تاثیر سطوح مختلف پرتو گاما بر عملکرد و اجزاء عملکرد کلزا (Canola)

محمد مهدی رحیمی*

چکیده

به منظور بررسی تأثیر پرتوهای گامای کبالت ٦٠ بر صفات مورفولوژیکی و کیفیت اسیدهای چرب دو رقم کلـز ا، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات درقالب طرح بلوک های کاملاً تصادفی در ٤ تکرار در سـال زراعـی ۸۹-۸۸ در مزرعـه آموزشی و تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج اجرا شد. دو رقم شامل طلایه و اوکاپی به عنوان فـاکتور اصـلی و شش سطح مختلف پرتوتابی شامل شاهد، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰،٤۰۰ و ۵۰۰ گری به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تمامی صفات تحت تاثیر سطوح مختلف پرتوتابی قـرار گرفتنـد. بهتـرین عملکـرد دانـه ۳۹۸۵/۲٦ کیلوگرم درهکتار، درصد روغن ۳۲/ ٤۸، درصد اسید لینولنیـک ۱۱/٤۵، وزن هـزار دانـه ۲٦/ ۵ گـرم، شـاخص برداشت ۳۱/۵، ارتفاع گیاه ۹٤/۱۵ سانتی متر از دز ۱۰۰ گری حاصل شد. همچنین بیشـترین و کمتـرین عملکـرد دانـه ۱۲/ ۳۹۹۸ و ۸۱/ ۱۵٤۵ کیلوگرم در هکتار از تیمار ۱۰۰ گری با رقم اوکاپی و ۵۰۰ گری با رقم طلایه به دست آمـد. بـالاترین درصد روغن ٤۹/٦۵ از تیمار ۲۰۰ گری و رقم طلایه و پایین ترین درصد روغن نیز با دز ۵۰۰ گری و رقم اوکاپی حاصـل شد. بیشترین و کمترین شاخص برداشت ۳٤/۷ و۱۷/۷ به ترتیب ازتیمار ۱۰۰ گری با رقم اوکاپی و ۵۰۰ گری با رقم طلایـه به دست آمد. دز ۲۰۰ گری با رقم اوکاپی بیشترین ۱۲/۷ و دز ۵۰۰ گری با رقم طلایه ۷/٦ کمترین درصد اسـیدلینولنیک را تولید کردند.

کلمات کلیدی : کلزا، عملکرد، مرفولوژی، اسید چرب لینولنیک، اسید چرب لینولئیک، اسید چرب اولئیک.

✓ تاریخ دریافت:۹۰/۰۱/۲۳ تاریخ پذیرش:۹۳/۱۰/۲۵

* گروه زراعت کشاورزی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران Email:m.rahimi1351@yahoo.com

مقدمه و بررسی منابع علمی

امروزه هر کشوری که از لحاظ تولیدات کشاورزی جایگاه مناسبی داشته باشد، در بسیاری از جنبه ها، قدرت و موفقیت بین المللی کسب می کند. یکی از ارکان توسعه‌ی اقتصادی در بخش کشاورزی، دانایی محوری و تلاش برای خودکفایی است. دانش هسته ای فرآیند تحقق این اهداف را سرعت می بخشد. با افزایش جمعیت، نیاز به غذا افزایش می یابد که باعث تولید بیشتر محصولات کشاورزی می شود؛ در نتیجه منابع آبی به تدریج کاهش و فرسایش خاک افزایش می یابد و درصورت ادامه ی این روند، شاهد نابودی منابع آبی و خاکی کشور خواهیم بود. از طرفی ما نمی توانیم تولید را به دلیل از دست دادن محیط و تخریب منابع متوقف کنیم. بلکه باید بین این دو رابطه ای برقرار سازیم که در آن روش های تولید و نیز روش های حفاظت منابع آب و خاک در تعادل باشند. یکی از راه های استفاده بهینه از منابع آب و خاک و تأمین امنیت غذای جامعه امروز و نسل آینده استفاده از انرژی هسته ای می باشد. ایران برای رهایی از اقتصاد تک محصولی و کاهش میزان وابستگی به در آمدهای نفتی، مجبور است که با استفاده از فناوری های نوین به توسعه ی هرچه بیشتر کشاورزی به عنوان بخش درآمدزا اقدام کند(Naseri, 1992). ایران با داشتن زمین های حاصل خیز و آب و هوای چهار فصل می تواند نه تنها تولید داخلی را تأمین کند، بلکه از صادر کنندگان محصولات کشاورزی در منطقه باشد. امروزه کلزا با تولید جهانی بیش از ۲۷ میلیون تن دانه، یکی از مهمترین نباتات روغنی جهان و ایران محسوب می گردد. از طرفی افزایش جمعیت دنیا و بهبود استانداردهای زندگی موجب تولید کلزا برای مصارف خوراکی خواهد شد که در ایران افزایش مصرف، همگام با افزایش تولید نبوده است به طوری که تنها ۱۰ درصد روغن مورد نیاز کشور در داخل تولید می گردد(Hejazi, 2000).

