

تأثیر پرتوتابی با اشعه گاما بر برخی ویژگی های مرتبط با رشد گیاهچه های گندم در شرایط گلخانه

اعظم، برزوئی*؛ بهنام، ناصریان خیابانی؛ فاطمه، آجیلی

سازمان انرژی اتمی ایران - پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای - پژوهشکده کشاورزی، پزشکی و صنعتی هسته ای کرج

چکیده

به منظور تأثیر اشعه گاما بر برخی از خصوصیات گیاهچه ای گندم، آزمایشی به صورت فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی و با ۳ تکرار در در پژوهشکده تحقیقات کشاورزی، صنعتی و پزشکی کرج انجام گرفت. بذور دو رقم گندم ارگ و بم و دزهای ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ گری به همراه نمونه های شاهد (بدون پرتوتابی)، تیمار های این آزمایش را تشکیل دادند. صفات طول و حجم ریشه، ارتفاع گیاه، طول آخرین برگ توسعه یافته، درصد ماده خشک اندام هوایی و ریشه در آزمایش دوم ارزیابی شد. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که سطوح مختلف پرتو گاما سبب کاهش معنی دار ارتفاع گیاه و درصد ماده خشک ریشه شد و در سایر صفات اندازه گیری شده به لحاظ آماری اختلاف معنی داری مشاهده نشد. ضریب تبیین دز پرتوتابی با ارتفاع گیاه ۰/۹۷ محاسبه شد و دزی که باعث ۵۰ درصد کاهش رشد در این صفت گردید، ۱۷۱ گری بود.

مقدمه

مردم کشورهای خاورمیانه و خاور نزدیک حدود ۷۰ درصد از کالری مورد نیاز خود را از نان و سایر غذاهایی که با گندم و آرد تهیه می شود بدست می آورند. در ایران نیز بیش از ۹ درصد کالری مصرفی مردم را مواد غذایی گیاهی تشکیل می دهد و از این میان غلات ۶۳ درصد را به خود اختصاص داده است (۱). زیربنایی ترین روش های افزایش عملکرد در واحد سطح، تحقیقات روی بذور گندم به منظور ایجاد واریتهایی با عملکرد بالا می باشد که از اهمیت ویژه ای برخوردار است (۲ و ۸). ایجاد، شناسایی و توسعه کشت ژنوتیپ های گندم پرمحصول و متحمل در مقابل تنش های محیطی بویژه خشکی و گرما در دیمزارهای نیمه-گرمسیری، تحقق بخشی از این مهم را امکان پذیر می سازد (۵). امروزه کاربرد فناوری هسته ای به عنوان تحولی جدید در تحقیقات کشاورزی، بخصوص در اصلاح نباتات و تولید موتانت های جدید مورد توجه قرار گرفته است (۳). موتازن های فیزیکی که اغلب شامل پرتوها و تشعشعات می باشند، به عنوان ابزاری مناسب در اصلاح نباتات برای غنی کردن ژرم پلاسما و بهبود ارقام شناخته شده اند (۱۲). در این راستا اولین قدم در اصلاح به کمک پرتو گاما (به عنوان یکی از موثرترین موتازن های فیزیکی)، بررسی اثرات پرتو تابی بر ویژگی های جوانه زنی بذور و رشد گیاهچه ها، به منظور تعیین دز مناسب پرتو دهی است که با استفاده از آن جمعیت با تنوع ژنتیکی مناسب ایجاد شود (۳). به همین منظور این آزمایش با هدف بررسی تأثیر

دزهای مختلف پرتو گاما بر روی برخی از ویژگیهای رشدی گیاهچه های گندم به منظور تعیین دز مطلوب پرتوتابی با اشعه گاما به انجام رسید.

