Rafidain Journal of Science
https://rsci.uomosul.edu.iq
Vol. 35, No. 1, pp. 9-20, 2026 (March)

تقدير بعض المعالم الوراثية في البطاطا *Solanum tuberosum* L. تحت تأثير اشعة كاما

ماهر مراد صالح **شامل يونس حسن**
قسم البستنة وهندسة الحدائق/ كلية الزراعة والغابات/ جامعة الموصل
ليث احمد نجم
قسم الفيزياء/ كلية العلوم/ جامعة الموصل

p-ISSN: 1608-9391
e -ISSN: 2664-2786

Article information

Received: 29/4/2025
Revised: 22/5/2025
Accepted: 3/6/2025

DOI:
10.33899/rsci.v35i1.62006

corresponding author:
ماهر مراد صالح
maheralsabawe@gmail.com
شامل يونس حسن
shamil@uomosul.edu.iq
ليث احمد نجم
Prof.lai2014@uomosul.edu.iq

الملخص

تمت الدراسة الحالية في محافظة نينوى/ بالعراق لتحديد التغيرات الوراثية لبعض صفات النمو والإنتاج لخمس أصناف من البطاطا المستوردة ضمن الرتبة E وهي (Arizona و Fajah و Paradiso و Riviera و Vogue) اشتملت المعاملات بتعريض النبات بأربعة مستويات من اشعة كاما (عدم التعريض والتعريض لمدة 30 دقيقة و45 و60 دقيقة) بفعالية اشعاعية 50 مايكرو كوري والمصدر المشع هو الامريشيوم ذو العدد الكتلي 241 بشكل منفرد خلال موسم النمو الربيعي لعام 2025/2024 في حقل الأبحاث الزراعية بكلية الزراعة والغابات بمنطقة الغابات السياحية بمدينة الموصل. أُجريت التجربة بعشرين معاملة باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، بثلاثة قطاعات.

أظهرت النتائج من تحليل التباين أن متوسط مربعات التركيب للأصناف الخمسة كان مهمًا لجميع الصفات باستثناء نسبة الكربوهيدرات في الدرنات. وفي المقابل، كان متوسط مربعات معاملات التشعيع لكل من عدد الدرنات القابلة للتسويق لكل نبات، متوسط وزن الدرنة التسويقي والحاصل التسويقي للنبات، إلى جانب نسبة المادة الجافة والنشا في الدرنات. كانت قيم التباين الوراثي والبيئي جميعها ذات دلالة عن الصفر. حيث كانت قيم التباين الوراثي أعلى من البيئي لصفات مثل ارتفاع النبات، نسبة الكلوروفيل في الأوراق، وعدد الدرنات القابلة للتسويق للنبات، بينما كانت أقل لبقية الصفات. كانت قيم التوريث بالمعنى الواسع عالية لصفات ارتفاع النبات ونسبة الكلوروفيل في الأوراق والنسبة المئوية للفسفور والبوتاسيوم في الدرنات. تعطي النسبة العالية للتوريث فرصة جيدة للمربين لتحسين هذه الصفات عبر الانتخاب المباشر. كما كانت قيم التحسين الوراثي المتوقع كنسبة من متوسط الصفة عالية لصفات عدد وحاصل الدرنات القابلة للتسويق لكل نبات.

الكلمات الدالة: البطاطا، التحسين الوراثي، التباين، التوريث، اشعة كاما.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

المقدمة

تعد البطاطا *Solanum tuberosum* L. من بين اهم محاصيل الخضر في العالم، وهي تتبع العائلة الباذنجانية Solanaceae وتتصدر المرتبة الرابعة للمحاصيل الأكثر زراعة بعد الحنطة والرز والذرة الصفراء، يعد الموطن الأصلي للبطاطا أمريكا الجنوبية وبعد ذلك انتقلت إلى اوربا ومن ثم إلى أمريكا الشمالية، ولها قيمة غذائية عالية لاحتوائها على العديد من العناصر الغذائية والبروتين والفيتامينات والكربوهيدرات والدهون والسكريات والأحماض العضوية (Hassan, 2003). بلغت المساحة المزروعة في العراق لعام 2022 من محصول البطاطا حوالي 50.440 دونم وبمتوسط انتاجية 5364.5 كغم/دونم وبإنتاج 270.591 طن (Central Statistical Organization, 2023).

إن أغلب الأصناف المستعملة للزراعة في المنطقة العربية هي الأصناف الأوربية وتعتبر الأصناف ذات المواصفات الجيدة والإنتاجية العالية من اهم العوامل التي تحدد الإنتاجية (Taha, 2007) اذ يحكم الأصناف بشكل عام التداخل الوراثي والبيئي لذا فان الطبيعة الوراثية للصنف المزروع يؤثر غالباً في كمية الحاصل وجودته (Kumar *et al*., 2000).

يتطلب ألحاصل العالي في المحاصيل معرفة طبيعة التباين ومقداره في الأصول الوراثية لأن الاختلافات الوراثية هي المرغوبة بالنسبة لمربي النبات، وإن نجاح أي برنامج للتربية يجب أن يعتمد على المتغايرات الوراثية المرغوب بها والموجودة في المجتمع النباتي، ولولا حدوث هذه المتغايرات لما وجدت الأنواع النباتية التي تفوق آباءها في الصفات الإنتاجية والنوعية.