به طور کلی می توان چنین گفت که به کارگیری انرژی هسته ای در بخش کشاورزی موجب افزایش چشمگیر عملکرد در واحد سطح و ایجاد رشد اقتصادی در این بخش می شود و به عنوان یک دانش پیشرو می تواند نقش مهمی در توسعه کشاورزی و

منابع طبیعی، افزایش تولید داشته باشد (Amer, 2004).

بررسی اثرات پرتودهی روی گیاهان، رشته وسیع و پیچیده ای است. پرتوهای گاما با ایجاد تغییرات سیتولوژیکی، ژنتیکی، بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی در سلول ها یا بافت ها روی رشد و تکامل گیاه تأثیر گذار هستند(Taparia, 2003). موتان زایی توسط اصلاحگران با موفقیت در کلزا و خردل جهت تغییر ساختار ژنتیکی به کار گرفته شده است و موتانت هایی با خصوصیات اقتصادی مطلوب همانند ارتفاع گیاه، تعداد غلاف در هرگیاه، تعداد دانه در هر غلاف، وزن هزار دانه، عملکردبالا، میزان روغن و مقاومت به بیماری جدا شدند (Ahmad, 1999; Rao, 2000) .

گرجی در آزمایش بررسی اثرات موتاژنیک دزهای مختلف اشعه گاما روی صفات جوانه زنی کلزا به این نتیجه رسید که اختلاف معنی داری بین ارقام، دزهای مختلف اشعه گاما و اثرات متقابل آنها بر صفات سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه و طول ساقه چه وجود دارد. همچنین گزارش کردند که بیشترین و کمترین طول طول ریشه چه مربوط به دز ۷۰۰ و ۱۳۰۰ گری و بیشترین و کمترین طول ساقه چه به ترتیب در دز ۷۰۰ و ۱۱۰۰ گری به دست آمد(Gorji, 2008).

باقری و همکاران درآزمایش‌استفاده ازپرتو گاما به منظور القاء جهش در کالوس های سوماتیک گیاه برنج گزارش کردند که درصد زنده مانی و باززایی با افزایش دز پرتو گاما کاهش یافت و در نهایت با محاسبه LD50، دز مناسب پرتو گاما با روش رگرسیون خطی ساده برای هریک از لاین های ۱۴۵و ۱۴۷ به ترتیب ۴۳/۸۲ و ۴۰/۹۸ گری محاسبه گردید (Bagheri et al., 2008).

خادمیان در مطالعه اثرات موتانت زایی اشعه گاما روی چند رقم برنج ایرانی گزارش کرد که ارتفاع بوته بیشترین و مناسبترین واکنش را نسبت به این موتاژن نشان داده است، زیرا ارتفاع بوته در تمام تیمارهای پرتودهی به استثنای تیمار ۳۵۰ گری در رقم طارم محلی نسبت به شاهد به طور معنی داری کاهش یافت. درصد عقیمی تحت هر دو تیمار پرتو دهی ۲۵۰ و ۳۵۰ گری و در رقم طارم محلی، طارم دیلمانی و شفق افزایش معنی داری نشان داد(Khademian, 2007) .

