مجموعه مقالات
چهارمین همایش ملی کاربرد فناوری هسته‌ای در علوم کشاورزی و منابع طبیعی
(۲۹-۳۰ اردیبهشت، ۱۳۹٤، پژوهشکده کشاورزی هسته ای)
The 4th National Congress on Nuclear Technology Application in Agricultural & Natural Resource Sciences (19-20 May, 2015, Nuclear Agriculture Research School)

# مروری برنقش فناوری هسته ای در ارتقاء صنعت تولید و صادرات گل و گیاهان زینتی (مقاله مروری)

احسان نجفی[1*] ، حسین حیدری شریف آباد[2]
کارشناس ارشد باغبانی- گل و گیاهان زینتی، دانشگاه علوم و تحقیقات واحد زاهدان، ۲- استاد پژوهش مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال
ehsannajafi65@yahoo.com

**چکیده:** فناوری هسته‌ای کاربردهای چشم‌گیری در زمینه‌های مختلف دارد که یکی از مهمترین آنها را می توان در بخش تولید و پرورش گیاهان زینتی جستجو کرد. بطور کلی می‌توان گفت که کاربرد انرژی هسته‌ای در صنعت گیاهان زینتی شامل کلیه‌ی مراحل کاشت، داشت و برداشت می‌باشد. فناوری هسته‌ای در صنعت گیاهان زینتی در ایجاد جهش‌های القائی به‌منظور تولید گل‌های جهش یافته‌ی با ارزش اقتصادی بالا ، مبارزه مستقیم با آفات به وسیله پرتودهی و ایجاد قرنطینه مطمئن بکار گرفته می‌شود. در کنار استفاده مستقیم از تکنیک‌های هسته‌ای، می‌توان بطور غیرمستقیم در مهندسی ژنتیک، بررسی روابط آب خاک، بررسی تغذیه گیاهان زینتی و بررسی دوره زندگی آفات آنها از عناصر رادیواکتیو بهره جست. در این مقاله سعی بر آن است که مروری جامع بر کلیه فعالیت‌های صورت گرفته طی چند دهه اخیر در زمینه استفاده از فناوری هسته‌ای در تولید و پرورش گیاهان زینتی در جنبه‌های مختلف انجام شود و به بررسی مشکلات و کاستی‌های موجود در ایران برای استفاده از این فناوری به منظور ارتقاء صنعت گل و گیاهان زینتی پرداخته شود.

**واژگان کلیدی: پرتودهی، جهش، گیاهان زینتی، آفات گیاهی، مواد رادیواکتیو**

# A review of the nuclear technologies role in ornamental production and export industry promotion (Review article)

Ehsan Najafi[1*], Hosein Heydari Sharif Abad[2]
1- Azad University Science and Research Branch of Sistan and Baluchistan
2- Research Professor, seed and plant certification and registration institute
Email: ehsannajafi65@yahoo.com

**Abstract:** Nuclear technology applications are impressive in different fields which production of ornamental plants is one of the most important ones. In general, it could be said that nuclear technology application in ornamental plants industry includes all planting, breeding, and harvesting phases. Nuclear technology is used in ornamental industry to create induced mutation in order to produce mutant Flowers with high economic value, direct destroy of pests by irradiation, and safe quarantine creation. In addition to the direct use of nuclear techniques, radioactive elements are applicable in genetic engineering, soil - water relations investigation, and ornamental nutrition survey and study of their pests' life cycle. This review has comprehensive overview on various aspects of activities which taken place in recent decades nuclear technology using in production and breeding of ornamental. Also, it investigates problems and deficiencies in the using of nuclear technology in Iran in order to promote ornamental and flowers industry.

**Keywords: Irradiation, Mutation, Ornamental plants, Plant pests, Radioactive materials.**

## ۱-مقدمه

در حال حاضر پرورش گل و گیاهان زینتی از اهمیت بسیار برخوردار است و در بسیاری از کشورهای جهان، با بهره‌گیری از دانش تولید گل و گیاهان زینتی، استفاده از تجهیزات مناسب، ارقام خوب و تکنولوژی‌های جدید کشت، به تولید این محصول در سطح بالا پرداخته‌اند تا بتوانند علاوه بر تأمین نیاز داخل کشور، از آنجا که این صنعت قابلیت ارزآوری بالایی دارد، مبالغ قابل توجهی‌ارز از طریق صادرات این محصول کسب کنند. ایران به لحاظ شرایط اقلیمی دارای استعدادها و توانمندی‌های بالقوه و بالفعلی برای تولید محصولات مختلف کشاورزی با کیفیت عالی است و به دلیل برخورداری از مزیت نسبی تولید انواع محصولات کشاورزی در پیوستن به سازمان تجارت جهانی می‌تواند با اقداماتی خصوصاً در عرصه گل‌های زینتی که قابل رقابت با تولیدات مشابه خارجی است به رقابت با کشورهای دیگر بپردازد.

برای صادرات این محصول و ایفای نقش در بازار های جهانی، نیازمند ارتقا کیفیت و کمیت تولید و همچنین انتقال راحت محصولات به بازارهای هدف می‌باشیم اما مسئله اساسی برای ورود به بازار و حفظ جایگاه در بازار رقابتی، کیفیت مناسب محصولات می‌باشد. مساله کیفیت از جنبه‌های مختلف قابل بررسی می‌باشد، یک گل زینتی با کیفیت از لحاظ اندازه گل، رنگ، تنوع، ماندگاری و غیره، باید دارای استانداردهای لازم باشد تا مورد توجه مشتریان در سراسر دنیا قرار گیرد. یکی از روش‌های نوین و کارآمد به منظور افزایش کیفیت گل زینتی استفاده از انرژی هسته‌ای می‌باشد. که به دلیل پاک بودن افزایش سرعت تحقیقات و مرقون به صرفه بودن از لحاظ اقتصادی این روش روز به روز در حال گسترش می‌باشد. با توجه به اینکه خیلی از مواد و دستگاه‌های اصلاح گیاهان زینتی و انواع آفت کش‌ها در داخل تولید نمی‌شوند و برای تهیه آنها هزینه زیادی صرف می‌شود، با استفاده از انرژی هسته‌ای که فناوری آن در کشور ما بصورت بومی وجود دارد، می‌توان هم به لحاظ اقتصادی صرفه جویی کرد و نیز صنعت تولید و صادرات گل زینتی را ارتقاع داد. فناوری هسته‌ای در سطوح مختلف صنعت تولید گل و گیاهان زینتی ( پرورش گیاهان زینتی، تولید ارقام جدید، مبارزه با آفات و بیماری‌ها، مسائل مربوط به قرنطینه در واردات و صادرات) می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

در این مقاله سعی شده مروری بر تمامی جنبه‌های کاربرد فناوری هسته‌ای در تولید گل و گیاهان زینتی انجام شود و نیز اقدامات مختلفی که در سراسر دنیا و نیز کشور خودمان در این زمینه صورت گرفته بصورت خلاصه آورده شود. با توجه به بررسی‌های و جستجوهایی که در این زمینه انجام شد، نبود یک منبع جامع و کامل در زمینه کاربردهای فناوری هسته ای در زمینه تولید گیاهان زینتی و نیز استفاده علمی و عملی بسیار کم از این فناوری پیشرفته و کاربردی در کشور به چشم میخورد. امید است این بررسی، مقدمه‌ای برای توجه هر چه بیشتر به این موضوع پر اهمیت باشد.