إن الاختلافات البيئية قد تعمل على حجب الاختلافات الوراثية ولذلك كلما زادت الاختلافات المظهرية بين الأفراد ضمن التركيب الوراثي الواحد وكانت أسبابه تعود إلى التباين البيئي كلما أصبح من الصعب الانتخاب للفروق الوراثية، ومن ناحية أخرى كلما قل تأثير البيئة في تغير الصفة مقارنة مع الفروق الوراثية فان الانتخاب يكون فعالا لان صفات النباتات المنتخبة ستورث معظمها للنسل (Al-Mufarji, 2006). ومن هنا جاءت الحاجة إلى إيجاد مقياس كمي لوصف مدى تأثير البيئة في الصفات وهذا مقياس هو ما يعرف بدرجة التوريث Heritability، وتمثل نسبة التوريث بين مكونات التباين الوراثي للصفة إلى التباين المظهري وهذا ما يعبر عنه بالتوريث بالمعنى الواسع Broad Sense Heritability، إن للتوريث دورا مهما في اختيار الطريقة الملائمة لتربية وتحسين الصفات المرغوبة، فانه على أساسه يتم الانتخاب ولاسيَما إذا كانت قيمته عالية، وبذلك يتأثر الانتخاب بالتباينات في المجتمع المطلوب إجراء الانتخاب فيه والتوريث وشدة الانتخاب وتدخل هذه العوامل مجتمعة في معادلة تقدير التحسين الوراثي المتوقع للصفة الكمية، ويعد تقدير التحسين الوراثي Genetic Advance اكبر تطبيق لنظرية الوراثة الكمية في برامج تربية وتحسين النبات (Al-Kamar, 1999).

برزت الحاجة الى استخدام وسائل متنوعة لاستحثاث التغيرات الوراثية الجديدة التي لها دور فاعل في اتساع القاعدة الوراثية وزيادة الحصول على انواع جديدة بصفات متميزة، ومن الطرق التي لها تأثير وفعالية على تطوير التراكيب الوراثية بأسرع وقت وباقل التكاليف هي المعاملة بالإشعاع، فالمواد والطاقة اللازمتان للنمو متوفرة في تقاوي التكاثر للمحاصيل ، لكن بعض المنشطات مطلوبة لتنشيط تلك المواد المخزونة، ومن هذه المنشطات الاشعاع (Piri *et al*., 2011) ويعرف الاشعاع المؤين بانه الطاقة التي تنتشر على شكل فوتونات (اشعة سينية واشعة كاما) او بشكل جسيمات (اشعة الفا وبيتا ونيترونات وبروتونات) (Lemus *et al*., 2002).

كما تعد اشعة كاما احدى الوسائل المستخدمة لإحداث التباين الجيني في العديد من انواع النباتات (Moussa, 2011)، ولها تأثير على نمو النبات وتطوره عن طريق احداث تغيرات وراثية وخلوية وكيميائية حيوية وفسيولوجية في الخلايا والانسجة، ويختلف هذا التأثير باختلاف مستويات التشعيع (Ikram *et al*., 2010)، وان الجرعات المنخفضة من اشعة كاما تعطي تأثيرات ايجابية على الخصائص الكيميائية والمورفولوجية والفيزيائية ولديها القدرة لتطوير العديد من الانواع الجديدة (Ann and Jin, 2020).

أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة باعتبارها دراسة جديدة في هذا المجال على محاصيل الخضر في العراق عامة ومحافظة نينوى خاصة ومنها محصول البطاطا. الى ما يلي:

1- دراسة تأثير تعريض اشعة كاما لفترات مختلفة على النمو الخضري والحاصل الكمي والنوعي لنبات البطاطا.
2- تقويم الأداء الوراثي لخمسة أصناف من البطاطا تحت تأثير معاملات مختلفة من مدة التشعيع بأشعة كاما بهدف انتخاب أفضلها من ناحية الإنتاجية كما ونوعا.
3- تقدير التباين الوراثي والمظهري لأهم مكونات الحاصل ومدى استجابة هذه الأصناف للانتخاب للاستفادة منها في تربية وتحسين حاصل البطاطا.
4- قياس نسبة التوريث والتحسين الوراثي المتوقع للحاصل ومكوناته.

مواد وطرائق العمل

نفذت هذه الدراسة في حقل الخضراوات التابع لقسم البستنة وهندسة الحدائق/ كلية الزراعة والغابات/ جامعة الموصل/ مدينة الموصل والتي تقع على خط عرض 36.35 درجة شمالاً وخط طول 43.15 درجة شرقاً والتي ترتفع 223 متر عن مستوى سطح البحر (Guest, 1966)، بهدف تقدير بعض المعالم الوراثية تحت ظروف محافظة نينوى لخمسة تراكيب وراثية من البطاطا المستوردة من الرتبة E وهي (Arizona و Fajah و Paradiso و Riviera و Vogue) تحت تأثير معاملات مختلفة من اشعة كاما Gamma Rays بفعالية اشعاعية مقدارها 50 مايكرو كوري وهي اربعة (0، 30، 45، 60) دقيقة، اجريت عملية التشعيع لأصناف البطاطا الخمسة قيد الدراسة داخل غرف مخصصة من مادة الرصاص في مختبرات قسم الفيزياء/ كلية العلوم/ جامعة الموصل.