مواد و روش‌ها:

این تحقیق در سال زراعی۹۰ -۱۳۸۹ در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج با عرض جغرافیایی ۳۰/۵۰ و طول جغرافیایی ۵۱/٤۱ و ارتفاع ازسطح دریا ۱۸۳۱/۵ و با استفاده از آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کاملا تصادفی و در ٤ تکرار اجرا شد. سطوح مختلف ارقام به عنوان فاکتور اصلی در کرت اصلی شامل **v1**= طلایه و **v2**= اوکاپی و سطوح مختلف پرتو دهی به عنوان فاکتور فرعی در کرت های فرعی شامل دز: G5=400 ,G4=300 ,G3=200 ,G2=100 G1=0, و G6=500 گری به طور تصادفی قرار گرفت.

بذرها پس از رطوبت سنجی و داشتن رطوبت بین ۱٤/٦-۱۱ درصد توسط منبع کبالت ٦۰ در دزهای تحریک کننده با شدت ۱۰۰ ،۲۰۰ ،۳۰۰ ،٤۰۰ و ۵۰۰ گری پرتو دهی و ظرف مدت ۲٤ ساعت پس از پرتو دهی در زمین مورد نظر کشت شدند. مقدار دزهای پرتو دهی توسط سازمان انرژی اتمی ایران توصیه شد. پرتوتابی با استفاده از دزهای کم با استفاده از امکانات بخش هسته ای سازمان انرژی اتمی تهران به شرح زیر صورت گرفت. هر یک از پاکت های بر چسب زده ای که نشان دهنده نوع بذر، وضعیت بذر و میزان هر تیمار بوده در فاصله معینی از چشمه پرتو قرار گرفت. پرتو تابی برای هر تیمار طبق فرمول زیر قابل محاسبه است. زمان پرتو دهی (ثانیه)= مقدار مورد نظر هر تیمار(گری) تقسیم بر شدت چشمه (گری در ثانیه). بر اساس قدرت دستگاه زمان پرتو دهی تعیین می شود. شدت دستگاه پرتو تابی روی ۹۸۵/ دقیقه برای یک گری که مقادیر ۱۰۰ گری ۲/٤٦ دقیقه، ۲۰۰ گری ٤/۹۲ دقیقه ،۳۰۰ گری ۷/۳۸ دقیقه، ٤۰۰ گری ۹/۸۵ دقیقه و ۵۰۰ گری ۱۲/۳۱ دقیقه صورت می گیرد.

با توجه به نوع تحقیق و تعداد کل کرت ها، آزمایش در زمینی به مساحت ۱۷۵۰ متر مربع انجام گرفت. طول هر کرت ٦ متر و عرض آن ۳ متر در مجموع مساحت هر کرت ۱۸ متر و فاصله هر کرت فرعی از کرت فرعی دیگر نیم متر و فاصله میان هر دو کرت اصلی یک متر در نظر گرفته شد. بذرهای اصلاح شده ارقام کلزا از مرکز تحقیقات

اصلاح نهال بذر کرج تهیه گردید. پس از انتخاب ماده آزمایشی، عملیات شخم در اواخر تابستان انجام و پس از شخم سطحی و پخش کود شیمیایی با دیسک کلوخه های حاصل خرد شد. مواد غذایی مورد نیاز پس از انجام آزمون خاک به طور یکنواخت به تمام کرت ها داده شد.

صفات اندازه گیری شامل عملکرد دانه، ارتفاع گیاه، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، تعداد میوه، ماده خشک (بیوماس)، درصد روغن، عملکرد روغن، درصد اسید های چرب لینولنیک، لینولئیک، اولئیک، LAI, CGR, NAR, RGR. به منظور استخراج و اندازه گیری میزان روغن دانه تیمارهای مختلف از دستگاه سوکسله (Soxhelt) و به منظور شناسایی و اندازه گیری اسیدهای چرب اولئیک، لینولئیک، لینولینیک موجود در روغن کتان از کروماتوگرافی گازی (GC) استفاده شد.

