

کاربرد فنآوری هسته‌ای در مدیریت بیماری‌های گیاهی

محمد شرافتی فر^۱، حبیب‌اله حمزه زرقانی^۱ و سمیرا شهبازی^۲

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی و استادیار بخش گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۲. استادیار گروه گیاه‌پزشکی، پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۱۰

شرافتی فر م.، حمزه زرقانی ح. و شهبازی س. ۱۳۹۳. کاربرد فنآوری هسته‌ای در مدیریت بیماری‌های گیاهی. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۳(۲): ۴۳-۳۳.

چکیده

یکی از ارکان توسعه پایدار هر کشور در بخش کشاورزی تولید مواد غذایی مناسب و تامین امنیت آن است. در حال حاضر بیش از ۸۰۰ میلیون نفر عموماً در آفریقا و آسیا از گرسنگی رنج می‌برند و کشاورزی منبع اصلی برای تهیه غذای این افراد است. یکی از کاربردهای فنآوری هسته‌ای، استفاده از آن در کاهش خسارت آفات و بیماری‌های گیاهی است. روش‌های هسته‌ای در بیماری‌شناسی گیاهی به طور کلی در ۳ گروه ردیابی، ایجاد جهش و پرتوتابی محصولات برای القای مقاومت در گیاهان و کاهش یا نابودی عوامل بیماری‌زا مورد استفاده قرار می‌گیرند. امروزه یکی از جدیدترین مباحثی که مورد توجه قرار گرفته، استفاده از اشعه گاما در القای مقاومت در برابر تنش‌های محیطی و بیمارگرها و بهبود خصوصیات رشدی گیاهان است. استفاده از این توان بویژه برای مدیریت بیماری‌های بذر و گیاهچه که بخش اعظم خسارت را در اولین هفته‌های رشد گیاهچه وارد می‌آورند از اهمیت بالایی برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: القای مقاومت، بیماری، پرتوتابی، *Rhizoctinia*, *Trichoderma*

مقدمه

فنآوری هسته‌ای بر اساس واکنش‌های هسته‌ای و انرژی حاصل از تغییرات در هسته اتم به وجود آمده است. با شناخت و درک ساختار اتم و رادیو ایزوتوپ‌ها، این فنآوری در علوم مختلف به سرعت توسعه یافته، به طوری که کاربرد آن در کشاورزی طی دهه‌های اخیر باعث افزایش تولید و عملکرد محصولات شده است. در کشور ایران طرح ایجاد مرکزی، به منظور انجام تحقیقات کاربردی در زمینه کشاورزی و پزشکی هسته‌ای از سال ۱۳۶۳ در سازمان انرژی

✉ مسئول مکاتبه، پست الکترونیک: zarghani@shirazu.ac.ir

اتمی شروع شد و تاکنون نیز تنها پژوهش‌کننده تحقیقاتی در این زمینه است. در سراسر جهان، پرتودهی بیش از ۵۰ نوع مواد غذایی مختلف انجام می‌شود و سالانه حدود ۵۰۰۰۰۰ تن مواد غذایی به منظور کاهش بار میکروبی و افزایش کیفیت محصول تحت تابش قرار می‌گیرند. با بهره‌گیری از فنآوری هسته‌ای، می‌توان شرایط مناسب‌تری برای اجرای برنامه‌های مدیریت بیماری‌ها فراهم نمود. اشعه‌های آلفا، بتا، گاما، ایکس و ماوراءبنفش همگی از امواج الکترومغناطیس هستند که اشعه گاما به دلیل نداشتن بار الکتریکی و دارا بودن سطح انرژی مناسب قدرت نفوذ بیشتری نسبت به سایر اشعه‌ها دارد (Kovacs & Keresztes 2002).