زرعت درنات الاصناف الخمسة بتاريخ 2024/2/13 على مروز وكان اتجاه المروز شرق–غرب، تضمنت الوحدة التجريبية ثلاثة مروز بطول 1.50 متر وعرض 0.75 متر، وبذلك بلغت مساحة الوحدة التجريبية 3.375 متر مربع، نفذت كتجربة عامليه بثلاثة مكررات ضمن تصميم Randomized Complete Block Design، ليصبح عدد المعاملات عشرون (5×4=20) وعدد الوحدات التجريبية (5×4×3=60) وحدة تجريبية. عمليات الخدمة الزراعية أجريت وبالتساوي لجميع المعاملات كافة.

حللت البيانات إحصائيا اعتمادا على برنامج SAS (2010)، واستخدم اختبار دنكن متعدد الحدود للمقارنة بين متوسطات القيم عند مستوى احتمال 0.05.

بعد الانتهاء من جمع البيانات للصفات قيد الدراسة وتبويبها وجدولتها تم تحليلها وراثيا وتقدير بعض المعالم الوراثية من جدول تحليل التباين للتصميم المستخدم في التجربة وبحسب ما أورده (الجدول 1) على وفق معادلة النموذج الرياضي الآتية (Al-Rawi and Khalaf Allah, 2000):

$$y_{ijk} = \mu + R_k + Ai + Bj + ABij + eijk \{i=1, a; j=1, b; k=1, r$$

Table 1: For the design used in the experiment ANOVA table.

S.O.V	d.f	SS	MS	Cal. F
Reps	r–1 =2	(SSr) = R-CF	MSr	F_r
A	a–1= 4	(SS_A) =A–CF	MS_A	F_A
B	b–1 = 3	($SS_{B)}$ =B–CF	MS_B	F_B
AB	(a-1) (b–1) =12	(SS_{AB}) = AB-A-B+CF	MS_{AB}	F_{AB}
Error	(ab-1) (r-1) =38	(SSe) = ABR-AB-R+CF	MS_e	
Total	abr–1 =59	SST = ABR-CF		

A: الأصناف =5

B: معاملات التشعيع =4

R: عدد المكررات =3

قدرت مكونات التباين المظهري σ^2_p (الوراثية σ^2 g والبيئية σ^2_e) من جدول تحليل التباين (الجدول 1)، واختبرت معنوية التباينين الوراثي σ^2_g والبيئي σ^2_e عن الصفر حسب طريقة Kempthorne (1957) وذلك بحساب تباين كل من هذين التباينين، واستخراج الجذر التربيعي لهما للحصول على الأخطاء القياسية وكما يلي:

قدرت مكونات التباين المظهري σ^2_p (الوراثية σ^2 g والبيئية σ^2_e) من جدول تحليل التباين (الجدول 1)، واختبرت معنوية التباينين الوراثي σ^2_g والبيئي σ^2_e عن الصفر حسب طريقة Kempthorne (1957) وذلك بحساب تباين كل من هذين التباينين، واستخراج الجذر التربيعي لهما للحصول على الأخطاء القياسية وكما يلي:

$$\sigma^2_p = \sigma^2_g + \sigma^2_e \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

التباين المظهري = Phenotypic variance (σ^2p)

التباين الوراثي = Genotypic variance (σ^2g)

التباين البيئي = Environmental variance (σ^2e)

$$r\, b/\sigma^2_g = (MS_g - MS_e)$$

MS g = متوسط مربعات الاصناف.

MS e = متوسط مربعات الخطأ التجريبي.

r = عدد المكررات.

b = عدد معاملات التشعيع.

$$MS_e \quad \sigma^2_e =$$

وتم حساب تباين كل من التباينين الوراثي σ^2_g والبيئي σ^2_e كما يلي:

$$V(g) = \frac{1}{r^2 b^2}\left\{\frac{2(Msg)^2}{gen.df.+2} + \frac{2(Mse)^2}{error\ df.+2}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$V(e) = \frac{2(Mse)^2}{error\ \ df.+2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

وتم تقدير معاملي الاختلاف الوراثي والمظهري من المعادلتين الآتيتين المقترحتين من قبل (Burton, 1952) لحساب معامل الاختلاف الوراثي Genotypic coefficient of variability (GCV) (Dudley and Moll, 1969) لحساب معامل الاختلاف المظهري Phenotypic coefficient of variability (PCV) باستخدام المعادلات الآتية:

$$GCV\ \% = (\sqrt{\ }\sigma^2_g\ /\ \bar{y}) \times 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$PCV\ \% = (\sqrt{\ }\sigma^2_p\ /\ \bar{y}) \times 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

($\bar{y}$) = هي الوسط الحسابي للصفة.

$\sqrt{\ }\sigma^2_g$ = الانحراف القياسي الوراثي.

$\sqrt{\ }\sigma^2_p$ = الانحراف القياسي المظهري.