بررسی صفات مرفولوژیک و اجزاء عملکرد در مرحله رسیدگی و قبل از برداشت صورت گرفت. بدین صورت که ۱۰ بوته با رعایت اثر حاشیه ای به صورت تصادفی انتخاب و اندازه گیری به کمک ابزار دقیق روی آنها انجام شد. برای اندازه گیری عملکرد دانه پس از جدا نمودن دانه ها از کپسول و توزین، عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار بر اساس ۱۲٪ رطوبت محاسبه شد.

۱۲- ۱۰۰/ (درصد رطوبت— ۱۰۰) وزن دانه با رطوبت موجود= عملکرد دانه با ۱۲٪ رطوبت.

برای تعیین شاخص سطح برگ پس از انتخاب نمونه از مزرعه برگ های آنها جدا و بوسیله دستگاه اندازه گیری سطح برگ، کلیه برگ ها اندازه گیری و با استفاده از فرمول LAI = L/A شاخص سطح برگ محاسبه گردید. جهت تعیین سرعت رشد محصول از رابطه CGR= (W2 – W1) / SA (t2 - t1) استفاده شد. برای محاسبه تغییرات وزن خشک در فاصله دو نمونه گیری، گیاه به مدت ٤٨ ساعت با حرارت ۷۵ درجه سانتی گراد خشک، سپس با کمک ترازوی دقیق نمونه ها توزین گردید. برای تجزیه وتحلیل داده ها از نرم افزار M Stat C و برای مقایسه میانگین های بدست آمده از آزمون چند دامنه ای دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث:

نتایج تجزیه واریانس داده ها ی آزمایشی نشان داد که اثر متقابل پرتوهای مختلف گاما و ارقام بر ارتفاع گیاه معنی دار بود (جدول ۱). به طوری که بیشترین ارتفاع گیاه ۹٤/۷، ۹٤/۵ و ۹٤/٤ به ترتیب از تیمار ۲۰۰، ۱۰۰ گری و شا هد با رقم اوکاپی و کمترین ارتفاع ۵۹/۸ سانتی متر از تیمار ۵۰۰ گری با رقم اوکاپی به دست آمد (جدول ۲).

جدول۱: تجزیه واریانس اثرات پرتو گاما عملکرد، اجزاء عملکرد کلزا

Table 1- Analysis of variance the effects of Gama ray on different Yield and yield component canola.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	درصد اسید اولئیک Oleic acid (%)	درصد اسید لینولئیک Linoleic acid (%)	درصد اسید لینولنیک Linolenic acid (%)	درصد روغن Oil percent (%)	عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار) Seed Yield (Kg. ha)	وزن هزاردانه(گرم) 1000 seed weight (gr)	شاخص برداشت Harvest Index	ارتفاع گیاه (سانتی متر) Plant Height (cm)
تکرار Repeat	۳	0.27	0.605	3.735	47.34	32157.36	0.536	945.34	83.65
ارقام Cultivars	1	165.6**	17.917**	1.525 ns	304.211 ns	4.85012.12**	43.32**	298.32**	1532.65 ns
خطای a Error a	3	1.605	0.876	1.08	31.076	13177.06	0.316	15.52	42.34
گاما Gama	5	11.117**	54.715**	4.725**	287.31**	1443219.71**	0.0945**	696.45**	4325.18**
ارقام*گاما Gama*Cultivars	5	0.195**	0.537**	0.52**	8.432**	6827.92**	0.067**	78.24**	86.72**
خطا ی کل Total Error	30	0.095	0.351	0.67	7.652	9733.317	0.0241	11.948	31.65
ضریب تغیرات(٪) C.V.		18.71	21.22	12.18	7.31	8.31	19.41	13.25	14.35

*و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد. ns عدم معنی دار.

