



## به نژادی گیاهان زراعی و باغی

دوره ۴ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۵

صفحه‌های ۷۵-۸۹

انتشار الکترونیکی: بهار ۱۳۹۸

### دزیابی و امکان‌سنجی اصلاح زنبق ایرانی با استفاده از پرتو گاما

سمیه جزقاسمی<sup>۱\*</sup>، ولی ربیعی<sup>۲</sup>

۱. دکتری باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ایران.

۲. دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۶/۰۶

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۱۲/۰۹

#### چکیده

جهت دزیابی و امکان‌سنجی اصلاح زنبق ایرانی *Iris persica* با استفاده از موتازن فیزیکی پرتو گاما، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار در مزرعه‌ای واقع در شهرستان خرمدره و پژوهشکده زیست‌فناوری زنجان، طی سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۳ انجام گرفت و تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و سیتوژنتیکی بررسی گردید. LD<sub>50</sub> برای گیاه زنبق ایرانی ۱۵ گری و برای دانه‌های گرده آن ۲۲ گری تعیین شد. افزایش دز موتازن فیزیکی پرتوگاما تا ۵ گری سبب تغییرات مورفولوژیکی در گیاه شد، گل‌ها نسبت به شاهد ۱۲ روز زودتر باز شدند و میزان تمایل گل‌ها به سمت رنگ آبی روشن نسبت به سایر تیمارها و شاهد (گل‌های سفیدرنگ) بیشتر بود. هم‌چنین در این تیمار افزایش معنی‌داری در میزان تجمع آنتوسیانین و فلاونوئید کل در گلبرگ‌ها مشاهده گردید. با افزایش دز پرتو گاما تا ۲۵ گری کاهش معنی‌داری در ویژگی‌های مورفولوژیکی و افزایش معنی‌داری در تجمع کارتنوئید در گلبرگ‌ها، کلروفیل کل، پرولین، کربوهیدرات کل و فعالیت پلی‌فنل‌اکسیداز مشاهده گردید. هم‌چنین با افزایش دز پرتوگاما کاهش معنی‌داری در طول کروموزوم‌ها و شاخص درصد شکل کلی کروموزوم‌ها مشاهده و درصد کروموزوم‌های غیر نرمال بیشتر شد و اختلالات کروموزومی شامل Bridge و Isolated مشاهده گردید. با توجه به نتایج حاصل از ۵ گری تأثیر معنی‌داری در جهت تغییر رنگ در گونه زنبق پرسیکا داشته و می‌تواند جهت کارهای اصلاحی مربوط به تغییر رنگ و به‌نژادی این گیاه موردتوجه قرار گیرد. توصیه می‌گردد که دزهای پایین‌تر از ۵ گری جهت اصلاح زنبق گونه پرسیکا مدنظر قرار گیرد.

**کلیدواژه‌ها:** آنتوسیانین، پرولین، پلی‌فنل‌اکسیداز، رنگ گل، کربوهیدرات کل، کروموزوم.

## مقدمه

زنبق ایرانی *Iri persica* نسبت به سایر گونه‌های سوخ دار دارای گل‌های جذاب‌تر و عطر ملایم [۱۳]، مقاوم به کم‌آبی [۳۳] و با توجه به مقاوم بودن این گونه به آب‌وهوای سردسیر کوهستانی، قابلیت کشت در فضای آزاد را دارد. با در نظر گرفتن نیاز آبی پایین این گونه، اصلاح، کشت و پرورش آن از لحاظ اقتصادی مقرون‌به‌صرفه خواهد بود. زمان گلدهی زنبق ایرانی، اواخر اسفند و اوایل فروردین‌ماه، هم‌زمان با عید باستانی ایرانیان (عید نوروز) می‌باشد که بهترین زمان عرضه و فروش این گل برای پرورش‌دهندگان گیاهان زینتی محسوب می‌شود. نیازی به پیش‌رس کردن نداشته و در صورت اصلاح و تولید گل‌گلدانی، هزینه تولید و نگهداری پایینی خواهد داشت که باعث افزایش درآمد اقتصادی تولیدکنندگان و صادرکنندگان گل خواهد شد. زنبق سوخ‌دار *I. persica* به‌راحتی از طریق بخش‌های رویشی قابل تکثیر است [۱۳]. ایجاد موتاسیون، در صورت اثربخشی، می‌تواند راه‌کار مؤثر و اقتصادی در جهت اصلاح آن باشد.

امروزه از عوامل فیزیکی (پرتوها، شوک دمایی و غیره) و شیمیایی برای دو برابر کردن کروموزومی استفاده می‌شود [۴]. پرتوهای گاما از انواع پرتوهای الکترومغناطیسی می‌باشند و به‌دلیل دارا بودن طول‌موج کوتاه‌تر، دارای انرژی و نفوذ بیشتری نسبت به پرتو ایکس هستند. حجم هسته و حجم کروموزوم‌ها در مرحله اینترفاز، مقدار DNA در هسته و در هر کروموزوم، تعداد کروموزوم‌ها، طول کروموزوم‌ها، سایر خصوصیات سیتولوژیکی و تفاوت‌های ژنتیکی بر حساسیت به پرتودهی در گونه‌های گیاهی تأثیر می‌گذارد [۶]. دز و زمان استفاده از پرتو گاما بسیار مهم بوده و اثرات مختلفی در سوخ‌ها دارد [۲۸]. در پژوهشی ریزوم‌های گل مریم با ۲۵۰ راد تا ۸ کیلوRAD از پرتو گاما تیمار شده و نتایج

نشان داد که محتوای کلروفیل پس از موتاسیون تغییر پیدا می‌کند [۱۹]. در آزمایشی پدازه‌های سه رقم گلاب با ۷ دز از پرتو گاما از ۱ تا ۷ کیلوRAD پرتودهی شدند، دز ۶ و ۷ کیلوRAD اثرات نامطلوبی در تعداد گلچه‌ها و طول ساقه در رقم *American beauty* داشته و در هر سه رقم تغییر رنگ مشاهده گردید [۳۴]. پیاز گل نرگس با غلظت‌های ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ راد از پرتو گاما پرتودهی شد و آنالیز سیتوژنتیکی مشخص نمود که افزایش درصد انحراف کروموزوم‌های کل با شدت اشعه‌دهی ارتباط دارد [۱۶]. ریزوم‌های مریم را با اشعه گاما در دزهای ۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ گری پرتودهی نمودند و نتایج مشخص نمود که دز ۲۵ گری رشد ریزوم‌ها را محدود کرده و برگ‌های شیمیر ایجاد می‌کند، اما تغییر رنگی در گل‌ها مشاهده نگردید [۳۵]. در آزمایشی دیگر، پدازه‌های گلاب به مدت ۷۲ ساعت با اشعه گاما با دزهای ۱، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ گری پرتودهی شدند. پدازه‌هایی که با ۱/۵ و ۲/۵ گری پرتوگاما اشعه‌دهی شده بودند، تغییرات زیادی در رنگ گل‌ها داشتند [۳۶]. با توجه به موارد ذکرشده، پژوهشی باهدف ارزیابی و امکان‌سنجی اصلاح زنبق پیازی پرسیکا با استفاده از پرتوگاما انجام و تغییرات مرفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و سیتوژنتیکی موردبررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

## ویژگی‌های محل اجرای آزمایش

محل اجرای آزمایش مزرعه‌ای در شهرستان خرمدره (استان زنجان) به طول و عرض جغرافیایی ۳۶°۱۳'۲۲" و ۷۷°۱۹'۴۱" و ارتفاع از سطح دریا ۱۵۹۳ متر و میانگین بارندگی ۲۹۷/۷ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۱۹/۴- تا ۳۸ درجه سانتی‌گراد جهت کاشت نمونه‌های گیاهی انتخاب‌شده و مراحل و عملیات آماده‌سازی بستر کاشت

### صفات مرفولوژیکی

سطح برگ با توجه به روش آریاس [۱۰] و استفاده از نرم‌افزار Leaf analyzer و عکس‌برداری دیجیتالی سطح برگ اندازه‌گیری شد، سپس برگ در آون با دمای ۱۰۰ درجه به مدت ۶۰ دقیقه قرار گرفت و با رابطه (۱)، سطح ویژه برگ محاسبه گردید.