قدرت قيم التوريث بالمعنى الواسع Broad sense heritability ($H^2_{b.s.}$) حسب المعادلة التي قدمها Falconer و Mackay (1996) وهي:

$$H^2_{b.s.} = \frac{\sigma^2_g}{\sigma^2_p}$$

وتم التعبير عن اهمية قيم التوريث بالمعنى الواسع حسب التدريج الذي اوضحه (Ali, 1999):
(أقل من 40% منخفضة، 40–60% متوسطة، أكثر من 60% عالية).

وقدر التحسين الوراثي المتوقع Expected Genetic Advance (EGA) والذي أطلق عليه (Falconer and Mackay, 1996) بالاستجابة للانتخاب، حيث يقيس الفرق بين متوسط عشيرة الأبناء الناتجة من الانتخاب ومتوسط العشيرة الأصلية، فقد قدر لكل صفة باعتماد معادلة Allard (1960) وكالآتي:

$$E.G.A. = (K\, H^2_{b.s.} \sqrt{\delta^2 P}) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

E.G.A = التحسين الوراثي المتوقع.
K = 2.06 وهي شدة الانتخاب لـ 5% من النباتات.
$H^2_{b.s.}$ = التوريث بالمعنى الواسع.
$\sqrt{\sigma^2_p}$ = الانحراف القياسي المظهري.

وقدر التحسين الوراثي المتوقع بوصفه نسبة مئوية من متوسط الصفة بالطريقة التي أوضحها (Kempthorne, 1969) وهي:

$$E.G.A.\ \% = [(K\, H^2_{b.s.} \sqrt{\delta^2 P} / (\bar{y}]) \times (7) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots . 100$$

($\bar{y}$): هي الوسط الحسابي للصفة.

واعتمدت حدود التحسين الوراثي المتوقع التي أوردها (Ahmed and Agarwal, 1982) على النحو الآتي:
(أقل من 10% منخفضة و 10–30% متوسطة و أكثر من 30% عالية).

النتائج والمناقشة

اظهرت نتائج تحليل التباين لصفات البطاطا قيد الدراسة أن معدل مربعات التراكيب للأصناف الخمسة كان معنويا للصفات قيد الدراسة (الجدول 2) باستثناء صفة النسبة المئوية للكربوهيدرات في الدرنات حيث كان عند مستوى احتمال 1% لصفات ارتفاع النبات ونسبة الكلوروفيل في الأوراق وعدد الدرنات الصالحة للتسويق للنبات ومعدل وزن الدرنة التسويقي.

Table 2: Analysis of variance for the studied traits in potatoes, which represents the mean square values.

Mean of Squares					d.f.	Sources of variation
Tuber weight for marketing	**Tubers No. for marketing**	**Chlorophyll content (SPAD)**	**Leaf area**	**Plant hight**		
479.791	0.328	1.266	2298749.62	201.876	2	Blocks
406.353 **	25.035 **	185.270 **	10526214.790 *	913.626 **	4	Varieties
89.798 *	1.073 *	13.486	3201464.110	3.512	3	Radiation treatments
363.488 **	2.900 *	6.477	1858066.240	51.248 *	12	Var. x Rad.
83.154	1.877	7.845	1077185.300	37.146	38	Error

* و** معنوية عند مستوى احتمال (0.05 و0.01) على التوالي.

والحاصل القابل للتسويق للنبات والدرنات الصالحة للتسويق وصلابة الدرنات عند الحصاد والنسبة المئوية للفسفور والبوتاسيوم في الدرنات، وعند مستوى احتمال 5% لصفات المساحة الورقية للنبات والنسبة المئوية للمادة الجافة في الدرنات والنسبة المئوية للنشأ في الدرنات والنسبة المئوية للبروتين والنتروجين في الدرنات وكما موضح في (الجدول 3) و (الجدول 4).

Table 3: Analysis of variance for the studied traits in potatoes, which represent the mean square values.

Mean of squares					d.f.	Sources of variation
Tuber hardness at harvesting	**Starch percentage of tubers**	**Dry matter of tubers (%)**	**Tubers yield for marking**	**Marketing harvest of plant**		
6.237	0.996	2.387	426.743	150094.117	2	Blocks
20.926 **	1.075 *	1.365 *	1703.634 **	598506.542 **	4	Varieties
8.950	3.778 **	4.789 **	64.104 *	22569.644 *	3	Radiation treatments
9.038 *	4.598 **	5.806 **	274.987 *	96687.686 *	12	Var. x Rad.
2.095	0.120	0.325	128.596	45226.384	38	Error

* و** معنوية عند مستوى احتمال (0.05 و0.01) على التوالي.

Table 4: Analysis of variance for the studied traits in potatoes, which represent the mean.

Mean of squares					d.f.	Sources of variation
Tuber's potassium percentage	**Tuber's phosphorus percentage**	**Tuber's nitrogen percentage**	**Tuber's carbohydrate percentage**	**Tuber's protein percentage**		
0.351	0.0002	0.418	0.866	16.353	2	Blocks
0.444 **	0.021 **	0.060 *	1.206	2.366 *	4	Varieties
0.012	0.006	0.016	0.521	0.663	3	Radiation treatments
0.372 **	0.013 **	0.076 *	10.363 **	2.977 *	12	Var. x Rad.
0.019	0.001	0.011	0.325	0.419	38	Error

* و** معنوية عند مستوى احتمال (0.05 و0.01) على التوالي.

