

استحداث تباينات وراثية في نبات فول الصويا (M2) Sb239 باستخدام أزيد الصوديوم (NaN3) في بعض الصفات المورفولوجية ومكونات الإنتاج.

د. محمد نائل خطاب *

د. يوسف محمد **

م. يارا زربا ***

(تاريخ الإيداع ٢٠٢٤/٢/١٣ . قُبِلَ للنشر في ٢٠٢٤/٤/٤)

ملخص

نفذ هذا البحث في المنطقة الساحلية (ضاحية دمسرخو التابعة لقضاء اللاذقية)، وفي مخابر كلية الهندسة الزراعية - جامعة تشرين خلال الموسمين الزراعيين الزراعي ٢٠٢٢ - ٢٠٢٣. تضمنت الدراسة تعريض بذور طراز فول الصويا Sb239 (M2) والتي تم الحصول عليها من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، للتطعيم باستخدام المطفر الكيميائي أزيد الصوديوم NaN3 بتركيز (4 mM - 3 mM - 2 mM - 1 mM - 0) وأخذت الرموز (C4-C3-C2-C1-C0) على الترتيب وبمدد زمنية لنقع البذور ضمن كل تركيز (١٢-٨-٤ ساعة) وقد رمز لها (T3-T2-T1) على الترتيب، بهدف استحداث تباينات وراثية وتعيين أفضل تركيز لاستحداثها فضلاً عن تحديد التراكيز المؤثرة سلباً في النمو والإنتاج، مع دراسة التباينات الوراثية المستحدثة لنباتات (M2) في الصفات المورفولوجية والإنتاجية للنباتات المعاملة ومقارنتها بنبات الشاهد، لاستخدام المنقوق منها في أعمال التربية اللاحقة لرفع كفاءة الإنتاج .

أشارت النتائج التي تم الحصول عليها إلى وجود طفرات مستحدثة أثرت على العديد من الصفات المورفولوجية ومكونات الإنتاج، وأن المطفر الكيميائي أزيد الصوديوم فعال في إحداث الطفرات في فول الصويا، مع اختلاف استجابة الطراز Sb239 (M2) للتركيز المختلفة من المطفر، حيث كان للتركيز C1 (1mM) أكبر تأثير إيجابي ومحفز على معظم الصفات المدروسة (ارتفاع الساق-عدد التفرعات الرئيسية-عدد الأوراق على النبات-طول القرن بالنبات-عدد القرون في النبات-وزن القرن-وزن البذور في القرن-وزن ١٠٠ بذرة-وزن القرون في النبات-وزن البذور في النبات) وبناء عليه تم انتخاب العديد من النباتات، كما وجد انخفاض معنوي في معظم الصفات لنباتات الجيل الثاني (M2) مع زيادة مدة النقع من T1 - T2 - T3 ساعة (على سبيل المثال كانت بصفة وزن البذور بالنبات (٢٩,٢١ غ) عند T1) وانخفضت إلى (٢٣,٢٦ غ) عند T2) واستمرت بالانخفاض عند T3) إلى (١٧,٢٦ غ)، أيضاً تم الحصول على انخفاض تدريجي في معظم الصفات المدروسة مع زيادة تراكيز المطفر وزيادة مدة النقع للبذور ضمن كل تركيز، وكانت قيم أفضل التداخلات عند التركيز C1 (1mM) والزمن T1 (4 ساعات نقع).
الكلمات المفتاحية: فول الصويا، الطفرات الكيميائية، أزيد الصوديوم، الطفرات المستحدثة.

* أستاذ في قسم المحاصيل بكلية الزراعة - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

** أستاذ في قسم المحاصيل بكلية الزراعة - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

*** طالبة دراسات عليا . (دكتوره) . قسم المحاصيل . كلية الزراعة . جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

Creating genetic variations in soybean plants Sb239(M2) using sodium azide (NaN₃) in some morphological traits and production components

Dr. Muhammad Nael Khattab *

Dr. Youssef Muhammad **

M. Yara Zarba ***

(Received 13/2/2024 . Accepted 4/4/2024)

□ ABSTRACT □

This research was carried out in the coastal region (the suburb of Damsarkho in Lattakia District), and in the laboratories of the College of Agricultural engineering - Tishreen University during the two agricultural seasons ٢٠٢٢- ٢٠٢٣. The study included exposing soybean type Sb ٢٣٩(M٢) seeds, which were obtained from the General Authority for Scientific Agricultural Research, to mutagenesis using a mutagen. Chemical sodium azide NaN₃ at concentrations (٠- mM ١- mM ٢- mM ٣- mM ٤) and took the symbols (C٠- C١-C٢-C٣-C٤) respectively and with time periods for soaking the seeds within each concentration (١٢-٨-٤hours) and its symbol (T١-T٢-T٣) respectively, with the aim of creating genetic variations and determining the best concentration to create them, as well as determining the negatively affecting concentrations. In growth and production, with a study of the genetic variations created for M ٢plants in the morphological and production characteristics of the treated plants and comparing them to the control plants, to use the superior ones in subsequent breeding work to raise production efficiency.

The results obtained indicated the presence of new mutations that affected many morphological traits and production components, and that the chemical mutagen sodium azide is effective in causing mutations in soybeans, with the response of the Sb ٢٣٩(M٢) model to different concentrations of the mutagen, as the C ١(١mM) concentration was greater. A positive and stimulating effect on most of the traits studied (Stem height -number of main branches-number of leaves on the plant-length of the pod in the plant-weight of the pod-weight of seeds in a pod-weight of ١٠٠seeds-weight of pods in a plant-weight of seeds in a plant), and accordingly, many plants were selected. A significant decrease was also found in most of the traits of the second-generation (M٢) plants with increasing the soaking period from (T ١- T ٢- T ٣hours) for example, the weight of seeds per plant was (٢٩,٢١ g) at (T١) and decreased to (٢٣,٢٦g) at (T٢) and continued to decrease at (T٣) to (١٧,٢٦g). In addition, a gradual decrease was obtained in most of the traits. The studied traits increased with increasing concentrations of the mutagen and increasing the soaking duration of the seeds within each concentration. The best interactions values were at concentration C ١ (١mM) and time T ١ (٤hours soaking).

Keywords: soybean, chemical mutations, sodium azide, introduced mutations.

(*) Professor in the Crops Department, Faculty of Agriculture - Tishreen University .

(**) Professor in the Crops Department, Faculty of Agriculture - Tishreen University.

(***)Postgraduate student - (PhD) - Department of Crops, Faculty of Agriculture, Tishreen University.