(۱) (وزن ماده خشک / سطح برگ) = سطح ویژه برگ  
قدرت حیات دانه گرده [۴] با رنگ‌آمیزی توسط ید در یدید پتاسیم و سپس استفاده از لوپ دستی مدل 10085-1 موردبررسی قرار گرفته و به صورت درصد بیان شد.  
طول عمر گل‌ها از زمان باز شدن غنچه‌ها تا زمان پژمردگی آن‌ها بر اساس واحد روز بیان گردید.

رنگ گل با استفاده از روش عکس‌برداری دیجیتالی توصیف‌شده توسط فرحناکی و همکاران [۵] و با کمک نرم‌افزار ColorTesterTomato analyzer ver.3 – [۳۷] ارزیابی گردید؛ که شاخص‌های a، b و L که به ترتیب L نماد روشنایی رنگ (L=0 برای سیاه تا L=100 برای سفید)، a نماد تمایل رنگ از سبز تا قرمز (a=-60 برای سبز و a=+60 برای رنگ قرمز) و b نماد تمایل رنگ از آبی تا زرد (b=-60 برای رنگ آبی تا b=+60 برای رنگ زرد) بود و مقادیر اختلاف رنگ  $\Delta E$  نیز از رابطه (۲) با استفاده از روش توصیف‌شده توسط جلیلی مرندی [۱] محاسبه گردید.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2} \quad (2)$$

### صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی

برای اندازه‌گیری کلروفیل کل طبق روش ویتهم و همکاران [۴۶] و آرنون [۹] و با استفاده از استون ۸۰ درصد عصاره‌گیری انجام و جذب محلول توسط اسپکتروفتومتر مدل V-530 در طول‌موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر خوانده شد. سپس با استفاده از رابطه (۳) محتوای کلروفیل کل محاسبه گردید.

انجام گرفت. خاک مزرعه از نوع لومی-رسی با pH مساوی ۸/۱ بود. هر واحد آزمایشی شامل یک کرت کوچک ۲۰×۲۰ سانتی‌متر مربع و ۲ سوخ گل زنبق ایرانی (*Iris persica*) بود که بافاصله ۱۵ سانتی‌متر از یکدیگر در داخل کرت کاشته شدند.

### شرح پژوهش

تیمارهای آزمایشی شامل پرتو گاما بوده و با میزان سرعت ۳/۵۲ گری/ثانیه و اکتیویته چشمه کبالت ۶۰ در ۸ تیمار ۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ گری بر روی سوخ‌های زنبق گونه پرسیکا و در دو آزمایش جداگانه (یکی در دوره رکود سوخ‌ها و دیگری پس از رفع رکود سوخ‌ها) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار در سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۳ انجام شد. سوخ‌های زنبق پرسیکا از شهرستان خرمدره و محدوده‌ای با طول و عرض جغرافیایی ۱۷.۳۶۱۷۰۴ و ۱۳.۴۹۱۴۲۹، ارتفاع از سطح دریا ۱۸۱۱ متر و pH خاک ۸/۵ جمع‌آوری و در مزرعه مذکور کاشته شدند. رکود سوخ‌ها در شرایط طبیعی (در محل کاشت) برطرف گردید.

در مدت‌زمان اجرای آزمایش صفات مرفولوژیکی، بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی به شرح ذیل اندازه‌گیری شد.  
صفات مورفولوژیکی شامل: ارتفاع گل، قطر گل، رنگ گل، تعداد گل در هر بوته، عمر گل، تعداد برگ، عرض برگ، طول برگ، سطح ویژه برگ، ارتفاع بوته، درصد بقای گیاه و قدرت حیات دانه گرده بود. صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شامل: کلروفیل کل، میزان آنتوسیانین، فلاونوئید کل، کارتنوئید گلبرگ، کربوهیدرات کل، آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز و پرولین بود. صفات سیتوژنتیکی شامل: تعداد کروموزوم‌ها، طول بازوی کوتاه و طول بازوی بلند کروموزوم، شاخص درصد شکل کلی، نوع کروموزوم و وضعیت تقارنی کاریوتیپ بود.

عرض کوت برابر ۱ سانتی متر، c: مقدار آنتوسیانین برحسب مول بر گرم، A: مقدار جذب.

برای اندازه گیری کربوهیدرات کل در گل با توجه به روش اشلیگل [۳۸] و حسیبی [۲] و با کمک اتانول عصاره گیری انجام شده و به منظور حذف رسوبات اضافی و ترکیبات دیگر، مقدار ۵ میلی لیتر از محلول ۵ درصد سولفات روی و ۴/۷ میلی لیتر از محلول هیدروکسید باریم ۳ نرمال به فالكون ها اضافه گردید؛ و پس از عصاره گیری نهایی، جذب محلول با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل ۶۳۱۰ با طول موج ۴۸۵ نانومتر خوانده و با استفاده از منحنی استاندارد گلوکز مقدار کربوهیدرات کل به دست آورده شد.

برای اندازه گیری آنزیم پلی فنل اکسیداز در گل ها از روش سیرات- فسفات توصیف شده توسط ربیعی و جزقاسمی [۳] استفاده شد. پس از آماده سازی منبع آنزیمی، میزان جذب در طول موج ۴۱۲ نانومتر خوانده شد، سپس هر ۳۰ ثانیه یک بار جذب را یادداشت و از طریق رابطه (۷) واحد آنزیمی پلی فنل اکسیداز محاسبه گردید.

$$\text{Units in the test} = K \times (\Delta A / \text{min}) \quad (7)$$

مقدار K در فرمول بالا به ترتیب ۰/۲۷۲ برای کاتکول اکسیداز و ۰/۲۴۲ برای لاکاز بود که به عنوان محلول سوبسترا استفاده شده بودند.

با توجه به روش اریگوین [۲۳] برای اندازه گیری پرولین از بافت تازه و ۵ میلی لیتر معرف نین هیدرین استفاده شد، پس از عصاره گیری نهایی، میزان جذب توسط اسپکتروفتومتر مدل 6310 در طول موج ۵۱۵ نانومتر خوانده شده و غلظت پرولین با استفاده از رابطه (۸) محاسبه گردید.

$$\text{میکرو مول پرولین در هر گرم از بافت} = \frac{5}{115/5} \times \text{نمونه (گرم)} \quad (8)$$

$$(3) = \text{گرم وزن تازه / میلی گرم کلروفیل کل}$$

A: جذب در طول موج خاص، V: حجم نهایی عصاره کلروفیل در استون ۸۰ درصد، W: وزن تازه بافت استخراج شده.

برای اندازه گیری کارتنوئید گلبرگ با توجه به روش آرنون [۹] و استون ۸۰ درصد عصاره گیری انجام گرفته و سپس جذب محلول در طول موج های ۴۸۰ و ۵۱۰ نانومتر خوانده و با استفاده از رابطه (۴) مقدار کارتنوئید محاسبه شد.

$$(4) = \text{گرم بافت / میلی گرم کارتنوئیدها}$$

A: جذب در طول موج خاص، V: حجم نهایی عصاره کلروفیل در استون ۸۰ درصد، W: وزن تازه بافت استخراج شده.

محتوای آنتوسیانین در گلبرگ با توجه به روش توصیف شده توسط وگنر [۴۷] و ۱۰ میلی لیتر متانول اسیدی عصاره گیری شد و جذب محلول را در دستگاه اسپکتروفتومتر مدل V-530 در طول موج ۵۵۰ نانومتر خوانده و با استفاده از رابطه (۵) میزان آنتوسیانین محاسبه گردید.

$$A = \epsilon bc \quad (5)$$

ε: ضریب خاموشی معادل، ۳۳۰۰۰ سانتی متر بر مول، b: عرض کوت برابر ۱ سانتی متر، c: مقدار آنتوسیانین برحسب مول بر گرم، A: مقدار جذب.