مواد و روش ها

جهت بررسی صفات مورفولوژیکی گندم از قبیل درصد ماده خشک اندام هوایی و ریشه، ارتفاع ساقه، حجم و طول ریشه، آزمایشی بصورت فاکتوریل با ۳ تکرار (هر تکرار شامل یک سینی کاشت) انجام شد. تیمارهای مورد آزمایش دو رقم ارگ و بم و دزهای مورد مطالعه شاهد (بدون پرتوتابی)، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ گری بود. ابتدا قوه نامیه بذور گندم، رقم های بم و ارگ اندازه گیری شد. از آنجا که دامنه مطلوب رطوبت به منظور پرتودهی ۱۱ تا ۱۳ درصد است (۶)، مقدار ۲۰۰ گرم از هر رقم توزین و میزان رطوبت بذور توسط دستگاه رطوبت سنج مدل $PM600$ ، در تاریخ ۹۰/۲/۱۳ تعیین گردید. پس از اینکه بذور از نظر رطوبت در دامنه مطلوب (۱۱-۱۳ درصد) قرار گرفتند، در تاریخ ۱۳۹۰/۲/۱۴ بوسیله دستگاه گاماسل با چشمه کبالت ۶۰ و اکتیویته $5 \times 10^3 \text{ Ci}$ پرتوتابی انجام گردید. در این طرح از دزهای ۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ گری استفاده شد. پس از پرتودهی بذورهای ارقام مورد نظر در سینی کشت و در شرایط گلخانه کاشته شدند. درون هر سینی کشت را با خاک پیت پر کرده سپس در هر قسمت از سینی ۲ بذر قرار داده شد، بطوری که در مجموع از هر تیمار ۴۰ بذر کاشته شد. شرایط حاکم بر تمام سینی ها از نظر دما و رطوبت یکسان بود (دمای 28 ± 2 ، شدت روشنایی ۴۵۰۰ لوکس، دوره روشنایی ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) و روزانه سینی های کشت از نظر رطوبت بررسی شدند. ۱۲ روز بعد از کاشت بذورهای پرتوتابی شده، برداشت نمونه ها انجام گرفت. از هر تیمار بطور تصادفی ۷ نمونه برداشت و صفاتی از قبیل ارتفاع اندام هوایی، درصد ماده خشک اندام هوایی، طول و حجم ریشه، درصد ماده خشک ریشه و طول آخرین برگ توسعه یافته اندازه گیری شد.

به منظور تعیین دز مناسب، نتایج بدست آمده در دو مرحله کشت، در قالب فاکتوریل بر مبنای طرح کامل تصادفی با استفاده از نرم افزار SPSS مورد آنالیز قرار گرفت. مقایسه میانگین ها با استفاده از روش دانکن و ترسیم نمودارها به کمک نرم افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث:

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف پرتو گاما بر ارتفاع گیاه و درصد ماده خشک ریشه تأثیر معنی داری داشت و در سایر صفات اندازه گیری شده به لحاظ آماری اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۱). نتایج تجزیه واریانس در جدول ۵ نشان داد که صفات طول و حجم ریشه و طول آخرین برگ توسعه یافته در ارقام ارگ و بم اختلاف معنی داری داشتند. میانگین صفات مذکور در رقم ارگ بالاتر از

رقم بم بود (جدول ۲). در سایر صفات میان ارقام اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۱). به نحوی که یافته‌ها نشان می‌دهد، با افزایش دز پرتوتابی ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد (۱۰).