١- مقدمة:

ينتمي فول الصويا *Glycine max* (L.) Merrill إلى الفصيلة البقولية *fabaceae* التي تُعرف أيضاً باسم *Leguminosae*، وتحت عائلة *faboid*، والجنس *glycine*، والنوع *max* (L.) Merrill، وهو محصول ثنائي الصيغة الصبغية (2N=40) (An et al., 2009).

يتفق العلماء بشكل عام على أن فول الصويا المزروع (*Glycine max*) نشأ من شمال الصين في القرن الحادي عشر قبل الميلاد أو ربما قبل ذلك (Singh, 2010)، حيث انتشر إلى أجزاء أخرى من العالم.

يعد محصول فول الصويا متعدد الأغراض، حيث يزرع من أجل زيوت الطعام والاستخدام الصناعي والأغذية البشرية وأعلاف المواشي ومصدر للطاقة الحيوية (Zhang and Yu, 2009).

يعاني القطر العربي السوري من مشكلات اقتصادية عديدة في القطاع الزراعي، ومنها تأمين الزيت النباتي والأعلاف للسوق المحلية الذي أدى إلى صرف الدولة كميات كبيرة من القطع الأجنبي لتأمين هذه المنتجات من الخارج وانعكس هذا على ارتفاع أسعار الزيت واللحوم بمختلف أنواعها والبيض وغيرها.

لذا وجب البحث عن وسائل علمية متطورة لتربية وتحسين محصول فول الصويا لاستنباط أصناف ذات مواصفات زراعية جيدة من خلال طرق التربية التقليدية (العذاري، ١٩٨٧) وتحسين العمليات الزراعية فضلاً عن اتباع الطرائق الحديثة كاستخدام الطفرات *Mutagens* وذلك من خلال استخدام الطفرات الفيزيائية *Physical Mutagens* والطفرات الكيميائية *Chemical Mutagens* أو الأثنين معاً (Micke and Donini, 1981).

تعد المواد الكيميائية وسيلة مهمة يمكن استعمالها للحصول على طفرات مستحدثة في النباتات والتي توفر لمربي النبات مدى واسع من الاختلافات الوراثية وتؤدي إلى تحسين النبات كماً ونوعاً (علي، ١٩٨٨). استخدم منذ الخمسينات التطهير باستخدام المواد الكيميائية، ولعل أكثرها استخداماً لاستحداث الطفرات هي أزيد الصوديوم (SA)

Sodium azide الذي يعد من الطفرات الكيميائية المهمة وذلك لإحداث طفرات جينية *Gene Mutations*

أو نقطية *Point Mutation* (تغيرات في زوج واحد من القواعد أو تعويض بزوج واحد من القواعد بأخر أو تضاعف أو إزالة لزوج واحد من القواعد)، وأن تأثيره يبدأ من مرحلة الإنبات إلى النضج (عند $PH=3.45$) ضمن درجة حرارة الغرفة (Odeigah et al., 1996). وأن أزيد الصوديوم يستخدم لتطهير العديد من المحاصيل مثل اللوبياء وفول الصويا (Hajduch et al., 1999)، إذ تمكن (Borejko, 1970) من استحداث طفرات على نبات فول الصويا باستخدام طفرات كيميائية.

درس (Odeigah, et al., 1996) طرازين من نبات اللوبياء *vigna unguiculats* L. walp خلال معاملتها بمطفر NaN_3 (0.1Mm , 1mM/2hr) وحصل على طفرات مظهرية أدت إلى زيادة الإنتاجية باستخدام أزيد الصوديوم (1Mm/24hr) إذ وصل ارتفاع النبات إلى ٧٧ سم ووزن ١٠٠ بذرة إلى ١٩,٨ مقارنة بالنباتات غير المعاملة والتي أعطت ارتفاع ٧٦ سم ووزن ١٠٠ بذرة ١٨,٦ غ.

١-٢- هدف البحث ومبرراته :

ولأهمية محصول فول الصويا الاقتصادية والدراسات المتعلقة بتحسين صفاته الوراثية فقد هدف البحث إلى استحداث تباينات وراثية باستخدام المطفر الكيميائي أزيد الصوديوم ولمدد زمنية مختلفة على طراز فول الصويا *Sb239*، وتعيين أفضل تركيز لاستحداث التباينات فضلاً عن تحديد التراكيز المؤثرة سلباً في النمو والإنتاج، مع دراسة التباينات الوراثية

المستحدثة في الصفات المورفولوجية والإنتاجية للنباتات المعاملة ومقارنتها بنبات الشاهد، لاستخدام المتفوق منها في أعمال التربية اللاحقة لرفع كفاءة الإنتاج.

٢- مواد البحث وطرائقه:

٢-١- المادة النباتية ومصدرها:

استخدم في البحث طراز وراثي من فول الصويا Sb239، مصدرها الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في دمشق، ويتميز بما يلي:

الجدول (١) يبين صفات الطراز sb239 المدروس

الطراز الوراثي	نسبة إنبات %	الأيام جتى حتى الإزهار	عدد الأيام حتى النضج	متوسط ارتفاع النبات (سم)	وزن ١٠٠ بذرة (غ)	الإنتاجية من البذور كغ/هـ
Sb239	٩٠	٤٩	١١٨	٥٨	١٧,٣	٢٥٦٤

٢-٢- زمان ومكان تنفيذ البحث:

زرعت بذور الطراز الوراثي لفول الصويا Sb239 بالموسم الأول (M1) في ٢٧/٥/٢٠٢٢ وبالموسم الثاني (M2) بتاريخ ٢٦/٥/٢٠٢٣ في مزرعة خاصة بضاحية دمسخو التابعة لمحافظة اللاذقية، وفي مخابر كلية الهندسة الزراعية - جامعة تشرين علماً أن البيانات والأرقام الموجودة في البحث هي للجيل الثاني (M2) فقط.

