

**چکیده:** پرتوهای هسته ای و رادیو ایزوتوپ ها در زمینه های مختلف از جمله کشاورزی بسیار مفید هستند. امروزه این ابزارها، بسیاری از مشکلات کشاورزی را حل می کند که هرگز با استفاده از ابزارهای معمول امکان پذیر نیست. تاکنون، رادیو ایزوتوپ و تابش در زمینه کشاورزی بیش از هر حوزه علمی مورد استفاده قرار می گیرند و کاربرد آنها ما را به حل مشکلات کشاورزی در یک زمان کوتاه تر و دقیق تر هدایت می کند. رادیو ایزوتوپ و تابش به ما فرصتی را برای مشخص شدن حوادثی که بعدها در رشد و تغذیه گیاهان و تکامل گونه های جدید با ایجاد تغییرات ژنتیکی اسرار آمیز می شوند، می دهند. علاوه بر این، ردیاب های رادیواکتیو و منابع تابش برای حل مشکلات پژوهشی کشاورزی ضروری است. در کشاورزی، اشعه و رادیو ایزوتوپ ها در مطالعات تغذیه ای از عناصر جزئی، مکانیسم فتوسنتز، حفاظت از گیاهان شامل عمل حشره کش ها، متابولیسم در گیاه، جذب کود، تحرک یون در خاک و گیاهان و حفظ مواد غذایی استفاده می شود. بنابراین، رادیو ایزوتوپها و اشعه ها به شدت به انجام نیازهای بشری مانند مواد غذایی و کشاورزی، بهداشت و پزشکی، تولید انرژی، حفاظت از محیط زیست و غیره کمک کرده است. نقش رادیو ایزوتوپها و اشعه در بدن انسان به خوبی شناخته شده است. با این وجود، کاربرد آنها در برخی زمینه های دیگر به طور کامل مشخص نشده است. این مقاله به طور خلاصه نقش رادیو ایزوتوپها و تابش ها در زمینه کشاورزی را شرح می دهد.

#### مقدمه

در عصرهای مختلف تاریخ، کشفیات علمی مانند کشف انرژی اتمی عمیقاً بر روی مسیر سرنوشت انسان تأثیر گذاشته است. پتانسیل آن برای تخریب بسیار زیاد است و استفاده از آن برای توسعه اقتصادی نامحدود است. این به خاطر ترس از نابودی است و امید به پیشرفت رفاه انسان از طریق کاربرد آن بوده، که ما را به دوره ای که به درستی به عنوان عصر اتمی شناخته می شود، معرفی کرد. انتشار اشعه در شکل ذرات یا اشعه به عنوان رادیواکتیو شناخته می شود. کشف رادیو اکتیو مصنوعی توسط هنری بکرل در سال ۱۸۹۶ به شدت گسترش یافته تا ریشه های مشکلات مختلف را مطالعه کند و دسترسی به منابع رادیواکتیو در حجم زیاد برای تحقیقات، باعث شده است که بسیاری از توابع پیچیده روزانه زندگی رفع شود که به سختی می تواند با روش های معمول حل شود.

رادیو ایزوتوپ یا تابش، به طور کلی به معنی نوع خاصی از انرژی یا اشعه است که توسط ایزوتوپ های رادیواکتیو منتشر می شود. چنین اشعه هایی عبارتند از: آلفا (a) ، بتا (β) و گاما (γ)، که نامرئی، اتوماتیک و نفوذی هستند. این اشعه ها به طور کلی برای همه موجودات مضر هستند و حضور آنها با کمک برخی از آخرین دستگاه های نظارت از قبیل Geiger Muller یا Scintillation Counters و Gama Meter Surveys و غیره برای تشخیص حتی مقدار حداقل عناصر رادیواکتیو در هر نقطه از سطح زمین استفاده می شود. بنابراین، این ابزار کوچک (رادیواکتیو) بسیار مفید هستند که در حال حاضر ایزوتوپ ها و اشعه های رادیواکتیو که به عنوان بخشی از راکتورهای هسته ای در دسترس هستند، اهمیت بیشتری برای کشاورزی دارند. مشارکت آنها در زمینه مواد غذایی و کشاورزی غیر مستقیم است، اما با این حال از پتانسیل بسیار بالایی برخوردار است.

