تأثير فطريات المايكورايزا والجرع المنخفضة من أشعة كاما في بعض المواصفات الكمية والنوعية لنبات الفلفل الحلو تحت ظروف البيت البلاستيكي

رافد حسين عبيد* أسامة عبدالله علوان فالح حسن سعيد****
*هيئة البحث العلمي/ قسم التخطيط والتابعة
**هيئة البحث العلمي/ مركز البحوث الزراعية
بغداد- العراق

الخلاصة
درس تأثير كل من فطريات المايكورايزا والجرع الاشعاعية المنخفضة لأشعة كاما على مواصفات النمو والانتاجية لنبات الفلفل الحلو وتضمنت الدراسة عاملين، الاول متمثل بفطريات المايكورايزا ضم أربعة أنواع هي (*Glomus mosseae* و *Glomus intraradices* و *Glomus clarum* و *Gigaspora margarita*) والعامل الثاني التشعيع بخمسة جرع من أشعة كاما وهي (0 و 10و 20 و 30 و40) كري (Gray) نفذت التجربة بتصميم القطع المنشـــــقة Split plot وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة (RCBD) واشتملت على20 معاملة وبثلاثة مكررات، زرعت الشتلات بالمكان المستديم واستخدم نظام الري بالتنقيط. تشير النتائج إلى أن تلقيح نباتات الفلفل بفطريات المايكورايزا أدت إلى تحسين المواصفات الكمية والنوعية في النبات وتميزت معاملة التلقيح بالفطر *G. mosseae* في زيادة كل من ارتفاع النبات ومتوسط عدد الثمار ومتوسط وزن الثمرة وحاصل النبات الواحد حيث سجلت (106.60سم ،88.86 ثمرة،54.75 غم، 4.88كغم. نبات) على التوالي، في حين تميزت معاملة التلقيح بالفطر *Gigaspora margarita* بالنسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS) ومعاملة التلقيح بالفطر *G. clarum* في كمية فيتامينC في الثمار. اظهرت النتائج تميز الجرعة الاشعاعية 10 كري في معظم الصفات ومنها ارتفاع النبات ومتوسط عدد الثمار ومتوسط وزن الثمرة وحاصل النبات الواحد حيث سجلت (108.83سم،88.95 ثمرة،54.65 غم،4.89كغم) على التوالي لكل من الصفات أعلاه ، في حين تميزت الجرعة 20 كري في كل من النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS) وكمية فيتامين C في الثمار حيث سجلت (6.26،89.57 ملغم) على التوالي.
الكلمات المفتاحية: فطريات المايكورايزا ، أشعة كاما ، الفلفل الحلو والبيت البلاستيكي.

Effect of Mycorrhizal Fungi and low Dose Gamma Radiation on some Quantity and Quality Characteristics of the Sweet Pepper Plants under Green House Conditions

***Rafid Hussain Obaid **Usama Abdullah Alwan**Falih Hassan Saeed**
Sientific Research commission/ *Planning and Follow – up Department
Scientific Research commission /** Agricultural Research Centerl
E-mail: rafidhussein@yahoo.com
Baghdad- Iraq

Abstract
The study examined the effect of both mycorrhizal fungi and low doses of gamma radiation on the growth and productivity characteristics of the sweet pepper plants. The study included two factors: The first factor was four species of mycorrhizal fungi (Glomus mosseae, Glomus intraradices, Glomus clarum, and Gigaspora margarita), and the second factor was five doses of gamma radiation (0, 10, 20, 30, and 40 kGy). The experiment was conducted using a split-plot design according to a randomized complete block design (RCBD) and included 20 treatments with three replicates. The seedlings were planted in their permanent location and a drip irrigation system was used. The results indicate that inoculating pepper plants with mycorrhizal fungi improved the quantitative and qualitative characteristics of the plants. The treatment with G. mosseae in increasing plant height, average number of fruits, average fruit weight, and yield per plant, recording 106.60 cm, 88.86 fruits, 54.75 g, and 4.88 kg per plant, respectively. The Gigaspora margarita treatment was distinguished by the percentage of total soluble solids (TSS), and the G. clarum treatment was distinguished by the amount of vitamin C in the fruits. The results showed that the 10 cGy dose was superior in most traits, including plant height, average number of fruits, average fruit weight, and yield per plant, recording (108.83 cm, 88.95 fruits, 54.65 g, 4.89 kg) for each of the above traits, respectively. while the 20 cGy dose was distinguished in both the percentage of total soluble solids (TSS) and the amount of vitamin C in the fruits, recording (6.26, 89.57 mg) respectively.
Keyword: Mycorrhizal Fungi, Gamma Radiation, Sweet Pepper and Green House