## ۲- تاریخچه استفاده از فناوری هسته ای در کشاورزی

پس از جنگ جهانی دوم، تلاش هماهنگ برای پیدا کردن استفاده "صلح آمیز" از انرژی اتمی به وجود آمد. یکی از ایده های نو در این زمینه به پرتودهی گیاهان با اشعه مربوط می‌شد ایده‌ای که در پشت این قضیه وجود داشت تولید مقدار زیادی جهش در گیاه بود، که امیدوار بودند برخی از آنها موجب ایجاد صفات خوب در گیاهان شود. از جمله این صفات می‌توان به

مقاومت در برابر بیماری و سرما یا خاک‌های شور و یا ایجاد رنگ‌های خاص وغیر معمول در گیاهان زینتی اشاره کرد.آزمایش های بیشتر در این زمینه درباغ گامای آزمایشگاه های ملی در ایالات متحده و در اروپا و کشورهای اتحاد جماهیر شوروی سابق انجام شد [۱]. اشعه‌دهی مواد یک فن آوری خیلی جدید نیست. اجازه استفاده از فرآیند اشعه‌دهی مواد غذائی در سال ۱۹۰۵ برای دو دانشمند انگلیسی صادر شد. اشعه X توسط رونتگن در سال ۱۸۹۵ کشف شد، در امریکا در سال ۱۹۲۱ برای غیر فعال کردن انگل تریشینلا در گوشت خوک استفاده شد . دهه ۱۹۴۰ و ۱۹۵۰ زمان توسعه پژوهش های مربوط به زمینه مواد غذائی است. در سال ۱۹۶۳ در امریکا برای کنترل حشرات در گندم و آرد کندم از این روش استفاده شد. در سال ۱۹۷۲ فضا نوردان امریکا از غذاهای اشعه دیده استفاده کردند. در سال ۱۹۸۷ اتحادیه اروپا به جز انگلستان وآلمان غربی استفاده از فرآیند اشعه‌دهی را تصویب کردند. امروزه حدود ۴۰ کشور جهان۱۰۰ نوع غذای اشعه دیده را به صورت مشروط و غیر مشروط پذیرفته اند. اولین استفاده عمده از ایزوتوپ‌ها (به عنوان ردیاب) در دهه ۱۹۴۰ و در سیکل‌های تغذیه گیاهی آغاز شد. در این راستا، فراید، لارسن و راسل در سری آزمایشات گلخانه ای و مزرعه ای و با استفاده از رادیو ایزوتوپ فسفر-۳۲، کارایی مصرف کودهای فسفری را در محصولات مختلف مورد بررسی قرار دادند. پس از آن با گسترش فناوری هسته ای (در کشورهای مختلف) کاربرد ردیاب های ایزوتوپی، از جایگاه ویژه ای در علوم کشاورزی برخوردار گردید[۲].

در ایران طرح ایجاد مرکزی، به منظور انجام تحقیقات کاربردی در زمینه کشاورزی و پزشکی هسته‌ای از سال ۱۳۶۳ در سازمان انرژی اتمی ایران شروع شد که در پی آن زمینی به مساحت حدود ۱۰۰ هکتار در شمال غربی شهرستان کرج به همین منظور اختصاص داده شد و در سال ۱۳۶۷ این مرکز رسماً به نام « مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای» نامگذاری شد و از این سال عملیات ساختمانی واحدهای مختلف مرکز آغاز گردید و در سال ۱۳۷۰ ساختمان بخشهای کشاورزی هسته‌ای، آزمایشگاه دزیمتری استاندارد ثانویه و بخش کاربرد پرتوهای یونی مورد بهره‌برداری قرار گرفت و در همان سال عملیات ساخت بخش مواد هسته‌ای و مجموعه آزمایشگاهی آن آغاز شد. در سال ۱۳۷۱ پروژه مهم شتاب‌دهنده سیکلوترون به تصویب رسید و کارهای ساختمانی آن به عنوان یک پروژه ملی آغاز گردید و در نیمه دوم سال ۱۳۷۲ عملیات اجرایی و ساختمانی آن پایان یافت و نصب دستگاه‌های شتاب‌دهنده و سیستم‌های وابسته آغاز شد. با اتمام عملیات نصب، این واحد رسماً در دی ماه ۱۳۷۳ توسط مقام محترم ریاست جمهوری وقت افتتاح و به بهره‌برداری رسید. در سال ۱۳۸۶ نیز این مرکز رسماً به پژوهشکدهٔ تحقیقات کشاورزی، پزشکی و صنعتی تغییر نام یافت.

## ۳-استفاده از فناوری هسته ای در تولید و تکثیر گل و گیاهان زینتی

### ۳-۱-تولید ارقام جدید با ایجاد جهش

در طی سالهای اخیر آزمایش‌های به‌نژادی بوسیله جهش در بسیاری از گونه‌های گیاهی اجرا شده است. موفقیت در به‌نژادی گیاهان زراعی به میزان تنوع ژنتیکی موجود در آنها بستگی دارد. از آنجاییکه فراوانی جهش‌های طبیعی نادر است، اصولا ایجاد جهش وارد چرخه حیات شده و به این ترتیب تنوع ژنتیکی و سازگاری ژنوتیپی به منظور گسترش دامنه گزینش موثر افزایش یافته است. در طی ۴ دهه گذشته تحقیقات در زمینه ایجاد جهش به سرعت پیشرفت نموده است، شمار زیادی از غلات، لگومها، تحت تیمارهای موتاژن فیزیکی و شیمیایی قرار گرفته‌اند و تا کنون بیش از ۶۰۰ موتانت بخصوص در گیاهان

زینتی ایجاد شده است. بسیاری انواع گیاهان تغییر یافته یا تغییرات در گیاهان از سال ۱۸۵۰ تا سال ۱۸۶۸ که مقارن با داروین بود، کشف شد. دوره مابین این دو تاریخ اولین دوره جهش نامیده می‌شود. در دوره دوم اصلاح از طریق جهش آغاز شد. این دوره از زمان کشف اشعه X بوسیله رونتگن در سال ۱۸۹۵ و کاربرد مواد جهش‌زا از سال ۱۸۹۷ (اولین تیمار موتاژنی) تا سال ۱۹۲۰ (قانون سری‌های همولوگ تغییرات) طول کشید و با آزمایش استدلر در سال ۱۹۲۰ که از اشعه برای تولید تغیرات ژنتیکی در گیاهان استفاده کرد همراه بود. دوره سوم از زمان القای جهش به اولین رقم موتانت تجاری در Nicotinana tabacum که کلورین تایپ نامیده می‌شود، شروع شد. دوره چهارم با توسعه مشارکت بین المللی و برخی مساعدتهای مالی بوسیله سازمان خوار و بار جهانی /آژانس بین المللی انرژی اتمی(FAO/IAEA) از سال۱۹۶۴ تا به بعد شروع شد[۳].

اتیل متیل سولفانات و سدیم آزید از مهمترین موتاژن‌های شیمیایی می‌باشند که برای ایجاد جهش در گیاهان استفاده می‌شوند. از موتاژن‌های فیزیکی مثل اشعه X و گاما امروزه بصورت گسترده استفاده می‌گردد. *در رزها* ایجاد جهش با استفاده از مواد شمیایی توسط کریکر در سال ۱۹۸۲ و با استفاده از اشعه X توسط والتر در سال ۱۹۸۶ انجام گرفت[۴]. در تحقیقات مریم کرمانی و همکاران، اثر پرتودهی بر روی کشت بافت گل رز به منظور ایجاد جهش در ارقام "آپولو"، "ماروسیا"، "دولسویتا"، "بلک باکارا" و "بیوتی بای اگر" مورد بررسی قرار گرفتند، که تغییر در میزان ژنوم و ظاهر گیاهان ایجاد گردید[۵]. در محلات نیز به تازگی باغ گلخانه ای تحقیقاتی پرتو گاما راه اندازی شده وگزارشاتی در مورد اصلاح وتولید پنج رقم رز جدید ارائه گردیده است.