جدول۲: اثر متقابل پرتو گاما و رقم بر عملکرد، اجزاء عملکرد و اسیدهای چرب کلزا

Table2: Interaction effect of Gama Ray and Cultivars on yield and yield component of canola

تیمار	درصد اسید اولئیک Oleic acid (%)	درصد اسید لینولئیک Linoleic acid (%)	درصد اسید لینولنیک Linolenic acid (%)	درصد روغن Oil percent (%)	عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار) Seed Yield (Kg. ha)	وزن هزاردانه(گرم) 1000 seed weight (gr)	شاخص برداشت Harvest Index	ارتفاع گیاه (سانتی متر) Plant Height (cm)
V1G1	59.31b	34.17a	12.1ab	47.18ab	3619.17b	4.01b	29.6b	93.3a
V1G2	58.12b	33.12a	12.6a	49.17a	3715.65ab	4.38b	29.8b	93.3a
V1G3	59.45b	34.25a	11.7b	49.65a	3611.17b	4.21b	30.6b	94.2a
V1G4	48.32d	29.65b	9.6cd	40.71b	3437.19d	3.12c	25.7c	82.7b
V1G5	47.89d	21.92d	8.7d	31.21c	1821.71f	2.17d	19.6e	74.1c
V1G6	35.17e	17.65e	7.6e	25.61d	1545.81g	2.06d	17.7e	65.6d
V2G1	63.75a	29.12b	12.4a	47.61ab	3847.61a	5.15a	32.6ab	94.4a
V2G2	63.29a	28.98b	12ab	48.17a	3998.12a	5.5a	32.7a	94.5a
V2G3	60.31b	29.45b	12.7a	47.12ab	3895.25a	5.65a	33.8a	94.7a
V2G4	59.75b	24.71c	10.1c	32.71c	3012.26c	3.82c	22.6d	79.6bc
V2G5	52.31c	20.41d	9.6cd	25.17d	2136.17e	3.65c	22.5d	65.6d
V2G6	47.31d	18.31e	8.5d	20.25e	1796.12f	2.21d	18.6e	59.8e

میانگین های با حروف مشابه در هر ستون در سطح یک درصد اختلاف معنی داری ندارند.

نتایج حاصل از تجزیه واربانس داده ها (جدول ۱) نشان داد که بین سطوح مختلف پرتوتابی از نظر صفت شاخص برداشت اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نشان می دهد که بیشترین شاخص برداشت ۳٤/۷ و ۳۳/۸ به ترتیب از تیمار ۱۰۰ و ۲۰۰ گری با رقم اوکاپی و کمترین شاخص برداشت ۱۷/۷ نیز از تیمار ۵۰۰ گری با رقم طلایه به دست آمد (جدول ۲).
نتایج حاصل از تجزیه واربانس داده ها نشان داد که بین سطوح مختلف پرتوتابی از نظر صفت وزن هزار دانه اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل پرتوهای مختلف گاما و ارقام بر وزن هزاردانه نیز معنی دار بود به طوری که تیمار ۲۰۰، ۱۰۰ و شاهد با رقم اوکاپی به ترتیب با ٥/٦٥ ، ٥/٥ و ٥/١٥ گری بیشترین و تیمار ۵۰۰ با رقم طلایه با ۲/۰٦ گری، کمترین وزن هزار دانه را داشتند (جدول ۲).

نتایج تجزیه واربانس داده‌های آزمایشی نشان داد که اثر متقابل پرتوهای مختلف گاما و ارقام بر عملکرد دانه گیاه معنی دار بود (جدول ۱). اثر پرتوتابی بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل پرتوهای مختلف گاما و ارقام بر عملکرد دانه معنی دار بود به طوری که بیشترین عملکرد دانه ۱۲/ ۳۹۹۸ و ۲۵/ ۳۸۹۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب مربوط به تیمار ۱۰۰ و ۲۰۰ گری با رقم اوکاپی و همچنین کمترین عملکرد دانه ۸۱/ ۱٥٤٥ کیلوگرم در تیمار۵۰۰ گری با رقم طلایه به دست آمد (جدول ۲).

نتایج تجزیه واربانس داده‌های آزمایشی نشان داد که اثر متقابل پرتوهای مختلف گاما و ارقام بر درصد روغن معنی دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین داده ها نشان داد اثر متقابل پرتوهای مختلف گاما و ارقام بر درصد روغن کلزا معنی دار بود. به طوری که بیشترین درصد روغن ٦٥/ ٤٩ ، ۱۷/ ٤٩ به ترتیب از تیمار ۲۰۰ گری با رقم طلایه ۱۰۰ گری با رقم طلایه و کمترین درصد روغن ۲۰/۲۵ از تیمار ۵۰۰ گری با رقم اوکاپی به دست آمد (جدول ۲).