٢-٣- المعاملات المدروسة:

أولاً-المطفرات: استخدم في البحث المطفر الكيميائي NaN_3 (أزيد الصوديوم) حيث تم تحضيره وفق التالي:

$0\text{mM} = \text{C0}$ (الشاهد)

$1\text{mM} = \text{C1}$ (إذابة ٣٢,٥ ملغ من أزيد الصوديوم ب ٠,٥ لتر ماء)

$2\text{mM} = \text{C2}$ (إذابة ٦٥ ملغ من أزيد الصوديوم ب ٠,٥ لتر ماء)

$3\text{mM} = \text{C3}$ (إذابة ٩٧,٥ ملغ من أزيد الصوديوم ب ٠,٥ لتر ماء)

$4\text{mM} = \text{C4}$ (إذابة ١٣٠ ملغ من أزيد الصوديوم ب ٠,٥ لتر ماء)

ثانياً-المدة الزمنية لنقع البذور:

$T_0 = ٠$ ساعة (الشاهد)، $T_1 = 4$ ساعة، $T_2 = ٨$ ساعة، $T_3 = ١٢$ ساعة

٢-٤- تحضير الأرض للزراعة:

تم إجراء حراثة عميقة لخلخلة التربة وتهويتها وتحسين الخواص الفيزيائية والقضاء على الأعشاب، ومن ثم تم إضافة السماد العضوي المتحلل بمعدل ٢٠ طن/هـ، والسماد البوتاسي ١٢٠ كغ/هـ (K_2O) والفوسفوري بمعدل ١٥٢ كغ/هـ (P_2O_5) والدفعة الأولى من السماد الأزوتي بواقع ٧٠ كغ/هـ سماد يوريا (٦٤%)، ثم تم تسوية الأرض بشكل جيد وإنشاء القطع التجريبية وتخطيطها. أما دفعات الأزوت الأخرى فكانت الثانية بعد التقريد بمعدل ١٠٠ كغ/هـ والثالثة عند بداية الأزهار بمعدل ١٠٠ كغ/هـ.

٢-٤-١- تحضير البذور للزراعة في الموسم الأول:

قسمت البذور إلى (١٣) عينة للصنف، بواقع (٥٠) بذرة لكل عينة (أي ٦٥٠٠ بذرة للصنف) ووضعت في كؤوس بلاستيكية، ثم تم نقع جميع بذور العينات للطراز الوراثي المدروس (M2) بالماء العادي (٥٠ بذرة لكل معاملة من المعاملات المدروسة) لمدة ٤ ساعات وفق توصيات (Ikhajagbe et al. 2012) الذي أكد أن أفضل مدة لنقع بذور الصويا للحصول على زيادة في تركيز الطفرات المورثية هي (١٢-٣ ساعة)، ومن ثم تم تنشيفها بالهواء العادي (هواء الغرفة) لمدة ساعة. وبعدها نقعت عينات الصنف بأربع تراكيز مختلفة من المطفر أزيد الصوديوم NaN_3 وهي (١، ٢، ٣، ٤ mM) وذلك حسب نتائج وتوصيات العديد من الباحثين (Hajduch et al., 1999; Odeigah et al., 1998)، وكل تركيز في ثلاثة أزمنة وهي (٤، ٨، ١٢) ساعة وبعد ذلك تم ضبط pH الوسط على ٤ وذلك بإضافة عدة نقط من محلول حمض الكبريت ضمن درجة حرارة الغرفة التي كانت بحدود ٢٥ درجة مئوية. مع العلم أنه تم زراعة عينة من البذور من الصنف بدون مطفر كمعاملة شاهد (C0) وذلك وفق (Biswas et al., 1977).

٢-٤-٢- طريقة الزراعة:

-الجيل الأول:

نفذت التجربة في الجيل الأول وفق تصميم القطاعات البسيطة حيث زرعت كل معاملة في قطعة تجريبية مستقلة، أبعادها (٢ x ٢م)، قسمت كل منها إلى ٥ خطوط، المسافة بين الخطوط ٤٠ سم والمسافة بين النباتات على الخط الواحد ٢٠ سم. مع ترك ممرات خدمة بين القطع التجريبية المتجاورة بمسافة (٥٠) سم. وفي نهاية الموسم الأول تم انتخاب النباتات التي أظهرت تغيرات ايجابية فينولوجية أو مورفولوجية أو إنتاجية مقارنة بالشاهد في الجيل الأول (M1)، وحفظت بشكل منفرد (كل نبات على حدة) لزراعتها في العام التالي والحصول على نباتات M2. (مع العلم أنه تم اختيار جميع نباتات M1 عندما كان عدد النباتات المتبقية قليلة جداً نتيجة المعاملات).

-الجيل الثاني:

وفي الجيل الثاني زرعت بذور النباتات المنتخبة من الجيل الأول وبثلاث مكررات بطريقة نبات خط بصورة مستقلة لتعطي نباتات M2، بطول ١م للخط ومسافة ٥٠ سم بين كل خطين وبمعدل (٢٠) بذرة للخط الواحد، وزرعت نباتات كل معاملة بصورة مستقلة تميزها عن باقي المعاملات (بحيث يمثل كل خط عشيرة مستقلة)، بالإضافة إلى زراعة ثلاثة خطوط من الشاهد لكل معاملة للمقارنة. كما تم تطبيق الانتخاب للنباتات الطافرة والتي بدأت الانعزالات الوراثية عندها بالظهور في نهاية السنة بشدة ٥-١٠% فقط من نباتات M2 (لأن معظم الطفرات كانت غير جيدة) بناء على أفضل الصفات المورفولوجية والإنتاجية لزراعتها في الموسم الثالث والحصول على نباتات M3.

٢-٤-٣- عمليات الخدمة بعد الزراعة:

تم إجراء عزقتين في المراحل الأولى من عمر النبات والقيام بعملية التعشيب كلما اقتضت الحاجة. بالإضافة لعمليات الوقاية ومكافحة الحشرات. كما أعطيت البذور رية عند الزراعة وبعد الزراعة بثلاثة أيام، ثم أعطيت رية خفيفة بعد أسبوع، وقسمت باقي الريات بمعدل رية كل ٧-١٠ أيام حسب الحاجة والظروف المناخية، لتتم عملية الفطام عند وصول النباتات لمرحلة النضج الفسيولوجي.

٢-٥- القراءات والقياسات المدروسة:

تم أخذ العديد من القراءات والقياسات وهي:

- ارتفاع الساق (سم)
- عدد التفرعات الرئيسية
- عدد الأوراق على النبات
- طول القرن بالنبات (سم)
- عدد القرون في النبات
- وزن القرن (غ)
- وزن البذور في القرن (غ)
- وزن ١٠٠ بذرة (غ)
- وزن القرون في النبات (غ)
- وزن البذور في النبات (غ).

٢-٦- التحليل الاحصائي:

أجري التحليل الاحصائي للصفات المدروسة في النباتات المنتخبة من كل معاملة باستخدام البرامج الاحصائية المناسبة (Excel) و (SPSS).

٣- النتائج والمناقشة:

٣-١- تأثير تراكيز أزيد الصوديوم (NaN3) في الصفات المدروسة:

يوضح الجدول (٢) تأثير التراكيز المختلفة من أزيد الصوديوم في الصفات المدروسة.