*در گل داوودی* اقدامات گسترده ای در زمینه جهش به منظور تولید ارقام جدید صورت گرفته، ایجاد جهش سوماتیکی با استفاده از اشعه گاما در سال ۲۰۰۰ توسط ماندل و همکاران گزارش شد[۶]. سانگ و همکاران در سال ۲۰۰۷ با تلفیق کشت درون شیشه‌ای با تابش پرتوهای الکترون، یک روش جدید اصلاحی برای گل داودی از طریق ایجاد جهش توسعه دادند[۷]. هریسوس و همکاران با برسی اتر گاما بین رنج‌های ۱۵ تا ۶۰ گری بر روی گل داوودی نشان دادند که در کلیه سطوح پرتو گاما تغییرات معنا داری بر روی رنگ گل ایجاد میکند[۸].

عکس ۱: ارقام جدیدی که بوسیله پرتودهی به گل داوودی ایجاد شده[۹].

در مورد *گل میخک* در بررسی شهرام مشایخی و همکاران، تلفیقی از کشت بافت گیاهی و موتاسیون بوسیله پرتو گاما صورت گرفت تا با افزایش تنوع ژنتیکی به انتخاب گیاهچه هایی اقدام شود که خصوصیات برتری دارند. نتایج نشان داد که دامنه دزی ۵۰-۳۳ گری می‌تواند به عنوان دز مطلوب، که بیشترین میزان موتاسیون را اعمال نموده و حداقل آسیب به گیاهچه ها را تحمیل می نماید، انتخاب گردد. با بکارگیری این دامنه دزی می توان گیاهچه های موتانت ایجاد کرده و از آنها دربرنامه‌های اصلاح به روش موتاسیون استفاده نمود[۱۰].

*در مورد گیاه گلایول* کاسومی و همکاران آزمایشات پرتو دهی به منظور ایجاد واریته جدید انجام دادند که کورم‌ها بطور معنی‌داری تحت تأثیر قرار گرفت به طوری که کلیه دزهای تیمارهای تابش (۰، ۳۰،۴۰ و ۵۰گری ) با تیمارهای شاهد و دی‌اتیل‌سولفات ( به عنوان ماده جهش زای شمیایی) اختلاف معنی‌دار داشت. شاهد، کمترین و تابش بیشترین مقدار تغییر را نشان دادند. بین شاهد و تیمار دی‌اتیل‌سولفات اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. علاوه بر این افزایش دزهای تابش و دی‌اتیل‌سولفات نیز تأثیر معنی‌داری را ایجاد نکرد. همچنین بیشترین تغییرات در پرتودهی با دز ۴۰ گری بود[۱۱].

جدول ۱: ایجاد جهش‌های مناسب در گیاهان زینتی با پرتودهی به بخش‌های مختلف آنها[۱۲].

| گل و گیاه زینتی | قسمت‌هایی از گیاه که پرتودهی شده | دز مناسب |
|---|---|---|
| *Achimenes* | Detached leaves | 30 Gy |
| *Alstroemeria* | Rhizomes | 4–6 Gy |
| *Azalea* | Rooted cuttings | 10–20 Gy |
| *Begonia* | Detached leaves | 15–25 Gy |
| *Buddleia* | Plants | 20–30 Gy |
| *Canna* | Rhizomes | 10–30 Gy |
| *Chrysanthemum* | Rooted cuttings | 6–12×10 |
| *Clematis* | Rooted cuttings | 2–5 Gy |
| *Conifers* | Rooted cuttings | 0.5–5 Gy |
| *Cosmos* | Rooted cuttings | 20 Gy |
| *Crocus* | Dormant bulbs, | 10–15 Gy |
| *Dahlia* | Freshly harvested | 15–25 Gy |
| *Dianthus* | Rooted cuttings | 40–60 Gy |
| *Dianthus* | Unrooted cuttings | 0–100 G |
| *Endymion* | Detached leaves | 1–5 Gy |
| *Euphorbia* | Rooted cuttings | 30–50 Gy |
| *Forsythia* | Rooted cuttings | 40–80 Gy |
| *Gladioulus* | Dormant corms | 40 Gy |
| *Hyacinthus* | Bulbs, before | 2–5 Gy |
| *Iris* | Freshly harvested | 10 Gy |
| *Kalanchoë* | Detached leaves | 15–20 Gy |
| *Laburnum* | Plants | 20–30 Gy |
| *Lilium* | Bulb scales | 2.5 Gy |
| *Malus* | Just-grafted plant | 20–30 Gy |
| *Muscari* | Detached leaves | 10–15 Gy |
| *Narcissus* | Dormant bulbs | 5–10 Gy |
| *Ornithogalum* | Detached leaves | 5–10 Gy |
| *Potentilla* | Rooted cuttings | 60–80 Gy |
| *Prunus* | Just-grafted plant | 20–30 Gy |
| *Rhododendron* | Rooted cuttings | 30–50 Gy |
| *roses* | Budding wood | 20–40 Gy |
| *Roses* | Dormant plants | 0–100 G |
| *Saintpaulia* | Detached leaves | 30–40 Gy |
| *Scilla* | Detached leaves | 1–5 Gy |
| *Streptocarpus* | Detached leaves | 30 Gy |
| *Syringa* | Plants | 30 Gy |
| *Tulip* | Dormant bulbs | 3–5 Gy |

در مورد اکثر گل‌ها تحقیقات برای ایجاد جهش به وسیله پرتو گاما صورت گرفته و به خاطر سادگی این تحقیقات و نیاز به ابزار کم و سرعت بالای آن نه تنها در کشورهای پیشرفته بلکه در کشورهای درحال پیشرفت و کمتر توسعه یافته نیز این

تحقیقات بصورت گسترده انجام می‌گیرد. برای مثال در تایلند تحقیقات موفقیت آمیزی بر روی ایجاد واریته‌های جدید به وسیله پرتودهی انجام شده برای نمونه در دانشگاه Kasetasarto در قسمت مطالعات پرتودهی هسته‌ای دانشگاه بر روی گیاهان زینتی اختر، داوودی، ارکیده و غیره بررسی های گسترده‌ای صورت گرفته که در مورد گل اختر با پرتودهی ۱۵ – ۲۵ گری بر روی ساقه و ریشه ایجاد ۳۷ رقم جدید شده، بر روی گل داوودی پرتودهی ۶۸ – ۱۱۲ گری بوده که ۶ رقم جدید تولید شده است[۱۳].

در هند از سال ۱۹۷۱ تا کنون ایجاد جهش به منظور افزایش کیفیت در محصولات کشاورزی به وسیله پرتو X و گاما شروع شد. بر روی گیاهان زینتی از جمله نرگس، رز، مریم، داوودی، شاهپسند درختی و غیره آزمایش‌هایی صورت گرفته که در هر مورد موجب ایجاد رقم جدید شده است. یک نمونه موفق در مورد گل L.depressa می‌باشد که موجب ایجاد رنگ و گل زیبا از نمونه وحشی شده گردید[۱۴] . در مکزیک از سال ۱۹۷۴ تحقیق در زمینه ایجاد جهش با پرتو گاما را آغاز شده است و در زمینه گیاهان زینتی بر روی ارکیده، کوکب، فیکوس، فرفیون و غیره تحقیقات زیادی انجام گردیده است. حتی در مورد گیاهان زینتی در حال انقراض مثل کاکتوس (Mammilaria) با کشت بافت و ایجاد رقم جدید به وسیله پرتودهی سعی بر حفظ نمونه‌های در حال انقراض می‌باشد[۱۵]. در کشور فنلاند با ترکیب روش کشت بافت و پرتودهی به آن به منظور ایجاد جهش که در گل‌هایی مثل ژربرا، میخک، رز، ارکیده انجام شد، نتایج این روش رضایت بخش بود و در نوع گل، رنگ، میزان رشد، مقاومت به محیط‌های مختلف و غیره تغییرات مثبتی ایجاد شد[۱۶]. همچنین در کشور لهستان در مورد بسیاری از گل‌ها تحقیقات در حال انجام می‌باشد. در مورد گل داوودی بررسی‌ها از سال ۱۹۷۷ تا کنون ادامه داشته که با کبالت ۶۰ و درجه پرتو دهی ۱۵-۲۵ گری بهترین نتایج بدست آمده[۱۷].