المقدمة:

الفلفل هو واحد من الخضر الرئيسة المزروعة في جميع انحاء العالم لقيمتها الغذائية والاقتصادية الهامة التي يتمتع بها ، تتأثر الصفات النوعية والكمية لنبات الفلفل بعوامل الاجهاد المختلفة والتي غالبا ما تفقدها اكثر من 70٪ من العائد المتوقع وتشكل حاجزا في زراعتها (Alejo-Iturvide واخرون، 2008). أن استكشاف واستغلال المقدرة التكافلية لفطريات المايكورايزا هي واحدة من الطرق الفعالة لتحسين تحمل المحاصيل للبيئة غير المناسبة (Al-Karaki واخرون،2006) ربما تكون فطريات المايكورايزا هي على الأرجح أكثر ميكروبات التربة أنتشارا حيث يتواجد في كل مكان ويمكن أن تستعمر 80٪ من أنواع النباتات الأرضية والتي تتمثل بالعديد من المحاصيل الهامة(Birhane،2012) هنالك العديد من التأثيرات المفيدة لفطريات المايكورايزا المستعمرة لجذور النباتات والتي تتمثل بزيادة قدرة البادرات في البقاء على قيد الحياة ، تحفيز نمو النبات ، زيادة الصفات النوعية والكمية للثمار ، تماثل نمو المحاصيل البستانية ،التبكير وزيادة عدد الازهار فضلا عن زيادة تحمل النباتات الملقحة بها لعوامل الاجهادات البيئية والحيوية وهذا ما تم الاشارة اليه من قبل (Estrada-Luna واخرون،2000) ، (Estrada-Luna واخرون،2003) ، (Franco،2013)، (Garmendia واخرون،2004)، (Gajanayake واخرون،2011)، (Jan واخرون،2009)، (Kaya واخرون،2009)، (Lal, G.M واخرون،2008) و(Mena واخرون،2006) تعتبر أشعة كاما ذات طول موجي قصير مع قوة عالية في الاختراق، إذ تتفاعل مع الذرات أو الجزيئات لإنتاج الجذور الحرة في الخلايا، وتعتبر من بين المضادات المادية، أشعة جاما تقف أولا في فعاليتها في تحريض الطفرات في أنواع مختلفة من النباتات (Ortas واخرون،2011) (Rangana،1977). هدفت الدراسة الى معرفة تأثير كل من أشعة كاما من وفطريات المايكورايزا وتداخلاتهما في نمو وأنتاجية نبات الفلفل الحلو في ظروف البيت البلاستيكي.

المواد وطرائق العمل

نفذت هذه التجربة في البيت البلاستيكي بمواصفات تربة موضحة في جدول (1) التابع لمركز البحوث الزراعية-مركز تربية وتحسين النبات في موقع منظمة الطاقة الذرية موقع التويثة 20 كم جنوب شرق بغداد خلال الموسم 2016-2017 لدراسة تأثير اربعة انواع من فطريات المايكورايزا والتشعيع بجرع منخفضة الشدة من اشعة كاما في نمو وحاصل نبات الفلفل الحلو تحت ظروف البيت البلاستيكي، حيث تمت عملية التشعيع في كلية العلوم-جامعة بغداد، باستخدام جهاز Gamma Cell 60 الحاوي

جدول (1) مواصفات التربة المستخدمة في التجربة

نوع التحليل		الوحدة	القيمة
درجة تفاعل التربةpH			7.39
الايصالية الكهربائيةEc		ديسي سيمنز . م$^{-}$	1.03
الايونات الموجبة والسالبة الذائبة	كالسيوم$^{++}$	ملغم . كغم$^{-1}$	108
	صوديوم$^{+}$		91
	بوتاسيوم$^{+}$		99
	مغنيسيوم$^{++}$		72
	كلور$^{-}$		116
	$HCO3^{-}$		63
	معادن الكاربونات	غم . كغم$^{-1}$	241
نيتروجين جاهز		ملغم . كغم$^{-1}$	27
مفصولات التربة	الغرين	غم . كغم$^{-1}$	162.0
	الطين		50.0
	الرمل		788.0
نسجه التربة		رملية مزيجيه	