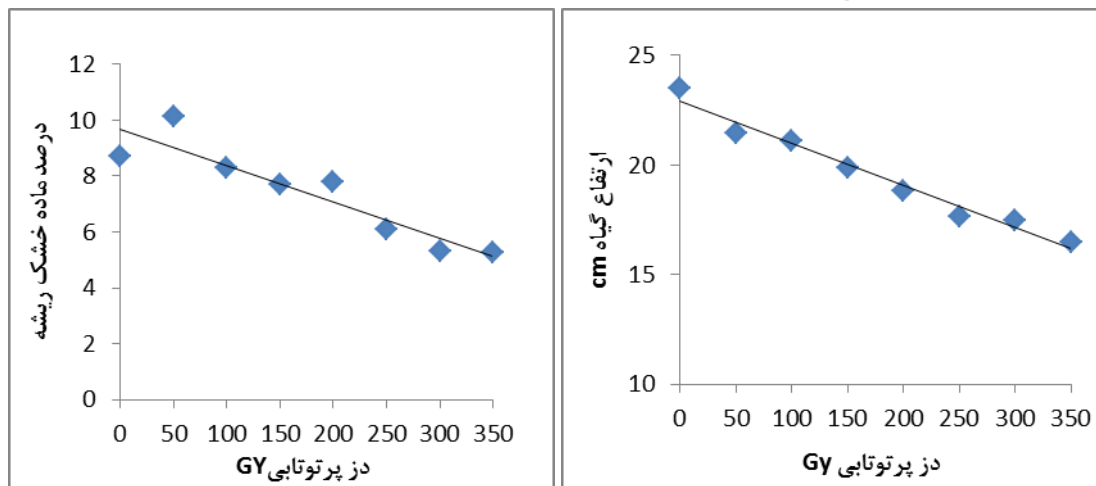
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در دو رقم گندم در مرحله کشت در گلخانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول ریشه	حجم ریشه	ارتفاع گیاه	طول آخرین برگ توسعه یافته	درصد ماده خشک اندام هوایی	درصد ماده خشک ریشه
رقم	۱	۲۳۱/۱۵**	۰/۴۷**	۶/۰۸۳ ^{ns}	۵۹/۷۴*	۲۷/۵۱ ^{ns}	۳۹/۵۷ ^{ns}
دز پرتوتابی	۷	۳/۶۳ ^{ns}	۰/۰۳۱ ^{ns}	۶۰/۳۴**	۱۱/۱۲ ^{ns}	۱۵/۴۳ ^{ns}	۴۲/۰۲*
رقم × دز پرتوتابی	۷	۱۷/۴۴ ^{ns}	۰/۰۲۶ ^{ns}	۱۶/۳۸ ^{ns}	۲/۴۲ ^{ns}	۲۱/۴۶ ^{ns}	۳۹/۳۲*
خطا	۴۸	۱۲/۷۰۹	۰/۰۲۶	۱۶/۶۱۱	۹/۸۴۷	۱۲/۸۳۹	۱۷/۵۸۳

** اختلاف معنی دار در سطح ۱٪، * اختلاف معنی دار در سطح ۵٪، ^{ns} عدم وجود اختلاف معنی دار

اثر متقابل رقم و دز پرتوتابی در تمام صفات به غیر از صفت درصد ماده خشک ریشه معنی دار نبود (جدول ۱) که نشان دهنده پایداری ظاهر صفات در سطوح مختلف پرتودهی است. سایر محققین نیز چنین نتایجی را بدست آوردند. ایرفاک و نواب (۱۳) ارقام مختلف گندم را با دزهای مختلف پرتوگاما (۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ کیلو راد) پرتودهی کردند، نتایج آن‌ها کاهش معنی دار ارتفاع گیاه، درصد بقاء و وزن هزاردانه در دزهای بالا را نشان داد. دین و همکاران (۱۱) روی ۵ ژنوتیب گندم با دزهای مختلف پرتو گاما (۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ کیلو راد) حساسیت به پرتو را بررسی کردند، آن‌ها دریافتند با افزایش دزهای پرتودهی ارتفاع گیاهچه کاهش معنی داری را نشان داد، همچنین دریافتند که اثر متقابل ژنوتیب و دز معنی دار نبود. برزویی و همکاران (۹) دو رقم گندم را با دزهای مختلف پرتوگاما (۱۰۰ و ۴۰۰ گری) تیمار دادند، نتایج آنها کاهش وزن خشک گیاهچه، طول ریشه و ساقه را با افزایش دز پرتودهی نشان داد. تبسوم و همکاران (۱۴) سه ژنوتیب برنج را تحت تأثیر دزهای مختلف پرتو گاما (۴۰۰-۵۰ گری) قرار دادند، آنان دریافتند سطوح مختلف پرتودهی اثر معنی داری روی طول ساقه و ریشه، وزن تر ریشه و ساقه، میزان کلروفیل، ارتفاع گیاه و باروری خوشه داشت. همچنین بیان کردند که ارتفاع گیاه با افزایش دز پرتودهی کاهش یافت و اثر متقابل ژنوتیب و دز برای صفات مذکور معنی دار نبود (۱۴). همانطور که در بخش قبل نیز اشاره گردید، کاهش رشد ناشی از پرتوتابی مهم‌ترین معیار جهت تعیین دز مناسب پرتوتابی می‌باشد که با توجه به معنی دار بودن تأثیر پرتو بر صفات ارتفاع گیاه و درصد ماده خشک ریشه (جدول ۱)، رابطه خطی بین آنها رسم گردید (شکل ۱). ضریب تبیین هر معادله‌ای بیشتر باشد، در این صورت آن صفت، معیار دقیق‌تر و مناسبتری برای تعیین دز مناسب خواهد بود (جدول ۳)، زیرا ضریب تبیین بالا بین دز و صفت اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد امکان تأثیر

