساسي مهم بنسبة (3-6%) ويضم عدد من المركبات الفعالة والنشطة منها الانيثول Anethol والليمونين Limonene وألفا بينين α -Pinen والاستراجول Estragole والفينيشون Fenchone والتي تعود اليه الرائحة المميزة للحبة الحلوة، وتستخدم

هذه المركبات مدررا للبول ومضادا للرياح ومهدئا [2، 3] ، ومدرا لللبن ، ومطمث ، وطاردا للبلغم ومضاد للتشنج . ويستخدم كمطريّات للسيطرة على بعض الامراض التي تصيب الصدر، والرئتين، والطحال، والكلى والام المغص [3، 4].

تعد الاصول الوراثية مصدرا حيويا لتوليد تراكيب وراثية جديدة لها صفات مرغوبة تساعد في زيادة إنتاج المحاصيل جنباً الى جنب مع الجودة وبالتالي تحسين مستوى تغذية الانسان وصحته، تم بذل القليل من الجهود لتحسين الحبة الحلوة من خلال التلاعب الجيني. نظرا لان معظم صفات الحاصل يتم توريثها كميّا وتتأثر بشدة بالبيئة. تشمل تقديرات التباين الوراثي متوسط النمط الجيني، معامل التباين المظهري Phenotypic Coefficient Variation (PCV)، معامل التباين الوراثي Genetic (GCV) Coefficient Variation والتقدم الوراثي كنسبة مئوية [5، 6]. يمكن تقدير التباين الجيني في النباتات بطرق مختلفة تتضمن الصفات المورفولوجية والكيميائية والجزئية. في حين ان الاختلاف المورفولوجي يمكن ان يتأثر بشدة بالظروف البيئية المحلية لموقع التجربة [7]، أن الاختلاف الكيميائي هو أداة قوية للتأثير في النباتات الطبية فيما يتعلق بسماتها المورفولوجية [8]. علاوة على ذلك، فإن أهمية الحبة الحلوة باعتبارها نباتا طبييا وتوابلا يمكن تحسين بعض خصائصها الزراعية، مثل النضج المبكر والثمار الكبيرة وارتفاع النبات وزيادة انتاجية الزيت العطري ومقاومة الامراض الفطرية [9-11] بالاعتماد على ما تحويه من تغيرات وراثية وبناءً على ذلك، فإن أهمية الثورة الجينية لتطوير أصناف الحبة الحلوة المحسنة أمر لا يمكن انكاره ويتطلب تشخيص الجينات المهمة والتي لها علاقة بالمواد الفعالة في هذا النبات [12-14].

هدفت هذه الدراسة الى تقدير المعالم الوراثية لصفات حاصل الثمار ومكوناته لعدة تراكيب وراثية لنبات الحبة الحلوة بتأثير السماد العضوي والسماد الفوسفاتي .

المواد وطرائق العمل:

نفذت التجربة الحقلية في الموسمين الشتويين (2020-2021) و (2021-2022) في أحد المزارع الخاصة في قضاء سامراء (منطقة بنات الحسن) (34°56'34.9 شرقاً) (34°08'40.3 جنوباً) لدراسة تقدير المعالم الوراثية ومعامل المسار لخمسة تراكيب وراثية من الحبة الحلوة. قسمت الارض حسب المخطط الحقل للتجربة فقد شملت (135) وحدة تجريبية موزعة في ثلاث مكررات بواقع (45 وحدة تجريبية للمكرر الواحد) مساحة الوحدة التجريبية (2 x 2 م) أي بمساحة (4 م²). وصممت تجربة قطع منشقة (Experiment Split Plots) قسمت الى خمسة قطع ثانوية وزعت عليها عشوائيا التراكيب الوراثية التي هي: (المحلي: C1 ، Amigo ، C2 ، Dollap ، C3 ، Azuricum ، C4 ، Hannan ، C5) على التوالي . زرعت بذور الحبة الحلوة وللتراكيب الوراثية الخمسة كما مبين في جدول (1) ، (2) بتاريخ 11 / 20 للموسمين 2020 ، 2021 في خطوط ، وكانت المسافة بين خط وآخر (50 سم) وبين نبات وآخر (50 سم) . طبقت عمليات خدمة المحصول طبقا لحزمة التوصيات الخاصة بالمحصول . واتبعت عمليات التعشيب والري كلما دعت الحاجة. دونت بيانات لخمسة نباتات اختيرت عشوائيا من كل وحدة تجريبية لسبعة صفات هي ارتفاع النبات وعدد الافرع للنبات وعدد النورات للنبات وعدد الثمار في النورة الرئيسية ووزن 1000 ثمرة وحاصل البذور الكلي والحاصل البيولوجي [15].

جدول 1: يبين التراكيب الوراثية وموعد الزراعة والحصاد حسب اكمال النضج التام للتراكيب الوراثية

ت	الصنف	الموسم الاول		الموسم الثاني	
		موعد الزراعة	موعد الحصاد	موعد الزراعة	موعد الحصاد
1	المحلي	2020/11/20	2021/6/25	2020/11/20	2022/6/20
2	Amigo	2020/11/20	2021/7/15	2020/11/20	2022/7/8
3	Dollap	2020/11/20	2021/6/25	2020/11/20	2022/6/20
4	Azuricum	2020/11/20	2021/7/22	2020/11/20	2022/7/17
5	Hannan	2020/11/20	2021/6/25	2020/11/20	2022/6/20

جدول 2 : يبين المعلومات الوراثية عن التراكيب الوراثية في الدراسة الحالية [16] .

الرمز	الصنف	الاصل	مقدمة عن الصنف	المعلومات
C1	المحلي	العراق	من الاسواق المحلية	الساق قصيرة والنورة الرئيسية منحنية القطر خميية
C2	Amigo	أيطاليا	أدخل في ايطاليا عام 2010	بصلة ، والساق طويلة مجوفة والنورة الرئيسية طويلة القطر خميية
C3	Dollap	العراق	منزوع في ناحية دولا ب 135 كم شمال غرب بغداد محافظة الانبار	الساق قصير والنورة الرئيسية منحنية القطر خميية
C4	Azuricum	ألمانيا	أستنبط من قبل Elshahookie عام 2013	بصلة ، الساق نصف طويلة ، النورة الرئيسية منحنية القطر خميية

C5	Hannan	الأردن	أستنبط من قبل الباحثة حنان في الأردن	الساق طويلة مجوفة والنورة الرئيسية منحنية القطر خيمية
----	--------	--------	--------------------------------------	---

المؤشرات الوراثية

مكونات التباين المظهري: Phenotypic Variance Components

قدر التباين الوراثي الإضافي (σ^2A) والتباين الوراثي السادي (σ^2D) فضلاً عن التباين البيئي (σ^2E) من خلال مكونات التباين المتوقع EMS وفقاً للمعادلات التالية :
وبحسب الأنموذج الثابت [17].

$$\sigma^2G.C.A = \frac{MSG.C.A - Mse}{r(n+2)} \quad (1)$$

$$\sigma^2S.C.A = \frac{MSS.C.A - Mse}{r} \quad (2)$$

$$\sigma^2E = \frac{mse}{r} \quad (3)$$

التوريث (التوارث) Heritability

يعبر عن التوريث هو درجة سيطرة الوراثة على صفة معينة ويقاس التوريث بالمعنى الواسع Broad Sense Heritability ويرمز له بالرمز $H^2(b.s)$, وتم التعبير عن قيمته ضمن الحدود الآتية : أقل من 40% واطنة , ومن 40-60% متوسطة , وأكثر من 60% عالية [18] .