برای اندازه گیری محتوای فلاونوئید کل در گلبرگ با استفاده از روش کریزاک و همکاران [۲۶] و اتانول اسیدی عصاره تهیه شد و میزان جذب در طول موج های ۲۷۰، ۳۰۰ و ۳۳۰ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر مدل V-530 خوانده شد و با استفاده از رابطه (۶) میزان فلاونوئید کل پس از میانگین گیری یادداشت گردید.

$$A = \epsilon bc \quad (6)$$

ε: ضریب خاموشی معادل، ۳۳۰۰۰ سانتی متر بر مول، b:

## صفات سیتوژنتیکی

در این بررسی از سلول‌های مریستمی نوک ریشه و روش اسکواش<sup>۱</sup> استفاده شد [۴، ۳۵، ۲۵]. مراحل جمع‌آوری ریشه‌ها، پیش‌تیمار با هیدروکسی کینولین ۰/۰۰۲ مولار، تثبیت ریشه‌ها با محلول لوستیکی، هیدرولیز ریشه‌ها با هیدروکسید سدیم یک نرمال، رنگ‌آمیزی با رنگ لاکتو پروپونیک اورسین ۴۵ درصد و درنهایت اسکواش و بررسی میکروسکوپی با میکروسکوپ نوری مجهز به دوربین متصل به کامپیوتر انجام شد و با استفاده از نرم‌افزار Micromasure ver3.3 و روش‌های توصیف‌شده توسط عالی‌شاه و امیدی [۴] تعداد کروموزوم‌ها، طول بازوی کوتاه و طول بازوی بلند کروموزوم، شاخص درصد شکل کلی، وضعیت تقارنی کاریوتیپ بررسی‌شده و نوع کروموزوم‌ها طبق جدول ۱ مشخص گردید.

## تجزیه آماری داده‌ها

تجزیه آماری داده‌های حاصل از آزمایش توسط نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چنددامنه‌ای دانکن (DMRT) در سطح ۱ و ۵ درصد انجام شد. نمودارها توسط نرم‌افزار Excel رسم گردید.

## نتایج و بحث

در هر ۸ تیمار از پرتودهی سوخ‌های زنبق پرسیکا در دوره رکود، هیچ رشد رویشی در سطح زمین دیده نشد که این نتیجه با پژوهشی بر روی پیاز خوراکی مشابه است [۳۱]. این موضوع ممکن است به دلیل از بین رفتن جوانه‌های رویشی و مریستم رویشی درون سوخ باشد که نشان‌دهنده حساسیت بسیار بالای سوخ‌های زنبق پرسیکا در دوره رکود به پرتودهی و تنش‌های حاصل از پرتودهی است. سوخ‌ها دارای مقادیر قابل‌توجهی آب در خود هستند، ممکن است

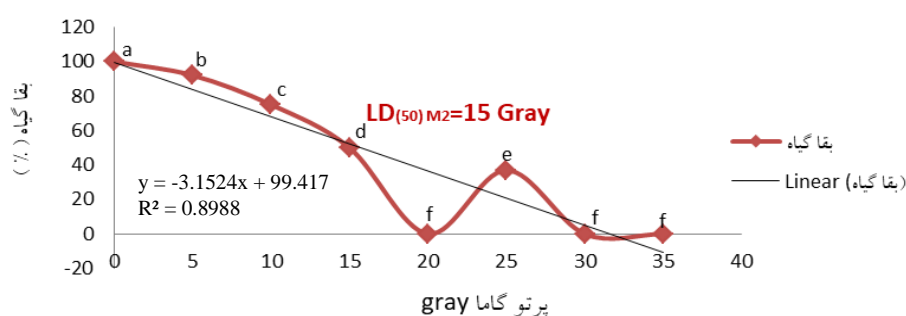
پرتو گاما بر اساس تئوری فعال شدن آب<sup>۲</sup> سبب ایجاد تنش اکسیداتیو شدید در بافت شده [۲۱] و با توجه به قرارگرفتن گیاه در دوره رکود، بافت قادر به ترمیم و مقابله در برابر تنش نبوده و سبب مرگ سلولی شده است. به‌همین دلیل نتایج تیمار سوخ‌ها در بازه زمانی پس از رفع دوره رکود (دوره رکود به‌صورت چرخه طبیعی برطرف گردید) و تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی، سیتولوژیکی و سیتوژنتیکی در سال دوم موردبررسی قرار گرفت.

## تأثیر موتازن فیزیکی پرتوگاما بر درصد بقای گیاه در سال دوم

با افزایش دز پرتو گاما بقا گیاه کاهش معنی‌داری یافت. نیمه دز کشنده (LD<sub>50</sub>) برای گیاه زنبق ایرانی براساس شکل ۱۵/۱ گری می‌باشد و دزهای ۳۰ و ۳۵ گری نیز به‌عنوان تیمارهای کشنده مشخص شدند. مرگ گیاه می‌تواند در نتیجه تعامل پرتو گاما با مولکول‌های دیگر در سلول باشد که تولید رادیکال‌های آزاد می‌کند و این رادیکال‌های آزاد می‌توانند ترکیبات شیمیایی به‌شکل مواد سمی مانند پروکسید هیدروژن که به تخریب سلول کمک می‌کند را ایجاد نمایند. همچنین دزهای بالای اشعه باعث آسیب به ترکیبات ماکرومولکول سلولی مثل دیواره‌های سلول، غشا و DNA می‌شوند و این دزها ممکن است بر مولکول‌های آلی که در فرآیند تقسیم سلولی ضروری هستند اثر گذاشته و بنابراین باعث توقف تقسیم سلولی شوند [۴۳]. علت یک افت ناگهانی در تیمار ۲۰ گری (نمودار ۱) ممکن است به‌این دلیل باشد که ناهنجاری‌های کروموزومی مرگ‌بار در این تیمار ایجادشده و در نسل اول ذخیره شده‌اند و از طریق مکانیسم غربالگری (sieve) که به تجمع ناخواسته‌ای از جهش‌ها در نسل بعد منتهی می‌شود [۴۲]، به نسل بعدی انتقال‌یافته و آثار مرگ‌بار خود را ظاهر نموده‌اند.

جدول ۱. نوع کروموزومها (لوان و همکاران، ۱۹۶۴)

محل سانترومر	نسبت بازوها (r-value)	اختلاف طول بازوها (d-value)	علامت اختصاری	نوع کروموزوم
دقیقاً میانه	۱	۰	M	متاستریک
ناحیه میانه	۱ - ۱/۷	۰ - ۲/۵	m	متاستریک
نزدیک به میانه	۱/۷ - ۳/۰	۲/۵ - ۵	Sm	ساب متا سنتریک
نزدیک به انتها	۳/۰ - ۷/۰	۵ - ۷/۵	St	ساب تلو سنتریک
انتهای	۷/۰	۷/۵ - ۱۰	T	اگرو سنتریک
دقیقاً انتهایی	∞	۱۰	T	تلوسنتریک



نمودار ۱. مقایسه میانگین‌های تأثیر پرتوگاما بر صفت درصد بقای گیاه در سال دوم

### تغییرات ویژگی‌های مورفولوژیکی در بخش زایشی

#### زنبق ایرانی

با افزایش دز پرتو گاما کاهش معنی‌داری در ویژگی‌های اندام‌زایشی شامل قطر گل و ارتفاع گل نسبت به شاهد (جدول ۲) مشاهده گردید. در دز ۲۵ گری گل‌ها از لحاظ ویژگی‌های ظاهری و مورفولوژیکی کاملاً غیرنرمال بودند (جدول ۲). این نتیجه با نتایج پژوهشی در گیاه اسپرس مشابه است [۳۰]. تنش‌های ناشی از پرتو گاما، نه تنها رفتار کروموزوم‌ها را تغییر می‌دهند، بلکه بر واکنش‌های بیوشیمیایی درون گیاه نیز تأثیر داشته و باعث رشد غیرنرمال می‌شوند. شکست کروموزومی نیز یک فاکتور در توسعه مورفولوژی غیرنرمال در گل‌ها است [۴۰ و ۴۸]. هم‌چنین کاهش تدریجی در پارامترهای رشدی اندام زایشی را می‌توان به دلیل دخالت پرتو گاما در تقسیم نرمال میتوز و وقوع مکرر اختلالات و انحرافات میتوزی، جلوگیری از جذب و تغییر در سطح مواد غذایی در گیاه

و غیرفعال‌سازی آنزیم‌های حیاتی به‌ویژه آن‌هایی که در تنفس دخالت دارند و هم‌چنین اثرات جهش‌زای پرتوگاما مانند تخریب اکسین و غیره دانست [۴۳]. صفات کمی عمدتاً توسط پلی‌ژن‌ها کنترل می‌شوند. هر ژن اثرات کوچکی دارد که به نام اثر افزایشی<sup>۱</sup> مشهور است [۴۴]، بنابراین هر تغییری در ژن‌ها و در سطوح کروموزوم‌ها در مسیر بعضی از واکنش‌های شیمیایی اختلال ایجاد می‌کند و سبب رشد غیرنرمال در گیاه می‌شود [۴۸ و ۴۰].