گذاری عوامل دیگری به غیر از پرتو گاما بر روی صفت مذکور کمتر بوده و این صفت نسبت به سایر صفات به تیمار پرتو گاما بهتر پاسخ داده است (۷).



شکل ۱- روابط خطی بین دزهای پرتوتابی و صفات اندازه‌گیری شده در شرایط گلخانه (سینی کشت)

از آنجائیکه بیشترین و کمترین میانگین ارتفاع گیاه برای هر دو رقم مورد مطالعه، به ترتیب ۲۳/۲۵ و ۱۵/۷۸ سانتی‌متر بود، لذا با توجه به معادله حاصل از برازش خط، دزی که باعث ۵۰ درصد کاهش رشد در این صفت گردید، ۱۷۱ گری می‌باشد (جدول ۳). علت اینکه کاهش رشد ۵۰٪ نسبت به شاهد مبنای دز مناسب قرار می‌گیرد، این است که ۵۰٪ کاهش رشد برای اطمینان از وقوع موتاسیون لازم و ایجاد تنوع ژنتیکی، مناسب می‌باشد و ۵۰٪ باقیمانده یعنی عدم کاهش رشد نسبت به شاهد، برای اطمینان از عدم وقوع موتاسیون بیش از حد و نامناسب است (۳).

همانطور که در شکل ۱ مشخص است دز پرتوتابی با ارتفاع گیاه از ضریب تبیین بالاتری (۰/۹۷) در مقایسه با درصد ماده خشک ریشه برخوردار بود (جدول ۳). این نتایج با گزارشات حاصل از سایر محققین مبنی بر اینکه اندازه‌گیری ارتفاع گیاه یکی از بهترین شاخص‌های تعیین دز بهینه می‌باشد، هماهنگی دارد (۴، ۷ و ۱۲).

البکاری و همکاران (۶) برای تعیین دز مناسب القای موتاسیون، دانه‌های چهار رقم گندم محلی را در معرض دزهای مختلف اشعه گاما (۵۰-۵۰۰ گری) قرار دادند، بررسی‌ها نشان داد ارتفاع گیاهچه با افزایش دز پرتو دهی در تمام ارقام کاهش یافت. همچنین به منظور تعیین دز پرتوتابی که حداقل آسیب DNA، کاهش موتاسیون‌های نامناسب و القای بیشترین فراوانی موتاسیون را داشته باشد، GR_{۵۰} ارتفاع گیاهچه معیار سنجش قرار گرفت و پرتوهای با دز بین ۲۰۰ و ۲۵۰ گری در سه رقم از گندم‌های مورد آزمایش و دزهای پرتو بین ۱۵۰ و ۲۰۰ گری در یک رقم دیگر را به عنوان دزهای مناسب برای القای موتاسیون معرفی کردند (۶).