يتماشى هذا مع ما ذكره الباحثون (Naiem *et al*., 2022; Rohit *et al*., 2022; Mishra *et al*., 2017; Singh *et al*., 2024; Seid *et al*., 2023) من وجود فروق معنوية بين الاصناف لصفات النمو والحاصل في البطاطا.

نتائج (الجدول 3) تبين قيم التباينات المظهرية ومكوناتها الوراثية الكلية والبيئية والمعالم الوراثية للصفات قيد الدراسة في البطاطا، ومنه يتضح ان قيم التباين الوراثي والبيئي كانت معنوية عن الصفر للصفات قيد الدراسة، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه الباحثون (Singh *et al*., 2024; Hu *et al*., 2022; Shetty *et al*., 2023; Luthra *et al*., 2018) من قيم معنوية للتباين الوراثي والبيئي لبعض الصفات في البطاطا.

وتشير النتائج الى ان قيم التباين الوراثي كانت اعلى من قيم التباين البيئي لصفات ارتفاع النبات ونسبة الكلوروفيل في الأوراق وعدد الدرنات الصالحة للتسويق للنبات والحاصل القابل للتسويق والدرنات الصالحة للتسويق والنسبة المئوية للفسفور والبوتاسيوم في الدرنات، واقل منه لباقي الصفات الأخرى وكما موضح في (الجدول 5).

Table 5: The overall mean and components of phenotypic variation (genetic and environmental) and genetic parameters of the studied traits in potatoes.

Characteristics					Genetics parameters
Tuber weight for marketing	**Tubers No. for marketing**	**Chlorophyll content (SPAD)**	**Leaf area**	**Plant hight**	
26.933 19.725±	1.929 1.205±	14.785 8.917±	787419.124 507577.900±	73.040 43.972±	Genetic variation
83.154 31.429±	1.877 0.709±	7.845 2.965±	1077185.300 407137.800±	37.146 14.039±	Environmental variation
110.087	3.806	22.630	1864604.424	110.186	Phenotypic variation
3.322	20.872	8.368	15.605	12.852	Coefficient genetic variation
6.718	29.319	10.353	24.014	15.786	Coefficient Phenotypic Variation
0.244	0.506	0.653	0.422	0.662	Heritability
5.274	2.034	6.399	1187.060	14.315	Expected genetic improvement
3.377	30.568	13.926	20.876	21.528	Expected genetic improvement (percentage)
156.178	6.654	45.948	5686.167	66.495	Mean

سجلت اعلى القيم لمعامل الاختلاف الوراثي لصفات عدد الدرنات الصالحة للتسويق للنبات 20.872 والحاصل التسويقي للنبات 20.732 وحاصل الدرنات الصالحة للتسويق 20.741، في حين اعلى القيم لمعامل الاختلاف المظهري سجلت لصفات المساحة الورقية للنبات 24.014 وعدد الدرنات الصالحة للتسويق للنبات 29.319 والحاصل التسويقي للنبات 29.180 وحاصل الدرنات الصالحة للتسويق 29.184، يتماشى هذا مع ما اشار اليه Prajapati واخرون (2020) على سبعة تراكيب وراثية لمحصول البطاطا للموسم الربيعي 2017–2018 حيث لوحظ وجود تباين وراثي معنوي عن الصفر لأغلب الصفات المدروسة منها ارتفاع النبات وعدد السيقان والمساحة الورقية وعدد الدرنات الكلية للنبات وحاصل الدرنات للنبات ومعدل وزن الدرنة الكلي وكذلك الباحثون (Likeng-Li-Ngue *et al*., 2023; Tessema *et al*., 2022; Zeleke *et al*., 2021) من قيم معامل اختلاف وراثي ومظهري متباينة القيم.

ويتضح ان قيم معامل الاختلاف المظهري كانت اعلى كثيرا من قيم معامل الاختلاف الوراثي للصفات جميعها، وهذا يدل على التأثير البيئي والمتمثل بمعاملات التشعيع بكاما على الصفات المدروسة بدرجات متفاوته، كون ان معظم هذه الصفات هي صفات كمية، وبالتالي فان الانتخاب يكون فعالا لهذه الصفات على اساس المظهر الخارجي (Al-Mukhtar, 1988) وكما موضح في (الجدول 6).

Table 6: The general average, components of phenotypic variation (genetic and environmental), and genetic parameters for the traits studied in potatoes.

Characteristics					Genetics parameters
Tuber hardness at harvesting	**Starch percentage of tubers**	**Dry matter of tubers (%)**	**Tubers yield for marking**	**Marketing harvest of plant**	
1.569 1.008±	0.079 0.051±	0.086 0.066±	131.253 82.066±	46106.679 28830.870±	Genetic variation
2.095 0.791±	0.120 0.045±	0.325 0.122±	128.596 48.604±	45226.384 17093.970±	Environmental variation
3.664	0.199	0.411	259.849	91333.063	Phenotypic variation
6.931	2.993	1.953	20.741	20.732	Coefficient genetic variation
10.591	4.751	4.271	29.184	29.180	Coefficient phenotypic variation
0.428	0.397	0.209	0.505	0.504	Heritability
1.688	0.365	0.276	16.769	313.770	Expected genetic improvement
9.339	3.887	1.838	30.359	30.296	Expected genetic improvement (percentage)
18.073	9.389	15.010	55.234	1035.667	Mean