$$\text{التوريث} = \frac{\text{التباين الوراثي}}{\text{التباين الوراثي + التباين البيئي}}$$

أو حسب المعادلة الآتية : $h_{b.s} = (\sigma^2G / \sigma^2P) \times 100$ (4)

التحسين الوراثي المتوقع: Expected Advance Genetic

قدر التحسين الوراثي المتوقع كنسبة مئوية من المتوسط العام للصفة GA% بحسب المعادلة الآتية :

$$GA\% = \left[\frac{ih^2\sigma_p}{\bar{x}} \right] \times 100 \quad (5)$$

إذ إن:

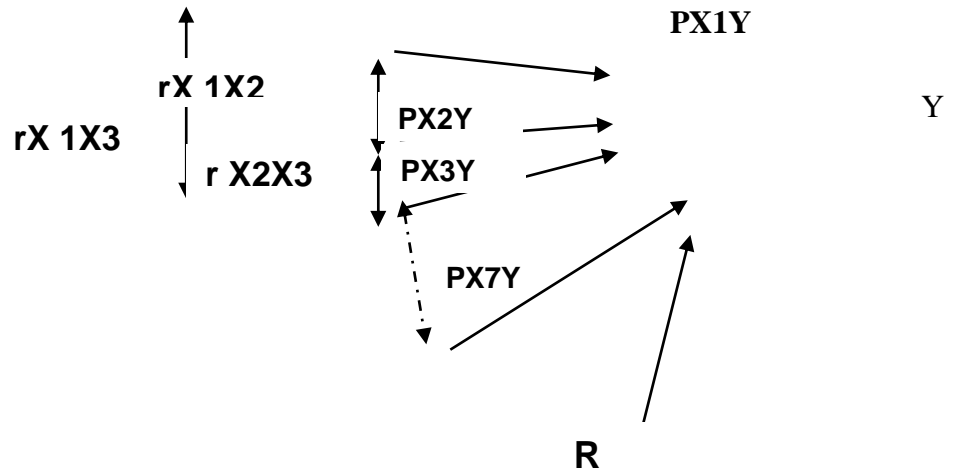
i = شدة الانتخاب وقيمتها 1.76 على أساس انتخاب 10% , σ_p = الانحراف المظهري , h^2bs = درجة التوريث بالمعنى الواسع .

وتم اعتماد المديات التي اقترحها Agrwal و Ahmad (1982) لحدود التحسين الوراثي المتوقع كنسبة مئوية وكما يأتي:
أقل من 10% واطنة و 10%-30% متوسطة وأكثر من 30% عالية [19].

تحليل المسار Path Coefficient Analysis

تستخدم معاملات المسار التي وصفها Wright (1921,1934,1954)، ثم طورها Tuke (1954) و Li (1956) و Turner و Stevens (1959) ، لتفسير المعادلات الطبيعية بإيجاد معامل الانحدار الجزيئي القياسي للانحدار المتعدد ، ويمثل معامل المسار بنوعين من الأسهم (أحادي وثنائي الرأس) إذ أن السهم الأحادي الرأس يمثل التأثير المباشر والسهم ثنائي الرأس يمثل التأثير غير المباشر. إن معامل المسار يحسب كناتج ضرب المقدارين $(rx1x2)(p2y)$ وان مجموع مقادير كل المسارات للمتغير الأول تتكون من معادلة أنية أو طبيعية ، ومجموع المعادلات الأنية يساوي معامل الارتباط بين المتغير الأول (المؤثر) والمتغير الثاني (المتأثر) أي المتغير المسبب مع المتغير المستجيب . إن عدد المعادلات الطبيعية (الأنية) يساوي عدد المتغيرات المسببة للتأثير. وكل معادلة تمثل تجزئة معامل الارتباط بين المتغير المسبب والمتغير المستجيب إلى مكوناته وهي التأثير المباشر أو معامل المسار (pxy) والتأثيرات غير المباشرة والتي يبلغ عددها بقدر عدد المتغيرات المسببة الباقية، ويتضمن كل منها قيمة معامل الارتباط بين المتغيرات ومعامل المسار وفقاً للمخطط الآتي:

المخطط



إذ إن

: العوامل المسببة (خمسة صفات مدروسة) . X_i

: العامل المستجيب (حاصل الحبوب) . Y

: العوامل المتبقية . R

: متجه يمثل معامل مسار من المسبب الى المستجيب P_{xiy} .

: متجه يمثل معامل ارتباط بين الصفتين r_{xixi} .

من المخطط أعلاه فإن حاصل الحبوب y هو النتيجة للعوامل المسببة x_1 و x_2 و x_3 و x_4 و x_5 .

$$rx1y = px1y + px2yr12 + px3yr13 + \dots + px5yr15$$

$$rx2y = px1yr21 + px2y + px3yr23 + \dots + px5yr25$$

.

.

$$Rx5y = px1yr15 + px2yr25 + px3yr35 + \dots + px5y$$

$$rRy = PRY = (1 - \sum P_{xiY} r_{xixi})^{1/2}$$

وضعت هذه المعادلات الآتية في مصفوفة بالشكل الآتي:

$$\begin{pmatrix} rx1y \\ rx2y \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ Rx5y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} rx1x1 & rx1x2 & \dots & rx1x5 \\ rx2x1 & rx2x2 & \dots & rx2x5 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ rx7x1 & rx5x2 & \dots & rx5x5 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} rx1y \\ rx2y \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ Rx5y \end{pmatrix}$$

ولحساب قيم المصفوفة C (قيم معامل المسار) نحسب معكوس المصفوفة B .

$$\begin{pmatrix} Px1y \\ Px2y \\ \cdot \\ \cdot \\ Px5y \\ C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & rx1x2 & \dots & rx1x5 \\ rx2x1 & 1 & \dots & rx2x5 \\ \cdot \\ \cdot \\ Rx5x1 & rx5x2 & \dots & 1 \\ B^{-1} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} rx1y \\ rx2y \\ \cdot \\ \cdot \\ Rx5y \\ A \end{pmatrix}$$

[15].

وبعد حل هذه المصفوفات وفق برنامج إحصائي خاص تحسب معاملات المسار وفق الطريقة التي وضعها Li (1956) واستخدمها Lu Dewey (1959) ثم استخدمها Singh و Caudhary (1985) للتطبيقات الزراعية ومنها تحدد التأثيرات المباشرة وغير المباشرة لكل صفة من الصفات المدروسة مع حاصل الحبوب. تنظم في جدول يكون قطر المصفوفة الرئيس معاملات المسار أي التأثيرات المباشرة والتأثيرات غير المباشرة في طرفي المصفوفة حسب موقعها في المعادلة الأنية [20]. فسرت النتائج على ضوء البيانات المستحصل عليها.

قد أعتمد التوصيف الذي قدمه [21] لقيم التأثيرات المباشرة وغير المباشرة وهي من (صفر- 0.09) يهمل و من (-0.1- 0.19) قليل أو منخفض و من (0.2- 0.29) متوسط و من (-0.3- 0.99) عالٍ وأكثر من (1) عالٍ جدا .