جدول (٢) تأثير تراكيز ازيد الصوديوم في الصفات المدروسة لنبات فول الصويا

التراكيز Mm	ارتفاع النبات/سم	عدد التفرعات	عدد الأوراق	طول القرن/سم	عدد القرون في النبات	وزن القرن/غ	وزن البذور بالقرن(غ)	وزن ١٠٠ بذرة(غ)	وزن القرون بالنبات/غ	وزن البذور بالنبات
C0	٧١,٩٦	3.54	٣٤,٣٦	٥,٠٧	142.08	0.37	0.22	17.19	53.62	32.31
C1	٧٣,٤١	3.65	28.51	5.17	147.33	0.38	0.23	17.27	56.85	34.75
C2	٦٠,٩٣	3.24	23.41	5.09	142.21	0.34	0.19	16.36	49.31	27.98
C3	٤٤,٧٣	3.04	18.13	4.63	115.91	0.27	0.16	15.99	37.14	19.75
C4	٢٦,١١	2.22	16	4.08	93.33	0.26	0.15	7	24.81	10.51
LSD5%	٥,٣٢	٠,٦١	٣,٣٥	٠,٣٤	١٥,٢	٠,٠٣	٠,٠٢	١,١٤	٦,٨	٤,٦

٣-١-١- صفة ارتفاع النبات (سم):

أحدثت جميع التراكيز المستخدمة تغيراً معنوياً واضحاً في صفة ارتفاع النبات لنباتات الجيل الثاني (M2)، حيث ظهرت انعزالات وراثية كما هو مبين في الجدول (2). كان أكثرها وضوحاً عند التركيز C1 (1mm) التي كان لها تأثير ايجابي ومحفز وتم انتخاب العديد من النباتات وكان متوسطها (٧٣,٤١ سم)، وكان للتركيز الباقية C2 و C3 و C4 (٢, ٣, ٤ Mm) تأثيراً سلبياً تدريجياً على هذه الصفة بنسب مقدارها (٦٣,٧١-٣٧,٨٤-١٥,٣٢ %) على التوالي مقارنة بالشاهد الذي بلغ متوسطة (٧١,٩٦ سم). وهذه النتائج تتفق مع أبحاث (Ahire et al., 2005) بوجود

فروق ذات دلالة إحصائية عند جميع الطرز الوراثية المطفرة في صفة ارتفاع النبات، حيث تناقص عند الصنفين (NARC-2 و AJMERI-2) من (٢٦,٩٩ سم و ٢٦,٩٣ سم) على التوالي مع زيادة تركيز الجرعات المطفرة. ويمكن أن يُعزى تثبيط الانقسامات الانقسامية الناجم عن الطفرات والتعبير عن مورثات تخليق الهرمونات النباتية إلى تقليل ارتفاع النبات (Rao, 1988؛ Cheng et al., 2019).

٣-١-٢- صفة عدد التفرعات:

أظهرت الطفرات المتنوعة والمتباينة نتيجة المعاملة بتركيز مختلف من أزيد الصوديوم تأثيراً على صفة عدد التفرعات عند نباتات الجيل الثاني (M2) كما يظهر في الجدول (٢)، وكان للتركيز C1 (١ Mm) أثر تشيطي حيث بلغ متوسط عدد الفروع (3.65 فرعاً)، أما التراكيز الباقية C2 و C3 و C4 (٢, ٣, ٤ Mm) كان لها تأثيراً سلبياً على هذه الصفة بنسب مقدارها (٣٧,٢٨-١٤,١٢-٨,٤٧%) على التوالي مقارنة بالشاهد الذي بلغ متوسطه (٣,٥٤ فرعاً). وهذا يتفق مع ما توصل له كل من (karthika and Lakshmi, 2006) في بحثهم حول تأثير أشعة غاما كأحد الوسائل المستخدمة في التطهير على تحسين صفة عدد التفرعات في فول الصويا والدور الايجابي لها في زيادة عدد التفرعات في النبات فهذه الطفرة مرغوبة ألا وهي زيادة قدرة التفرع في النباتات المعالجة بالطفرات والتي قد تكون ناجمة عن الانقسام السريع للخلايا والاستطالة وتخليق الهرمونات النباتية أو الأحماض النووية (Hanan et al., 2011)، كما توصل كل من Essel وآخرون (٢٠١٥)؛ Khursheed وآخرون (٢٠١٩) عن تأثير نفس الطفرات على قدرة التفرع.

٣-١-٣- صفة عدد الأوراق:

يظهر الجدول (٢) التأثير السلبي التدريجي والمعنوي عند جميع التراكيز المستخدمة C1 و C2 و C3 و C4 (١, ٢, ٣, ٤ Mm) على صفة عدد الأوراق لنباتات الجيل الثاني (M2) مقارنة مع الشاهد، بنسب مقدارها (١٧,٠٢-٣١,٨٦-٤٧,٢٣-٥٣,٤٣%) على التوالي مقارنة بالشاهد الذي بلغ متوسطه (٣٤,٣٦ ورقة).

٣-١-٤- صفة طول القرن/سم:

يلاحظ من الجدول (٢) وجود تأثير تشيطي غير معنوي للتركيز الأول والثاني C1 و C2 على صفة طول القرن عند نباتات الجيل الثاني (M2)، حيث وصل طول القرن إلى (٥,٠٩-٥,١٧ سم) على التوالي، أما التركيزات الباقين C3 و C4 (٣, ٤ Mm) كان لها تأثيراً سلبياً على هذه الصفة بنسب مقدارها (٨,٦٧-١٩,٥٢%) على التوالي مقارنة بالشاهد الذي بلغ متوسطه (٥,٠٧ سم). وهذا قد يعود للانعزال الوراثي في الجيل الثاني ويبين دور الجرعات التطهيرية في زيادة التباين الوراثي في هذه الصفة (Tambe and Apparao, 2009). ويعد طول القرون صفة أساسية أخرى تساهم في إنتاجية البذور حيث أن القرون الأطول تستوعب المزيد من البذور (Horn et al., 2016). في الدراسة الحالية، تسببت جميع جرعات الطفرات تقريباً في زيادة كبيرة في متوسط طول القرن الذي يمكن أن يعزى إلى الانتشار السائد للطفرات المرغوبة في المجموعة النباتية المعالجة. وقد تم التأكيد عن نفس النتائج أيضاً في دراسات سابقة

(Kashid and Kulthe, 2014).