قيم التوريث بالمعنى الواسع تراوحت بين 0.183 للنسبة المئوية للكربوهيدرات في الدرنات و 0.666 للنسبة المئوية للفسفور في الدرنات، ويلاحظ انها كانت مرتفعة لصفات ارتفاع النبات 0.662 ونسبة الكلوروفيل في الأوراق 0.653 والنسبة المئوية للفسفور في الدرنات 0.666 والنسبة المئوية للبوتاسيوم في الدرنات 0.648، فيما كانت متوسطة لصفات المساحة الورقية للنبات 0.422 وعدد الدرنات الصالحة للتسويق للنبات 0.506 والحاصل التسويقي للنبات 0.504 وحاصل الدرنات الصالحة للتسويق 0.505 وصلابة الدرنات عند الحصاد 0.428، ومنخفضة لباقي الصفات الاخرى، ومن دراسات سابقة حصل بعض الباحثين على قيم توريث تراوحت بين المنخفضة والمتوسطة والعالية لمختلف الصفات ومنهم (Asefa *et al*., 2016; Hunde *et al*., 2022; Singh *et al*., 2024; Rohit *et al*., 2022). ارتفاع نسبة التوريث في أية صفة يعطي فرصة جيدة للمربي لتحسين الصفات بالانتخاب المباشر لها (Allard, 1960) وكما موضح في (الجدول 7).

Table 7: General scheme, components of phenotypic variation (genetic and environmental) and parameters assigned to the traits studied in potatoes.

Characteristics					Genetics parameters
Tuber's potassium percentage	**Tuber's phosphorus percentage**	**Tuber's nitrogen percentage**	**Tuber's carbohydrate percentage**	**Tuber's protein percentage**	
0.035 0.021±	0.002 0.001±	0.004 0.002±	0.073 0.058±	0.162 0.114±	Genetic variation
0.019 0.007±	0.001 0.0003±	0.011 0.004±	0.325 0.122±	0.419 0.158±	Environmental variation
0.054	0.003	0.015	0.398	0.581	Phenotypic variation
6.557	14.907	4.299	1.461	4.378	Coefficient genetic variation
8.145	18.257	8.325	3.413	8.291	Coefficient phenotypic variation
0.648	0.666	0.266	0.183	0.279	Heritability
0.310	0.075	0.067	0.237	0.438	Expected genetic improvement
10.865	25.000	4.554	1.282	4.764	Expected genetic improvement (percentage)
2.853	0.300	1.471	18.484	9.193	Mean

كما وتشير نتائج (الجدول 3) ان قيم التحسن الوراثي المتوقع كنسبة مئوية من متوسط الصفة قد تباينت بين المنخفضة لصفات معدل وزن الدرنة التسويقي 3.377 والنسبة المئوية للمادة الجافة في الدرنات 1.838 والنسبة المئوية للنشأ في الدرنات 3.887 وصلابة الدرنات عند الحصاد 9.339 والنسبة المئوية للبروتين في الدرنات 4.764 والنسبة المئوية للكربوهيدرات في الدرنات 1.282 والنسبة المئوية للنتروجين في الدرنات 4.554، والعالية لصفات لعدد الدرنات الصالحة للتسويق للنبات 30.568 والحاصل التسويقي 30.296 وحاصل الدرنات القابلة للتسويق 30.359 ، فيما كانت متوسطة لباقي الصفات الاخرى، وقد اشار كل (Likeng-Li-Ngue *et al*., 2023; Seid *et al*., 2023; Zeleke *et al*., 2021; Al-Ajili, 2021; Singh *et al*., 2020) الى ان قيم التحسين الوراثي كانت متباينة بين المنخفضة والمتوسطة والعالية للصفات المدروسة.

يستنتج من العلاقة بين المعالم الوراثية (معاملي الاختلاف الوراثي والمظهري والتوريث والتحسين الوراثي المتوقع كنسبة مئوية) ان قيمها كانت متماشية مع بعضها من حيث الزيادة او النقصان لمعظم الصفات قيد الدراسة، دلالة على العلاقة القوية بينها، وعليه ومن خلال هذه العلاقة القوية بينها يمكن التنبؤ بالتحسين الوراثي المتوقع في الدورات الانتخابية الأتية من خلال قيم معامل الاختلاف المظهري، وفي مثل هذه الحالات يمكن ان يحقق الانتخاب الاجمالي Mass Selection الاهداف المطلوبة لتحسين المحصول (Welsh, 1981).

REFERENCES

Agarwal, V.; Ahmad, Z. (1982). Heritability and genetic advance intricate. *Indian J. Agric. Res.*, **16**, 19-23.

Al-Ajili, A.A.A. (2021). The effect of nano-NPK fertilizer and its application method on the growth and development of two potato cultivars. Master's thesis. College of Agriculture and Forestry. Al-Walid University. Iraq.

Ali, A.A.-K.A. (1999). Hybridity and gene action in maize (*Zea mays*). PhD Thesis, College of Agriculture and Forestry, University of Mosul, Iraq.

Al-Kamar, M.K. (1999). "Horticultural Plant Breeding". Dar Al-Khaleej Library, Amman, Jordan.