۱- ایجاد جهش با استفاده از پرتوتابی

وقوع موتاسیون در عوامل بیماری‌زا طی تحقیقات مختلف ثابت شده و تاکنون هیچ مشکلی در اثر عمل موتانت‌های جدید گزارش نشده است. این عمل با القای موتاسیون تصادفی و بکارگیری موتانت‌های فیزیکی نظیر امواج الکترومغناطیس گاما، ایکس و ماوراءبنفش صورت می‌گیرد. پرتوتابی گاما میزان فعالیت پروتیین‌های خارج سلولی، آنزیم‌های لیتیک، کیتیناز، گلوکاناز، سرعت رشد ریشه و میزان هاگ‌زایی را در گونه‌های *Trichoderma* افزایش می‌دهد. جدایه‌های جهش‌یافته Th M6، Th M7، Th M8 و *T. harzianum* Th M11 با تولید متابولیت‌های بیشتر و قدرت تعارضی بالا در کنترل بیمارگرهای مهم خاک‌زاد نظیر *Rhizoctinia solani* و *Macrophomina phaseolina* بسیار موفق بوده‌اند (Shahbazi et al. 2014). با پرتوتابی گاما روی قارچ *Fusarium solani* f. sp. *lycopersici* موتانت‌های غیربیماری‌زا ایجاد شد و با پرتوتابی از منبع سزیم-۱۳۷ موتانت ناپرآزار avr-2 از این بیمارگر را ایجاد گردید. موتانت ایجاد شده در واقع ناپرآزار بوده و آلودگی کمتری در گیاه حساس گوجه فرنگی سبب می‌شود. با بررسی ژن‌های جهش یافته و طبیعی بیمارگر مشخص شده که این امر می‌تواند به دلیل حذف ژن‌های موثر در صفت ناپرآزاری و بیماری‌زایی باشد (Mes et al. 1999).

پرتوتابی کنیدی‌های قارچ *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* با اشعه گاما سبب ایجاد ۲ موتانت غیربیماری‌زا (M22, M23) شد. مقایسه مولکولی موتانت‌های غیربیماری‌زا با جدایه مادری با استفاده از ۱۰ آغازگر تصادفی مشخص نموده این ۲ موتانت با جدایه مادری شباهت زیادی دارند و مایه‌زنی گیاه با این جدایه‌ها باعث

کاهش معنی‌داری بیماری پوسیدگی ریشه لوبیا شد (اهری مصطفوی و همکاران ۱۳۸۷).

۲- ردیابی بیماری‌ها با پرتوها

معمولا برای مطالعه اپیدمیولوژی یک بیماری شناخت منشا و منابع انتقال و زمان انتشار یا انتقال بیمارگر بسیار مهم است، لذا با نشان‌دار کردن بیمارگر و ناقلین می‌توان به آن‌ها پی برد. رادیوایزوتوپ‌های فسفر-۳۲ و کربن-۱۴ از این نظریه‌ترین کاربرد را در ردیابی دارند (موسوی شلمانی و همکاران ۱۳۸۸). لیندال و همکاران (۲۰۰۱) انتقال ایزوتوپ‌های فعال در میسلیوم‌های قارچ عامل پوسیدگی سفید *Hypholoma fasciculare* را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که مقدار قابل توجهی فسفر-۳۲ و فسفر-۳۳ هم‌زمان و به صورت دو طرفه بین میسلیوم‌های قارچ و بلوک‌های چوب انتقال می‌یابند. با نشان‌دار کردن عناصر مهم و گردش غذایی در میسلیوم‌های قارچ‌ها بهتر می‌توان تعامل بین بیمارگر و میزبان را بررسی نمود.