٣-١-٥- صفة عدد القرون في النبات:

تعتبر هذه الصفة في النبات من أهم عناصر الإنتاجية، ويهدف استخدام المواد المطفرة إلى الحصول على طفرات تتميز بإنتاجية عالية، وقد أظهرت جميع التراكيز المدروسة تأثيراً مباشراً في الحصول على العديد من الطفرات

لهذه الصفة كما يبدو في الجدول (٢). وكان أكثرها وضوحاً عند التركيزين C1 و C2 (١، 2 Mm) التي كان لها تأثير إيجابي ومحفز وتم انتخاب العديد من النباتات وكان متوسطها (١٤٢,٢١-١٤٧,٣٣ قرناً) على التوالي، بينما أثر التركيزين C3 و C4 (٤,٣ Mm) تأثيراً سلبياً على هذه الصفة بنسب مقدارها (٣٤,٣١-١٨,٤١) على التوالي مقارنة بالشاهد الذي بلغ متوسطه (١٤٢,٠٨ قرناً). وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه karthika and Lakshmi (2006) حيث أكد على الدور الإيجابي لأشعة غاما كأحد وسائل التطهير الوراثي في زيادة عدد القرون على النبات. والأهم من ذلك أنه لوحظ أن الجرعات المطهرة المنخفضة والمتوسطة أدت إلى زيادة متوسط عدد القرون لكل نبات، وهي صفة مهمة من وجهة نظر المربي. يمكن أن تعزى التأثيرات الفسيولوجية للجرعات المطهرة المنخفضة والمتوسطة ومنتجات التحلل المائي الخاصة بها إلى العدد المتزايد من القرون. كما أفادت الدراسات السابقة التي أجريت على أصناف اللوبيا المشعة بأشعة غاما عن نفس النتائج Kumar وآخرون (٢٠١٠).

٣-١-٦- صفة وزن القرن (غ):

يبين الجدول (٢) الأثر الإيجابي للمطفر الكيميائي أزيد الصوديوم على صفة وزن القرن (غ)، وخاصة التركيز C1 (1m) حيث كانت قيمة المتوسط (0.38 غ) أعلى من الشاهد، بينما كان التأثير سلبي عند التراكيز C2 و C3 و C4 (2، 3، 4 Mm) على هذه الصفة بنسب مقدارها (8.10-27.02-29.72 %) على التوالي مقارنة بالشاهد الذي بلغ متوسطه (0.37 غ).

٣-١-٧- صفة وزن البذور في القرن (غ):

يبين الجدول (٢) الأثر الإيجابي للمطفر الكيميائي على صفة وزن البذور في القرن (غ)، وخاصة التركيز C1 (1m) حيث كانت قيمة المتوسط عندها (0.23 غ) أعلى من الشاهد، بينما كان التأثير سلبي عند التراكيز C2 و C3 و C4 (2، 3، 4 Mm) على هذه الصفة بنسب مقدارها (٣١,٨١-٢٧,٢٧-١٣,٦٣ %) على التوالي مقارنة بالشاهد الذي بلغ متوسطه (0.22 غ).

٣-١-٨- صفة وزن ١٠٠ بذرة (غ):

وهو مؤشر هام لتحديد إنتاجية النبات، ولكنه أقل أهمية من صفة عدد البذور والقرون على النبات. يبين الجدول (٢) الأثر الإيجابي للمطفر الكيميائي على هذه الصفة، وخاصة التركيز C1 (1m) حيث كانت قيمة المتوسط عندها (١٧,٢٧ غ) أعلى من الشاهد، بينما كان التأثير سلبي عند التراكيز C2 و C3 و C4 (2، 3، 4 Mm) على هذه الصفة بنسب مقدارها (٥٩,٢٧-٦,٩٨-٤,٨٢ %) على التوالي مقارنة بالشاهد الذي بلغ متوسطه (١٧,١٩ غ).

٣-١-٩- صفة وزن القرون في النبات (غ):

يبين الجدول (2) الأثر الإيجابي للمطفر الكيميائي على صفة وزن القرون في النبات، وخاصة التركيز C1 (1m) حيث كانت قيمة المتوسط عندها (٥٦,٨٥ غ) أعلى من الشاهد، بينما كان التأثير سلبي عند التراكيز C2 و C3 و C4 (2، 3، 4 Mm) على هذه الصفة بنسب مقدارها (٥٣,٧٢-٣٠,٧٣-٨,٠٣) على التوالي مقارنة بالشاهد الذي بلغ متوسطه (٥٣,٦٢ غ).

٣-١-١٠- صفة وزن البذور في النبات (غ):

يبين الجدول (٢) الأثر الإيجابي للمطفر الكيميائي على صفة وزن البذور في النبات، وخاصة التركيز C1 (1m) حيث كانت قيمة المتوسط عندها (٣٤,٧٥ غ) أعلى من الشاهد، بينما كان التأثير سلبي عند التراكيز C2 و C3 و C4

(2, 3, 4 Mm) على هذه الصفة بنسب مقدارها (٦٧,٤٧-٣٨,٨٧-١٣,٤٠ %) على التوالي مقارنة بالشاهد الذي بلغ متوسطه (٣٢,٣١ غ). حيث يعتبر وزن البذور صفة مهمة للتنبؤ بالإنتاجية، لذلك تم دراسة أثر المطفر على وزن البذور في كلا الجيلين، وكشفت النتائج أن وزن البذور زاد أيضاً في المجموعات النباتية المعالجة بجرعات مطفرة منخفضة ومتوسطة. وكانت النتائج متوافقة مع النتائج التي توصلت إليها أصناف اللوبيا المعدلة (Odeigah et al., 1998; Kumar et al., 2010).

٣-٢- تأثير المدة الزمنية لنقع البذور في أزيد الصوديوم/الساعة:

يوضح الجدول (٣) تأثير مدد النقع المختلفة من أزيد الصوديوم في الصفات المدروسة.

جدول (٣) تأثير المدة الزمنية لنقع البذور في أزيد الصوديوم في الصفات المدروسة لنبات فول الصويا

المدة الزمنية/ساعة	ارتفاع النبات/سم	عدد التفرعات	عدد الأوراق	طول القرن/سم	عدد القرون في النبات	وزن القرن/غ	وزن البذور بالقرن(غ)	وزن ١٠٠ بذرة(غ)	وزن القرون بالنبات/غ	وزن البذور بالنبات
T1	٥٩,٠٤	3.4	26.17	4.95	142.83	0.34	0.22	15.26	50.64	29.21
T2	٥١,٢١	3.11	21.13	4.71	124.16	0.33	0.18	14.30	42.11	23.26
T3	٤٣,٦٤	2.61	17.23	4.52	127.125	0.29	0.15	12.91	33.33	17.26
LSD5%	٣,٩٧	٠,٧٨	٣,٥٥	٠,٣١	٩,٥	٠,٠٢	٠,٠٣	٢,٢	٥,٣٩	٣,٤٨

٣-٢-١- صفة ارتفاع النبات (سم):

يظهر الجدول (٣) وجود انخفاض معنوي في صفة ارتفاع النبات (سم) لنباتات الجيل الثاني (M2) مع زيادة مدة النقع من (T1 - T2 - T3 ساعة)، من (٥٩,٠٤ - ٥١,٢١ - ٤٣,٦٤ سم) على التوالي. وهذا نفسه ما حصل عليه (Hajduch et al., 1999) حول انخفاض ارتفاع النبات مع زيادة مدة النقع للبذور بالمطفر.