Allard, R.W. (1960). "Principles of Plant Breeding". 2nd ed., John Willey and Sons. Inc. New York, USA.

Al-Mufarji, O.k.A. (2006). Analysis of combining ability and estimation of heterogeneity and genetic markers in okra (*Abelmoschus esculentus* L.). PhD Thesis, College of Agriculture, University of Baghdad, Iraq.

Al-Mukhtar, F.A.-H. (1988). "Genetics and Breeding of Horticultural Plants". Ministry of Higher Education and Scientific Research, University of Baghdad, Bayt Al-Hikma, Baghdad, Iraq.

Al-Rawi, K.M.; Khalaf Allah A.M. (2000). "Design and Analysis of Agricultural Experiments". University of Mosul, Ministry of Higher Education and Scientific Research, Dar Al-Kutub for Printing and Publishing, Iraq.

Ann, S.; Jin, H.L. (2020). Mutational propagation using gamma irradiation in ornamental plant development, department of plant biotechnology. *J. Flower Res.*, **28**(3), 102-115. DOI:10.11623/frj.2020.28.3.01

Asefa, G.; Mohammed, W.; Abebe, T. (2016). Genetic variability studies in potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes in bale highlands, south eastern ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, **6**(3), 117-119.

Burton, G.W. (1952). Quantitative inheritance in grasses. *Proc. Sixth Inter. Grass land cong.*, **1**(2), 277-288.

Central Statistical Organization (2023). Crop and vegetable production for the year 2022. Ministry of Planning, Directorate of Agricultural Statistics, Republic of Iraq.

Dudley, J.W.; Moll, R.H. (1969). Interpretations and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. *Crop Sci.*, **9**, 257-262. DOI:10.2135/cropsci1969.0011183X000900030001x

Falconer, D.C.; Mackay, T.F.C. (1996). "Introduction to Quantitative Genetic". 4th ed., John Wiley and Sons, New York.

Hassan, A.A.M. (2003). "Potatoes". Arab House for Publishing and Distribution, Cairo, Arab Republic of Egypt.

Hu, J.; Mei, M.; Jin, F.; Xu, J.; Duan, S.; Bian, C.; Li, G.; Wang, X.; Jin, L. (2022). Phenotypic variability and genetic diversity analysis of cultivated potatoes in China. *Front. Plant Sci.*, **13**, 1-13. 954162. DOI:10.3389/fpls.2022.954162

Hunde, N.F.; Galalcha, D.T.; Limeneh, D.F. (2022). Estimation of genetic variability among potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes at Bekoji, Southeastern Ethiopia. *Adv. Crop Sci. Tech.*, **10**(11), 2-6.

Ikram, N.; Dawar, S.; Abbas, Z.; Javed, Z. (2010). Effect of (60 cobalt) gamma rays on growth and root rot diseases in mungbean (*Vigna radiate* L.). *Pakistan J. Bot.*, **42**, 32165- 2170.

Kempthorne, O. (1957)." An Introduction to Genetic Statistics". Jihn Wiley and sons, New York, USA.

Kempthorne, O. (1969). "An Introduction to Genetic Statistics". Iowa State University Press, Ames.

Kumar, A.; Dahiya, M.S.; Bhutani, R.D. (2000). Performance of brinjal (*Solanum melongena* L.). genotypes in different enviornmnets of Spring Summer Season. *Haryana J. Hort*. **11**, 63- 67.

Lemus, Y.; Méndez-Natera, J.; Cedeño, J.; Otahola-Gómez, V. (2002). Radiosensibilidad de dos genotypes de frijol Vigna unguiculata L. Walp, UDO. *Agrícola*, **2**, 22-28.

Likeng-Li-Ngue, B.C.; Ibram, A.A.M.M.; Zenabou, N.; Zoa, F.B.; Fort, M.N.L.; Nathalie, M.; Bell, J.M. (2023). Genetic variability, heritability and correlation of some morphological and yield components traits in potato *(Solanum tuberosum* L.) collections. *American J. Plant Sci.*, **14**(9), 1029-1042. DOI:10.4236/ajps.2023.149070

Luthra, S.K.; Gupta V.K.; Lal, M.; Tiwari, J.K. (2018). Genetic parameters for tuber yield components, late blight resistance and keeping quality in potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Art. Potato J.*, **45**(2), 107-115.

Mishra, S.; Singh, J.; Sharma, P.K. (2017). Studies on parameters of genetic variability for yield and its attributing traits in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Biosci. Biotech. Res. Asia*, **14**(1), 489-495. DOI:10.13005/bbra/2469

Moussa, H.R., (2011). Low dose of gamma irradiation enhanced drought tolerance in soybean. *Agron. Hungarica*, **59**, 1-12. DOI:10.1556/AAgr.59.2011.1.1

Naiem, S.Y.; Badran, A.E.; Boghdady, M.S.; Aljuaid, B.S.; El-Shehawi, A.M.; Salem, H.M.; Ismail, H.E. (2022). Performance of some elite potato cultivars under abiotic stress at North Sinai. *Saudi J. Bio. Sci.*, **29**(4), 2645-2655. DOI:10.1016/j.sjbs.2021.12.049

Piri, I.; Babayan, M.; Tavassoli, A.; Javaheri, M. (2011). The use of gamma irradiation in agriculture. *African J.l Micro. Res.*, **5**(32), 5806-5811. DOI:10.5897/AJMR11.949

Prajapati, D.R.; Patel, R.N.; Gami, R.A. (2020). Study of genetic variability of tuber yield and storage related traits in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Inter. J. Chem. Stud.*, **8**(3), 188-192. DOI:10.22271/chemi.2020.v8.i3c.9220

Rohit, N.R.; Johnson, P.L.; Tandekar, K. (2022). Studies on genetic variability, heritability and genetic advances of potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes for yield and yield attributing traits. *Pharma Innov. J.*, **11**(3), 260-263.