نتایج حاصل از تجزیه واربانس داده‌ها نشان داد که بین سطوح مختلف پرتوتابی از نظر درصد اسید لینولنیک اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. اما ارقام مختلف کلزا اثر معنی داری روی درصد اسید لینولنیک نداشتند همچنین اثر متقابل پرتوهای مختلف گاما و ارقام بر درصد اسیدلینولنیک معنی دار بود (جدول ۱) به طوری که بیشترین درصد اسیدلینولنیک ۱۲/۷ و ۱۲/٦ گرم به ترتیب مربوط به تیمار ۲۰۰ گری با رقم اوکاپی و ۱۰۰ گری بارقم

طلایه و کمتـرین درصـد اسـیدلینولینک ۷/٦ گرم از تیمار ۵۰۰ گری با رقم طلایه به دست آمد (جدول ۲).

نتایج تجزیه واربانس داده‌های آزمایشـی نشان داد که اثر متقابل پرتوهای مختلف گاما و ارقام بر درصد اسید چرب لینولئیک معنـی دار بود (جـدول ۱). نتـایج مقایسـه میـانگین داده ها نشان داد که تیمار ۳۰۰ گری بـا رقـم طلایه و ۱۰۰ گری با رقم طلایه به ترتیب بـا ۳٤/۲۵ و ۱۷/ ۳٤ درصـد بیشـترین و تیمـار ۵۰۰ گری بـا رقـم طلایـه بـا ۱۷/٦۵ درصـد کمترین اسید چرب لینولئیـک را تولیـد کـرد (جدول ۲).

نتایج حاصل از تجزیـه واریـانس داده ها نشان داد که اثر متقابل پرتوهـای مختلـف گاما و ارقام بر درصـد اسـید چـرب اولئیـک معنـی دار بـود (جـدول ۱). نتـایج مقایسـه میانگین داده ها نشان داد که بیشترین درصـد اسـید چـرب اولئیـک ٦۳/۷۵ و ٦۳/۲۹ بـه ترتیب از تیمار شـاهد و ۱۰۰ گـری بـا رقـم اوکاپی و کمترین درصد اسید چرب اولئیـک ۳۵/۱۷ از تیمار ۵۰۰ گری با رقـم طلایـه بـه دست آمد (جدول ۲).

منابع مورد استفاده:

References

- ✓ Ahmad, S. 1999. Growth studies on *lens culinaris* after gamma radiation. Scientific Khy ber (Pakistan). 9:43-52.
- ✓ Amer, L. 2004.UtiLization of gamma irradiation barley breeding. Annuals of Agricultural Scienee/Cairo.39:257-268.
- ✓ Bagheri, L., Mosleh, A., Fathollahi, H. 2008. the use of Gama ray in order to mutation in somatic Callus of rice (Oryza sativa). 2th international conference The use of nuclear technology in agricultural and natural sciences. 8-9 June, 2008
- ✓ Gorji, M. 2008. Investigation effect of difference dosage mutation of Gama ray on seedling characteristics of canola. 2th international conference the use of nuclear technology in agricultural and natural sciences. 8-9 June, 2008
- ✓ Hejazi, N. 2000. Canola cultivation (planting to Harvesting) First press. Roozane Publication
- ✓ Khademian, N. 2007. Investigation the effect of Gama ray mutation on some Iranian rice cultivars. Journal of khazar (agricultural and natural resources) 4. 114-121.
- ✓ Naseri, F. 1992. Oil Seeds. Astan Ghods Razavi Press. Mashhad. 222pp.
- ✓ Rao, D. 2000. Effect of gamma irradiation on growth, yield and quality of turmeric. Advances in Horticulture and forestry.6:107-110.
- ✓ Taparia, M. 2003. Growth and survival of fresh cuttings of tea clones following gamma irradiation. Journal of the Agricultural science society of Northeast lndia.8: 73-77.