٣-٢-٢- صفة عدد التفرعات:

أيضاً يبين الجدول (٣) وجود انخفاض في صفة عدد التفرعات لنباتات الجيل الثاني (M2) مع زيادة مدة النقع من (T1 - T2 - T3 ساعة)، حيث كانت الفروق غير معنوية بين الزمنين T1 و T2 (٣,٤ - ٣,١١ فرعاً) على التوالي. في حين انخفضت هذه الصفة وبشكل معنوي عند الزمن T3 مقارنة بالزمنين الأول والثاني حيث وصلت إلى (٢,٦١ فرعاً).

٣-٢-٣- صفة عدد الأوراق:

وجد انخفاض معنوي في صفة عدد الأوراق لنباتات الجيل الثاني (M2) مع زيادة مدة النقع من (T1 - T2 - T3 ساعة) كما في الجدول (٣)، من (٢٦,١٧ - ٢١,١٣ - ١٧,٢٣ ورقة) على التوالي.

٣-٢-٤- صفة طول القرن/سم:

وجد انخفاض في صفة عدد الأوراق لنباتات الجيل الثاني (M2) مع زيادة مدة النقع من (T1 - T2 - T3 ساعة)، من (٤,٥٢ - ٤,٧١ - ٤,٩٥ سم) على التوالي كما في الجدول (٣).

٣-٢-٥- صفة عدد القرون في النبات:

يشير الجدول (٣) إلى وجود انخفاض معنوي في صفة عدد القرون في النبات لنباتات الجيل الثاني (M2) مع زيادة مدة النقع من (T1 - T2 - T3 ساعة)، من (١٢٧,١٢٥ - ١٢٤,١٦ - ١٤٢,٨٣ قرناً) على التوالي.

٣-٢-٦- صفة وزن القرن(غ):

يشير الجدول (٣) إلى وجود انخفاض معنوي في صفة وزن القرن (غ) لنباتات الجيل الثاني (M2) مع زيادة مدة النقع من (T1 - T2 - T3 ساعة)، من (٠,٢٩-٠,٣٣-٠,٣٤ غ) على التوالي.

٣-٢-٧- صفة وزن البذور في القرن (غ):

يشير الجدول (٣) إلى وجود انخفاض معنوي في صفة وزن البذور في القرن (غ) لنباتات الجيل الثاني (M2) مع زيادة مدة النقع من (T1 - T2 - T3 ساعة)، من (٠,١٥-٠,١٨-٠,٢٢ غ) على التوالي.

٣-٢-٨- صفة وزن ١٠٠ بذرة (غ):

يشير الجدول (٣) إلى وجود انخفاض معنوي في صفة وزن ١٠٠ بذرة (غ) لنباتات الجيل الثاني (M2) مع زيادة مدة النقع من (T1 - T2 - T3 ساعة)، من (١٢,٩١-١٤,٣٠-١٥,٢٦ غ) على التوالي.

٣-٢-٩- صفة وزن القرون في النبات (غ):

يشير الجدول (٣) إلى وجود انخفاض معنوي في صفة وزن القرون في النبات (غ) لنباتات الجيل الثاني (M2) مع زيادة مدة النقع من (T1 - T2 - T3 ساعة)، من (٣٣,٣٣-٤٢,١١-٥٠,٦٤ غ) على التوالي.

٣-٢-١٠- صفة وزن البذور في النبات (غ):

يشير الجدول (٣) إلى وجود انخفاض معنوي في صفة وزن البذور في النبات (غ) لنباتات الجيل الثاني (M2) مع زيادة مدة النقع من (T1 - T2 - T3 ساعة)، من (١٧,٢٦-٢٣,٢٦-٢٩,٢١ غ) على التوالي.

٣-٣- تأثير التداخل بين تراكيز ازيد الصوديوم ومدة نقع البذور:

يوضح الجدول (٤) تأثير التداخل بين تراكيز ازيد الصوديوم ومدة نقع البذور في الصفات المدروسة لنبات فول الصويا.

جدول (٤) تأثير التداخل بين تراكيز ازيد الصوديوم ومدة نقع البذور في الصفات المدروسة لنبات فول الصويا

المعاملات		ارتفاع النبات/سم	عدد التفرعات	عدد الأوراق	طول القرن/سم	عدد القرون في النبات	وزن القرن/غ	وزن البذور بالقرن(غ)	وزن ١٠٠ بذرة(غ)	وزن القرون بالنبات/غ	وزن البذور
C0	T1	٧٥,٣١	3.54	34.36	5.07	142.08	0.37	0.22	17.19	53.62	32.31
C1	T1	٧٩,٠٧	4.09	31.81	5.25	160.6	0.40	0.25	18.01	64.72	40.64
	T2	٧٤,١٧	3.6	29.3	5.14	144	0.39	0.24	17.79	56.74	35.14
	T3	٦٧,٠١	3.28	24.42	5.13	137.5	0.35	0.21	16.03	49.1	28.47
C2	T1	٦٢,٦٦	3.37	30.75	4.90	156.75	0.37	0.22	17.42	58.27	34.75
	T2	٦٠,٦٤	3.2	23	4.93	135.4	0.34	0.19	16.56	46.69	26.38
	T3	٥٩,٥١	3.16	16.5	5.45	134.5	0.32	0.17	15.10	42.98	22.81
C3	T1	٥٧,٨٢	3.14	24.14	4.9	147	0.35	0.2	16.96	51.48	29.43
	T2	٤٦,٩٢	3	16.25	4.6	121.25	0.31	0.16	16.27	37.93	19.74
	T3	٢٩,٤٥	٣	14	4.4	79.5	0.27	0.12	14.77	22	10.07
C4	T1	٣٦,٦٣	3	18	4.95	107	0.31	0.19	8.65	28.07	12.02
	T2	٢٣,١	٢,٦٦	16	4.2	96	0.26	0.16	6.6	27.1	11.8
	T3	١٨,٦	١	14	3.1	77	0.25	0.1	5.74	19.25	7.7

٣-٣-١- صفة ارتفاع النبات (سم):

يبين الجدول (٤) وجود انخفاض معنوي في صفة ارتفاع النبات (سم) مع زيادة تراكيز المطفر وزيادة مدة النقع للبذور ضمن كل تركيز والتداخل بينهما، حيث كانت أفضل القيم عند التركيز C1 والزمن T1 (٧٩,٠٧ سم) وأخفضها عند التركيز C4 والزمن T3 (١٨,٦ سم) مقارنة مع الشاهد (٧٥,٣١ سم).