نحوه و چگونگی انتقال بیمارگرها توسط ناقلین نیز بسیار مهم است. آزمایشی نشان داده که پس از تغذیه شتهی *Aulacorthum circumflexum* روی جوانه لوبیای نشان‌دار به ترتیوم، شته تنها با ۵ ثانیه تغذیه ویروس را اخذ و در ۱ تا ۳ دقیقه مقدار زیادی ترتیوم را به برگ انتقال می‌دهد (Lannunziata & Legg et al. 1984). ردیابی و انتقال ترکیب ارتوفسفات نشان‌دار (P₃₃) به گیاه آلوده به ویروس A سیب‌زمینی نشان داده که این فسفر نشان‌دار با کمک آنزیم پروتئین کیناز (CK2) به هنگام تکثیر ویروس در ساختمان کپسید وارد می‌شود. با تهیه اتورادیوگراف از نمونه‌ها (ساخت کپسید با افزودن آنزیم و بدون آنزیم)، همچنین نقش فسفریلاسیون کپسید این ویروس و ارتباط آن با توانایی بیماری‌زایی ویروس مشخص شده است (Ivanov et al. 2003). با نشان‌دار کردن لاروهای نماتدها محققان توانسته‌اند نحوه انگل شدن و محل آن‌ها را در گیاهان شناسایی کنند. از طرفی با بکارگیری این مواد نشان‌دار می‌توان تاثیر نماتد بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه میزبان را نیز بررسی نمود، به طوری که تاثیر آلودگی نماتد سیستمی غلات *(Heterodera avenae)* در میزان انتقال و جابجایی کلسیم از خاک به ریشه و اندام‌های داخلی گیاه یولاف و همچنین تاثیر نماتد غده ریشه در جذب و انتقال مواد غذایی نشان‌دار در گیاه گوجه‌فرنگی مورد ارزیابی قرار گرفته است (Otiefa & Elgindi 1962, Price & Sanderson 1984). همچنین با استفاده از فسفر ۳۲ برای نشان‌دار

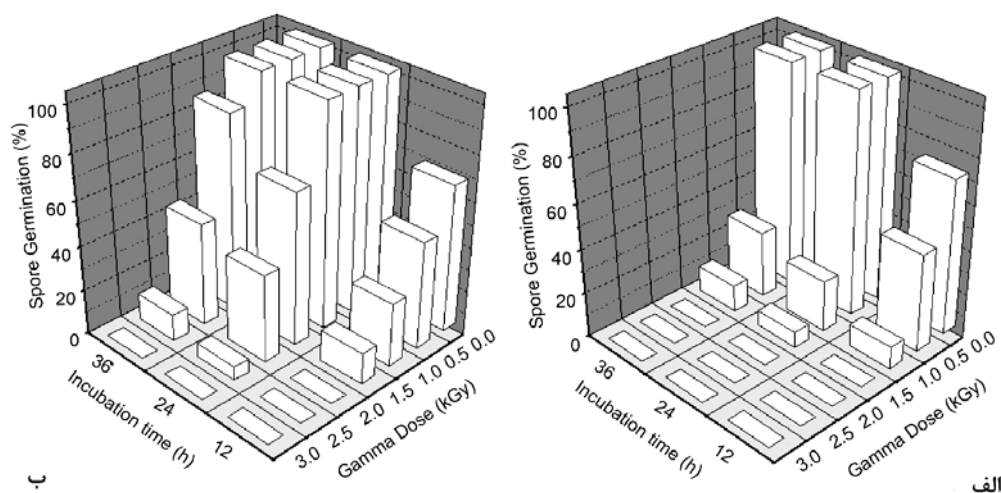
کردن باکتری عامل گال طوقه امکان ردگیری باکتری در گیاه با روش اتورادیوگرافی فراهم گردیده است (Stonier 1956).