در کشور مالزی تحقیقات زیر نظر سازمان انرژی اتمی بر روی گیاهان زینتی از سال ۱۹۹۰ آغاز شده است، این سازمان تا کنون بیش از بیست رقم جدید تولید و روانه بازارهای فروش کرده است[۱۸]. در تحقیقات دیگر که بر روی درخچه‌های فضای سبز مالزی انجام شده ( اختر ، بامیه زینتی و تورنرا ) پرتو دهی موجب ایجاد تغییراتی در خصوصیات این درخچه‌ها از جمله میزان رشد، اندازه گل و غیره شد[۱۹].

### ۳-۲- تولید ارقام جدید با ایجاد گیاه هاپلویید

پرتودهی دانه های گرده با دزهای متوسط موجب عقیم شدن آنها می گردد. این گرده ها قادر به انجام لقاح و تشکیل طبیعی بذر نیستند ولی میتوانند موجب القای پارتنوژنز و تولید رویان های هاپلوئید در برخی گیاهان گردند. بساک یا گل‌های نر در روز قبل از شکفتن جمع آوری شده و با پرتو گاما پرتودهی و متعاقب آن عمل گرده افشانی با استفاده از این گرده ها انجام می شود. واکنش گرده‌های مختلف به پرتو با توجه به اندازه، میزان رطوبت و حساسیت آنها بسیار متفاوت است، لذا دز مناسب پرتودهی برای گونه های مختلف از کمتر از ۵۰ تا ۱۲۰۰ گری گزارش شده است. بذرهای حاصله جهت یافتن و نجات جنین های هاپلوئید مورد بازبینی قرار می‌گیرند. بهترین زمان برای نجات جنین ها مرحله قلبی شکل است که با توجه به تفاوت گونه ها ممکن است دو تا هشت هفته پس از گرده افشانی به‌دست آید. جنین‌های نجات یافته بر روی محیط کشت قرار گرفته و در اتاقک‌های رشد نگهداری می‌شوند. اغلب ژنوتیپ‌های مختلف یک گونه نیز واکنش متفاوتی نسبت به القا نشان

میدهند. هاپلوئید بودن گیاهان حاصله و منشا ژنتیکی آنها باید با روش شمارش کروموزومی و صفات مورفولوژیکی و مارکرهای ملکولی مورد بررسی قرار گیرد. هاپلوئیدها و دابل هاپلوئیدها می‌توانند بطور موثری سرعت برنامه‌های اصلاحی محصولات باغبانی را افزایش دهند[۲۰]. مشکل دستیابی به لاین خالص سبب بروز مشکلات و کند شدن روند مطالعات ژنتیکی و برنامه‌های اصلاحی در این گیاهان شده است. با توجه به اینکه در برخی گیاهان زینتی چوبی از جمله گل محمدی دوره تولید مثل طولانی و درجه هتروزیگوتی بالایی دارند و گاهی اوقات از خودناسازگاری برخوردارند، بدست آوردن گیاه هاپلوئید با روش معمول ممکن نیست[۲۱].

کشت بساک، کشت میکروسپور و تولید گیاهان هاپلوئید با استفاده از پرتوتابی گرده‌ها و کشت درون شیشه‌ای جنین‌های نا بالغ از جمله‌روش‌های تولید گیاهان هاپلوئید است. در سیب با این روش ۱۱ گیاه هاپلوئید و در نارنگی در دزهای ۱۵۰ و ۳۰۰ گری ۵ گیاه بدست آمد[۲۲]. در دیگر محصولات مثل کیوی فروت، آلو و گیلاس استفاده از این روش در تولید گیاه هاپلوئید موفقیت آمیز بوده است [۲۳]. در گیاهان زینتی در مورد رز تولید گیاه هاپلوئید از طریق کشت بساک به دلیل مشکلات در القا کالوس و باززایی شاخه موفقت آمیز نیست[۲۴]. اما هاپلوئیدهایی با استفاده از پرتوتابی گرده و نجات جنین از ارقام شاخه بریده تتراپلوئید شامل سونیا لئونیداز بدست آمده‌اند. در ایران پالوانه و همکاران در سال ۱۳۹۱ تحقیقی بر روی بررسی ایجاد گیاه هاپلوئید در گل محمدی انجام دادند و مشاهده شد با پرتو دهی به گرده و لقاح آن با پایه مادری و بعد نجات جنین به روش مناسب امکان ایجاد گیاه هاپلوئید به این روش وجود دارد که بهترین دز گاما ۲۵۰ گری بود[۲۵]. در تحقیقی که بر روی کلم پیچ زینتی صورت گرفته به منظور جنین زایی میکروسپوری در این گیاهان با تاثیر اشعه گاما (۵۰،۷۵ ،۱۰۰،۱۵۰ گری) و استرس دما، نتیجه ایجاد جنین هاپلوئید موفقیت آمیز بود و بهترین دز ۱۰۰ گری معرفی گردید[۲۶].

### ٤- استفاده از ایزوتوپ ها به عنوان ردیاب

اولین استفاده عمده از ایزوتوپ ها (به عنوان ردیاب) در دهه ۱۹۴۰ و در سیکل‌های تغذیه گیاهی آغاز شد. در این راستا، فراید، لارسن و راسل در سری آزمایشات گلخانه‌ای و مزرعه‌ای و با استفاده از رادیو ایزوتوپ فسفر-۳۲، کارایی مصرف کودهای فسفری را در محصولات مختلف مورد بررسی قرار دادند. پس از آن با گسترش فناوری هسته ای (در کشورهای مختلف) کاربرد ردیاب های ایزوتوپی، از جایگاه ویژه ای در علوم کشاورزی برخوردار گردید[۲۷].

## ٤-۱-کاربرد ایزوتوپ ها در بررسی تغذیه گیاهی

نیتروژن، فسفر و کربن از مهمترین عناصر غذایی در تغذیه گیاه به شمار می روند و نقش چشم گیری در تولید فرآورده‌های کشاورزی دارند. انتخاب صحیح نوع و مقدار کودهای حاوی این عناصر برای افزایش تولید ضروری است. از ایزوتوپ N15 برای بررسی چرخه نیتروژن در خاک، آبشویی، جذب توسط ریشه، فعالیت های فیزیولوژیک گیاه، تثبیت بیولوژیک نیتروژن و همزیستی میکروارگانیسم ها استفاده گردیده است. ایزوتوپ 32 جهت تعیین میزان فسفر جذب شده از خاک و یا کود و نحوه تسهیم آن به بخش های مختلف گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین ایزوتوپ C14 جهت اندازه گیری

توزیع کربن در اندام های گیاهی، اندازه گیری میزان فتوسنتز و تنفس و مسیر آنها و بررسی متابولیسم گیاهی مورد استفاده قرار می گیرد[۲۷].