٣-٣-٢- صفة عدد التفرعات:

على الرغم من أن صفة عدد التفرعات في النبات هي صفة وراثية للصنف إلا أنها تتأثر بدرجة كبيرة بعوامل الجو مثل الفترة الضوئية ودرجة الحرارة وغيرها (العذاري، ١٩٨٧) لذلك تمت دراستها. يبين الجدول (٤) وجود انخفاض معنوي في صفة عدد التفرعات مع زيادة تراكيز المطفر وزيادة مدة النقع للبذور ضمن كل تركيز والتداخل بينهما، حيث كانت أفضل القيم عند التركيز C1 والزمن T1 (٤,٠٩ فرعاً) وأخفضها عند التركيز C4 والزمن T3 (١ فرعاً) مقارنة مع الشاهد (٣,٥٤ فرعاً).

٣-٣-٣- صفة عدد الأوراق:

يبين الجدول (٤) وجود انخفاض في صفة عدد التفرعات مع زيادة تراكيز المطفر وزيادة مدة النقع للبذور ضمن كل تركيز والتداخل بينهما، حيث كانت أفضل القيم عند التركيز C1 والزمن T1 (٣١,٨١ ورقة) وأخفضها عند التركيزين C4 و C3 والزمنين T3 و T4 (١٤ ورقة) مقارنة مع الشاهد (٣٤,٣٦).

٣-٣-٤- صفة طول القرن/سم:

يبين الجدول (٤) وجود انخفاض في صفة طول القرن مع زيادة تراكيز المطفر وزيادة مدة النقع للبذور ضمن كل تركيز والتداخل بينهما، حيث كانت أفضل القيم عند التركيز C2 والزمن T3 (5.45 سم) وأخفضها عند التركيز C4 والزمن T3 (3.1 سم) مقارنة مع الشاهد (5.07 سم).

٣-٣-٥- صفة عدد القرون في النبات:

يبين الجدول (٤) وجود انخفاض في صفة عدد القرون على النبات مع زيادة تراكيز المطفر وزيادة مدة النقع للبذور ضمن كل تركيز والتداخل بينهما، حيث كانت أفضل القيم عند التركيز C1 والزمن T1 (١٦٠,٦) وأخفضها عند التركيز C4 والزمن T3 (٧٧ قرناً) مقارنة مع الشاهد (١٤٢,٠٨ قرناً).

٣-٣-٦- صفة وزن القرن (غ):

يبين الجدول (٤) وجود انخفاض في صفة وزن القرن (غ) مع زيادة تراكيز المطفر وزيادة مدة النقع للبذور ضمن كل تركيز والتداخل بينهما، حيث كانت أفضل القيم عند التركيز C1 والزمن T1 (٠,٤٠ غ) وأخفضها عند التركيز C4 والزمن T3 (٠,٢٥ غ) مقارنة مع الشاهد (٠,٣٧ غ).

٣-٣-٧- صفة وزن البذور في القرن (غ):

يبين الجدول (٤) وجود انخفاض في صفة وزن البذور في القرن (غ) مع زيادة تراكيز المطفر وزيادة مدة النقع للبذور ضمن كل تركيز والتداخل بينهما، حيث كانت أفضل القيم عند التركيز C1 والزمن T1 (٠,٢٥ غ) وأخفضها عند التركيز C4 والزمن T3 (٠,١ غ) مقارنة مع الشاهد (٠,٢٢ غ).

٣-٣-٨- صفة وزن ١٠٠ بذرة (غ):

يبين الجدول (٤) وجود انخفاض في صفة وزن ١٠٠ بذرة (غ) مع زيادة تراكيز المطفر وزيادة مدة النقع للبذور ضمن كل تركيز والتداخل بينهما، حيث كانت أفضل القيم عند التركيز C1 والزمن T1 (١٨,٠١ غ) وأخفضها عند التركيز C4 والزمن T3 (٥,٧٤ غ) مقارنة مع الشاهد (١٧,١٩ غ). وربما يرجع السبب إلى تأثير الهرمونات النباتية (Biswas et al., 1977) مما يعمل على زيادة وزن ١٠٠ بذرة، وهذا يتفق مع ما توصل إليه (ابراهيم وآخرون، ١٩٧٧).

٣-٣-٩-صفة وزن القرون في النبات (غ):

يبين الجدول (٤) وجود انخفاض في صفة وزن القرون في النبات (غ) مع زيادة تراكيز المطفر وزيادة مدة النقع للبذور ضمن كل تركيز والتداخل بينهما، حيث كانت أفضل القيم عند التركيز C1 والزمن T1 (٦٤,٧٢ غ) وأخفضها عند التركيز C4 والزمن T3 (١٩,٢٥ غ) مقارنة مع الشاهد (٥٣,٦٢ غ).

٣-٣-١٠-صفة وزن البذور في النبات (غ):

يبين الجدول (٤) وجود انخفاض في صفة وزن البذور في القرن (غ) مع زيادة تراكيز المطفر وزيادة مدة النقع للبذور ضمن كل تركيز والتداخل بينهما، حيث كانت أفضل القيم عند التركيز C1 والزمن T1 (٤٠,٦٤ غ) وأخفضها عند التركيز C4 والزمن T3 (٧,٧ غ) مقارنة مع الشاهد (٣٢,٣١ غ). ويعزى زيادة الوزن عند التركيز C1 (1mM) إلى تأثير المطفر المحفز على الأيض الحيوي في النباتات (Biswas et al., 1977)، أما سبب انخفاض وزن البذور في النبات فيمكن أن يعود إلى قدرة أزيد الصوديوم على تثبيط إحدى الهرمونات من خلال انخفاض مكونات الإنتاجية ومنها وزن ١٠٠ بذرة ومن المحتمل كذلك حدوث زيادة في عملية التحلل المائي Hydrolysis للمركبات المعقدة مثل النشا كما يزداد تفكك أو هدم RNA وكذلك تنهدم النيوكليوتيدات في الأحماض النووية (ابراهيم وآخرون، ١٩٩٠) والذي ينعكس بالنهاية على الصفات الإنتاجية. وهذه النتائج تتفق مع ما وجدته (Odeigah et al., 1996).