جدول 3: معادلات حساب التباينات للحاصل ومكوناته لنبات الحبة الحلوة

S.O.V	EMS	الرمز
Genotypes	$\sigma^2e + ryf \sigma^2g$	M1
G * Y	$\sigma^2e + rf \sigma^2gy$	M2
G * F	$\sigma^2e + ry \sigma^2gf$	M3
G * Y * F	$\sigma^2e + r \sigma^2gyf$	M4
Error	σ^2e/r	M5

$$\sigma^2g = M1$$

$$\sigma^2e = M5$$

$$\sigma^2p = M1 + M2 + M3 + M4 + M5$$

$$h^2_{b,s} = \sigma^2g / \sigma^2p$$

$$G . A = (i) * h^2_{b,s} * (\sigma p) / x^-$$

$$i = 1.76 \rightarrow \text{in } 10 \% \text{ Selection (شدة الانتخاب)}$$

النتائج والمناقشة:

التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية: Phenotypic, Genotypic and Environmental Variances

بينت النتائج في جدول 4 تقديرات التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية للصفات المدروسة إذ يلاحظ أن التباين البيئي والمظهري كانا عاليين لكنهما غير معنويين لصفة ارتفاع النبات وبلغت (9.686، 11.152 سم) على التوالي بينما كانت قيمة التباين الوراثي منخفضة وغير معنوية وكانت (1.465 سم). كذلك لصفة عدد الافرع للنبات بينت النتائج أن التباين البيئي والمظهري كانا عاليين وغير معنويين وبلغت (0.106، 0.118 فرع . نبات¹) على التوالي في حين كانت قيمة التباين الوراثي منخفضة وغير معنوية وكانت (0.012 فرع . نبات¹) وهذا يتفق مع ما ذكره [22]. أما فيما يخص صفة عدد النورات فقد أظهرت النتائج في جدول 4 أن التباين البيئي والمظهري كانا عاليين وغير معنويين إذ بلغت (17.38، 21.46 نورة . نبات¹) على التوالي بينما كانت قيمة التباين الوراثي منخفضة وغير معنوية وكانت (4.083 نورة . نبات¹) وهذا يتفق مع ما وجدته [23]. أوضحت النتائج في جدول 4 بالنسبة لصفة عدد الثمار بأن التباين البيئي والمظهري كانا عاليين وغير معنويين وبلغت (472.693، 751.691) على التوالي في حين كانت قيمة التباين الوراثي منخفضة وغير معنوية وكانت (234.146) وهذا يتفق مع ما توصل

اليه [22]. بينما بينت النتائج في جدول 4 الخاصة بصفة وزن 1000 ثمرة بان التباين الوراثي والمظهري كانا عاليين و معنويين وبلغت (0.043، 0.111) على التوالي بينما كانت قيمة التباين البيئي منخفضة وغير معنوية وكانت (0.01) وهذا يتفق مع ما أشار اليه [6، 24] و عليه فان تأثير التباين الوراثي في هذه الصفة كان أعلى مقارنة مع قيمة التباين البيئي المنخفضة وهذا سيعطي فرصة لمربي النبات للانتخاب الفعال لتحسين هذه الصفة والتي تكون لها دور كبير في تحسين حاصل الثمار. كذلك أظهرت النتائج في جدول 4 بالنسبة لصفة الحاصل البيولوجي أن التباين الوراثي والمظهري كانا عاليين ومعنويين وبلغت (4359.866 ، 8364.365) على التوالي مقارنة بقيمة التباين البيئي التي كانت منخفضة وغير معنوية وبلغت (10.03) وهذا يتفق مع ما وجدته [6، 25] . أما فيما يخص حاصل الثمار فقد أوضحت النتائج في جدول 4 بان التباين الوراثي والمظهري كانا عاليين ومعنويين أذ بلغت (2322.135، 3107.176) على التوالي مقارنة مع قيمة التباين البيئي والتي كانت منخفضة وغير معنوية وبلغت (0.747) وهذا يتفق مع ما توصل اليه [6، 22، 24-26] وهذا يعني أن التباين الوراثي والمظهري العالي للصفة يعطي فرصة كبيرة أمام مربي النبات في زيادة كفاءة عملية التربية والتحسين والانتخاب للصفات المتفوقة وانتخاب الافضل منها بصورة مباشرة لقلة تأثيرها بالعوامل البيئية . ان التباين المظهري يشير الى قسمين مهمين يؤثران في صفات النبات المهمة وهي الجانب البيئي والجانب الوراثي وان تحسين العوامل البيئية الزراعية المتمثلة بعمليات خدمة التربة والمحصول تساهم في تحسين الصفة منفردة أو مجموعة من الصفات المرتبطة معها بصورة ايجابية بينما يؤدي الى تقليل قيمة الصفات المرتبطة بصورة عكسية اي ان زيادة احدهما تؤدي الى نقصان الاخرى [22].

التوريث بالمعنى الواسع: Broad Sense Heritability

أوضحت النتائج في جدول 4 أن قيم معامل التوريث بالمعنى الواسع كانت واطئة في بعض الصفات المدروسة حيث كانت قيمة التوريث لصفة ارتفاع النبات (13.143 %) وعدد الافرع (10.378 %) وعدد النورات (19.029 %) وعدد الثمار (31.149 %) ووزن 1000 ثمرة (38.704 %) ويعزى ذلك الى انخفاض قيمة التباين الوراثي مقارنة بالتباين البيئي وأن قيم التوريث الواطئة يدل على تأثير هذه الصفات بدرجة كبيرة بالظروف البيئية ويجعل الانتخاب لهذه الصفات صعبا [24] . في حين كانت نسبة التوريث متوسطة في صفة الحاصل البيولوجي وكانت (52.124 %) ويرجع ذلك الى تقارب قيمتي التباين الوراثي والبيئي ويمكن تحسين هذه الصفة عن طريق وضع برنامج تربية مع تحسين الظروف البيئية مثل التسميد والري وغيرها من العوامل البيئية المسيطر عليها [23] . بينما كانت نسبة التوريث فيما يخص صفة حاصل الثمار عالية وبلغت (74.734 %) يفيد ذلك في تحديد قابلية هذه الصفة للتوريث ومدى نجاح الانتخاب لها وذلك لأن تأثير هذه الصفة بالظروف البيئية ليس كبيرا.

التحسين الوراثي المتوقع : Expected Genetic Advance

كانت قيم التحسين الوراثي المتوقع كنسبة مئوية الى المتوسط العام للتراكيب الوراثية واطئة في بعض الصفات المدروسة كما تبينها النتائج في جدول 4 ومنها صفة ارتفاع النبات وكانت (0.772) وصفة عدد الافرع وكانت (0.062) وصفة عدد النورات وكانت (1.551) وكذلك صفة وزن 1000 ثمرة وكانت (0.227) . في حين كانت قيمة التحسين الوراثي المتوقع لصفة عدد الثمار متوسطة وكانت (15.030) . بينما كانت قيم التحسين الوراثي المتوقع عالية لصفتي الحاصل البيولوجي وحاصل الثمار للهكتار وبلغت (83.901 ، 73.319) على التوالي نستنتج من ذلك ان قيم الاستجابة للانتخاب (التحسين الوراثي المتوقع) كانت واطئة الى عالية لصفات الحاصل ومكوناته وهذا يشير الى اهمية الانتخاب في تحسين هذه الصفات ، أذ من المتوقع ان يكون التحسين كبيرا في هذه الصفات نتيجة للانتخاب والذي يبين اهمية الجانب الوراثي في تحسين هذه الصفات وأن التحسين المتوقع في حاصل الثمار يكون عن طريق احداث زيادة في واحد أو أكثر من مكوناته الرئيسية لكونه ناتج عن حاصل ضرب هذه المكونات وهذا يتفق مع ما توصل اليه [24] .