على مصدر مشع من الكوبالتCO، استخدمت في هذه الدراسة بذور الفلفل California wounder حيث تم تعريضها لأربعة جرع اشعاعية من أشعة كاما هي10،20،30 و40 كري(Gy) بالإضافة الى معاملة المقارنة. لقحت البذور بأربعة عزلات من المايكورايزا هي (*Gigaspora margarita*، *G. intraradices*، *G. clarum* و*G. mosseae*) ، زرعت النباتات في البيت البلاستيكي بتاريخ 15-12-2016 وبعد شهر زرعت كل معاملة في ثلاث قطع تجريبية، طبقت كل الممارسات الزراعية والتدابير الوقائية الموصى بها لمحصول الفلفل، تم حساب كل من ارتفاع النبات ، قطر الساق، عدد الافرع الجانبية ،عدد الثمار، وزن الثمرة ، حاصل النبات فضلا عن الصفات النوعية كالنسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة وفيتامين C في الثمار على أساس ملغم/100مل من العصير بحسب طريقة (Ruscitti, واخرون2011). نفذت التجربة بأسلوب القطع المنشقة في تصميم القطاعات الكاملة المعشاة (RCBD) واحتوت على 20 معاملة وتضمنت الدراسة عاملين هما التلقيح بالمايكورايزا والتشعيع بأربعة جرع من اشعة كاما، ومن ثم اخذت القياسات اللازمة وهي :

•إرتفاع النبات(سم): قيس ارتفاع النبات من مستوى سطح التربة وحتى القمة النامية.

•عدد التفرعات الثانوية للمجموع الخضري: حسب عدد الافرع الثانوية للنبات في نهاية موسم النمو.
•قطر الساق(ملم): قيس بوساطة القدمة الالكترونية Vernierعلى ارتفاع 10 سم من سطح التربة.
•معدل وزن الثمرة الواحدة : حسب معدل الوزن الكلي لثمار النباتات لكل معاملة ومن ثم حسب معدل وزن الثمرة الواحدة.
•عدد الثمار (قرنة. نبات$^{-1}$): وذلك بحساب معدل العدد الكلي لثمار النباتات لكل معاملة.
•حاصل النبات (غم.نبات$^{-1}$): حسب بتقسيم الحاصل الكلي على عدد النباتات في الوحدة التجريبية.
•النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة الكلية في الثمار. أخذت قطرات من راشح عصير الثمار الكاملة وضعت على جهاز Hand refractometer وقدرت النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة الكلية من قراءة الجهاز.
•متوسط كمية فيتامينC في ثمار الفلفل (ملغم/100 غم وزن طازج).
حللت النتائج باستخدام برنامج GenStat Discovery Edition3 وتمت مقارنة المتوسطات لجميع مؤشرات الدراسة بحسب اختبار L.S.D عند مستوى احتمال 0.05.

النتائج والمناقشة:

تبين نتائج جدول 2 وجود فروقات معنوية في ارتفاع النباتات الملقحة بفطريات المايكورايزا حيث تميزت النباتات الملقحة بالفطر *Glomus mosseae* بتحقيق أعلى قيمة بلغت 106.60 سم متفوقة معنويا على معظم المعاملات الاخرى، وتميزت النباتات المعرضة للجرعة الاشعاعية 10 كري بتحقيق أعلى قيمة بلغت 108.83 سم، متفوقة معنويا على بقية الجرع ، واثر التداخل بين فطريات المايكورايزا والجرع الاشعاعية على أرتفاع النبات إذ أظهرت معاملة التداخل بين الفطر *G. mosseae* والجرعة 10 كري أعلى قيمة.

الجدول 3 يوضح وجود فروقات معنوية في قطر الساق الرئيسي للنباتات الملقحة بفطريات المايكورايزا حيث تميزت النباتات الملقحة بالفطر *Gigaspora margarita* بتحقيق أعلى قيمة بلغت20.31 ملم، والنباتات المعرضة للجرعة الاشعاعية 10 كري بتحقيق أعلى قيمة بلغت 19.67 ملم، واثر التداخل ايضا في قطر الساق حيث سجلت معاملة التداخل بين فطر *Gigaspora margarita* والجرعة 10 كري أعلى قيمة بلغت 22.82 ملم .كما بينت نتائج الجدولين(2 و3) ان ارتفاع النبات وقطر الساق تأثرا بشكل معنوي عند التداخل بين جرعات الاشعاع وفطريات المايكرورايزا مقارنة بمعاملة السيطرة اذ أعطت الجرع 20 كري والفطرين (*Glomus mosseae* ،*Gigaspora margarita*) اعلى القيم في ارتفاع النبات وقطر الساق ويعزى ذلك الى ان الجرع المنخفضة 10و 20 كري أدت الى زيادة نشاط الانزيمات داخل انسجة النبات. كما ان فطريات المايكرورايزا ساهمت في تحسين الامتصاص خاصة عنصر الفسفور والعناصر الصغرى الذي أدى الى تقوية جدران الخلايا وزيادة سمك الساق (Smith. and Read,. 2008) (El Kholy, *et al*.,2015).