### ٤-۲-نشاندار کردن حشرات به منظور شناسایی سیکل زندگی و تعیین روش مناسب مقابله با آنها:

برای کاربرد موضعی ایزوتوپ‌ها می‌توان حجم کمی از محلول را در نقطه‌ای از کوتیکول قرار داد که محل این نقطه بسیار مهم می‌باشد. تعیین میزان غذای دریافت شده بین حشرات اجتماعی مثل مورچه‌ها، زنبورها و موریانه‌ها وابستگی زیادی به مبادلهٔ اجتماعی غذا بین افراد مختلف کلونی دارند. با کمک رادیوایزوتوپ‌ها در طی مدت زمان کوتاهی در آزمایشگاه می‌توان این رفتار را در مورچه‌ها مورد ارزیابی قرار داد[۲۸].

**٤-۲-۱-اندازه‌گیری نیمه عمر بیولوژیکی ردیابی‌های رادیواکتیو در حشرات.** نیمه عمر بیولوژیکی، مدت زمان مورد نیاز برای از بین رفن نیمی از میزان مادهٔ رادیواکتیو خورده شده توسط حشره است. این عامل در درجهٔ اول به میزان دفع بقایای غذایی توسط حشره بستگی دارد.

**٤-۲-۲- بررسی سرعت جذب غذا در حشرات:** سرعت جذب و عبور غذا در لولهٔ گوارش حشرات با یکدیگر متفاوت است که این امر را می‌توان به راحتی با غذای نشاندار شده اندازه‌گیری نمود. به عنوان مثال در لاروهای برگخوار کلم Trichophusia (Hbn.) (Lepidoptera, Noctuidae) سرعت حرکت غذا در لولهٔ گوارش بسیار بالاست و به همین دلیل این لاروها به طور گسترده در تحقیقات فیزیولوژی حشرات مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این‌گونه آزمایشات هدف اصلی تعیین سرعت عبور غذا در دستگاه گوارش و به ویژه بررسی عبور غذا در طی جذب سریع به همولنف تا لوله‌های مالپیگی و دفع آنها است[۲۸].

**٤-۲-۳-علامتگذاری حشرات از طریق تزریق مادهٔ رادیواکتیو و قرار دادن آن در بدن حشره:** گاهی اوقات لازم است حرکت حشراتی که در دوره‌های نسبتاً طولانی به صورت مخفی در بعضی محیط‌های زیست مانند زیرزمین یا زیر پوست درختان به سر می‌برند، مشخص گردد. استفاده از رادیوایزوتوپ‌ها به خصوص آنهایی که اشعهٔ گاما ساطع می‌کنند، بهترین و آسان‌ترین روش مطالعهٔ این قبیل حشرات است[۲۸].

**٤-۲-٤-علامتگذاری حشرات به وسیلهٔ تغذیه از میزبان علامتگذاری شده با رادیوایزوتوپ:** از این روش می‌توان برای علامتگذاری کردن بندپایان شکاری از طریق وادار کردن آنها به تغذیه از صید حاوی مواد رادیواکتیو استفاده کرد. به عنوان مثال می‌توان عمکبوت‌ها را با تغذیه از مگس‌هایی که از محلول ساکاروز حاوی P23 نوشیده‌اند، علامتگذاری کرد. لاروهای مورچه‌های Myrmeleontidae (شیر مورچه‌ها) نیز با همین روش از طریق تغذیه از مورچه‌های رادیواکتیو علامتگذاری می‌شوند. مورچه‌ها نیز از طریق تغذیه از عسلک شته‌ها می‌توانند علامت‌دار شوند[۲۸].

**٤-۲-۵-تعیین اندازهٔ جمعیت:** یکی از موفق‌ترین و فراوان‌ترین موارد استفادهٔ رادیوایزوتوپ‌ها در حشره‌شناسی، محاسبهٔ اندازهٔ جمعیت با استفادهٔ از تکنیک ترقیق ایزوتوپی است که در اینجا به شرح آن پرداخته می‌شود. اصولاً تخمین جمعیت

حشرات در مناطق خاص از نظر طراحی صحیح فعالیتهای مربوط به کنترل حشرات، مطالعات اکولوژیکی آنها و غیره ضروری است.

## ۵- مبارزه با آفات گیاهان زینتی و قرنطینه مناسب برای واردات و صادرات گل‌های زینتی

در طول سه دهۀ گذشته با پیشرفت تکنولوژی پرتوتابی، اطلاعات بسیار زیادی در مورد اثرات پرتو بر روی حشرات به دست آمده است. راستۀ سخت بال پوشان بزرگ‌ترین راستۀ حشرات می‌باشند و شامل تعداد زیادی از مهم‌ترین گونه‌های آفت هستند که از نظر اقتصادی نیز دارای اهمیت زیادی می‌باشند. به همین دلیل اولین قدم برای کنترل مستقیم آفات با استفاده از روش پرتوتابی بر روی این گروه از حشرات انجام گرفت. سوسک توتون (Lasioderma serricorne) از اولین حشراتی است که در سال‌های ۱۹۱۳ تا ۱۹۱۶، کنترل آن با روش پرتوتابی انجام گرفت. نتایج حاصله نشان دادند که پرتوتابی می‌تواند سبب مرگ آنها حتی در جعبه‌های سیگار شود. در سال ۱۹۱۲ غلاتی که توسط Sitophilus oryzae مورد هجوم قرار گرفته بودند، به وسیلۀ اشعۀ رونتگن پرتوتابی شدند ولی نتایج به دست آمده نشان دادند که دزهای پایین اشعۀ مذکور هیچ‌گونه اثری بر روی تولید مثل حشرات پرتو دیده نداشته است. این نواقص اولیه و موارد مشابه آن برای مدت طولانی باعث دلسردی در استفاده از پرتوتابی به عنوان یک روش مستقیم کنترل آفات شد اما زمانی که به واسطۀ توسعۀ فن‌آوری جدید این روش جان دوباره‌ای گرفت، مجدداً جهت کنترل آفات مورد توجه واقع شد و هم‌اینک نیز در اکثر کشورهای پیشرفته جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. اهمیت و نقش این تکنیک در دفع آفات به ویژه زمانی که مسئله مقاومت آفات انباری نسبت به سموم تدخینی و نگرانی‌های ناشی از پس مانده‌های این مواد بر روی غلات افزایش یافت، بارزتر گردید.

### ۵-۱-تأثیر تابش پرتوها بر روی حشرات

اصولاً مبارزه با حشرات به وسیلۀ مواد شیمیایی حشره‌کش در ابتدا نتایج بسیار مطلوبی را نشان می‌دهد ولی در سال‌های اخیر مشخص گردیده که غالباً حشرات نسبت به اکثر حشره‌کش‌هایی که تاکنون ساخته شده‌اند و به کار رفته‌اند، تدریجاً یک حالت مصونیت پیدا می‌نمایند. از طرف دیگر با توجه به محدودیت مبارزۀ شیمیایی علیه آفات انباری، استفاده از روش‌های بی‌خطر برای انسان و حیوان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که یکی از این روش‌های مناسب، استفاده از پرتودهی با اشعۀ گاما در مبارزه علیه آفات انباری می‌باشد. حدود ۹۰ سال است که مشخص شده می‌توان حشرات را به وسیلۀ تابش پرتوها عقیم نمود یا کلاً از بین برد. در این خصوص در ابتدا در سال ۱۹۱۶ با استفاده از پرتوهای ایکس نتایج قابل ملاحظه‌ای بر روی Lasioderma serricorne و Sitophilus oryzae مشاهده گردید و به دنبال آن مولر دربارۀ تأثیر تابش پرتوها بر روی سایر حشرات مطالعات زیادی را انجام داد و اظهار داشت که پرتوهای ایکس توانسته‌اند در D rosophila melanogaster موتاسیون‌هایی ایجاد نمایند. وی همچنین در سال ۱۹۲۸ گزارش داد هنگامی که افراد مادۀ حشرۀ مذکور که هیچ‌گونه تابش پرتوهای ایکس دریافت نکرده‌اند با افراد نر که به آنها مقدار زیادی پرتوهای ایکس تابیده شده است، جفتگیری نمایند، نتیجۀ این عمل به وجود آمدن تخم‌هایی است که هرگز باز نمی‌شوند و حشره‌ای تولید نمی‌گردد. پس از مولر، سایر دانشمندان ژنتیک و سیتولوژی اثر پرتوهای ایکس و تغییرات ژنتیکی ایجاد شده، به وسیلۀ آن را بر روی سایر