استفاده از ایزوتوپها به عنوان ابزارهای ردیاب بدون شک یکی از مهمترین برنامه های کاربردی در زمان صلح اتمی است که در تحقیقات کشاورزی و بیولوژیکی خاص و کاربردی به کار می رود. امروزه این ابزار جدید، بسیاری از مشکلات کشاورزی را حل می کند که هرگز با استفاده از ابزارهای معمول امکان پذیر نبود. تحقیقات علمی در سراسر جهان در انجام رادیو ایزوتوپ و اشعه در استفاده با موفقیت های علمی همراه بوده است. تا کنون، رادیو ایزوتوپها در زمینه کشاورزی بیش از هر حوزه علمی مورد استفاده قرار می گیرند و کاربرد آنها ما را به حل مشکلات کشاورزی در یک زمان کوتاه تر و دقیق تر هدایت می کند. مقدار ایزوتوپ های رادیو اکتیو و تابش در کشاورزی ناشی از سهولت و دقت است که می توان آنها را در اندازه های بسیار دقیق شناسایی و اندازه گیری کرد، که این امکان را برای استفاده از آنها به عنوان ابزار تحقیق بسیار پیشرفته در تحقیقات و محدوده وسیعی از تغذیه، متابولیسم، تحقیقات توسعه و آسیب شناسی در گیاهان، حیوانات و انسان فراهم می کند. به این ترتیب، آنها اطلاعاتی را ارائه می دهند که در حال حاضر می تواند با صرف هزینه های کمتر از نظر زمان و پول بدست آید. بنابراین، با ارائه یک بینش واضح تر در مورد فرایندهای بیولوژیکی پایه ای که تا کنون نامطلوب بوده اند، استفاده از رادیو ایزوتوپ و تابش در تحقیقات ردیابی منجر به کارایی و اقتصاد بیشتر در تولید و استفاده از محصولات کشاورزی می شود. با توجه به این که تنها تحقیقات علمی ماهیت هسته اتم دارند که انرژی هسته ای را در دسترس مردم قرار داده است، ارزش بالقوه ای دارد که مطالعات رادیواکتیو می تواند برای مواد غذایی و کشاورزی ایجاد می کند و ممکن است تقریباً نامحدود باشد. رادیو ایزوتوپها و پرتوها به ما فرصتی را برای روشن شدن حوادث مرموز در تغذیه و رشد گیاهان و تکامل انواع جدید می دهند. آنها به ما کمک می کنند تا عوامل علمی را که به روش های مختلف به گیاهان آسیب می رسانند از بین ببریم. بنابراین رادیو ایزوتوپ کمک بسیار مهمی برای دانشمندان در زمینه حل مشکلات کشاورزی شده است. علاوه بر این، ردیاب های رادیواکتیو و منابع تابش برای مشکلات پیچیده پژوهش های کشاورزی ضروری است. اشعه X، نوترونهای حرارتی، نوترونهای سریع و اشعه گاما کبالت-60 به عنوان منبع پرتو برای تابش دانه استفاده می شود.

در کشاورزی، رادیو ایزوتوپها در مطالعات تغذیه ای از عناصر ردیابی، رژیم غذایی، مواد شیمیایی لبنی و تولید شیر، مکانیسم فتوسنتز، آسیب شناسی گیاهی، حفاظت گیاه از جمله اقدام حشره کش ها، متابولیسم در گیاهان، جذب کود، انتقال یون ها در خاک و گیاهان و حفظ مواد غذایی استفاده می شود ( Alam, 1982; Alam and Khan, 1966; Khan et al., 1970; Spinks and Barber, 1948). استفاده از رادیو ایزوتوپ ها در تغذیه گیاهان قابل توجه است. همانند سایر موجودات زنده، گیاهان می توانند رشد قوی و سالم داشته باشند، در صورتی که تحت شرایط مناسب تغذیه ای رشد می کنند، در حالی که با داشتن غذای ناکافی، رشد تولید آنها کم می شود. اصول استفاده از رادیو ایزوتوپ ها این است که اشعه (یعنی اشعه آلفا، بتا، گاما و غیره) که از طریق آنها منتشر می شود، به آسانی می تواند توسط وسایل الکترونیک حساس تشخیص داده شود و همچنین می تواند در یک صفحه عکاسی ضبط شود تا حتی در جایی که آنها حضور داشته باشند در مقادیر دقیق یعنی یک در یک میلیون می توانند ردیابی شوند. به منظور تعیین تغذیه صحیح برای گیاه، نیاز به دانستن رابطه دقیق خاک و گیاه و عوامل مرتبط با آن است. در سال های اخیر، روش های متعددی پیشنهاد شده است و سعی شده است این رابطه بسیار پیچیده را تعیین کند، اما تعداد کمی از آنها اطلاعات رضایت بخش در روابط خاک-گیاهان را ارائه می دهند. اگر چه تحقیقات با رادیو ایزوتوپهای بسیار محدود است، نتایج حاصل از این روش جدید بسیار رضایت بخش، قابل اعتماد و مفید هستند.