جدول (2) تأثير الجرعات الاشعاعية وفطريات المايكورايزا وتداخلاتهما في أرتفاع النبات(سم).

الجرعة الاشعاعية (كري)	فطر المايكورايزا				المتوسط
	Gl. c	Gl. i	Gl. m	Gig.m	
0	78.60	83.52	97.16	92.88	88.04
10	99.24	102.13	118.25	115.71	108.83
20	92.52	99.47	112.36	108.91	103.32
30	84.33	94.18	109.21	102.09	97.45
40	79.41	90.55	96.02	93.41	89.85
المتوسط	86.82	93.97	106.60	102.60	97.50
L.S.D 0.05	المايكورايزا	اشعة كاما		التداخل	
	4.36	3.93		7.48	

Gigaspora margarita (**Gig.m**), *Glomus mosseae* (**Gl. m**), *Glomus intraradices* (**Gl. i**), *Glomus clarum* (**Gl.c**): Gamma rays' dose (0,10,20,30,40)

جدول (3) تأثير الجرعة الاشعاعية وفطريات المايكورايزا وتداخلاتهما في قطر الساق (ملم).

الجرعة الاشعاعية (كري)	فطر المايكورايزا				المتوسط
	Gl. c	Gl. i	Gl. m	Gig.m	
0	14.38	17.03	17.95	18.81	17.04
10	17.93	18.47	19.44	22.82	19.67
20	16.57	19.82	20.57	21.08	19.51
30	15.82	18.05	19.43	20.10	18.35
40	14.71	16.66	17.08	18.76	16.80
المتوسط	15.88	18.01	18.89	20.31	**18.27**
L.S.D 0.05	المايكورايزا	اشعة كاما		التداخل	
	1.23	**1.07**		**2.31**	

Gigaspora margarita (**Gig.m**), *Glomus mosseae* (**Gl. m**), *Glomus intraradices* (**Gl. i**), *Glomus clarum* (**Gl.c**): Gamma rays' dose (0,10,20,30,40)

النتائج المعروضة في جدول 4 وضحت وجود فروقات معنوية في عدد الافرع للنباتات الملقحة بفطريات المايكورايزا حيث تميزت النباتات الملقحة بالفطر *G. intraradices* بأعلى قيمة بلغت 8.70 فرع/نبات متفوقة معنويا على البقية ، كذلك تفوقت النباتات المعرضة للجرعة 10 كري معنويا على البقية ، وحققت معاملة التداخل بين الفطر *G. intraradices* والجرعة 10كري معنويا على بقية المعاملات. كما بينت النتائج في هذا الجدول ان الجرعة 10 كري أعطت أعلى عدد افرع جانبية ويعود سبب ذلك الى ان الجرعات المنخفضة أدت الى تحفيز الانقسام الخلوي، بينما أدت الجرع 30 و 40 كري الى انخفاض في عدد الافرع الجانبية بسبب تلف الخلايا وضعف نموها مما انعكس سلبا على عدد تلك الافرع. فيما اظهر فطر المايكورايزا تمييزا واضحا عند الجرعة 10 كري بسبب ان الجرعات المنخفضة من اشعة كاما أدت الى تنشيط العمليات الايضية وزيادة كفاءة التبادل الغذائي بين الفطر والنبات(Al-Karawi وAl-Ani،2017) و Chenix وZhao،2020).

جدول (4) تأثير الجرعة الاشعاعية وفطريات المايكورايزا وتداخلاتهما في عدد الافرع الجانبية(فرع/نبات).