حشرات آزمایش کردند و بعد از تحقیقات زیاد به این نتیجه رسیدند، زمانی که پروتوهای ایکس و یا گاما به سلول‌های نطفهٔ حشرات برخورد می‌کنند، در آنها تغییرات کروموزومی ایجاد می‌شود و وسعت میدان این عمل و میزان شدت تغییرات با مقدار دوز پرتوهای یون‌ساز متناسب می‌باشد به طوری که اگر مقدار تابش کمی بیشتر باشد، به عقیم شدن کامل سلول‌ها منجر می‌گر دد. در بین کلیهٔ رادیوایزوتوپها، دو رادیوایزوتوپ Cs137 و Co60 به عنوان منابع پرتوهای گاما بیشتر مورد توجه قرار دارند و کاربرد آنها نیز متداول‌تر است[۲۹].

ذوالفقاریه اظهار داشت که دز کشنده برای شفیرهٔ چهار روزه و هشت روزه بید غلات به ترتیب ۵۵۰ و ۷۵۰ گری و دز متوقف‌کنندهٔ رشد و نمو در هر یک از مراحل فوق، به ترتیب ۲۵۰ و ۳۵۰ گری می‌باشد. برای شفیره‌های سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات، دزهای کشندهٔ ۳۷۰-۳۰گری می‌توانند در طی مدت ۲۴ ساعت تا ۵ هفته آنها را از بین ببرد. شفیره‌های پروانهٔ آرد نیز با دریافت دز ۲۰۰-۱۰۰ گری در مدت زمان بین ۲۴ ساعت تا دو هفته بعد از پرتودهی کنترل شدند و در شیشهٔ دندانه‌دار، شفیره‌ها تحت تأثیر دز ۱۰ تا ۲۰۰گری در مدت زمانی بین یک تا ۶ هفته بعد از پرتودهی کنترل شدند[۳۰].

اثر پرتوگاما بر روی پروانه (حشره کامل) بید غلات توسط ذوالفقاریه مورد بررسی قرار گرفت و مشخص گردید که دز کشنده برای پروانهٔ یک روزه ۱۵۰۰گری و دز متوقف‌کنندهٔ رشد و نمو برای آن ۵۵۰گری می‌باشد و چنین اظهار داشت که جنین چهار روزه و پروانه توانسته‌اند بیشترین مقاومت را در برابر پرتو گاما از خود نشان دهند. وی همچنین اثر پرتو گاما را بر روی حشره کامل شپشهٔ آرد مورد مطالعه قرار داد و اظهار داشت که دز کشنده ۱۰۰ گری در مدت ۶۰ روز، ۲۰۰گری در مدت ۲۱ روز، ۳۰۰ گری در مدت ۲۱ روز، ۵۰۰ گری در مدت ۱۴ روز، ۸۰۰ گری در مدت ۸ روز، ۱۰۰۰ گری در مدت ۶ روز، ۱۲۰۰ گری در مدت ۳ روز و ۲۵۰۰ گری حشرهٔ کامل را ۲ ساعت بعد از پرتودهی کاملاً از بین می‌برند. برای سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات نیز دزهای کشندهٔ ۱۵۰-۳۰ گری می‌توانند حشره کامل را در مدت ۲۴ ساعت تا ۲ هفته از بین ببرند[۳۰].

گل‌های شاخه بریده و گیاهان زینتی از مهمترین محصولات کشاورزی در تجارت بین المللی هستند که در عین حال مستعد آلودگی با آفات متعددی می‌باشند. تدخین با متیل بروماید، تیمار رایج در قرنطینه این محصولات است که کاربرد آن به دلیل اثرات مخرب زیست محیطی در حال توقف است. استفاده از دزهای پرتوهای یونیزان نظیر پرتو گاما می‌تواند به عنوان یک تیمار جایگزین موثر، علیه آفات گل‌ها و گیاهان زینتی در محدوده دزهای قابل تحمل توسط این گیاهان پیشنهاد شود.کنه تارتن دولکه‌ای (Tetranychus urticae Koch) متعلق به خانواده Tetranychidae از مهمترین و کلیدی‌ترین آفات گل و گیاهان زینتی است. با توجه به تحمل بالای کنه‌ها در برابر پرتو و نیاز به دزهای بالا جهت ایجاد مرگ فوری در این موجودات، ملاک کارآمدی دز پیشنهادی در قرنطینه‌ها، جلوگیری از ایجاد نسل جدید در محیط تازه توسط جلوگیری از تولید مثل و یا نشو و نمای کنه‌ها تا مرحله بلوغ است. همچنین دز پیشنهادی باید در محدوده دزهای قابل تحمل توسط گیاهان میزبان نیز قرار گیرد. بر این اساس در اثر دزهای مختلف پرتو گاما بر مراحل مختلف زیستی کنه تارتن شامل سنین مختلف تخم، مراحل فعال و غیر فعال پس از جنینی و مرحله بالغ و نیز روی شاخص‌های کیفیتی دو گل گلایول و داوودی (از مهمترین گل‌های صادراتی ایران) مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نتایج حاصل از آزمایشات انجام شده جهت تعیین اثر

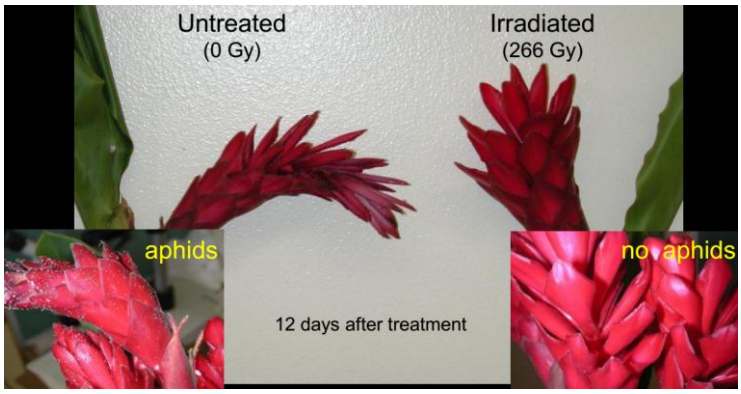
دزهای پرتو گاما بر واکنش‌های زیستی مورد مطالعه در کنه تارتن دو لکه‌ای، دز ۳۵۰ گری به عنوان حداقل دز قرنطینه‌ای که بتواند اثرات مناسب را روی مرحله جنینی، مراحل نابالغ پس از آن و کنه‌های بالغ حاصله از این مراحل و نیز زادآوری و باروری کنه‌های بالغ این گونه داشته باشد، پیشنهاد می‌شود. شپشک Phenacoccus solenopsis یکی از آفات خطرناک گل‌های زینتی می‌باشد که با کشیدن شیره گیاه موجب خسارت می‌گردد[۳۱]. این حشره در سال ۲۰۰۷-۲۰۰۸ خسارت زیادی به محصولات کشور پاکستان و هند وارد کرد[۳۲]. با توجه به مورفولوژی قابل توجه شکل پذیری و سازگاری با طیف گسترده ای از شرایط محیط زیست پتانسیل تبدیل شدن به یک گونه به شدت تهاجمی در کشاورزی و گیاهان زینتی را دارد که صنعت پنبه دنیا را تهدید می کند[۳۳]. بنابراین، آن را به لیست سازمان حفاظت اروپا و مدیترانه گیاهی (EPPO) (EPPO RS 2011/082) و فهرست آفات قرنطینه چینی(AQSIQ 2009/114) اضافه کردند. هانگ و همکاران در سال ۲۰۱۳ تحقیقاتی را با تاثیر پرتودهی بر روی این حشره در زمان شفیرگی و بلوغ انجام دادند که نتایج بدین صورت گزارش شد که هدف از تابش است مرگ و میر حاد نیست. با توجه به داده‌ها ، نتیجه می گیریم که ۱۵۰ گری می تواند دز ضد عفونی کردن موثر برای هر دو حالت شفیره و بالغ باشد که این مقدار کمتر از ۲۰۰ گری که برای دیگر شپشک‌ها مثل neobrevipes پیشنهاد شده است می‌باشد[۳۴].