معامل الاختلاف الوراثي : Genotypic Variation Coefficiens

تبين النتائج في جدول 4 قيم معامل الاختلاف الوراثي للصفات المدروسة أذ أعطت بعض الصفات قيما منخفضة والتي تمثلت بصفة ارتفاع النبات وكانت (5.5) فيما أعطت صفة عدد الافرع قيمة منخفضة أيضا وكانت (6.85) وكذلك بالنسبة لصفة وزن 1000 ثمرة والتي أعطت (2.02) وكذلك الحال لصفتي الحاصل البيولوجي وحاصل الثمار فقد سجلت قيما منخفضة وبلغت (0.85 ، 0.19) على التوالي . في حين كانت القيم لصفتي عدد النورات وعدد الثمار متوسطة أذ بلغت (13.36 ، 10.85) على التوالي تبين النتائج في جدول 4 أن قيم الاختلاف الوراثي كانت بين الواطئة والمتوسطة لجميع الصفات وهذا يعطي الثقة لمربي النبات بالاعتماد بدرجة كبيرة على الشكل المظهري للانتخاب للتراكيب المتفوقة أذ يكون تعبير المورث واضحا على أداء التراكيب الوراثية .

معامل التحديد : Coefficient of Determination

تبين النتائج في جدول 4 أن قيم معامل التحديد للصفات المدروسة كانت جميعها عالية إذ أعطت صفة ارتفاع النبات قيمة بلغت (0.82) فيما سجلت صفة عدد الافرع قيمة بلغت (0.84) وكذلك صفة عدد النورات أعطت قيمة قوية وكانت (0.91) في حين سجلت صفة عدد الثمار قيمة قوية أيضا وكانت (0.94) وكذلك كانت قيم التحديد لصفات وزن 1000 ثمرة وصفة الحاصل البيولوجي وصفة حاصل الثمار عالية حيث أعطت كل منها قيم متساوية وكانت (0.99) .

جدول 4 نتائج تحليل المعالم الوراثية لقيم الاوساط الحسابية \bar{x} الانحراف القياسي للحاصل ومكوناته لنبات الحبة الحلوة .

ارتفاع النبات (سم)	عدد الافرع (فرع.نبات ⁻¹)	عدد النورات (نورة.نبات ⁻¹)	عدد الثمار (ثمرة.نورة ⁻¹)	وزن 1000 ثمرة (غم)	الحاصل البيولوجي (كغم.ه ⁻¹)	حاصل الثمار (كغم.ه ⁻¹)	
1.465 \bar{x} 3.64	0.012 \bar{x} 0.032	4.083 \bar{x} 9.50	234.146 \bar{x} 514.07	0.043 \bar{x} 0.091	4359.866 \bar{x} 9185.49	2322.135 \bar{x} 9.501	التباين الوراثي
9.686 \bar{x} 3.401	0.106 \bar{x} 0.037	17.38 \bar{x} 6.102	472.693 \bar{x} 165.97	0.01 \bar{x} 0.003	10.03 \bar{x} 3.521	0.747 \bar{x} 6.102	التباين البيئي
11.152 \bar{x} 1.68	0.118 \bar{x} 0.0001	21.46 \bar{x} 6.223	751.691 \bar{x} 7635.6	0.111 \bar{x} 0.0001	8364.365 \bar{x} 945440.6	3107.176 \bar{x} 130466.8	التباين المظهري
13.143	10.378	19.029	31.149	38.704	52.124	74.734	نسبة التوريث
0.772	0.062	1.551	15.030	0.227	83.901	73.319	التحسين الوراثي(%)
0.82	0.84	0.91	0.94	0.99	0.99	0.99	معامل التحديد
5.5	6.85	13.36	10.85	2.02	0.85	0.19	معامل الاختلاف
97.99	8.33	54.04	346.99	9.59	1265.86	2799.13	المتوسط العام

الارتباطات المظهرية والوراثية : Phenotypic and Genotypic Correlations

الارتباط الوراثي : Genotypic Correlation

يعد الارتباط الوراثي مهما في طرق الانتخاب كونه يمثل القيمة التي تنتقل الى النسل وتظهر النتائج في جدول 5 معاملات الارتباط الوراثي بين الصفات المدروسة لنبات الحبة الحلوة، إذ ارتبط عدد الافرع. نبات⁻¹ ارتباطا وراثيا موجبا وعالي المعنوية مع ارتفاع النبات وبلغت (0.890). كذلك الحال بالنسبة لصفة عدد النورات الزهرية فقد ارتبطت ارتباطا وراثيا موجبا وعالي المعنوية مع كل من ارتفاع النبات وعدد الافرع. نبات⁻¹ وكانت قيمها (0.652، 0.990) على التوالي، وسجل الارتباط الوراثي لصفة عدد الثمار في النورة الزهرية ارتباطا موجبا ومعنويا مع صفة ارتفاع النبات بقيمة بلغت (0.519) بينما كان ارتباطها الوراثي مع صفتي عدد الافرع. نبات⁻¹ و صفة عدد النورات الزهرية ارتباطا موجبا وعالي المعنوية وقيم بلغت (0.980، 1.000) على التوالي. بينما اوضحت النتائج في جدول 5 الارتباط الوراثي لصفة وزن 1000 ثمرة مع صفة ارتفاع النبات و صفة عدد الافرع. نبات⁻¹ و صفة عدد النورات الزهرية و صفة عدد الثمار في النورة الزهرية جميعها كانت ارتباطات موجبة عالية المعنوية وكانت قيمها (0.662، 0.920، 1.000، 1.000) على التوالي. كما بينت النتائج في جدول 5 الخاصة بالارتباط الوراثي لصفة الحاصل البيولوجي بانه كان هناك ارتباط وراثي موجب وعالي المعنوية مع صفات ارتفاع النبات وعدد الافرع. نبات⁻¹ وعدد النورات الزهرية وعدد الثمار في النورة الزهرية ووزن 1000 ثمرة إذ أعطت (0.772، 0.960، 0.850، 0.958، 1.000) على التوالي. في حين أشارت النتائج في جدول 5 الخاصة بصفة حاصل الثمار أنه كان هناك ارتباطا وراثيا موجبا وعالي المعنوية مع جميع الصفات الاخرى كصفة ارتفاع النبات و صفة عدد الافرع. نبات⁻¹ و صفة عدد النورات الزهرية و صفة عدد الثمار في النورة الزهرية و صفة وزن 1000 ثمرة و صفة الحاصل البيولوجي وبلغت قيمها (0.930، 0.980، 0.7510، 1.000، 1.000، 1.000) على التوالي. أن الارتباط الوراثي هو نتيجة للارتباط بين الجينات أو عن التأثير المتعدد للجينات على الصفات الكمية أو كليهما معا لذا فهو أكثر أهمية من الارتباط المظهري والبيئي، فالتحسين الوراثي لإحدى الصفتين سيؤدي الى تحسين الصفة الاخرى عندما يكون الارتباط الوراثي موجبا ومعنويا [27].

جدول 5: الارتباط الوراثي للتراكيب الوراثية لسبعة صفات لمعدل الموسمين (2020-2021) لحبة الحلوة .