جدول ۲- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در دو رقم گندم با سطوح مختلف دزهای پرتوتابی در مرحله کشت گلخانه

تیمار	طول ریشه (cm)	حجم ریشه (cm ³)	ارتفاع گیاه (cm)	طول آخرین برگ توسعه یافته (cm)	درصد ماده خشک اندام‌هوایی	درصد ماده خشک ریشه
رقم ارگ	۱۳/۲۰ ^a	۰/۲۸۹ ^a	۲۰/۳ ^a	۱۳/۹۷ ^a	۱۴/۹۸ ^a	۸ ^a
رقم بم	۱۰/۳۹ ^b	۰/۱۶۴ ^b	۱۹ ^a	۱۲/۸۳ ^b	۱۴/۳۴ ^a	۶/۸۱ ^a
شاهد	۱۰/۹۰ ^a	۰/۲۸ ^a	۲۳/۵۲ ^a	۱۱/۷۲ ^a	۱۵/۵۰ ^a	۸/۷۱ ^{ab}
۵۰ Gy	۱۳/۹۰ ^a	۰/۲۵ ^a	۲۱/۴۶ ^{ab}	۱۳/۹۰ ^a	۱۳/۷۵ ^a	۵/۲۵ ^b
۱۰۰ Gy	۱۳/۴۴ ^a	۰/۲۰ ^a	۲۱/۱۱ ^{abc}	۱۳/۴۴ ^a	۱۶/۰۶ ^a	۱۰/۱۲ ^{ab}
۱۵۰ Gy	۱۴/۴۴ ^a	۰/۲۴ ^a	۱۹/۸۵ ^{bc}	۱۴/۴۴ ^a	۱۳/۶۹ ^a	۵/۲۹ ^b
۲۰۰ Gy	۱۳/۴۲ ^a	۰/۱۶ ^a	۱۸/۸۴ ^{bc}	۱۳/۴۲ ^a	۱۳/۳۲ ^a	۷/۶۹ ^{ab}
۲۵۰ Gy	۱۳/۸۷ ^a	۰/۱۹ ^a	۱۷/۶۴	۱۳/۸۷ ^a	۱۴/۷۴ ^a	۶/۰۷ ^b
۳۰۰ Gy	۱۲/۴۱ ^a	۰/۱۷ ^a	۱۷/۴۵ ^{bc}	۱۲/۴۱ ^a	۱۳/۵۱ ^a	۸/۲۸ ^{ab}
۳۵۰ Gy	۱۱/۹۰ ^a	۰/۲۷ ^a	۱۵/۷۸ ^c	۱۲/۷۵ ^a	۱۳/۱۲ ^a	۷/۸۰ ^{ab}

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۳- معادلات خطی برای صفات اندازه‌گیری شده پس از پرتودهی با اشعه گاما در مرحله کشت در گلخانه

ضریب تبیین (R ²)	معادله خطی	صفت مورد مطالعه
۰/۹۷	$y = -0.0193x + 22.91$	ارتفاع گیاه
۰/۸۵	$y = -0.131x + 9.69$	درصد ماده خشک ریشه

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج آزمایش نشان داد، اثرات مختلف ناشی از پرتوتابی، به دز تابیده شده به بذر بستگی دارد. تأخیر در رشد گیاه از مهمترین اثرات موتازن‌های فیزیکی به حساب آمده و در بررسی‌های عملی از آن استفاده می‌شود. همانطور که نتایج مربوط به آزمایش نشان داد، روش ساده و سریع اثر موتازن در بسیاری از گونه‌ها اندازه‌گیری طول ساقه و ریشه است. بنابر نتایج بدست آمده، دزهای مطلوب جهت ایجاد بالاترین جهش در نسل M₁ گیاهان، ۱۵۰ و ۲۰۰ گری در نظر گرفته شد.