جدول۲: لیست برخی از آفات مهم گیاهان زینتی و دز پرتودهی ( پرتو گاما) پیشنهادی برای مقابله با آنها در هر مورد[۳۵].

| نام آفت | میزبان | مرحله‌ای از زندگی آفت که بیشترین خصارت را ایجاد میکند | مینیمم دز پیشنهادی (گری) برای جلوگیری از گسترش آفت | مینیمم دز پیشنهادی (گری) برای عقیم کردن آفات بالغ |
|---|---|---|---|---|
| Lasioderma serricorne (Coleoptera: Anobiidae) | various commodities of plant | pupa | 120 | 125 |
| thrips palmi (Thysanoptera: Thripidae) | Chrysanthemum, orchid, rose, and other cut ornamentals | adult | 350 | 300 |
| Tetranychus piercie Acari: Tetranychidae | Chrysanthemum, orchid, rose, and other cut ornamentals | Deutonypmh | 350 | 280 |
| Mites (Tetranychus sp | Dracaena godseffiana Finger palm Yellow palm | pupa | 320 | 350 |
| Mites (Tenuipalpus sp | Grametophylum (orchids) Dendrobium | adult | 150 | 200 |
| Thrips | Rhapis exelsa Finger palm | adult | 300 | 250 |
| Snails (Sublina sp) | Cordyline sp. | Deutonypmh | 280 | 350 |
| Scale insects | Dracaena sp. | adult | 150 | 200 |
| Mealy bugs | Dracaena sp. | adult | 180 | 240 |

## ٦-تاثیر برعمر پس از برداشت گل‌های شاخه بریده

تاثیر پرتودهی بر روی عمر پس از برداشت بیشتر مربوط به کنترل آفات پس از برداشت می‌باشد که با کنترل آنها می‌توان عمر پس از برداشت گیاهان زینتی را افزایش داد. حشرات به عنوان آفت موجب کاهش کیفیت عمر پس از برداشت بسیاری از گیاهان زینتی می‌شوند[۱۲]. آفاتی که معمولا در گل و دیگر زینتی یافت می شوند، کنه، پولکبالان، شته و گاهی اوقات مورچه ها و عنکبوت همه از این حشرات هستند. باروری بالا، مقاومت در برابر آفت کش، خطرات بالقوه تهاجمی در محیط های جدید نیاز به اقدامات کنترل بعد از برداشت دارد. گل بریده این امکان را دارد که حشرات در آن پنهان شود[۹]. در ۱۹۹۰، تعدادی از مقالات منتشر شد که اثرات تابش پرتو الکترونی در گل‌های شاخه بریده و تیمار های مختلف شیمیایی را بررسی کرده بودند[۳۶].گسترده ترین مورد مطالعه بر روی گل سرخ و گل داوودی انجام گرفته است. مطالعات تیمارها تحت برداشت واقعی و یا شبیه سازی، بسته بندی، ذخیره سازی و شرایط حمل و نقل بوده است تا اطمینان حاصل شود که هیچ وجه این تیمارها برای کالا مضر نیست.




عکس ۲: تاثیر پرتودهی بر افزایش عمرگلجایی (Alpinia purpurata) [۹]

البته عمر پس از برداشت بسیاری از گونه‌ها نسبت به پرتو دهی حساس می‌باشد و اگر دز مناسب انتخاب نگردد موجب ایجاد خسارت به گیاه و کاهش عمر پس از برداشت آن می‌گردد. همچنین استفاده از پیش تیمار هایی می‌تواند این خسارات را به میزان زیادی کاهش دهد[۳۷].

بررسی و تعیین دز به منظور پرتو دهی بر روی تعداد زیادی از گل‌ها انجام شده و تعداد زیادی نیز هنوز بررسی نشده اما تعیین دز مناسب به منظور پرتودهی برای هر گل خاص می‌باشد و به منظور کارایی بیشتر این روش عدد دقیق آن باید تعیین گردد. در زیر چند نمونه از میزان حساسیت گل‌های مختلف نسبت به پرتو گاما آورده شده و تاثیر آن بر عمر پس از برداشت این گل‌ها بررسی شده است.

جدول۳: تعیین دز مناسب پرتودهی بدون ایجاد خصارت به گیاه[۳۸].

| Type | Normal shelf-life (days) | Radiation tolerance dose (Gy) |
|---|---|---|
| Roses | 4-6 | 100 |
| Carnation | 12 | 200 |
| Orchids | 14–21 (depends on variety) | 100–300 (depends on variety) |
| Chrysanthemum (in 2 % sucrose) | 14–21 (depends on variety) | 200–400 (depends on variety) |
| Chrysanthemum (in 4% sucrose) | 14–21 (depends on variety) | >750 |
| Cut Foliage | 14–28 | 600–1200 (depends on variety) |

## ۷-نتیجه گیری

طی سالیانی که از استفاده انرژی هسته‌ای در بهبود صنعت تولید گل می‌گذرد، روش‌های مختلف و متنوعی برای استفاده از این انرژی نوین در زمینه‌های مختلف پرورش گل و گیاهان زینتی ایجاد شده است. اکنون شاهد این هستیم که حتی کشورهای نه چندان پیش رفته بصورت گسترده از این فناوری استفاده می‌کنند. اما متاسفانه در کشور ما به رغم بومی بودن فناوری هسته‌ای و وجود شرایط اقلیمی متنوع و مناسب برای پرورش گیاهان زینتی آنچنان که باید در این زمینه کار نشده است. با توجه به تجربه و تحقیقات سایر کشورها می‌توان که در داخل کشور با همکاری بین سازمان انرژی اتمی و دانشگاه‌ها و مراکز علمی سراسر کشور یک بانک اطلاعاتی ایجاد کرد که در آن برای انواع گیاهان زینتی بصورت مجزا (در زمینه تولید ارقام جدید با پرتودهی، مبارزه با آفات با استفاده از پرتو، تعیین دز پرتودهی مناسب هر رقم) تحقیقات صورت گیرد. همچنین با همکاری سازمان‌های مربوط به قرنطینه می‌توان در مورد واردات و صادرات گل با تعریف دز استاندارد برای هریک از گونه‌ها هم از ورود آفات جدید به داخل کشور جلوگیری کرد و هم با صادر کردن محصولات عاری از آفات جایگاه مناسبی در بازارهای جهانی برای کشورمان ایجاد کنیم.

منابع:

1- W. Johnson, J. Shannon J, R. S. Glenn, and B. Bruce, "Psychology in Extremis: Preventing Problems of Professional Competence in Dangerous Practice Settings", American Psychological Association.42, 94-104, (2011).

2- ن. ال پاتر، "علم مواد غذایی" (۱۳۷۲).

3- U.S. Kaicker, "Mutation Breeding in Roses", Indian Roses Annual Report, 35-42, (1982).

4- F. Walther, and A. Sauer, "In Vitro Mutagenesis in Roses", Acta Hort, 37-46, (1986).