الصفات	ارتفاع النبات (سم)	عدد الأفرع للنبات (فرع نبات ⁻¹)	عدد النورات للنبات (نورة نبات ⁻¹)	عدد الثمار في النورة (نورة ⁻¹)	وزن 1000 ثمرة (غم)	الحاصل البيولوجي (كغم . هـ ⁻¹)	حاصل الثمار (كغم . هـ ⁻¹)
ارتفاع النبات (سم)	1	0.890**	0.652**	0.519*	0.662**	0.772**	0.751**
عدد الأفرع للنبات (فرع نبات ⁻¹)		1	0.990**	0.980**	0.920**	0.960**	0.980**
عدد النورات للنبات (نورة نبات ⁻¹)			1	1.000**	1.000**	0.850**	0.930**
عدد الثمار في النورة (ثمرة نورة ⁻¹)				1	1.000**	0.958**	1.000**
وزن 1000 ثمرة (غم)					1	1.000**	1.000**
الحاصل البيولوجي (كغم . هـ ⁻¹)						1	1.000**
حاصل الثمار (كغم . هـ ⁻¹)							1

(*) : معنوي على مستوى 0.05 ، (**): معنوي على مستوى 0.01 ، (NS): غير معنوي

الارتباط المظهري : Phenotypic Correlation :

ان المظهر الخارجي للصفة ما هو الا تفاعل التراكيب الوراثية أو الجينات الوراثية مع عوامل البيئة وان الارتباط المظهري بين صفتين ما هو الا ارتباط بين تأثيرات التراكيب الوراثية والعوامل البيئية. تبين النتائج في جدول 6 ان الارتباط المظهري لصفة عدد الأفرع نبات⁻¹ مع ارتفاع النبات كانت ارتباطا سالباً وغير معنوي أذ بلغت (-0.093) . أما الارتباط المظهري لصفة عدد النورات الزهرية مع صفة ارتفاع النبات و صفة عدد الأفرع نبات⁻¹ فكانت ارتباطا موجبا وغير معنوي أذ أعطت (0.441) ، (0.455) على التوالي. في حين كان الارتباط المظهري لصفة عدد الثمار في النورة الزهرية مع صفة ارتفاع النبات ارتباطا موجبا وغير معنوي وأعطى (0.157) بينما كان ارتباطها المظهري مع صفتي عدد الأفرع نبات⁻¹ وعدد النورات الزهرية ارتباطا موجبا وعالي المعنوية وبلغت (0.668 ، 0.862) على التوالي. كما بينت النتائج في جدول 6 الخاصة بالارتباط المظهري لصفة وزن 1000 ثمرة مع ارتفاع النبات بوجود ارتباط مظهري موجب وغير معنوي وكانت (0.370) بينما كان الارتباط المظهري مع صفات عدد الأفرع نبات⁻¹ وعدد النورات الزهرية وعدد الثمار في النورة الزهرية كان ارتباطا مظهريا موجبا وعالي المعنوية أذ أعطى (0.720 ، 0.820 ، 0.910) على التوالي. أما فيما يخص الارتباط المظهري لصفة الحاصل البيولوجي فقد أشارت النتائج في جدول 6 الى وجود ارتباط مظهري موجب وغير معنوي مع صفتي ارتفاع النبات و صفة عدد الأفرع نبات⁻¹ بلغت (0.207 ، 0.477) في حين كان الارتباط المظهري لهذه الصفة مع صفات عدد النورات الزهرية وعدد الثمار في النورة الزهرية ووزن 1000 ثمرة ارتباط مظهري موجب ومعنوي وكانت (0.537 ، 0.526 ، 0.554) على التوالي . أما فيما يخص صفة حاصل الثمار فقد كان ارتباطها المظهري مع صفة ارتفاع النبات ارتباطا مظهريا موجبا وغير معنوي وكانت (0.358) في حين كان الارتباط المظهري لهذه الصفة مع صفات عدد الأفرع نبات⁻¹ وعدد النورات الزهرية وعدد الثمار في النورة الزهرية ووزن 1000 ثمرة ارتباطا موجبا وعالي المعنوية أذ أعطت (0.738 ، 0.810 ، 0.908 ، 0.989) على التوالي بينما كان ارتباطها مظهريا مع صفة الحاصل البيولوجي ارتباطا مظهريا موجبا ومعنوي وكانت (0.591) .

جدول 6: الارتباط المظهري للتركيب الوراثية لسبعة صفات لمعدل الموسمين (2020-2021) لحبة الحلوة.

الصفات	ارتفاع النبات (سم)	عدد الأفرع للنبات (فرع. نبات ¹⁻)	عدد النورات للنبات (نورة. نبات ¹⁻)	عدد الثمار في النورة (نورة. نورة ¹⁻)	وزن 1000 ثمرة (غم)	الحاصل البيولوجي (كغم. ه ¹⁻)	حاصل الثمار (كغم. ه ¹⁻)
ارتفاع النبات (سم)	1	-0.093 ^{NS}	0.441 ^{NS}	0.157 ^{NS}	0.370 ^{NS}	0.207 ^{NS}	0.358 ^{NS}
عدد الأفرع للنبات (فرع. نبات ¹⁻)	1	1	0.455 ^{NS}	0.668 ^{**}	0.720 ^{**}	0.477 ^{NS}	0.738 ^{**}
عدد النورات للنبات (نورة. نبات ¹⁻)			1	0.862 ^{**}	0.820 ^{**}	0.537 [*]	0.810 ^{**}
عدد الثمار في النورة (ثمرة. نورة ¹⁻)				1	0.910 ^{**}	0.526 [*]	0.908 ^{**}
وزن 1000 ثمرة (غم)					1	0.554 [*]	0.989 ^{**}
الحاصل البيولوجي (كغم. ه ¹⁻)						1	0.591 [*]
حاصل الثمار (كغم. ه ¹⁻)							1

(*): معنوي على مستوى 0.05 ، (*): معنوي على مستوى 0.01 ، (NS): غير معنوي

تحليل معامل المسار

تبين النتائج في جدول 7 معاملات المسار الوراثي والمظهري للحاصل ومكوناته لنبات الحبة الحلوة أذ أظهرت صفة ارتفاع النبات تأثيراً مباشراً موجباً إلا أنه قليل جداً للارتباط الوراثي والمظهري وكانت (0.064، 0.056) على التوالي، بينما كانت التأثيرات غير المباشرة لصفة ارتفاع النبات عن طريق عدد الأفرع. نبات¹⁻ موجبة ومنخفضة للارتباط الوراثي وسالبة وقليلة جداً للارتباط المظهري وبلغت (0.138، 0.006) على التوالي، في حين كانت التأثيرات غير المباشرة لصفة ارتفاع النبات عن طريق عدد النورات الزهرية تأثيرات سالبة وقليلة جداً في قيمته للارتباط الوراثي والمظهري وكانت (0.027، - 0.028) على التوالي، أما التأثيرات غير المباشرة لصفة ارتفاع النبات عن طريق عدد الثمار في النورة الزهرية فقد كانت تأثيرات موجبة إلا أنها قليلة جداً للارتباط الوراثي والمظهري وكانت (0.072، 0.021) على التوالي، أما فيما يخص التأثيرات غير المباشرة لصفة ارتفاع النبات عن طريق وزن 1000 ثمرة كان تأثيراً موجباً وعالياً في قيمته للارتباط الوراثي والمظهري والتي بلغت (0.482، 0.302) على التوالي، في حين أعطت التأثيرات غير المباشرة لصفة ارتفاع النبات عن طريق الحاصل البيولوجي تأثيراً موجباً وقليل جداً في قيمته للارتباط الوراثي والمظهري وكانت (0.020، 0.011) على التوالي.