الجرعة الاشعاعية (كري)	فطر المايكورايزا				المتوسط
	Gl. c	Gl. i	Gl. m	Gig.m	
0	6.11	8.05	6.25	7.39	6.95
10	8.52	9.92	8.76	9.48	9.17
20	8.33	8.78	8.49	8.35	8.49
30	8.17	8.64	8.29	8.04	8.29
40	6.08	8.13	6.18	7.28	6.92
المتوسط	7.44	8.70	7.59	8.11	**7.96**
L.S.D 0.05	المايكورايزا	اشعة كاما		التداخل	
	0.54	**0.62**		**1.31**	

Gigaspora margarita (**Gig.m**), *Glomus mosseae* (**Gl. m**), *Glomus intraradices* (**Gl. i**), *Glomus clarum* (**Gl.c**): Gamma rays' dose (0,10,20,30,40)

بينت نتائج جدول 5 فروقات معنوية في متوسط عدد الثمار وتميزت النباتات الملقحة بالفطر *G. mosseae*بتحقيق أعلى قيمة بلغت 88.86 ثمرة/نبات متفوقة معنويا على معظم المعاملات ، وتميزت النباتات المعرضة للجرعة الإشعاعية 10 كري بتحقيق أعلى قيمة بلغت 88.95 ثمرة/نبات ، متفوقة معنويا على بقية المعاملات ماعدا المعاملة 20 كري ، واثر التداخل بين الفطر والجرع الاشعاعية وتفوقت معاملة تداخل الفطر *G. mosseae* والجرعة 10 كري معنويا على معظم بقية المعاملات حيث بلغت94.67 ثمرة/نبات.

جدول(5) تأثير الجرعة الاشعاعية وفطريات المايكورايزا وتداخلاتهما في متوسط عدد الثمار (ثمرة/نبات).

الجرعة الاشعاعية (كري)	فطر المايكورايزا				المتوسط
	Gl. c	Gl. i	Gl. m	Gig.m	
0	68.87	73.84	85.45	79.36	76.88
10	82.42	88.18	94.67	90.51	88.95
20	84.28	84.65	91.16	87.34	86.86
30	78.39	79.16	88.83	83.73	82.53
40	66.53	71.53	84.19	78.60	75.21
المتوسط	76.10	79.47	88.86	83.91	**82.09**
L.S.D 0.05	المايكورايزا	اشعة كاما		التداخل	
	6.14	**5.45**		**8.37**	

Gigaspora margarita (**Gig.m**), *Glomus mosseae* (**Gl. m**), *Glomus intraradices* (**Gl. i**), *Glomus clarum* (**Gl.c**): Gamma rays' dose (0,10,20,30,40)

نتائج جدول 6 تشير لوجود فروقات معنوية في متوسط وزن الثمرة للنباتات الملقحة بالمايكورايزا حيث تفوقت النباتات الملقحة بالفطر-*G. mosseae* معنويا على بقية المعاملات بينما معاملة التلقيح بالفطر *G. clarum*سجلت أقل قيمة بلغت 36.64 غم ، وتميزت النباتات المعرضة للجرعة 10 كري بتحقيق ماقيمته 54.65 غم ، متفوقة معنويا على معظم المعاملات الاخرى ، واثر التداخل بين الفطر والجرعة الاشعاعية في متوسط وزن الثمرة وتفوقت معاملة التداخل بين اللقاح بالفطر *G. mosseae* والجرعة 10 كري معنويا على بقية المعاملات في متوسط وزن الثمرة.

جدول (6) تأثير الجرعة الاشعاعية وفطريات المايكورايزا وتداخلاتهما في متوسط وزن الثمرة (غم/ثمرة).

الجرعة الاشعاعية (كري)	فطر المايكورايزا				المتوسط
	Gl. c	Gl. i	Gl. m	Gig.m	
0	33.55	43.94	50.35	46.17	43.50
10	43.41	53.75	62.28	59.14	54.65
20	39.54	49.16	57.37	53.39	49.87
30	37.34	47.39	54.72	50.31	47.44
40	29.37	42.18	49.04	44.06	41.16
المتوسط	36.64	47.28	54.75	50.61	**47.32**
L.S.D 0.05	المايكورايزا	اشعة كاما		التداخل	
	4.08	**4.23**		**6.16**	

Gigaspora margarita (**Gig.m**), *Glomus mosseae* (**Gl. m**), *Glomus intraradices* (**Gl. i**), *Glomus clarum* (**Gl.c**): Gamma rays' dose (0,10,20,30,40)

نتائج جدول 7 توضح الفروقات في معدل حاصل النباتات الملقحة بالفطر حيث تميزت النباتات الملقحة بالفطر *G. mosseae* بتحقيق أعلى قيمة بلغت 4.88 كغم متفوقة معنويا على بقية المعاملات ، وتميزت النباتات المعرضة للجرعة 10 كري بتحقيق أعلى قيمة بلغت 4.89 كغم ، متفوقة معنويا على معظم المعاملات ، وكان للتداخل بين الفطر والجرعة الاشعاعية تأثير معنوي أذ تفوقت معاملة التداخل بين الفطر *G. mosseae* والجرعة 10 كري معنويا على معظم المعاملات حيث بلغت 5.90 كغم ،بينما سجلت معاملة التداخل بين الفطر *G. clarum* والجرعة 40 كري أقل قيمة بلغت 1.95 كغم.