۳- پرتوتابی مواد غذایی

به طور کلی ۳ سطح شدت بالا، متوسط و کم (به ترتیب بیشتر از ۱۰، بین ۱ تا ۱۰ و کمتر از ۱ کیلوگری) ($low < 1$ Kgy, medium 1-10 Kgy & high > 10 Kgy) برای پرتوتابی مواد غذایی و کاهش بار میکروبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در گذشته برای نگهداری مواد غذایی از روش‌هایی مانند حرارت دادن، کنسرو کردن، منجمد کردن و افزودن مواد شیمیایی استفاده می‌شد. اما امروزه از اشعه گاما استفاده می‌شود. اشعه گاما با استفاده از امواج الکترونی و به کمک شتاب دهنده‌ها باعث آسیب به DNA بیمارگرها یا سایر اجزای سلول می‌شود. آلودگی بذر و دانه‌های انباری به انواع قارچ‌ها و باکتری‌ها منجر به مشکلات بهداشتی، اجتماعی و اقتصادی بزرگ در سراسر جهان شده است. کمیته مشترک سازمان‌های بهداشت جهانی، غذا و داروی ملل متحد و آژانس بین المللی انرژی با بررسی‌های صورت گرفته به این نتیجه رسیده‌اند که تابش هر گونه مواد غذایی تا شدت ۱۰ Kgy هیچ آسیب تغذیه‌ای و مشکلات میکروبیولوژی در پی نخواهد داشت و منجر به ایجاد ترکیبات سمی در غذا نخواهد شد (Ingram & Farkas 1977). یکی از عوامل تاثیرگذار در پرتوتابی محصولات علاوه بر کاهش بار میکروبی، قرنطینه است که در صورت انتقال یک بیمارگر به منطقه‌ای جدید و شکل‌گیری اپیدمی بسیار مهم است. امروزه به کارگیری سیستم‌های پرتوتابی در مبادی ورودی برخی کشورها به عنوان یک ابزار قرنطینه‌ای استفاده می‌شود. پرتوتابی اشعه گاما در شدت‌های مختلف روی بذر برنج رقم‌های (Cv-2233, Cv-shankar) و نخود فرنگی (رقم Cv-local) آلوده به قارچ‌های *Aspergillus sp.*, *Trichoderma sp.* و *Curvularia sp.* نشان داده که پرتوتابی در شدت ۱-۲ Kgy باعث کاهش معنی‌داری جمعیت این قارچ‌ها می‌شود و قوه جوانه‌زنی بذرهای تیمار شده نیز تغییر محسوس نمی‌یابد (Maity et al. 2008). (شکل ۱).

طبق بررسی‌های به عمل آمده حدود ۲۵٪ از محصولات کشاورزی دنیا آلوده به زهرابه‌های قارچی و

متابولیت‌های ثانویه هستند (Kabak et al. 2006). محققان در طی پژوهشی محصولات غذایی مختلف (پسته،



شکل ۱- درصد جوانه‌زنی هاگ‌های قارچ‌های بذرزاد برنج (رقم Cv-Shankar) بعد از پرتوتابی با شدت‌های مختلف اشعه

گاما، الف- *Aspergillus sp.*، ب- *Trichoderma sp.*

بادام‌زمینی، ذرت، برنج و...) را به منظور کاهش آفلاتوکسین ب_۱ (AFB_۱) در معرض پرتوتابی با شدت‌های ۴، ۶ و ۱۰ کیلوگری اشعه گاما قرار دادند و مشاهده شد با افزایش شدت تابشی، AFB_۱ بیشتری تخریب می‌شود. همچنین هر چه میزان روغن یک محصول بیشتر باشد میزان AFB_۱ کمتری تخریب می‌شود. به طوری که درصد تخریب AFB_۱ در شدت ۱۰ KGy در بادام‌زمینی ۵۶ درصد بود در حالی که در ذرت که روغن کمتری دارد حدود ۸۱ درصد بود (Ghanem et al. 2008).

بررسی تغییرات میکروبی و شیمیایی خرماي مضافتی پرتو دیده با اشعه گاما نشان داده که پرتوتابی در شدت‌های ۰/۵ تا ۱ کیلوگری به افزایش زمان نگهداری این خرما و کاهش بار میکروبی در دمای معین (4°C) کمک موثری می‌نماید. همچنین پرتوتابی در شدت‌های فوق از بروز تغییرات شیمیایی جلوگیری می‌کند. با پرتوتابی محصول خرما و کاهش بار میکروبی آن می‌توان از کاهش کیفیت سالانه ۷۰۰ هزار تن خرماي کشور جلوگیری کرد (حسینی و همکاران ۱۳۸۷). به دلیل اهمیت مبارزه غیرشیمیایی با انواع آفات و بیمارگرها در ادویه‌جات، خشکبار و میوه‌ها، در حال حاضر فناوری هسته‌ای در اولویت قرار گرفته است. از همین رو پژوهشگران توانسته‌اند در شدت ۶ کیلوگری بیشترین کاهش را در بار میکروبی زعفران سبب شوند و در شدت ۷ KGy میزان بار میکروبی آن را به صفر برسانند. در