SAS, (2010). Proprietary software release, 6.12 TS Licensed to North Carolina state University. By SAS Institute Inc., Cary. USA.

Seid, E.; Tessema, L.; Abebe, T.; Solomon, A.; Chindi, A.; Hirut, B.; Burgos, G. (2023). Genetic variability for micronutrient content and tuber yield traits among bio fortified potato

(*Solanum tuberosum* L.) clones in Ethiopia. *Plants 2023*, **12**, 1-16. DOI:10.3390/plants12142625

Shetty, S.; Krishnaprasad, B.T.; Amarananjundeswara, H.; Shyamalamma, S. (2023). Genetic variability studies in potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes for growth, yield and processing quality traits. *Mysore J. Agric. Sci.*, **57**(1), 344-350.

Singh, B.; Mishra, A.; Charanteja, B. (2020). Genetic variability and character association for some important morphological, physiological and biochemical traits of table potato (*Solanum tuberosum* L.). *Inter. J. Chem. Stud. 2020*, **8**(4), 3338-3343. DOI:10.22271/chemi.2020.v8.i4ap.10167

Singh, J.; Kumar, D.; Sood, S.; Bhardwaj, V.; Kumar, R.; Kumar, S. (2024). Genetic variability and association studies for yield and its attributes in cultivated potato (*Solanum tuberosum* L.). *Veget. Sci.*, **51**(01), 148-153. DOI:10.61180/vegsci.2024.v51.i1.20

Taha, F.A.A. (2007). Effect of potassium fertilizer and soil mulching on three potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivated in Basra Governorate. PhD Thesis, College of Agriculture, University of Basra, Ministry of Higher Education and Scientific Research, Republic of Iraq.

Tessema, G.L.; Mohammed, A.W.; Abebe, D.T. (2022). Genetic variability studies for tuber yield and yield attributes in ethiopian released potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties. *PeerJ*, **10**, 1-14, e12860. DOI:10.7717/peerj.12860

Welsh, J.R. (1981). "Fundamentals of Plant Genetics and Breeding". John Wiley & Sons, Inc. New York U.S.A.

Zeleke, A.A.; Tiegist, D.A.; Baye, B.G. (2021). Estimation of genetic variability, heritability and genetic advance in potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes for tuber yield and yield related traits. *Turkish J. Agric.-Food Sci. Tech.*, **9**(12), 2124-2130. DOI:10.24925/turjaf.v9i12.2124-2130.4301

Estimation of some Genetic Parameters in Potato (*Solanum tuberosum* L.) under Effect of Gamma Rays

Shamil Y. Hassan **Maher M. Saleh**
Department of Horticulture and Landscape Architecture /College of Agriculture and Forestry/ Mosul University/ Iraq
Laith A. Najam
Department of Physics/ College of Science/ University of Mosul/ Iraq

ABSTRACT

Five imported potato cultivars of the E class (Arizona, Fajah, Paradiso, Riviera, and Vogue) were studied for the nature of inheritance of certain growth and yield traits under the effects of a treatment period with gamma rays. It included four treatments: Not treated, treatment for 30 minutes, treatment for 45 minutes, and treatment for 60 minutes. The study was conducted out within the Nineveh Governorate in Iraq. Twenty treatments were used in a factorial experiment with three replicates and a fully randomized block design in the agricultural research field, College of Agriculture and Forestry, Tourist Forest Area, Mosul City, through the spring growing season of 2024–2025. With the exception of the percentage carbohydrates found in tubers, the mean squares values of five cultivar compositions were significant for each characteristic under investigation, according to the analysis of variance results. In the meantime, the attributes of the number of marketable tubers per plant, average marketable tuber weight, marketable yield per plant, and marketable tuber yield showed significant mean squares of the irradiation coefficients. the proportion of starch and dry matter in tubers. For all characteristics within the study, the genetic and environmental variance values were significantly above zero. The characteristics of plant height, the amount of chlorophyll in leaves, number of marketable tubers per plant, marketable yield per plant, marketable tuber yield, and percentage of both potassium and phosphorus in tubers had higher genetic variance values than environmental variance values, while the other traits had lower genetic variance values. Plant height, the amount of chlorophyll in the leaves, and the levels of phosphorus and potassium content in the tubers all had high broad sense heritability values. Any trait that has high heritability allows breeders an excellent chance to enhance these features through direct selection. For the characteristics number of marketable tubers per plant, marketable yield per plant, and marketable tuber yield, the expected genetic improvement values as a percentage of the trait mean were high.

Keywords: Potato, genetic improvement, variation, heritability, gamma rays.