با افزایش دز موتازن فیزیکی تا ۲۵ گری کاهش معنی‌داری در طول عمر گل‌ها نسبت به شاهد مشاهده گردید (جدول ۲). با افزایش دز پرتو گاما تا ۵ گری افزایش معنی‌داری در زمان باز شدن گل‌ها (۴۲ روز قبل از اتمام فصل زمستان) نسبت به شاهد (۳۰ روز قبل از اتمام فصل زمستان) مشاهده شده و گل‌ها در این تیمار ۱۲ روز زودتر از گل‌های شاهد باز شدند. با افزایش دز پرتو تا ۲۵ گری زمان

1. Addictive effect

باز شدن گل‌ها نسبت به تیمار ذکرشده کاهش ولی نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری یافته و گل‌ها ۷ روز زودتر از گل‌های شاهد باز شدند (جدول ۲). علت این موضوع می‌تواند ناشی از تنش حاصل از پرتو گاما بوده و گیاه برای بقای نسل خود زودتر وارد مرحله گلدهی شده است که با نتایج ویپاپورن و همکاران [۴۸] همخوانی دارد. کمتر شدن تقسیم سلولی، کاهش سنتز هورمون‌ها، انتقال نامعمول مواد غذایی و بی‌نظمی‌های متابولیکی به دلیل ایجاد خسارت در مریستم انتهایی توسط اشعه گاما می‌باشد که در نتیجه سبب کاهش طول عمر گیاه و طول عمر گل‌ها خواهد شد [۳۱].

نسبت به تیمار ۵ گری افزایش معنی‌داری یافت (جدول ۳)، ولی با افزایش غلظت تا ۲۵ گری کاهش معنی‌داری در تمایل رنگ گل به سمت قرمز و افزایش تمایل رنگ به سمت زرد مشاهده‌شده و رنگ گل‌ها نسبت به سایر تیمارها و شاهد تیره‌تر شد و گلی با شکل و رنگ غیرنرمال مشاهده گردید. رنگ برگ‌ها با افزایش تیمار پرتو گاما تا ۱۵ گری تیره‌تر شده ولی در تیمار ۲۵ گری بیشترین تفاوت معنی‌دار را نسبت به شاهد و سایر تیمارها داشت و روشن‌تر شده بود که این روشن شدن رنگ برگ به دلیل کاهش غلظت کلروفیل (جدول ۵) می‌باشد.

جدول ۲. مقایسه میانگین‌های تأثیر پرتو گاما بر صفت ارتفاع و قطر گل، طول عمر گل و زمان باز شدن گل‌ها

دز پرتو (Gy)	ارتفاع گل (cm)	قطر گل (cm)	طول عمر گل (day)	زمان باز شدن گل (day)
شاهد	۴/۵ a	۵ a	۵/۵ ab	۳۰/۵ c
۵	۳ b	۴/۱ b	۶ a	۴۱/۷۵ a
۱۰	۱/۲ c	۳/۵ c	۵ abc	۳۶/۲۵ b
۱۵	۰/۹۴۷ c	۳ cd	۴/۵ bc	۳۳/۵ bc
۲۵	۰/۴۸۲ d	۰/۸۷ e	۴/۲۵ c	۳۶/۷۵ b

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشند.

در این جدول مقایسه میانگین در سطح احتمال ۱ درصد انجام شده است.

### تأثیر موثر فیزیکی پرتو گاما بر رنگ گل و برگ

با افزایش دز پرتو تا ۵ گری رنگ گل‌ها تفاوت معنی‌داری با شاهد و سایر تیمارها داشته و تیره‌تر شد. همچنین در این تیمار میزان تمایل رنگ گل به سمت رنگ آبی و سبز بیشترین تفاوت معنی‌دار را نسبت به سایر تیمارها و شاهد نشان داد و رنگ گل‌ها از سفید به آبی روشن تغییر کرد. این نتیجه با نتایج پژوهشی در گل رز و داودی همخوانی دارد [۲۰]. با افزایش غلظت پرتو گاما تا ۱۵ گری، ویژگی روشن و تیره بودن، سبز و قرمز و آبی و زرد بودن رنگ گل‌ها

### تغییرات صفات مورفولوژیکی بخش رویشی در زنبق ایرانی

با افزایش دز پرتو گاما تا ۲۵ گری کاهش معنی‌داری در تعداد گیاه در هر بوته، طول برگ، تعداد برگ و سطح ویژه برگ نسبت به شاهد مشاهده شد ولی عرض برگ‌ها افزایش معنی‌داری یافت (جدول ۴) که این نتیجه با نتایج پژوهشی در گل *Curcuma alismatifolia* و مشابه است [۴۳ و ۳۰]. کاهش تدریجی در پارامترهای رشدی را می‌توان به دلیل دخالت پرتو گاما در تقسیم میتوز و وقوع اختلالات میتوزی و همچنین اثرات جهش‌زا مانند تخریب اکسین، مهار سنتز اکسین و تغییر در فعالیت‌های خاص آنزیم‌ها دانست [۴۳]. همچنین ممکن است دلیل این موضوع تأثیر پرتو گاما در دزهای بالا در آسیب به ترکیبات ماکرومولکول سلولی مانند دیواره‌های سلول، غشا و DNA باشد که پرتو بر مولکول‌های آلی که در فرآیند تقسیم سلولی ضروری هستند اثر گذاشته و بنابراین باعث توقف تقسیم سلولی شده [۴۳] و از این طریق رشد رویشی برگ‌ها و گیاه کمتر شده و از طول برگ‌ها کاسته شده و در نتیجه افزایش پرولین و کربوهیدرات (جدول ۵) و غیره، حجم سلول‌ها افزایش یافته و عریض‌تر شده و عرض برگ‌ها بیشتر (جدول ۴) شده باشد.

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های تأثیر پرتو گاما بر صفات مربوط به رنگ گل و برگ

دز پرتو Gy	a-برگ	L-برگ	تغییر رنگ برگ	b-گل	a-گل	L-گل	تغییر رنگ گل
شاهد	-۱۰/۸۶bc	۴۱/۵۳ b	۴۹/۲۱ b	۱۳/۲۳ a	۴/۶۰-	۷۴/۸۶ a	۹۵/۳۶ a
۵	-۸/۹۴ ab	۳۹/۴۷ c	۴۶/۷۷ b	۵/۸۴ c-	۹/۵۰-	۵۵ e	۴۳/۵۰ d
۱۰	-۱۲/۴۷ bc	۳۸/۸۲ d	۴۸/۲۱ b	۳/۸۹ b	۵/۲۴-ab	۸۲/۷۵ b	۸/۶۵ b
۱۵	-۵/۵۴ a	۳۰/۷۴ e	۳۷/۹۳ c	۴/۹۳ b	۵/۶۶-b	۸۲/۰۳ c	۷۸/۷۶ b
۲۵	-۱۳/۸۴ c	۵۸/۱۷ a	۶۳/۹۰ a	۱/۰۹ b	۸/۱۹-c	۶۵/۳۱ d	۵۶/۹۰ c

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشند.