من نتائج الجدول 8 نلاحظ وجود فروقات معنوية في (TSS) للنباتات الملقحة بالفطر حيث تميزت النباتات الملقحة بـ *Gigaspora margarita* بتحقيق أعلى قيمة بلغت 6.10 متفوقة معنويا على معظم المعاملات ، وتميزت النباتات المعرضة للجرعة 20 كري بتحقيق أعلى قيمة بلغت 6.26، متفوقة معنويا على معظم المعاملات ،واثر التداخل بين الفطر والجرعة الاشعاعية في هذه الصفة وسجلت معاملة التداخل بين اللقاح بالفطر *Gigaspora margarita* والجرعة الاشعاعية 20 كري أعلى قيمة بلغت6.51 ولم تختلف معنويا عن معظم المعاملات.كما اشارت النتائج الى ان التداخل بين الجرعة 20 كري والنوع *Gigaspora margarita* أعطت افضل قيمة للمواد الصلبة الذائبة الامر الذي يشير الى ان اشعة كاما عند الجرعة 20 كري كبحت نشاط فطريات المايكورايزا الامر الذي أدى الى تراكم المواد الصلبة ذاتها، بينما الجرع العالية تقلل من هذه الصفة(Nadeem واخرون،2014).

جدول (7) تأثير الجرعة الاشعاعية وفطريات المايكورايزا وتداخلاتهما في معدل حاصل النبات(كغم/نبات).

الجرعة الاشعاعية (كري)	فطر المايكورايزا				المتوسط
	Gl. c	Gl. i	Gl. m	Gig.m	
0	2.31	3.24	4.30	3.66	3.38
10	3.58	4.74	5.90	5.35	4.89
20	3.33	4.16	5.23	4.66	4.35
30	2.93	3.75	4.86	4.21	3.94
40	1.95	3.02	4.13	3.46	3.14
المتوسط	2.82	3.78	4.88	4.27	**3.94**
L.S.D 0.05	المايكورايزا	اشعة كاما		التداخل	
	0.55	**0.47**		**1.12**	

Gigaspora margarita (Gig.m), Glomus mosseae (Gl. m), Glomus intraradices (Gl. i), Glomus clarum (Gl.c): Gamma rays' dose (0,10,20,30,40)

جدول (8) تأثير الجرعة الاشعاعية وفطريات المايكورايزا وتداخلاتهما في (TSS) في الثمار.

الجرعة الاشعاعية (كري)	فطر المايكورايزا				المتوسط
	Gl. c	Gl. i	Gl. m	Gig.m	
0	5.23	6.10	5.95	6.00	5.82
10	5.89	6.30	6.07	6.15	6.10
20	6.03	6.51	6.19	6.30	6.26
30	5.66	6.19	5.99	6.06	5.98
40	5.15	2.03	5.89	5.97	4.76
المتوسط	5.59	5.43	6.02	6.10	**5.78**
L.S.D 0.05	المايكورايزا	اشعة كاما		التداخل	
	0.37	**0.32**		**0.71**	

Gigaspora margarita (Gig.m), Glomus mosseae (Gl. m), Glomus intraradices (Gl. i), Glomus clarum (Gl.c): Gamma rays' dose (0,10,20,30,40)