نمونه‌های پرتودیده و شاهد تغییرات کمی و کیفی بعد از پرتوتابی به خصوص از نظر رنگ و بو نیز مشاهده نشده است (ودادی و ناصریان ۱۳۸۳). پرتوتابی در محدوده 3 KG می‌تواند رشد مجموعه‌ای از عوامل پوسیدگی شامل *Rhizopus sp.* و *Monilinia fructigena*، *Penicillium expansum* را بطور معنی‌داری در میوه‌های سیب و توت فرنگی کاهش دهد (طالبی حبشی و عیوضی ۱۳۸۹). همچنین پرتوتابی در محدوده ۶۰۰ گری به طور کامل مانع جوانه‌زنی هاگ قارچ *P. expansum* روی سیب درختی می‌شود و در شدت‌های بالاتر از ۳۰۰۰ گری می‌تواند به صورت کامل مانع رشد ریشه‌ای آن گردد (Panayota 2004, Barkai-Golan 2001, اهری مصطفوی و همکاران ۱۳۸۹). پرتوتابی محصولات به تنهایی نمی‌تواند از آلودگی مجدد محصول جلوگیری نماید لذا بسته‌بندی مناسب و محیط نگهداری سترون نیز اهمیت دارد.

۴- القای مقاومت در گیاهان با پرتوتابی

در سال‌های اخیر استفاده از مواد غیرزیستی که سازوکارهای دفاعی گیاه را قبل از مواجهه با بیمارگرها فعال کنند و فاقد اثر زیان‌آور زیست محیطی باشند مورد توجه قرار گرفته است (Arie et al. 2007). تیمار خارجی گیاهان با اسید سالیسیلیک (SA)، جاسمونات‌ها و برخی مواد دیگر سبب تجمع پروتئین‌های مرتبط با بیماری‌زایی، القای ژن‌های مقاومت به بیمارگرها (PR) و کاهش خسارت ناشی از چندین عامل بیمارگر روی محصولات مختلف شده است (Loake & Grant 2007). پژوهش‌ها نشان داده بعد از پرتوتابی گیاهان و ریزجانداران فتوستتز کننده با تابش شدت کم اشعه گاما، تقسیم سلولی، سرعت تندش، رشد سلول، فعالیت آنزیم‌های دفاعی، مقاومت در برابر بیمارگرها و عملکرد محصول در گیاه افزایش می‌یابد (Chakravarty & Sen 2001). پرتوتابی شدت پایین اشعه گاما روی بذر سویا باعث افزایش تحمل آن به خشکی می‌شود که افزایش توده ذخیره‌ای محصول به دلیل افزایش میزان کلروفیل، پتانسیل آب برگ‌ها، میزان پروتئین، پرولین و همچنین فعالیت آنزیم‌های دفاعی برگ سویا در شرایط تنش خشکی است (Moussa 2011). از همین رو می‌توان با القای مقاومت و بهبود خصوصیات ریختی و فیزیولوژیکی، گیاهان را نیز در برابر بیمارگرهای گیاهی مصون نگه داشت.

استفاده از این روش به‌ویژه می‌تواند برای مراحل اولیه رشد گیاهچه که نسبت به بیمارگرها حساس است، بسیار مفید واقع شود. پرتودهی بذر سویا توسط نگارندگان با اشعه گاما در شدت‌های ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۵۰ گری گیاهچه‌میری ناشی از *Rhizoctonia solani* AG 2-2 IIIB را در تیمارهای ۲۰، ۳۰ و ۵۰ گری نسبت به شاهد به ترتیب ۳۳/۳، ۴۴/۴ و ۴۴/۴ کاهش داد. همچنین شدت بیماری در تیمارهای پرتودیده با افزایش شدت نسبت به شاهد پرتوندیده کمتر بود و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود داشت. آزمایش‌ها نشان داد که با افزایش شدت اشعه میزان فعالیت آنزیم‌های دفاعی گیاه مانند پراکسیداز (POD)، فنیل آلانین آمونیلایز (PAL)، کیتیناز (CHA)، آنتی‌اکسیدان کل، پروتیین محلول، کلروفیل کل، کارتنوئید و آنتوسیانین افزایش می‌یابند که احتمالاً افزایش پاسخ‌های دفاعی ارتباط نزدیکی با کاهش شدت و وقوع بیماری دارد. با توجه به تاثیر مثبت اشعه گاما در کاهش مرگ‌ومیر گیاه سویا ناشی از *R. solani* امید است بتوان به عنوان یک ابزار مفید جهت مدیریت بیماری‌های گیاهی مورد استفاده قرار گیرد.