در این جدول مقایسه میانگین در سطح احتمال ۱ درصد انجام شده است.

شاخص‌های a، b و L: به ترتیب L نماد روشنایی رنگ (L=0 برای سیاه تا L=100 برای سفید)، a نماد تمایل رنگ از سبز تا قرمز (a=-60 برای سبز و a=+60 برای رنگ قرمز) و b نماد تمایل رنگ از آبی تا زرد (b=-60 برای رنگ آبی تا b=+60 برای رنگ زرد) بود.

جدول ۴. نتایج مقایسه میانگین‌های تأثیر پرتو گاما بر صفات مورفولوژیکی در اندام رویشی

دز (Gy)	طول برگ (cm)	عرض برگ (cm)	تعداد برگ	تعداد گیاه	ارتفاع گیاه (cm)	سطح ویژه برگی (cm <sup>2</sup> )
۰	۱۱/۷۵ a	۰/۹۰ ab	۳ ab	۲ b	۶/۴۷ a	۲۳۱/۰ a
۵	۹/۲۷ b	۰/۶۷ b	۲ b	۲ b	۴/۲۰ b	۱۲۷/۱b
۱۰	۹/۸۷ b	۰/۵ b	۲ b	۲ b	۲/۱۰ c	۹۷/۶۲b
۱۵	۱/۶۰ d	۰/۵ b	۲ b	۳ a	۱/۶۵ d	۹۶/۵۴b
۲۵	۱/۷۵ d	۱/۲۷ a	۳ ab	۱ c	۱/۰۵ e	۸۲/۱۱c

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشند.

### تأثیر موتازن فیزیکی پرتو گاما بر صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی

با افزایش دز پرتو گاما تا ۵ گری افزایش معنی‌داری در میزان تجمع آنتوسیانین و فلاونوئید در گلبرگ‌ها (جدول ۵) به همراه تغییر رنگ در گل از سفید به رنگ آبی روشن مشاهده شد که با نتایج پژوهش‌هایی بر روی گل داودی و گل‌های Chick peat، Sesame و French bean همخوانی دارد [۲۰ و ۲۷]. تغییر در رنگ گل در تیمار ۵ گری ممکن است به علت جهش در چند ژن غالب کنترل‌کننده سنتز آنتوسیانین‌ها باشد [۴۶]. در گل *Torenia hybrida* ایجاد گل‌های زردرنگ به دلیل تغییر در ژن‌های DFR<sup>۱</sup> و CHS<sup>۲</sup> است که در سنتز آنتوسیانین دخالت دارند [۴۸].

جهش ناشی از پرتو گاما در مسیر بیوسنتز رنگ‌دانه‌ها تأثیر دارد [۲۱]، همچنین آنتوسیانین‌ها و فلاونوئیدها ترکیبات شیمیایی از گروه پلی‌فنل‌ها هستند که به عنوان آنتی‌اکسیدانت عمل می‌کنند [۴۳] و با توجه به این‌که متابولیسم آنتی‌اکسیدانت‌ها در توانایی گیاه برای زنده ماندن در برابر تنش‌های اکسیداتیو مؤثر است [۴۱]، با افزایش پرتو گاما، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت برای محافظت از سلول‌های زنده در برابر اثرات استرس پرتو گاما افزایش می‌یابد [۲۲]. همچنین در زیر شرایط استرس ناشی از دزهای بالای پرتو گاما، تولید رادیکال‌های آزاد افزایش یافته که بر رفتار کروموزومی تأثیر داشته و سبب افزایش کروموزوم‌های غیرنرمال می‌گردند [۴۱] که ممکن است، علت ایجاد گل‌های غیرنرمال در تیمار ۲۵ گری که

1. Dihydroflavonol 4- reductase
2. Chalcone synthase



با افزایش تجمع آنتوسیانین‌ها و فلاونوئیدها همراه بوده، باشد.

با افزایش دز پرتو از ۵ تا ۲۵ گری افزایش معنی‌داری در تجمع کارتنوئید در گلبرگ‌ها نسبت به شاهد، مشاهده گردید (جدول ۵)؛ که این نتیجه با نتایج پژوهشی در گیاه اسپرس مشابه است [۴۴]. کارتنوئیدها نقش مهمی در حفاظت نوری کلروفیل از خسارت‌های فتواکسیداتیو دارند [۴۲] که ممکن است یکی از علل افزایش تجمع کارتنوئیدها با ایجاد استرس ناشی از افزایش دز پرتو گاما باشد.

با افزایش دز پرتو گاما از ۵ تا ۱۵ گری افزایش معنی‌داری در میزان تجمع کلروفیل کل در برگ‌ها مشاهده‌شده و با افزایش دز پرتو از ۵ تا ۲۵ گری از میزان کلروفیل کاسته شد (جدول ۵). این نتیجه با نتایج پژوهش‌هایی در گیاه اسپرس همخوانی دارد [۴۴ و ۴۸]. با افزایش دز پرتو گاما از ۱۵ تا ۲۵ گری کاهش معنی‌داری در میزان تجمع کلروفیل کل در برگ‌ها مشاهده گردید. پرتو گاما در دزهای بالا فعالیت آنزیم کلروفیل را افزایش داده و سبب کاهش محتوای کلروفیل می‌شود [۳۲]. هم‌چنین این پرتو در ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه دخالت داشته و اثراتی را در توازن هورمونی، تبادل گازها در برگ، تبادلات آبی و فعالیت‌های آنزیمی در گیاهانی که با دزهای بالای اشعه گاما پرتوده‌ی شده بودند ایجاد نموده و این تأثیرات تغییراتی را در ساختار سلولی و متابولیسم گیاه مانند، متورم شدن پوسته‌های تیلاکوئیدها، تغییر در فتوسنتز، نوسان در سیستم آنتی‌اکسیدانت‌ها و تجمع ترکیبات فنولیکی القا می‌کند [۳۲] و با توجه به این‌که کلروپلاست‌ها و به‌ویژه تیلاکوئیدها در مقایسه با سایر اندام‌های گیاه نسبت به پرتو گاما شدیداً حساس بوده و با افزایش دز پرتو گاما، تیلاکوئیدها به‌شدت متورم شده و آماس می‌کنند، سبب کاهش معنی‌داری در محتوای کلروفیل و درنهایت

محتوای فتوسنتز می‌شود [۴۸]. با کاهش محتوای کلروفیل رنگ برگ نیز روشن‌تر شد (جدول ۳).

با افزایش دز پرتو گاما از ۵ تا ۲۵ گری افزایش معنی‌داری در میزان تجمع پرولین مشاهده گردید (جدول ۵) که با نتایج پژوهشی در *Triticum aestivum* تحت تیمار پرتو گاما، مشابه است [۱۵]. دزهای بالای اشعه گاما استرس‌های اکسیداتیو را القا می‌کنند و یکی از مکانیسم‌های حفاظتی گیاه در برابر استرس، سنتز پرولین است [۲۳ و ۱۸]. پرولین به تنظیم اسمزی در سطح سلول کمک کرده و به‌عنوان محافظ آنزیمی و ایجاد ثبات در ساختار ماکرومولکول‌ها ایفای نقش می‌کند [۴۶]. پرولین هم‌چنین به‌عنوان گیرنده اصلی نیتروژن و انرژی برای استفاده در مقابله با استرس‌ها عمل می‌کند. پرولین در تنظیم اسمزی برگ شرکت کرده و سبب افزایش پایداری غشا تحت شرایط تنش می‌شود. هم‌چنین تجمع پرولین به دتوکسیفیکیشن رادیکال‌های آزاد کمک می‌کند [۳۸]. به‌هرحال خاصیت هیدروفیلیسیستی<sup>۱</sup> پرولین کمک می‌کند جایگزین مولکول‌های آب اطراف اسید نوکلئیک در مدت کمبود آب شوند؛ بنابراین تعامل پرولین و دم غیرآبی سطح پروتئین به افزایش ثبات پروتئین‌ها و مقابله با استرس کمک خواهد کرد [۲۹] و در زنده‌ماندن بیشتر زنبق پیازی پرسیکا در مقابل استرس موتاژن فیزیکی پرتو گاما نقش مؤثری داشته است.