بينت النتائج في جدول 7 ان التأثير المباشر لصفة عدد الأفرع. نبات¹⁻ كان تأثيراً موجباً إلا أنه قليل جداً في قيمته للارتباط الوراثي والمظهري أذ بلغت (0.102، 0.064) على التوالي، في حين كانت التأثيرات غير المباشرة لصفة عدد الأفرع. نبات¹⁻ عن طريق ارتفاع النبات ذات تأثيرات موجبة ومنخفضة في قيمته للارتباط الوراثي وذات تأثيرات سالبة وقليلة جداً في قيمته للارتباط المظهري وكانت (0.124، - 0.005) على التوالي، في حين أظهرت النتائج في جدول 7 ان التأثيرات غير المباشرة لصفة عدد الأفرع. نبات¹⁻ عن طريق عدد النورات الزهرية كانت تأثيرات سالبة وقليلة جداً في قيمتها للارتباط الوراثي والمظهري وكانت (- 0.029، 0.115) على التوالي، أما فيما يخص التأثيرات غير المباشرة لصفة عدد الأفرع. نبات¹⁻ عن طريق عدد الثمار في النورة الزهرية كانت تأثيرات موجبة ومنخفضة في قيمتها للارتباط الوراثي وتأثيرات موجبة وقليلة جداً في قيمتها للارتباط المظهري وبلغت (0.150، 0.092) على التوالي، بينما التأثيرات غير المباشرة لصفة عدد الأفرع. نبات¹⁻ عن طريق وزن 1000 ثمرة كانت تأثيرات موجبة وعالية في قيمته للارتباط الوراثي والمظهري وكانت (0.650، 0.587) على التوالي، أما فيما يخص التأثيرات غير المباشرة لصفة عدد الأفرع. نبات¹⁻ عن طريق الحاصل البيولوجي فقد كانت موجبة إلا أنها قليلة جداً في قيمتها للارتباط الوراثي والمظهري وبلغت (0.067، 0.027) على التوالي.

أشارت النتائج في جدول 7 الى أن التأثير المباشر لصفة عدد النورات الزهرية كانت تأثيرات سالبة وقليلة جداً في قيمتها للارتباط الوراثي والمظهري وكانت (0.031، - 0.065) على التوالي، وأوضح النتائج في جدول 7 بان التأثيرات غير المباشرة لصفة عدد النورات الزهرية عن طريق ارتفاع النبات كانت تأثيرات موجبة إلا أنها قليلة جداً وكانت (0.075، 0.025) على التوالي، بينما كانت التأثيرات غير المباشرة لصفة عدد النورات الزهرية عن طريق عدد الأفرع. نبات¹⁻ تأثيرات موجبة

ومنخفضة في قيمتها للارتباط الوراثي وموجبة وقليلة جدا في قيمتها للارتباط المظهري وبلغت (0.102 ، 0.029) على التوالي، في حين كانت التأثيرات غير المباشرة لصفة عدد النورات الزهرية عن طريق عدد الثمار في النورة الزهرية تأثيرات موجبة ومنخفضة في قيمها للارتباط الوراثي والمظهري وبلغت (0.172 ، 0.119) على التوالي ، أما فيما يخص التأثيرات غير المباشرة لصفة عدد النورات الزهرية عن طريق وزن 1000 ثمرة كانت تأثيرات موجبة وعالية في قيمتها للارتباط الوراثي والمظهري وكانت (0.539 ، 0.670) على التوالي ، في حين كانت التأثيرات غير المباشرة لصفة عدد النورات الزهرية عن طريق الحاصل البيولوجي تأثيرات موجبة الا أنها قليلة جدا في قيمها للارتباط الوراثي والمظهري وكانت (0.074 ، 0.031) .

كان التأثير المباشر لصفة عدد الثمار في النورة الزهرية متأثرا موجبا ومنخفضا في قيمته للارتباط الوراثي والمظهري وكانت (0.140 ، 0.138) على التوالي، بينما كانت التأثيرات غير المباشرة لصفة عدد الثمار في النورة الزهرية عن طريق ارتفاع النبات تأثيرات موجبة الا انها قليلة جدا وكانت (0.033 ، 0.008) على التوالي ، في حين كانت التأثيرات غير المباشرة لصفة عدد الثمار في النورة الزهرية عن طريق عدد الافرع نبات¹ تأثيرات موجبة ومنخفضة في قيمتها للارتباط الوراثي وموجبة الا انها قليلة جدا في قيمتها للارتباط المظهري وكانت (0.107 ، 0.043) على التوالي ، أما التأثيرات غير المباشرة لصفة عدد الثمار في النورة الزهرية عن طريق عدد النورات الزهرية فكانت تأثيرات سالبة وقليلة جدا في قيمها للارتباط الوراثي والمظهري وبلغت (0.043 - ، - 0.056) على التوالي ، بينما كانت التأثيرات غير المباشرة لصفة عدد الثمار في النورة الزهرية عن طريق وزن 1000 ثمرة تأثيرات موجبة وعالية في قيمها للارتباط الوراثي والمظهري وكانت (0.745 ، 0.743) على التوالي ، في حين كانت التأثيرات غير المباشرة لصفة عدد الثمار في النورة الزهرية عن طريق الحاصل البيولوجي تأثيرات موجبة وقليلة جدا في قيمتها للارتباط الوراثي والمظهري وكانت (0.025 ، 0.030) على التوالي .

سجلت النتائج في جدول 7 بان التأثير المباشر لصفة وزن 1000 ثمرة تأثيرا موجبا وعاليا في قيمته للارتباط الوراثي والمظهري وكانت (0.729 ، 0.816) على التوالي ، أما التأثيرات غير المباشرة لصفة وزن 1000 ثمرة عن طريق ارتفاع النبات فكانت تأثيرات موجبة الا أنها قليلة جدا في قيمتها للارتباط الوراثي والمظهري وبلغت (0.042 ، 0.021) على التوالي ، بينما التأثيرات غير المباشرة لصفة وزن 1000 ثمرة عن طريق عدد الافرع نبات¹ كانت تأثيرات موجبة ومنخفضة في قيمتها للارتباط الوراثي وموجبة وقليلة جدا في قيمتها للارتباط المظهري وكانت (0.108 ، 0.046) على التوالي ، في حين كانت التأثيرات غير المباشرة لصفة وزن 1000 ثمرة عن طريق عدد النورات الزهرية تأثيرات سالبة وقليلة جدا في قيمها للارتباط الوراثي والمظهري وبلغت (0.047 - ، - 0.053) على التوالي ، بينما كانت التأثيرات غير المباشرة لصفة وزن 1000 ثمرة عن طريق عدد الثمار في النورة الزهرية تأثيرات موجبة ومنخفضة في قيمها للارتباط الوراثي والمظهري وكانت (0.143 ، 0.126) على التوالي ، أما فيما يخص التأثيرات غير المباشرة لصفة وزن 1000 ثمرة عن طريق الحاصل البيولوجي فقد كانت تأثيرات موجبة الا أنها قليلة جدا في قيمتها للارتباط الوراثي والمظهري وكانت (0.028 ، 0.032) على التوالي .