٤-الاستنتاجات والتوصيات:

٤-١-الاستنتاجات:

يستنتج مما سبق أن أزيد الصوديوم من المركبات الكيميائية التي لها قابلية تطهيرية عالية، إذ أن معاملة بذور فول الصويا بالمطفر الكيماوي NaN_3 أعطى تباينات وراثية كبيرة، والتي تعطي لمربي النبات مجال أوسع لانتخاب الصفات الجيدة منذ المراحل المبكرة في النمو. حيث كان سلوك الطراز Sb239 كما يلي:

- اختلفت استجابة الطراز Sb239 (M2) للتركيز المختلفة من المطفر، حيث كان للتركيز C1 (1mM) أكبر تأثير ايجابي ومحفز على معظم الصفات المدروسة وبناء عليه تم انتخاب العديد من النباتات.
- وجد انخفاض معنوي في معظم الصفات لنباتات الجيل الثاني (M2) مع زيادة مدة النقع من (T1 - T2 - T3 ساعة).

- تم الحصول على انخفاض تدريجي في معظم الصفات المدروسة مع زيادة تراكيز المطفر وزيادة مدة النقع للبذور ضمن كل تركيز، وكانت قيم أفضل التداخلات عند التركيز C1 (1mM) والزمن T1 (٤ ساعات نقع).

٤-٢التوصيات:

بناءً على ما سبق يمكن أن نوصي بالآتي:

- ١-ينصح باستخدام المطفر الكيميائي أزيد الصوديوم لتطهير نباتات المحاصيل المختلفة مع استخدام تراكيز منخفضة ومدد نقع قليلة للبذور.
- ٢-متابعة العمل على النباتات المنتخبة لعدة أجيال تطهيرية حتى الوصول لطرز وراثية متفوقة في مختلف الصفات وخاصة مكونات الإنتاج والإنتاجية.

المراجع:

- ابراهيم، اسكندر فرنسيس، ابراهيم شعبان السعداوي، خزعل خضير الجنابي(١٩٩٠). تطبيقات في التقنيات النووية في الدراسات النباتية. منشورات منظمة الطاقة الذرية العراقية-مطبعة بابل-بغداد-العراق.
- علي، حميد جلوب(١٩٨٨). أسس تربية ووراثة المحاصيل الحقلية. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل-العراق.
- العذاري، عدنان حسن محمد (١٩٨٧). أساسيات في الوراثة. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل-العراق.
- Ahire, D. D.; R. J. Thengane; J. G. Manjaya; M. George; and S. V. Bhide (2005). "Induced mutations in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) Cv. MACS 450," Soybean Research, vol. 3: pp. 1–8.
- An, W.; H. Zhao; Y. Shandong; Y. Wang; Q. Li; B. Zhuang; L. Cong; and B. Liu (2009). Genetic diversity in annual wild soybean (*Glycine soja* sib. ET zucc.) In addition, cultivated soybean (*G. max*. Merr.) From different latitudes in china. Pak. J. Bot., 41(5): 2229-2242
- Biswas, A.K. and Bhatta Chary, N.K.1977.Induced polyploidy in legumes. Cytological 36: 469-479.
- Borejko, A. M. 1970. Production of induced mutations in soybean. Gene tike moskva 6: 167-169.
- Cheng Q., Dong L., Su T., Li T., Gan Z., Nan H., et al.. (2019). CRISPR/Cas9-mediated targeted mutagenesis of GmLHY genes alters plant height and internode length in soybean. *BMC Plant Biol.* 19:562.
- Essel E., Asante I. K., Laing E. (2015). Effect of colchicine treatment on seed germination, plant growth and yield traits of cowpea (*Vigna unguiculats* (L.) Walp). *Can. J. Appl. Sci.* 9, 3573–3576.
- Hajduch, M. F. Debre, B. Bah Mora, and A. praetor. 1999. Effect of different mutagenic treatment son morphological traits of M2 generation of soybean genetics. Newsletter 26 (online journal).U.RL Hutt/ www. Soy genetics. org. /articles/ sign 1999-005. Htm (posted 24 mar 1999).
- Hanan H. L., Abdulla M. A., Farag S. A. (2011). Radio-stimulation of phytohormons and bioactive components of coriander seedlings. *Turkish J. Biochem.* 36, 230–236.
- Horn L. N., Ghebrehiwot H. M., Shimelis H. A. (2016). Selection of novel cowpea genotypes derived through gamma irradiation. *Front. Plant Sci.* 7:262.
- Ikhajiagbe, B., Oshomoh, E.O., and Ebohon, F. (2012b).Growth and yield studies of five local edible pulses in Benin City, Nigeria, exposed to environmental stress occasioned by waste engine oil pollution. *Journal of Laboratory Science*, 1 (2): 44–56
- Karthika, R.; Ana B.S.Lakshmi (2006). Effect of Gamma Rays EMS on two varieties of Soybean. *Asian Journal of plant sciences* 5(4):721-724.
- Kashid N. G., Kulthe M. P. (2014). Effect of physical and chemical mutagens on pod length in Okra (*Abelmoschus esculents* L. Moench). *Sci. Res. Rep.* 4, 151–154.
- Khursheed S., Raina A., Parveen K., Khan S. (2019). Induced phenotypic diversity in the mutagenized populations of faba bean using physical and chemical mutagenesis. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* 18, 113–119.
- Micke, A. and DONINI, B. 1981. Use of induced Mutation in Improvement of seed prorogated Crops. Joint FAO Vienna. Austria pp: 2-10.

- Odeigah, P. G. C, A. O. Osayinpeju and G. O. Myers 1996. Induced Male sterility in Cowpea (*Vigna unguiculats* L. walp) J. Genet Breeding 50: 171-173.8
- Odeigah P. G., Osayinpeju A. O., Myers G. O. (1998). Induced mutations in cowpea, *Vigna unguiculats* (Leguminosae). *Rev Biol Trop.* 46, 579–586.
- Odeigah, P.G.C., A.O. Osayinpeju and G.O. Myers. 1998. Induced mutations in cowpea (*Vigna unguiculats* L. Walp) (Leguminous) Vienna, Austria.
- Rao K. S. (1988). Gamma rays induced morphological and physiological variations in *Cicer arietinum* L. *Indian J. Bot.* 11, 29–32.
- Singh, G. (2010). The soybean: botany, production and uses: The origin and history of soybean, L. J. Qui & R. Z. Chang, 1-23, CAB International.
- Tambe A.B. and Apparao (2009). Gamma Rays induced mutation in Soybean for yield-contributing traits. Induced plant mutation in the genomics. Era. FAO, Rome. 95-96.
- Zhang, J.; and O. Yu (2009). Metabolic engineering of is flavone biosynthesis in seeds. In Modification of seed composition to promote health and nutrition.