۵- مزایا و محدودیت‌های کاربرد فن‌آوری هسته‌ای

علی‌رغم پیشرفت همه‌جانبه علوم و فنون هسته‌ای در نیم قرن گذشته هنوز استفاده از این فنون در مدیریت بیماری‌های گیاهی کم‌ارزیابی می‌شود. از جمله محدودیت‌های این فن‌آوری می‌توان به بالا بودن هزینه‌های اولیه و تجهیزات مورد نیاز اشاره نمود. همچنین گاهی پرتوتابی محصولات کشاورزی به منظور کاهش بار میکروبی در شدت‌های بالا باعث تغییرات برگشت‌ناپذیر بعضی اجزای پروتیین‌ها با شکستن پیوند کووالانسی زنجیره‌های پلی‌پپتیدی می‌شود (Kume & Matsuda 1995). در بین ترکیبات غذایی ویتامین C بیشترین حساسیت را در میان ویتامین‌های محلول در آب دارد و ویتامین‌های B₂، B₆ و B₁₂ بالاترین مقاومت را نسبت به اشعه دارند. بر اساس مشاهدات میکروسکوپ الکترونی (Transmission electron microscopy)، کلروپلاست در مقایسه با سایر اندامک‌های سلول نسبت به اشعه گاما حساس‌تر است، به خصوص تیلاکوئیدها که به شدت متورم می‌شوند. پس از تابش گاما، میزان H₂O₂ نیز در اکثر بافت‌های گیاه در تیمارهای پرتودیده نسبت به تیمار شاهد پرتوندیده افزایش

می‌یابد (Wi et al. 2007). نشانه‌های بیماری‌های فیزیولوژیک در بعضی گیاهانی که در معرض تابش اشعه گاما قرار گرفته‌اند، توسط تعدادی از محققین توصیف شده است. اشعه گاما در شدت‌های متوسط و بالا می‌تواند باعث کاهش جوانه‌زنی و کاهش رشد گیاهچه‌ها شود، ولی این مسئله در محصولاتی همچون خشکبار و ادویه‌جات چندان اهمیت ندارد (Kim et al. 2005, Wi et al. 2006, Kova & Keresztes 2002). در یک نگاه کلی باید قبول کرد که خطر تغییرات فیزیولوژیک احتمالی در اثر پرتوتابی با شدت‌های بالا، در مقایسه با کاربرد حرارت برای کاهش بار میکروبی محصولات، بسیار کمتر است. از دیگر مزایای فنآوری هسته‌ای در کشاورزی می‌توان به کاهش هزینه‌های ضدعفونی بذر و محصولات کشاورزی و آلودگی محیط زیست در مقایسه با مصرف سموم شیمیایی اشاره کرد.

نتیجه

اهمیت بالای کشاورزی در تامین غذای مورد نیاز جمعیت در حال رشد از منابع محدود بر کسی پوشیده نیست لذا استفاده از هر روش مفید در جهت کاهش خسارت بیماری‌های گیاهان از اولویت‌های اساسی است. توسعه و گسترش فنآوری هسته‌ای به دلیل کاربرد و کارایی بالا در زمینه‌های مختلف در حال حاضر امری مهم به شمار می‌آید. برای مبارزه با آفات و بیماری‌ها این فنآوری موفقیت‌های زیادی را به دنبال داشته است همچنین با القای مقاومت در گیاهان نیز در آینده می‌توان بستر مناسبی را برای مدیریت بیماری‌ها فراهم نمود.