اشارت النتائج في جدول 7 بان التأثير المباشر لصفة الحاصل البيولوجي كان تأثيرا موجبا الا أنه قليل جدا في قيمته للارتباط الوراثي والمظهري وكانت (0.027 ، 0.057) على التوالي ، بينما كانت التأثيرات غير المباشرة لصفة الحاصل البيولوجي عن طريق ارتفاع النبات تأثيرات موجبة ولكنها قليلة جدا في قيمتها للارتباط الوراثي والمظهري وبلغت (0.049 ، 0.011) على التوالي ، في حين ان التأثيرات غير المباشرة لصفة الحاصل البيولوجي عن طريق عدد الافرع نبات¹ كانت تأثيرات موجبة ومنخفضة في قيمتها للارتباط الوراثي وموجبة وقليلة جدا في قيمتها للارتباط المظهري وكانت (0.108 ، 0.030) على التوالي ، أما فيما يخص التأثيرات غير المباشرة لصفة الحاصل البيولوجي عن طريق عدد النورات الزهرية فكانت تأثيرات سالبة وقليلة جدا في قيمها للارتباط الوراثي والمظهري وبلغت (0.053 - ، - 0.035) على التوالي ، وسجلت النتائج في جدول 7 الخاصة بالتأثيرات غير المباشرة لصفة الحاصل البيولوجي عن طريق عدد الثمار في النورة الزهرية تأثيرات موجبة ومنخفضة في قيمتها للارتباط الوراثي وموجبة وقليلة جدا في قيمتها للارتباط المظهري وكانت (0.134 ، 0.073) على التوالي ، بينما كانت التأثيرات غير المباشرة لصفة الحاصل البيولوجي عن طريق وزن 1000 ثمرة تأثيرات موجبة وعالية في قيمها للارتباط الوراثي والمظهري وكانت (0.762 ، 0.452) على التوالي نستنتج من النتائج السابقة أن قيم التأثيرات الوراثية المباشرة لوزن 1000 ثمرة ضعف قيم التأثيرات المباشرة لعدد النورات الزهرية وعدد الثمار في النورة الزهرية والحاصل البيولوجي وبذلك يمكن الاستنتاج بأن الأثر الكبير لزيادة الحاصل سيكون عن طريق وزن 1000 ثمرة وهذا يعني استخدام هذه كمييار للانتخاب للحاصل العالي . ان ذلك يفسر بقلة تأثير كل من الصفات ذات التأثير القليل (عدد النورات في النبات وعدد الثمار بالنورة والحاصل البيولوجي) في صفة حاصل الثمار عدا الصفة التي أظهرت تأثيرا غير مباشر عاليا (وزن 1000 ثمرة) أي ان الاعتماد في الانتخاب لصفة وزن 1000 ثمرة يساهم بشكل فعال في تحسين صفة حاصل الثمار النهائي مظهريا ووراثيا بناءً على قيم التأثيرات غير المباشرة لمعامل المسار بينما أشار [28] الى اهمية عدد النورات أو الثمار في تحسين الحاصل النهائي تتفق هذه النتائج مع ما وجده [29] الذين أشاروا الى ان وزن البذرة هي الصفة الا هم في تحسين الحاصل الاقتصادي النهائي لحبة الحلوة .

جدول 7: تحليل معامل المسار الوراثي والمظهري للحاصل ومكوناته لنبات الحبة الحلوة

التأثير الكلي	الصفات						معامل المسار	الصفات
	الحاصل البيولوجي	وزن 1000 ثمرة	عدد الثمار في النورة	عدد النورات الزهرية	عدد الافرع . نبات ¹	ارتفاع النبات(سم)		
0.75095	0.02084	0.48263	0.07273	-0.02754	0.13813	0.06416	الوراثي	ارتفاع النبات
0.35823	0.01199	0.30243	0.02182	-0.02880	-0.00603	0.05682	المظهري	
0.98051	0.06732	0.65061	0.15039	-0.11505	0.10269	0.12425	الوراثي	عدد الافرع . نبات ¹
0.73789	0.02768	0.58798	0.09264	-0.02971	0.06460	-0.00530	المظهري	
0.93301	0.07455	0.53956	0.17233	-0.03123	0.10225	0.07564	الوراثي	عدد النورات الزهرية
0.81001	0.03116	0.67005	0.11965	-0.06530	0.02939	0.02506	المظهري	
1.00900	0.02586	0.74537	0.14010	-0.04354	0.10790	0.03331	الوراثي	عدد الثمار في النورة
0.90847	0.03051	0.74345	0.13876	-0.05631	0.04313	0.00893	المظهري	
1.00398	0.02824	0.72923	0.14320	-0.04746	0.10831	0.04246	الوراثي	وزن 1000 ثمرة
0.98928	0.03212	0.81689	0.12629	-0.05356	0.04650	0.02104	المظهري	
1.02829	0.02700	0.76274	0.13419	-0.05342	0.10826	0.04952	الوراثي	الحاصل البيولوجي
0.59088	0.05799	0.45240	0.07300	-0.03509	0.03083	0.01175	المظهري	
						-0.00893	الوراثي	التأثير المتبقي
						0.01641	المظهري	

المصادر:

1. أكساد . (2012) . أطلس النباتات الطبية والعطرية في الوطن العربي . المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والاراضي القاحلة . دمشق – جامعة الدول العربية . ص (8-7) .
- 2 . Karisen J., A. Bacrhim sredsens, B. Chingova and G. Zolot With. 1996. Studies on the varieties of (*Foeniculum Vulgare* Mill.) and their essential oil. *Planta Medica* (17): 281-293.
- 3 . Abdul Muttalib, A. N. and I. S. Abbas. (2011) . Response of sweet fennel plant (*Foeniculum vulgare* Mill) to field practices and their effects on growth characters crop yield and the active constituents of the fruits. *journal of kerbala university*, 9(3).
4. Oreive, M 1989 Fennel oil Amodren Herbal Dover Publication, New York Cited by Internet [www plants database corn](http://www.plantsdatabase.com) .
5. Patel, D.G., P.S. Patel and I.D. Patel, 2008. Studies on variability of some morphological characters in fennel (*Foeniculum vulgare* types of wild fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.),” *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(1): 239-244.
6. El-Nasr, T. H. S. A., Ibrahim, M. M., Aboud, K. A., & Al-Kordy, M. A. A. (2013). Genetic variation among three fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) varieties on the basis of morphological characters, essential oil composition and ISSR markers. *Journal of Applied Sciences Research*, 9(3), 1594-1603.