تیمار ۵ گری پرتو گاما تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد در میزان کربوهیدرات کل در گلبرگ‌ها نداشت، ولی با افزایش دز موتاژن فیزیکی، افزایش معنی‌داری در میزان کربوهیدرات کل در گلبرگ مشاهده گردید (جدول ۵) که با نتایج پژوهشی در *Pterocarpus santalinus* همخوانی دارد [۱۲]. علت افزایش تجمع کربوهیدرات در دزهای بالاتر

1. Hydrophilicity

با افزایش دز پرتوگاما فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی مانند پلی‌فنل‌اکسیداز افزایش یافته است تا به گیاه برای زنده ماندن در برابر تنش‌های اکسیداتیو کمک کند [۴۱].

#### تأثیر پرتوگاما بر قدرت حیات دانه گرده

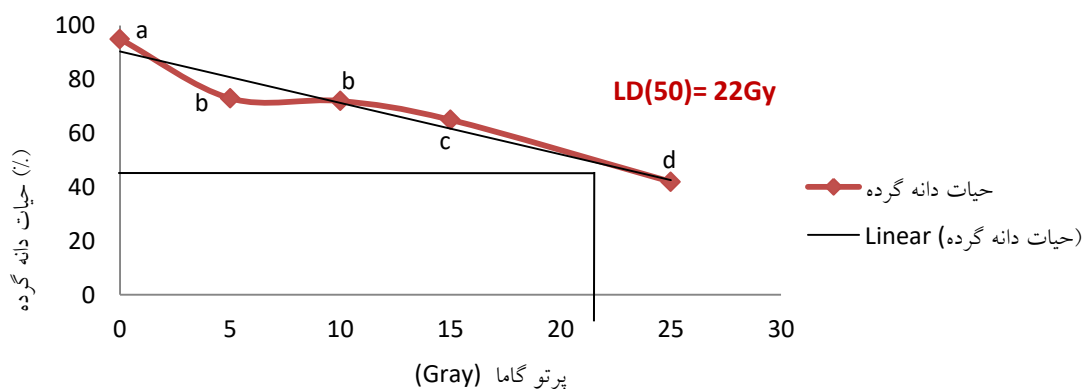
با افزایش دز پرتوگاما کاهش معنی‌داری در درصد بقا دانه گرده مشاهده گردید (نمودار ۲).  $LD_{50}$  دانه‌های گرده پرتودیده ۲۲ گری بود. این نتیجه با نتایج اراتان [۱۹] که بیان کرد با افزایش دز پرتوگاما قدرت حیات دانه گرده کاهش معنی‌داری می‌یابد، مشابه است. جدا شدن نامساوی کروموزوم و کروماتیدها در مرحله آنافاز به تشکیل غیرنرمال تترادها منتهی شده و سبب عقیم شدن دانه‌های گرده می‌شوند [۱۹].

پرتوگاما ممکن است به این دلیل باشد که دزهای بالای پرتوگاما در گیاه ایجاد تنش نموده و گیاه با تجمع کربوهیدرات، از سلول تحت شرایط استرس ناشی از دزهای بالای پرتوگاما، به‌وسیله ایجاد توازن تعادل اسمزی بین سیتوپلاسم، واکوئل و محیط خارجی محافظت می‌کند [۳۹]. با افزایش دز پرتو تا ۲۵ گری افزایش معنی‌داری در تجمع آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز مشاهده شد (جدول ۵) که با نتایج مونگیو و همکاران [۳۱] مشابه است. با توجه به این‌که پرتوگاما یک اشعه یونیزه‌کننده است و با اتم‌ها و مولکول‌هایی که تولید رادیکال آزاد در سلول می‌کنند، تعامل دارد. این رادیکال‌ها می‌توانند به اجزای مهم ترکیبات سلول گیاهی صدمه بزنند و افزایش رادیکال‌های آزاد می‌تواند اختلالات کروموزومی را نیز افزایش دهد [۲۵]. به‌همین دلیل

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های تأثیر پرتوگاما بر صفات بیوشیمیایی

دز (Gy)	آنتوسیانین (مول بر گرم)	فلاونوئید کل (مول بر گرم)	کارتونوئید (میلی‌گرم بر گرم)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم)	پرولین (میکرومول بر گرم)	کربوهیدرات کل (میلی‌گرم در گرم)	پلی‌فنل اکسیداز (میکرومول در دقیقه در گرم)
۰	۰/۰۶c	۰/۳۱ b	۰/۵۹۵b	۱/۰۸۳ b	۲/۱ e	۱/۷ d	۰/۱۷ c
۵	۱/۸۷ a	۲/۰۶ a	۰/۷۲۷ ab	۱/۰۹۹ b	۳/۶ dc	۱/۹ cd	۰/۲ c
۱۰	۰/۷۹۶ b	۰/۸۵۲ b	۰/۷۷۱ ab	۱/۱۴۵ ab	۳/۹ c	۲/۶ b	۰/۲۳ bc
۱۵	۰/۸۴۲ b	۰/۸۹۹ b	۰/۸۱۸ ab	۱/۱۵۷ ab	۴/۲ bc	۲/۴ bc	۰/۲۸ ab
۲۵	۱/۶۸۲ a	۱/۹۴۳ a	۱/۱۳۱ a	۰/۶۵۳ c	۵/۳ a	۲/۸ a	۰/۳۲ a

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشند.



نمودار ۲. نمودار مقایسه میانگین‌های تأثیر پرتوگاما بر درصد بقای دانه گرده

به‌نژادی گیاهان زراعی و باغی

دوره ۴ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۵

### تأثیر موتازن فیزیکی پرتوگاما بر ویژگی‌های سیتوژنتیکی

با افزایش دز پرتوگاما کاهش معنی‌داری در طول کل کروموزوم‌ها نسبت به شاهد مشاهده شد (جدول ۷) که با نتایج برزویی [۱۳] همخوانی دارد. با افزایش دز پرتوگاما از ۱۰ تا ۱۵ گری کاهش معنی‌داری در تعداد کروموزوم‌ها نسبت به شاهد و تیمار ۵ گری مشاهده گردید و سلول‌های سوماتیک گیاهی فاقد یک جفت کروموزوم شده ( $2n-2$ ) و تعداد کروموزوم‌های آن‌ها  $2n=36$  بود. با افزایش دز موتازن فیزیکی تا ۲۵ گری کاهش معنی‌داری در تعداد کروموزوم‌ها نسبت به شاهد و سایر تیمارها مشاهده گردید. تعداد کروموزوم‌ها در این تیمار  $2n=35$  و نسبت به تیمار شاهد دارای کروموزوم‌های کمتری بود. با توجه به این‌که تعداد کروموزوم‌های سوماتیکی در این تیمار نیز مضرب صحیحی از کروموزوم‌های پایه نبود، در این تیمار نیز آنئوپلوئیدی ایجاد شده ( $2n=2-1$ ) است. آنئوپلوئیدها به دلیل نداشتن بعضی از همولوگ‌های کروموزومی دارای مرفولوژی غیرطبیعی هستند و از رشد کمتری برخوردار هستند زیرا به دلیل عدم تعادل کروموزومی، فعالیت فیزیولوژیکی مجموعه کروموزوم‌ها، کامل نمی‌باشد. این گیاهان فاقد کیفیت لازم در مقایسه با گیاه طبیعی بوده و قابلیت زنده ماندن آن‌ها نیز کمتر از گیاهان دیپلوئید است [۳]. از دست رفتن کروموزوم در گیاهان تیمار شده به اختلالات آنافازی، عدم تفکیک صحیح کروموزوم‌ها و پراکنش غیرطبیعی کروموزوم‌ها در

سلول‌های پرتودیده نسبت داده می‌شود [۱۴]. صفات مرفولوژیکی بررسی‌شده در زنبق پرسیکا نیز نشان‌دهنده این مطلب بود.