References

منابع

- اهری مصطفوی ح، صفایی ن، ناصریان خیابانی ب، فتح‌الهی ه، دری ح، لک م. و بابایی م. ۱۳۸۷. بررسی امکان کنترل بیولوژیکی بیماری پوسیدگی ریشه لوبیا با استفاده از موتانت‌های غیربیماریزای جدایه *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*. پژوهش‌های تولید گیاهی ۱۶(۳): ۱۸-۲۵.
- اهری مصطفوی ح، میرجلیلی س. م، میرمجلسی س. م، فتح‌الهی ه، منصوری پور س. م. و بابایی م. ۱۳۸۹. بررسی اثر اشعه گاما بر کاهش جوانه‌زنی اسپور و رشد ریشه *Penicillium expansum* عامل بیماری پس از برداشت میوه

- سیب. خلاصه مقالات سومین همایش ملی کاربرد فناوری هسته‌ای در علوم کشاورزی و منابع طبیعی ص ۱۱۹.
- حسینی س. ل.، سیحون م. و رجایی رسا. ۱۳۸۷. بررسی تغییرات میکروبی و شیمیایی خرماي مضافتی پرتوآوری شده با اشعه گاما. علوم و فنون هسته‌ای ۴۳: ۱۹-۱۳.
- طالبی حبشی ر. و عیوضی ع. ۱۳۸۹. اثرات متیل جاسمونات و پرتوتابی UV-C بر کیفیت و عمر پس از برداشت میوه توت فرنگی رقم سلوا. علوم باغبانی ۲۴: ۸۲-۷۵.
- موسوی شلمانی م. ا.، ناصریان خیابانی ب.، اهری مصطفوی ح.، حیدریه م. و مجدآبادی ع. ۱۳۸۸. کشاورزی هسته‌ای. پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، کرج، ۵۱۸ ص.
- ودادی س. و ناصریان خیابانی ب. ۱۳۸۳. تعیین دز مناسب پرتودهی جهت کاهش بار میکروبی زعفران. پژوهش و سازندگی ۱۴: ۵۷-۵۳.
- Arie T., Takahshi H., Kodama M. & Teraoka T. 2007. Tomato as a model plant for plant-pathogen interactions. *Plant Biotechnology* 24: 135-147.
- Barkai-Golan R. 2001. Postharvest diseases of fruits and vegetables: development and control. *Elsevier Science*, 418p.
- Bidawid S., Farber, J. M. & Sattar S. A. 2000. Inactivation of hepatitis A virus (HAV) in fruits and vegetables by gamma irradiation. *International Journal of Food Microbiology* 57(1): 91-97.
- Chakravarty B. & Sen S. 2001. Enhancement of regeneration potential and variability by γ -irradiation in cultured cells of *Scilla indica*. *Biologia Plantarum* 44: 189-193.
- Ghanem I., Orfi M., & Shamma M. 2008. Effect of gamma radiation on the inactivation of aflatoxin B1 in food and feed crops. *Brazilian Journal of Microbiology* 39(4):787-791.
- Ingram M., Farkas J. 1977. Microbiology of foods pasteurised by ionising radiation. *Acta Aliment.* 6: 123-185.
- Ivanov K.I., Puustinen P., Gabrenaite R., Vihinen H., Rönstrand L., Valmu L. & Mäkinen K. 2003. Phosphorylation of the potyvirus capsid protein by protein kinase CK2 and its relevance for virus infection. *The Plant Cell* 15(9): 2124-2139.
- Kabak B., Dobson A. D. & Var I. I. L. 2006. Strategies to prevent mycotoxin contamination of food and animal feed: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 46: 593-619.