يلاحظ من النتائج المعروضة في الجدول 9 وجود فروقات معنوية في متوسط كمية فيتامينC في ثمار النباتات الملقحة بفطريات المايكورايزا حيث تميزت النباتات الملقحة بالفطر *G. clarum* بتحقيق أعلى قيمة في متوسط كمية فيتامين C في الثمار بلغت 87.09 (ملغم/100 غم وزن طازج) متفوقة معنويا على معظم المعاملات بينما سجلت معاملة التلقيح بالفطر *G. mosseae* أقل قيمة بلغت 73.67 (ملغم/100 غم وزن طازج)، وتميزت النباتات المعرضة للجرعة الاشعاعية 20 كري بتحقيق أعلى قيمة بلغت 89.57 (ملغم/100 غم وزن طازج)، متفوقة معنويا على معظم المعاملات الاخرى ، وحققت معاملة التداخل بين اللقاح بالفطر *G. clarum* والجرعة الاشعاعية 20 كري أعلى قيمة بلغت 95.07 (ملغم/100 غم وزن طازج) متفوقة معنويا على معظم المعاملات الاخرى في هذا المؤشر. وقد أوضحت النتائج في ذات الجدول ان افضل تداخل تحقق عند فطر المايكورايزا من نوع *Gigaspora margarita* مع الجرعة الاشعاعية 20 كري. اذ أدت الى اعلى تراكم لفيتامين C وهذا يرجع الى ان الجرع المنخفضة من اشعة كاما تحفز نشاط الانزيمات المضادة للاكسدة مما يزيد من تراكم فيتامين C (Ashraf، 2018) و(Calabrese، 2019). كما ان فطريات المايكورايزا تزيد من امتصاص الفوسفور والعناصر الصغرى لتكوين المركبات الفينولية ومضادات الاكسدة مما يعزز من تركيز فيتامين C (Smith و Read، 2008) و (Begum، 2019).

جدول (9) تأثير الجرعة الاشعاعية وفطريات المايكورايزا وتداخلاتهما في متوسط كمية فيتامينC في الثمار.

الجرعة الاشعاعية (كري)	فطر المايكورايزا				المتوسط
	Gl. c	Gl. i	Gl. m	Gig.m	
0	80.22	73.84	65.14	79.00	74.55
10	91.01	83.32	78.69	86.43	84.86
20	95.07	88.39	83.91	90.92	89.57
30	87.17	79.40	73.36	84.36	81.07
40	81.96	72.93	67.23	78.17	75.07
المتوسط	87.09	79.58	73.67	83.78	81.02
L.S.D 0.05	المايكورايزا	اشعة كاما		التداخل	
	6.32	5.26		9.11	

Gigaspora margarita (Gig.m), Glomus mosseae (Gl. m), Glomus intraradices (Gl. i), Glomus clarum (Gl.c): Gamma rays' dose (0,10,20,30,40)

وهذه النتائج تتفق مع ما وجده (Verma واخرون،2012) عند تلقيح شتلات الطماطة بفطريات المايكورايزا. ومع ما وجده (Lal, G.M واخرون،2009) عند تشعيع نبات العدس الاسود يجرع مختلفة من اشعة كاما.

الاستنتاجات:

أشارت النتائج الى أن تلقيح بذور نبات الفلفل بفطريات *Glomus mosseae* قد حققت أعلى القيم في معظم معايير النمو ، وأظهرت أشعة كاما نمطين من التأثير هما زيادة وتحفيز في جميع معايير النمو التي تمت دراستها مع الجرعة الاشعاعية 10كري ونقصان هذه المعايير عند استخدام الجرعة الاشعاعية 40 كري، في حين اظهرت معاملات التداخل تفوق معاملة الفطر *Glomus mosseae* مع الجرعة الاشعاعية 10 كري في معظم المعايير المستهدفة.

Chen, X. Li, O. Zhao, J. (2020). Low dose gamma irradiation promotes symbiotic efficiency of arbusculaor mycorrhizal Funji in tomato roots.Radiation Physics and Chemistry 174.

Estrada-Luna, A.A., Davies, F.T.Jr., Egilla, J.N. (2000). Mycorrhizal enhancement of the physiology and growth of micropropagated chile ancho pepper (Capsicum annuum L. cv.San Luis) plantlets during acclimatization and post-acclimatization. Hortscience. 35: 426.

Estrada-Luna, A.A., Davies, F.T.Jr. (2003). Arbuscular mycorrhizal fungi influence water relations, gas exchange, abscisic acid and growth of micropropagated chile ancho pepper (Capsicum annuum) plantlets during acclimatization and post-acclimatization. J. Plant Physiol. 160: 1073–1083.

Franco, A.D., Carrillo, M.A., Chairez, F.O., Cabrera, O.G. (2013). Plant nutrition and fruit quality of pepper associated with arbuscular mycorrhizal in greenhouse. Rev. Mexicana Cienc. Agrícol. 4: 315–321.