منابع

۱. حیدری، م.، ع. بخشنده، ح.ا. نادیان، ق. فتیحی، و س. عالمی. ۱۳۸۵. تأثیر سطوح مختلف شوری و نیتروژن بر عملکرد دانه، تنظیم کننده اسمزی، جذب سدیم و پتاسیم در گندم رقم چمران. مجله علوم کشاورزی ایران، ۱-۳۷: ۵۱۳-۵۰۱.
۲. گراوندی، م.، ع. فرشادفر و د. کهریزی. ۱۳۸۹. ارزیابی تحمل خشکی در ژنوتیپ های پیشرفته گندم نان در شرایط مزرعه و آزمایشگاه. مجله به نژادی نهل و بذر. ۱-۲۶: ۲۵۲-۲۳۳.
۳. مجد، ف.، م. ر. اردکانی. ۱۳۸۲. "کاربرد تکنیک های هسته ای در علوم کشاورزی". انتشارات دانشگاه تهران.
۴. موسوی شلمانی، م.، ب. ناصریان خیابانی، ح. اهری مصطفوی، م. حیدریه و ع. مجد آبادی. ۱۳۸۸. "کشاورزی هسته ای" انتشارات علوم و فنون هسته ای.
۵. نادری، ا. ح. اکبری مقدم و خ. محمودی. ۱۳۹۲. ارزیابی ژنوتیپ های گندم نان برای تحمل به تنش خشکی انتهائی در مناطق گرم جنوب ایران. مجله به نژادی نهل و بذر. ۱-۲۹: ۶۱۶-۶۰۱.
۶. Albokari, M.M.A., Alzahrani, S.M. and Alsaman, A.S. ۲۰۱۲. Radiosensitivity of some local cultivars of wheat (*Triticum aestivum* L.) to gamma irradiation. *Bangladesh J. Bot.* ۴۱ (۱): ۱-۵.
۷. Allen, R.D. ۱۹۹۵. Dissension of oxidative stresstolerance using transgenic Plant. *Physiology*, ۵۷: ۱۰۴۹.
۸. Ashraf, M., and Foolad, M.R. ۲۰۰۷. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, ۵۹: ۲۰۶-۲۱۶.
۹. Borzouei, A., Kafi, M., Khazaei, H., Naseriyan, B and Majdabadi, A. ۲۰۱۰. Effects of Gamma Radiation on Germination and Physiological Aspects of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seedlings. *Pak. J. Bot.*, ۴۲(۴): ۲۲۸۱-۲۲۹۰.
۱۰. Chaudhuri, K.S. ۲۰۰۲. A simple and reliable method to detect gamma irradiated lentil (*Lens culinaris Medik.*) seeds by germination efficiency and seedling growth test. *Radiation Physics and Chemistry*, ۶۴: ۱۳۱-۱۳۶.
۱۱. Din, R., Qasim, M. and Ahmad, K. ۲۰۰۴. Radiosensitivity of various genotypes in M₁ generation. *Intl. J. Agri. Biol.* ۶ (۵): ۸۹۸-۹۰۰. Growth of hard wheat. *Environ Chem Lett.*, Doi: ۱۰.۱۰۰۷/s1۰۳۱۱-۰۰۹-۰۲۲۲-۱.
۱۲. Hameed, A., Shah, T.M. Hag, B.M. and Syed, H. ۲۰۰۸. Gamma irradiation effects on seed germination quantities in utilizing the principle of protein content, peroxides and protease activity, lipid peroxidation in desi and kabuli chickpea. *Pak. J. Bot.* ۴۰(۳): ۱۰۳۳-۱۰۴۱.
۱۳. Irfaq, M. and Navab, Kh. ۲۰۰۱. Effect of Gamma irradiation on some morphological characteristics of three wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Online J. of Biol. Sci.* ۱ (۱۰): ۹۳۵-۹۳۷.
۱۴. Tabasum, A., Cheema, A.A., Hameed, A. Rashid, M. and Ashraf M. ۲۰۱۱. Radio sensitivity of rice genotypes to gamma radiations based on seedling traits and physiological indices. *Pak. J. Bot.* ۴۳ (۲): ۱۲۱۱-۱۲۲۲.