- Kovacs E. & Keresztes A. 2002. Effect of gamma and UV-B/C radiation on plant cells. *Micron* 33(2): 199-210.
- Kume T. & Matsuda T. 1995. Changes in structural and antigenic properties of proteins by radiation. *Radiation Physics and Chemistry* 46: 225-231.
- Lindhal, B.O., Finlay, R. D. & Olsson, S. 2001. Simultaneous, bidirectional translocation of ^{32}p and ^{33}p between two blocks connected by mycelial cords of *Hypholoma fasciculare*. *New Phytologist* 150: 189-94.
- Loake G., & Grant M. 2007. Salicylic acid in plant defence-the players and protagonists. *Current Opinion in Plant Biology* 10: 466-472
- Maity J.P., Chakraborty A., Chanda S., & Santra S. C. 2008. Effect of gamma radiation on growth and survival of common seed-borne fungi in India. *Radiation Physics and Chemistry* 77(7): 907-912.
- Mes J. J., Wit R., Testerink C. S., de-Groot F., Haring M. A. and Cornelissen B. J. C. 1999. Loss of avirulent and reduced pathogenicity of a gamma-irradiated mutant of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Phytopathology* 89: 1131-1137.
- Moussa H. R. 2011. Low dose of gamma irradiation enhanced drought tolerance in soybean. *Acta Agronomica Hungarica* 59(1): 1-12.
- Otiefa B.A. & Elgindi D. M. 1962. Influence of subsequent infection with root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* on ^{32}p absorption and translocation in tomato plants. *Nematologica* 6: 181-200.
- Price N.S. & Sanderson J. 1984. The translocation of calcium from oat roots infected by the cereal cyst nematode *Heterodera avenae*. *Review Nematol.* 7(3): 239-243.
- Shahbazi S., Askari H. & Naseripour T. 2014. Chitinolytic enzymes production by different strains of *Tichoderma* and investigation of their antagonistic interactions against soil borne pathogens. *Proceeding of First National Conference on Agriculture and Environment Sciences*. Shiraz University, Iran.
- Stonier T. 1956. Labeling crown gall bacteria with P32 for radioautography. *Journal of Bacteriology* 72(2): 259(Abstract).
- Wi S.G., Chung B. Y., Kim J. S., Kim J. H., Baek M. H., Lee J.W. & Kim Y. S. 2007. Effects of gamma irradiation on morphological changes and biological responses in plants. *Micron* 38(6): 553-564.
- Wi S.G., Chung, B. Y., Kim J. S., Kim J. H., Baek M. H., & Lee J. W. 2006. Localization of hydrogen peroxide in pumpkin (*Cucurbita ficifolia* bouché) seedlings exposed to high-dose gamma ray. *Journal of Plant Biology* 491-8.

Application of Nuclear Technology in Plant Diseases Management

MOHAMMAD SHERAFATIFAR¹, HABIBOLLAH HAMZEHZARGHANI²✉
& SAMIRA SHAHBAZI³

1 & 2- M.Sc. Student of Plant Pathology & Assistant Professor , Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

(✉ Corresponding author, E.mail: zarghani@shirazu.ac.ir)

3- Assistant Professor , Department of Plant Protection and Food Preservation, Nuclear Agricultural Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, Atomic Energy Organization of Iran (AEOI).

Sherafatifar M., Hamzehzarghani H. & Shahbazi S. 2014. Application of nuclear technology in plant diseases management. *Plant Pathology Science* 3(2): 33-43.

Abstract

Food production and food security is an essential precursor to sustainable development in agriculture. Currently, more than 800 million people, generally in Africa and Asia, suffer from hunger and agriculture is considered as the main source of food for them. One of the application of nuclear technology is reducing the damages of plant pest and diseases. The application of nuclear techniques in plant pathology can be grouped in three categories including disease tracing, mutagenesis induction and radiation of crops to induce resistance and destruction of pathogens. As a new method to induce defense responses to biotic and abiotic stresses, nowadays, gamma radiation is used to improve the growth in the way to induce the plant resistance to environmental tensions and plant pathogens as well. Use of this potential, especially in management of seed and seedling diseases is very important to reduce a big portion of crop losses caused by plant pathogens in the first weeks of seedling growth.

Key words: Induce Resistance, Disease, Radiation, *Trichoderma*, *Rhizoctinia*