Garmendia, I., Goicoechea, N., Aguirreolea, J. (2004). Effectiveness of three Glomus species in protecting pepper (Capsicum annuum L.) against verticillium wilt. Biol. Control. 31: 296–305

Gajanayake, B., Trader, B.W., Reddy, K.R., Harkess, R.L. (2011). Screening ornamental pepper cultivars for temperature tolerance using pollen and physiological parameters. HortScience. 46: 878-884.

Jan, S., Parween, T. and Siddiqi, T.O. 2011. Mahmooduzzafar. Effect of

References

Alejo-Iturvide, F., Márquez-Lucio, M.A., Morales-Ramírez, I., Vázquez-Garciduenas, M.S.Olalde-Portugal, V. (2008). Mycorrhizal protection of chili plants challenged by Phytophthora capsici. Eur. J. Plant Pathol. 120: 13–20.

Al-Karaki GN (2006) Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subsequent performance under irrigation with saline water. Sci Horti 109: 1-7.

Al-Karawi, M.A., and Al-Ani H.M., (2017). Effect of gamma irradiation and mycorrhizal inoculations on growth and nutientuplant of maize (Zea mays). Fruy Tourned of Agriculture Scienes,48(4),923-934.

Ashraf, M., et al. (2018). Gamma irradiation effects on antioxidant systems in plants. Radiation Physics and Chemistry,145,15-23.

Begum, N., *et al.* (2019). Arbuscular mycorrhizal physiology, and antioxidant defense in plants under stress. Frontiers in Microbiology,10,1330.

Birhane, E., Sterck, F.J., Fetene, M., Bongers, F., Kuyper, T.W. (2012). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance photosynthesis, water use efficiency, and growth of frankincense seedlings under pulsed water availability conditions. Oecologia. 169: 895–904.

El-Kholy,A.M. et al.,(2015) gamma irradiation effects on plant microbe intraction and parameters of legumecorps. Journal of Radiation Research and Applied Sciences 8(1)1-10.

Calabrese, E.J., et al. (2019). Hormetic dose responses in radiation biology. Functional significance and mechanistic foundations. Human and Experimental Toxicology,38(7),847-864.

Ortas, I., Sari, N., Akpinar, Ç., Yetisir, H. (2011). Screening mycorrhiza species for plant growth, P and Zn uptake in pepper seedling grown under greenhouse conditions. Sci. Hort. 128: 92–98.

Rangana, S.1977.Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products. Tata McGraw-Hill publishing Company limited,New Delhi,p.634.

Rohani, M., and Hameed, A. (2020). Interactive effects of gamma irradiation and arbuscular mycorrhizal fungi on antioxidant production in corps. Journal of Plant Physiology, 252,153250.

Ruscitti, M., Arango, M., Ronco, M., Beltrano, J. (2011): Inoculation with mycorrhizal fungi modifies proline metabolism and increases chromium tolerance in pepper plants (Capsicum annuum L.). Braz. J. Plant Physiol. 23: 15–25.

Verma, A.K., Prasad, K.V., Singh, S.K. and Kumar, S. 2012. In vitro isolation of red coloured mutant from chimeric ray florets of chrysanthemum induced by gamma-ray. Indian J. Horticulture, 69: 562–567.

gamma radiation on morphological, biochemical, and physiological aspects of plants and plant products. Environ Reviews, 20: 17-39.

Kaya, C., Ashraf, M., Sonmez, O., Aydemir, S., Tuna, A.L., Cullu, M.A. (2009). The influence of arbuscular. mycorrhizal colonisation on key growth parameters and fruit yield of pepper plants grown at high salinity Sci. Hort. 121: 1-6.

Lal, G.M., Tums, B. and Lal, S.S. 2009. Mutagenic sensitivity in early generation in black gram. Asian J. Agric. Sci., 1: 9–11. Smith, S.E., Read, D.J. (2008). Mycorrhizal symbiosis. 3rd edn. Academic Press.

Mena-Violante, H.G., Ocampo-Jiménez, O., Dendooven, L., Martínez-Soto, G., González-Castaneda, J., Davies, F.T.Jr., Olalde-Portugal, V. (2006). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance fruit growth and quality of chile ancho (Capsicum annuum L. cv San Luis) plants exposed to drought. Mycorrhiza. 16: 261-267.

Nadeem, S. M., Ahmad, M., Zahir, Z.A., Javaid,A., and Ashraf, M.(2014). The role of mycorrhizae in improving crop productivity under stressful environments. Biotechnology Advances. 32, (2) 429-448.