5- م. جعفرخانی کرمانی ، "بررسی امکان ایجاد جهش در رز در شرایط درون شیشه"، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران. ۳۶-۴۲، (۱۳۹۱).

6- A. Mandal, D. Chakrabarty, and SK. Datta, "Application of in Vitro Techniques in Mutation Breeding of Chrysanthemum", Plant Cell Tissue Organ Cultx. 60, 33-38, (2000).

7- HS. Song, and SY. Kang, "Application of Natural Variation and Induced Mutation in Breeding and Functional Genomics", Korean Journal of Breeding Science. 24-34, (2003).

8- K. Harrison, and L.M. Were, "Effect of Gamma Irradiation on Total Phenolic Content Yield and Antioxidant Capacity", Food Chemistry. 102, 932-37, (2007).

9- A.H. Hara, "Systems Approach to Quarantine Treatments for Export Ornamentals", (2008).

10- ش. مشایخی، ا. هادوی، ب. ناصریان و ح. بیات."بکارگیری پرتو گاما بر ریز نمونه های میخک بمنظور افزایش تنوع ژنتیکی و بکارگیری آن در برنامه های بهنژادی"، ۶۰-۷۰، (۱۳۹۰).

11- M. Kasumi, "Studies on Induction of Flower Color Mutants in Gladiolus (Gladiolus X Grandiflora Hort.) by Gamma Irradiation and Tissue Culture", International Information System for the Agricultural Science and Technology. 412-25, (1995).

12- R.E. Paulla, "Irradiation as a Phytosanitary Treatment of Food and Agricultural Commodities Proceedings", IAEA in Austria. 12-18, (2004).

13- P. Jompuk, A. Wongpiyasatid, S. Lamseejan, and K. Chusreeaeom, "Mutation Induction Using Acute and Chronic Gamma Irradiation on Some Vegetatively Propagated Ornamental Crops in Thailand", in International Symposium on Induced Mutations in Plants. 120-27, (2008).
14- K. Datta, "A Report on 36 Years Practical Work on Crop Improvement through Induced Mutagenesiss", in international symposium on induced mutations in plants. 46-52, (2008).
15- E. De la cruz torres, "The Role of Mutation Breeding on Plant Improvement in Mexico", in international symposium on induced mutations in plants. 38-45, (2008).
16- S.M. Jain, "Prospects of Induced Mutations and Biotechnology in Vegetatively Propagated Crop Improvement"', in International Symposium on Induced Mutations in Plants. 102-08, (2008).
17- M. Zalewska, N. Miler, B. Drzewiecka, and J. Winiecki, "'Results of Mutation Breeding Activity on Chrysanthemum", in International Symposium on Induced Mutations in Plants. 81-87, (2008).
18- Z. Ahmad, A. Abu Hassan, S. Salleh, S. Ariffin, S. Shamsudin, and M.N. Basiran,"Corresponding Authorimprovement of Malaysian Ornamental Plants through Induced Mutation", tropical agricultural science. 631-36, (2012).
19- Z. Ahmad, A. Abu Hassan, S. Shamsudin, N. Yusof, and S. Salleh, "Generating New Varieties of Shrubs for Landscapes in Malaysia Penghasilan Varietibaru Tanaman Renek Untuk Landskap D I Malaysia", Agrotechnology & Biosciences Division Malaysian. 367-77, (2007).
20- G.S. Khush, and S.S. Virmani, "Haploids in Plant Breeding. In: Jain Sm, Sopory Sk, Veilleux Re(Eds) in Vitro Haploid Production in Higher Plants", Dordrecht: Kluwer. 13-33, (1996).
21- A.G. Maria, "Doubled Haploid Production in Fruit Crops", Plant cell, Tissue and Organ Culture. 131-46, (2006).
22- L. Fereol, F. Luc cayol, L. Luce, and M. Guitteaud, "Creation of a White Inflorescence Colour Cultivar of Alpinia", in international symposium on induced mutations in plants.140-47, (2008).
23- A. Peixe, M.D. Campos, C. Cavaleiro, J. Barroso, and M.C. Paisa, "Gamma-Irradiated Pollen Induces the Formation of 2n Endosperm and Abnormal Embryo Development in European Plum (Prunus Domestical. ,Cv.Rainha Claudia Verda)", Horticulturae. 267-78, (2000).
24- V. Wissemann, C. Mollers, and F.H. Hellwig, "Microspore Culture in the Genus Rosa, Further Investigations", Journal of Applied Botany. 7-9, (1998).
25- خ. پالوانه، ع. قمری زارع، م. لطفی و ط. نراقی، "بررسی اثر پرتو گاما بر جوانه زنی گرده¬ها و جنین زایی هاپلوئید بکرزا در گل محمدی"، فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران.۴۵-۵۵، (۱۳۹۲).
26- B. tuncer, and R. yanmaz, "Induction of Microspore Embryogenesis in Ornamental Gamma Irradiation and High Temperature Stress", Asia journal of biorechnology. 415-21, (2011).
27- م.ج. ملکوتی، ف. مشیری، م.ن. غیبی و ص. مولوی، "حد مطلوب غلظت عناصر غذایی در خاک و برخی از محصولات زراعی و باغی"، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک و آب،۲۲۱،(۱۳۸۴).
28- C.A. Triplehorn, D.J. Borror, N.F. Johnson, "Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects", (1975).
29- ف. پاکارپور، ع. درویش زاده، ن. گلی خواجه، س. نادری، ل. همتی و م. قلی زاذه، "مروری بر روشهای کنترل آفات در Ipm" (۱۳۸۴).
30- ح. ر. دوالفقاریه، ا. باقری زنوز، ه. بیات اسدی و ش. مشایخی، "کاربرد پرتو گاما به منظور منترل آفات مهم محصولات انباری" ، مجله علوم کشاورزی ایران. ۴۱۵-۲۶ (۱۳۸۳).

31- F. Huang, W.F. Tjallingii, P.J. Zhang, and J.M. Zhang, "Waveform Characteristics of Solenopsis Mealybug Stylet Penetration on Cotton", Entomologia Experimentalis et Applicata. 47–54, (2012).
32- M. bug, "A New Threat to Cotton Production in Pakistan and India", The ICAC Recorder.15-19,(۲۰۰۸) .
33- Y.P. Wang, G.W. Watson, and R.Z. Zhang, "The Potential Distribution of an Invasive Mealybugphenacoccus Solenopsisand Its Threat to Cotton in Asia", Agricultural and Forest Entomology. 403-16,(2010).
34- F. Huang, J.M. Zhang, P.J. Zhang, and Y.B. Lu, "Reproduction of the Solenopsis Mealybug Phenacoccus Solenopsis: Males Play an Important Role"', Journal of Insect Science. 423-35, (2011).
35- P. Sangwanangkula, P. Saradhuldhatb, and R.E. Paulla, "Survey of Tropical Cut Flower and Foliage Responses to Irradiation", Postharvest Biology and Technology. 264–71, (2007).
36- S. Nakahara, and C. Childers, "Thysanoptera (Thrips) within Citrus Orchards in Florida: Species Distribution, Relative and Seasonal Abundance within Trees, and Species on Vines and Ground Cover Plants", Journal of Insect Science. 45, (2006).
37- K. Nakahara, T. Hataya, and I. Uyeda,"A Simple, Rapid Method of Nucleic Acid Extraction without Tissue Homogenization for Detecting Viroids by Hybridization and Rt-Pcr", Journal of virological methods. 47-58, (1999).
38- H. Sulaiman, M.S. Osman, Z. Othman, and M.R. Ismail,"Development of Irradiation as a Quarantine Treatment of Mites on Cut Foliage and Ornamentals", IAEA in Austria. 133-41, (2002).