با افزایش دز موتازن فیزیکی درصد TF (شاخص درصد شکل کلی کاریوتیپ) کاهش معنی‌داری یافته و کاریوتیپ‌ها از تقارن کروموزومی کمتری نسبت به شاهد برخوردار بودند. همچنین با افزایش دز پرتوگاما درصد کروموزوم‌های غیرنرمال بیشتر شده و اختلالات کروموزومی شامل Bridge و کروموزوم‌های isolated مشاهده گردید (جدول ۷). در این تیمارها گل‌ها نیز دارای مرفولوژی غیر نرمال بودند که با نتایج اسپارو و همکاران [۴۰] و تودی [۴۵] همخوانی دارد. هر تغییری در سطح کروموزوم‌ها در مسیر بعضی از واکنش‌های شیمیایی تأثیر گذاشته و یا پرتو به‌طور مستقیم سبب تحریک این مسیرها و در نتیجه رشد غیرطبیعی در گیاه می‌شود [۲۲]. در دز ۵ گری پرتوگاما تغییری در تعداد کروموزوم‌ها مشاهده نگردید ولی تقارن کاریوتیپی نسبت به شاهد کمتر شده و گل‌هایی با رنگ آبی آسمانی ایجاد شد. همچنین کروموزوم غیرنرمال Isolated در این تیمار مشاهده شد که ممکن است علت تغییر رنگ گل‌ها وقوع این انحراف کروموزومی باشد. با افزایش دز موتازن فیزیکی از ۱۰ تا ۲۵ گری علاوه بر تغییر در تعداد کروموزوم‌ها اختلالات کروموزومی بیشتری نیز مشاهده شد که شامل کروموزوم‌های غیرنرمال Bridge و Isolated بودند.

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های تأثیر پرتوگاما بر صفات سیتوژنتیکی

دز (Gy)	طول کل کروموزوم ( $\mu m$ )	کروموزوم‌های غیرنرمال (%)	تعداد کروموزوم‌ها $2n$	TF (%)	اختلالات کروموزومی (N)
					Isolated Bridge
۰	۱۲۹/۵ a	-	۳۸ a	۴۲/۹۸ a	- -
۵	۱۲۸/۰ a	۱/۵۰ cd	۳۸ a	۴۰/۱۱ b	۱ b -
۱۰	۱۰۶/۱ b	۳ bc	۳۶ b	۳۷/۰۶ d	۱ b ۱ ab
۱۵	۱۰۸/۳ b	۴/۵۰ ab	۳۶ b	۳۹/۱۲ c	۳ a -
۲۵	۹۱/۶۴ c	۶ a	۳۵ c	۳۶/۲۵ e	۰ b ۳ a

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشند.

## نتیجه گیری

LD<sub>50</sub> برای گیاه زنبق گونه پرسیکا، ۱۵ گری و برای دانه های گرده آن ۲۲ گری تعیین شد. افزایش دز موتاژن فیزیکی پرتوگاما تا ۵ گری سبب تغییرات مورفولوژیکی بیشتری در گیاه شد، گل ها نسبت به شاهد ۱۲ روز زودتر باز شدند و میزان تمایل گل ها به سمت رنگ آبی روشن نسبت به سایر تیمارها و شاهد (گل های سفیدرنگ) بیشتر بود. هم چنین در این تیمار افزایش معنی داری در میزان تجمع آنتوسیانین و فلاونوئید کل در گلبرگ ها مشاهده گردید. با افزایش شدت پرتوگاما تا ۲۵ گری کاهش معنی داری در ویژگی های مرفولوژیکیو افزایش معنی داری در تجمع کارتنوئید در گلبرگ ها، کلروفیل کل، پرولین، کربوهیدرات کل و فعالیت پلی فنل اکسیداز مشاهده گردید. هم چنین با افزایش دز پرتوگاما کاهش معنی داری در طول کروموزوم ها و شاخص درصد شکل کلی کروموزوم ها مشاهده و درصد کروموزوم های غیرنرمال بیشتر شد و اختلالات کروموزومی شامل Bridge و Isolated مشاهده گردید. با توجه به نتایج حاصل، دز ۵ گری تأثیر معنی داری در جهت تغییر رنگ در گل زنبق گونه پرسیکا داشته و می تواند جهت کارهای اصلاحی مربوط به تغییر رنگ و به نژادی این گیاه مورد توجه قرار گرفته و توصیه می گردد که دزهای پایین تر از ۵ گری جهت اصلاح زنبق گونه پرسیکا مدنظر قرار گیرد.

## منابع

۱. جلیلی مرنندی ر (۱۳۹۱) فیزیولوژی پس از برداشت. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه. ۵۱۷-۵۵۱.
۲. حسیبی پ (۱۳۸۶) بررسی فیزیولوژیکی اثر تنش سرما در مرحله گیاهچه ای ژنوتیپ های مختلف برنج. رساله دکتری دانشگاه شهید چمران اهواز. ۱۴۵.
۳. ربیعی و و جزقاسمی س (۱۳۹۲) روش های کاربردی آزمایشگاهی در علوم باغی و زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی آذربایجان غربی.
۴. عالی شاه ع و امیدی م (۱۳۸۷) روش های آزمایشگاهی سیتوزنتیک، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.
۵. فرحناکی ع عسکری ح. و مصباحی غ (۱۳۸۸). تحلیل تغییرات رنگ رطب در طی خشک کردن با خشک کن کابینی با استفاده از روش عکسبرداری دیجیتال. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. ۲.
۶. مجد ف و اردکانی م ر (۱۳۸۲). تکنیک های هسته ای در علوم کشاورزی. انتشارات دانشگاه تهران.
۷. نعمت زاده ق و کیانی غ (۱۳۸۹) اصلاح نباتات (روش های کلاسیک). انتشارات پژوهشکده برنج و مرکبات.
8. Amano E and Takashi Y (2001) Radiation sensitivity of plants, Inst. Rad. Breed. Inst. of Veg. Orn. Plants and Tea, pp. 1-18.
9. Arnon D I (1949) Plant physiology, pp. 1-24
10. Arias D (2007) Calibration of LAI-2000 to estimate leaf area index and assessment of its relationship with stand productivity in six native and introduced tree species in Costa Rica. Forest Ecology and Management, 247: 185-193.
11. Akshatha K and Chandrashekar R (2013) Effect of gamma irradiation on germination growth and biochemical parameters of *Pterocarpus santalinus*, and endangered species of eastern chats, European journal of experimental biology, 3(2):266-270.
12. Austin C (2005) Irises a gardeners encyclopedia, Timber Press. pp. 54-103
13. Borzouei A, Kafi M, Sayahi R, Rabiei A and Sayed-Amin P (2013) Biochemical response of two wheat cultivars (*Triticum aestivum*) to gamma radiation. Pak. J. Bot, 45(2): 473-477.
14. Chen Z AC, Tracey Z, Meixue T, Amanda P, Bodapati N and Sergey S (2007) Compatible solute accumulation and stress- mitigating effects in barley genotypes contrasting in their salt tolerance, Environ. Exp. Bot, 58: 4245-4255.
15. Data SK (2009) Role of classical mutagenesis for development of new ornamental varieties, Food and agriculture organization of the united nation, pp. 300-302.
16. Datta SK (2009) A report on 36 years of practical work on crop improvement through induced mutagenesis, Food and agriculture organization of the united nation, pp. 253-256.