7. Saran, P. L., Tripathy, V., Meena, R. P., Kumar, J., & Vasara, R. P. (2017). Chemotypic characterization and development of morphological markers in *Ocimum basilicum* L. germplasm. *Scientia Horticulturae*, 215, 164-171.
8. Nsuala, B. N., Kamatou, G. P., Sandasi, M., Enslin, G., & Viljoen, A. (2017). Variation in essential oil composition of *Leonotis leonurus*, an important medicinal plant in South Africa. *Biochemical systematics and ecology*, 70, 155-161.
9. Reichardt, I., & Pank, F. (1992, July). Methods and results of breeding a fennel variety (*Foeniculum vulgare* Mill.) for annual cultivation. In *WOCMAP I-Medicinal and Aromatic Plants Conference: part 4 of 4 330* (pp. 185-190).
10. Dashora, A., Sastry, E. V. D., Singh, D., & Nagda, A. K. (2001). Combining ability analysis in varietal crosses of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 63(01), 89-90.
11. Pank, F., Schneider, E., & Kruger, H. (2003). Possibilities and limitations of estragole content reduction of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and its preparations. *ZEITSCHRIFT FUR ARZNEI UND GEWURZPFLANZEN*, 8(4), 165-172.
12. Garzón-Martínez, G. A., Osorio-Guarín, J. A., Delgadillo-Durán, P., Mayorga, F., Enciso-Rodríguez, F. E., Landsman, D., ... & Barrero, L. S. (2015). Genetic diversity and population structure in *Physalis peruviana* and related taxa based on InDels and SNPs derived from COSII and IRG markers. *Plant Gene*, 4, 29-37.
13. Roughani, A., Miri, S. M., Hassandokht, M. R., Moradi, P., & Abdossi, V. (2018). Agromorphological study on several accessions of garden cress (*Lepidium sativum*-Brassicaceae) in Iran. *Pak J Bot*, 50(2), 655-660.
14. Kalleli, F., Rebey, I. B., Razgallah, N., Tounsi, M. S., & M'Hamdi, M. (2019). Comparative analysis of morphological and chemical variability in different fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) cultivars. *International Journal of Agriculture, Environment and Bioresearch*, 4(4), 200-217.
- 15- الراوي , خاشع محمود و عبد العزيز محمد خلف الله . (1987) . تصميم تحليل التجارب الزراعية . مطبعة دار الكتاب للطباعة والنشر . جامعة الموصل . العراق .
16. Al-Mehemdi, AF .(2019) . Designed the study and put the hypothesis performed the measurement and statistical analysis .
17. Mather , K. and J.L. Jinks (1982) . Biometrical genetics . 3rd edition, Chapman and Hall Ltd, London .
18. الجبوري ، فليح عبد جابر و رزاق لفتة عطية و خضير عباس حميد و حميد مجيد رضوي و كرار خالد محسن . (2016) . تقدير معامل المسار والاختلافات المظهرية لسبعة تراكيب وراثية من الرز بتأثير ثلاث مواعيد زراعة . مجلة كربلاء للعلوم الزراعية . 3(2) : 114-127 .
19. الساهوكي ، مدحت مجيد . (1990) . الزرة الصفراء انتاجها وتحسينها . قسم علوم المحاصيل الحقلية . كلية الزراعة . جامعة بغداد .

20. Williams, W. A., M. B. Jones, and M. W. Demment . (1990) . Aconcise table for path analysis statistics > Agron. J. 82 : 1022-1024 .
21. Lenka, D. and Mersha . (1973) . Path coefficient analysis of yield in rice varieties . Indian J Agric. Sci. 43: 376-379.
22. Kumawat, S. K., Rachhoya, H. K., Sharma, M., Singh, D., & Sastry, E. V. D. (2020). Correlation and Path Coefficient Analysis for Yield and Yield Component Traits in S6 Progenies of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 9(3), 152-158.
- 23 . المحمدي ، علي فدعم وناظم يونس الزوبعي وأسامة حسين مهدي (2015) . تقييم أداء عدة تراكيب وراثية من الحبة الحلوة *Foeniculum vulgare* Mill . مجلة الفرات للعلوم الزراعية – 7 (4) : 346 – 350 .
24. Tyagi , S. P. , V. P. Pandey , A. Kumar , A. Kumar and D. Namgayal (2019) . Genetic variability , heritability and genetic advance in some strains of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.)
25. Jat, M., & CHOUDHARY, S. (2022). Character association and path analysis for yield improvement in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Annals of Plant and Soil Research*, 24(2), 309-312.
26. Meena, R. S., Lal, G., Meena, N. K., & Mali, S. C. (2019). Variability and character association in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) germplasm. *International Journal of Seed Spices*, 9(2), 29-36.
27. البياتي ، أحمد عبد الكريم قادر . (2012) . استخدام معلمات وراثية وأدلة انتخابية في تقويم عدة تراكيب وراثية من الشعير (*Hordeum vulgare* L.) . رسالة ماجستير ، كلية الزراعة ، جامعة تكريت .
28. Sefidan, A. Y., Valizadeh, M., Aharizad, S., & Sabzi, M. (2014). Path analysis of grain yield, some morphological traits and essential oil content in different fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) populations. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 4(5), 10-15.
29. Prajapati, J., C. N. Ram, P. Kumar, S. Kumar, A. K. Singh and A. K. Chaudhary. (2022) . Correlation and Path coefficient Analysis in Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) Bio. Forum- An Inter. Jour. 14(4): 1093-1096(2022) .

Estimation Genetic Parameters and Path Coefficient Analysis for Fruit yield and its components of Fennel (*Foeniculum vulgare Mill*)

Satar Abid Khaleefh*, Akeel Najim Abood, Dawood Selman Maddab

Field Crops Department, College of Agriculture, Tikrit University

Article Information

Received: 14/12/2022

Accepted: 22/01/2023

Keywords:

Sweet fennel, Fruits yield, genetic parameters, Path analysis, *Foeniculum vulgare Mill*

Corresponding Author

E-mail:

satar.ab77@gmail.com

Mobile: 07703918531

Abstract

A field experiment was carried out during the winter seasons 2020-2021 and 2021-2022 on one of the private farms in the village of Banat Al-Hassan, southeast of the city of Samarra, in gypsum soil. The experiment included 135 experimental units with 45 treatments with three replications resulting from the interaction of organic fertilizers with three concentrations (0, 4, 8) T. D⁻¹ and phosphate fertilizer in three concentrations (0, 80, 160) kg. D⁻¹ and five genotypes (Local, Amigo, Dollap, Azuricum, Hannan). This study aims to estimate the genetic parameters of the characteristics of fruit yield and its components for several sweet fennel genotypes with the effect of organic and phosphate fertilizers. The randomized complete block experiment is designed as a split plot experiment with three replications using Duncan multiple range test at the level of 0.05, and the data were analyzed pooled to find out the effect of seasons. The results show that the highest coefficients of genetic and phenotypic variation were recorded for the biological yield, which amounted to 4359.866, 8364.365, and then the fruit yield, which amounted to 2322.135 and 3107.175, respectively. The highest inheritance rate for the fruit yield was 74.734%, followed by the biological yield with 52.124%. As for the values of genetic improvement, the highest values are recorded for the characteristic of the biological yield, which amounted to 83.901, followed by the characteristic of the fruit yield, which amounted to 73.319. As for the values of the coefficient of genetic variation, the highest values are at the number of umbellets per plant 13.36, followed by the number of fruits per umbellet 10.85. While the coefficient of determination recorded the highest values for the characteristics of weight of 1000 fruits, biological yield and fruit yield, all of which are 0.99. The genetic correlation recorded the highest value for the number of branches trait. A plant with a plant height of 1.631, followed by the number of umbellets with the number of branches. Plant reached 1,597. As for the phenotypic correlation, the highest correlation was given to the fruit yield with the weight of 1000 fruits, which reached 0.989, followed by the correlation of the weight of 1000 fruits with the number of fruits in the umbellet, which reached 0.910. The path analysis indicate that the best direct effect of the characteristic of the weight of 1000 fruits amounted to 0.729, 0.816 for the genetic and phenotypic correlation, respectively, and the highest indirect effect is for the genetic correlation of the number of branches by weight of 1000 fruits amounted to 0.932, and the phenotypic correlation of the characteristic of the number of fruits by weight of 1000 fruits amounted to 0.743.