17. Datta SK and Basu RK (1977 ) Abnormal plant growth in M1 and C1 generation of two species of *Trichosanthes*, Transactions of Bose Research Institute, 40(3): 63-67.
18. Esfandiari E, Shakiba MR, Ahboob SA, Alyari H and Shahabirand S(2008) The effect of water stress on antioxidant content, protective enzyme activities, proline content and lipid per oxidation in seedling wheat, Pak. J. Biol. Sci, 11(15).
19. ErtanSK (2009) Influence of gamma irradiation on pollen viability, germination ability and fruit and seed-set of pumpkin and winter squash, African journal of biotechnology, 8(24): 6918-6926.
20. GuangSY, Lang WZ and Yun GK(2007) Karyotypical studies on thirteen Iris plants from China, Acta phytotaxonomica Sinica, 45(5): 601-618.
21. Girija M, Dhanavel D and Gnanamurthy S(2013) Gamma rays and EMS induced flower color and seed mutants in coepea (*Vigna unguiculatal*. Walp), Advances in applied sxience research, 4(2): 134-139.
22. Gunckel JE and Sparrow AH, 1961. Ionizing radiation, biochemical, physiological and morphological aspects of their effects on plants, Encycl. Plant physiol. Springer verlag,berlin, pp. 555-611.
23. Irigoyn JJ, Emerich DW, and Sanchez M (1992) Water stress induced change in concentration of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants, Physiol. Plant, 84: 55-60.
24. Jala A (2011) Morphological change due to effects of acute gamma ray on wishbone flower (*Torenia fourmieri*) in vitro, International transaction journal of engineering management and applied sciences and technologies, 4(2):375-383.
25. Koing A, Lai A, Hussein S and Harun AR(2008) Physiological responses of *Orthosiphon stamineus* plantlets to gamma irradiation, Awer-eurasian.J.Sustain Agric, 2: 135-149.
26. Krizek DT, Kramer GF, Upadyaya A and Mirecki RM(1993) UV-B response of Cucumber seedling grown under metal halide and high pressure sodium deluxe lamps, Physiol. Plant, 88: 350-358.
27. Levan A, Fredge K and Sandberg A (1964) Nomenclature for centromeric position on chromosome. Hereditas, 52: 201-220.
28. Levitt J (1980) Responses of plants to environmental stress:water. Radiation. Salt and other stress, Academic press. New york, 520.
29. Miodzinska E (2009) Survey of plant pigments. Molecular and environmental determinants of plant colors, Acta biologica cracoviensia series botanica, 51(1): 7-16.
30. Mohajer S, Taha RM, Lay MM, Esmaeili AK and Khalili M(2014) Stimulatory effects of gamma irradiation on phytochemical properties, mitotic behavior, and nutritional composition of Saindoin (*Onobrychis viciifolia scop*), The sciebtific world journal, 9.
31. Mongaiyarkarasi R, Ciriya M and Gnanamurthy S(2014) Mutagenic effectiveness and efficiency of gemma rays and ethyl methane sulphonate in *Catharanthus roseus*, Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci, 3(5): 881-889.
32. Moghaddam S, Jaafar H, IbrahimR, Rahmat A, Aziz AM and Philip E(2011) Effects of acute gamma irradiation on physiological traits and flavonoid accumulation of *Centlla asiatica*, Molecules, 16(6): 4994-5007.
33. Ozkan M and Kandemir NSG(2001) Karyological study on some endemic Iris l. species from turkey, J.Bot, 33(2): 167-171.
34. Patil, SD., Patil, HE. and Dhaduk, BK. (2010a). Response of gamma radiation on vegetative and floral characters of commercial varieties of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.), Abst. National Symposium on Life Style Floriculture: Challenges and Opportunities, YSPU H&F, Nauni, Solan (H.P.), pp. 21.
35. Rahimi VM, Sadat-Hosseini Grouth A, Solymani N, Bahermmand B and Meftahizade H(2011) Assessment of cytological and morphological variation among Iranian native Iris species, African journal of biotechnology, 10(44): 8805-8815.
36. RanganaS (1977) Mannual for analysis of fruit and vegetable products, TATA Mcgraw hill co. PVT. ITD. New Delhi,pp. 73-76.
37. Rodríguez G, Strecker J, Brewer M, GonzaloMJ, Anderson C, LangL, SullivanD, WagnerE, Strecker B, DrushalR, DujmovicN, FujimuroK, Josh ThomasJ, GraySand Knaap E(2010)Tomato Analyzer User Manual Version 3. Ohaio university.
38. Sheligl HQ (1986) Die verwertung orgngischer souren durch chiorella lincht, Planta Journal, pp. 47- 51.
39. Suzuki KI, Xue HM, Tanka Y, Fukuchi-Mizutani M, murakami Y, Katsumoto Y, Tsuda S and Kasumi T(2000) Flower color

- modification of torenia hybrid by cosuppression of anthocyanin biosynthesis genes, Mol. Breed, 6:239-246.
40. Sparrow AH, Moses MJ and Dubow R (1952) Relationship between ionizing radiation chromosomes breakage and certain other nuclear disturbances, Experimental cell research suppl, 2: 245-267.
  41. Singh BD (1996) Mutation induction and detection, Kalyani publishers, Ludhiana.
  42. Strid A, Chow W and Anderson J (1990) Effects of supplementary gamma irradiation on photosynthesis in *Pisum sativum*. Biochemistry, pp.260-268.
  43. Taheri STL, Abdullah Z, Ahmad Z and Abdullah NAP (2014) Effect of acute gamma irradiation on *Curcuma alismatifolia* varieties and detection of DNA polymorphism through SSR marker, Biomed research international.
  44. Thohirah LA, Johari E and Nazir M (2009) Change in flower development, chlorophyll mutation and alteration in plant morphology of *Curcuma Alismatifolia* by gamma irradiation, Amer.J. Applied Sci, 6(7): 1436-1439.
  45. Thoday JK (1951) The effects of ionizing radiations on the broad bean root. IX. Chromosomes breaks and the lethality of ionizing radiations to the root meristem. British Journal of Radiology, 24: 572- 576, 622-628.
  46. Witham FH, Blaydes DF and Devlin RM (1971) Experiments in plant physiology. Van nostrand new york. 245.
  47. Wagner GJ (1979) Content and vacuole/extra vacuole distribution of natural sugars, Free amino acid and Anthocyanins in protoplasts, Plant physiology, 64: 88-93.
  48. Wipaporn ST, Thunya JP and Shinji K (2011) Effects of gamma ray irradiation in plant morphology of interspecific hybrids between *Torenia foynieri* and *Torenia baillonii*, Kasetsart. J, 45: 803-810.



**Breeding of Agronomic  
and Horticultural Crop**  
(Journal of Agriculture, University of Tehran)

Vol. 4 ■ No. 1 ■ Spring & Summer 2016

**The assessment and feasibility of breeding study in *Iris persica* by gamma-ray**  
Somaye Joz-Ghasemi<sup>1\*</sup>, Vali Rabiei<sup>2</sup>

1. Ph.D. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Zanzan, Zanzan, Iran.

2. Associate Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Zanzan, Zanzan, Iran.

Received: February 28, 2016

Accepted: August 27, 2016

**Abstract**

The effect of gamma rays was studied on the feasibility of breeding the *Iris persica* L. The experimental design was a randomized complete block design with 4 replications in a farm located in the Khorramdarreh city and Biotechnology Institute of Zanzan since 2012 to 2014 years. In this experiment, were investigated the morphological, physiological, biochemical and cytogenetic changes. LD50 were determined 15 Gy for *Iris persica* plant and 22Gy for pollen grain. Increase physical mutagen dose of 5 Gy of gamma radiation was to cause morphological changes in the plant, flowers were opened 12 days earlier than control, and the tendency towards were higher bright blue flowers compared to other treatments and control (white flowers). Also in this treatment was observed petals a significant increase in the accumulation of anthocyanins and total flavonoids. With the increase in gamma radiation to 25 Gy was observed the significant decrease in morphological characteristics, But by increasing the dose of physical mutagen, a significant increase was observed in the accumulation of carotenoids in the petals, total chlorophyll, proline, carbohydrate and polyphenol oxidase activity, also, by increasing the dose of gamma rays observed a significant reduction in the length of chromosome and significantly lower the percentage of TF, and were increase the percentage of abnormal chromosomes, and chromosomal abnormality were observed includes Bridge and Isolated. According to the results, 5 Gy dose had significant effect to breeding *Iris persica* and can be considered for revision and plant breeding.

**Keywords:** Anthocyanin, chromosome, flower color, polyphenol oxidase, proline, total carbohydrate.