تکنیک های ردیاب: تکنیک های ردیاب در حال حاضر به طور گسترده در تقریبا تمام زمینه های فیزیولوژی گیاهی، شیمی خاک و بیوشیمی گیاهی استفاده می شود. در استفاده از تکنیک ردیاب، مقدار دقیقه ای از عنصر رادیو ایزوتوپ معمولا با عنصر معمولی از همان نوع مخلوط می شود و کل آن برچسب گذاری می شود و ممکن است از طریق واکنش های شیمیایی پیچیده دنبال شود. کاربرد رادیو ایزوتوپها و منابع پرتویی در بویژه تحقیقات کشاورزی مزایای زیر را دارد:

وضعیت باروری: در ۵۰ سال اخیر، رادیو ایزوتوپها یک ابزار ارزشمند برای بررسی وجود مواد مغذی گیاهی در شرایط مزرعه کشاورزی ارائه داده اند. در حالی که تعدادی از ایزوتوپ های مختلف مورد استفاده قرار گرفته است، اهمیت اقتصادی کود فسفات و سهولت نسبی بهره برداری از  $P^{32}$  منجر به توجه ویژه به فسفر می شود. مطالعات خاک و گیاه با استفاده از فسفر رادیواکتیو ( $P^{32}$ ) در سال ۱۹۳۶ شروع شد و ده سال بعد از آن با مطالعات کمی از جذب کود فسفات توسط گیاهان گندم دنبال شد (Stout and Hoagland, 1939). رادیو ایزوتوپ فسفر به عنوان ردیابی دارای کاربرد گسترده ای در زمینه فیزیولوژی گیاه و شیمی خاک است. با استفاده از رادیو ایزوتوپ فسفر، کارهای مکانیسم جذب مواد مغذی نیز انجام شده است. استفاده از  $P^{32}$  در تحقیقات فیزیولوژیکی گیاهان کوتاه مدت توسط استات و هوگلند (۱۹۳۹)، بالوک و همکاران (۱۹۳۶) و بیداف (۱۹۴۸) گزارش شده است که در بر روی گیاه لوبیا مشغول به کار بودند. آنها پس از یک، دو و چهار ساعت، جذب و حرکت آن را مورد مطالعه قرار داد. گیاهان از محل کشت حذف شدند، سپس برداشت شده و خشک شدند و  $P^{32}$  با استفاده از شمارش گیگر- مولر تعیین شد. در پایان یک ساعت، ردیابی در ریشه ها پس از دو ساعت یافت شد.

آزمایشات متعدد در چهار دهه گذشته گزارش شده است و موضوعات مختلفی از قبیل استفاده از کود فسفات توسط انواع محصولات در مراحل متنوع رشد، رشد در انواع خاک ها، با استفاده از روش های مختلف قرار دادن و نرخ های گوناگون استفاده می شود. در آزمایش اول، ۱ میلی کوری  $P^{32}$  استفاده شد. چهار سال بعد، ۳۰ کوره تنها در ایالات متحده مورد استفاده قرار گرفت و در حال حاضر کودهای فسفات برچسب شده توسط تن ساخته شده است (Chanasyk and Naeth, 1996). برای به دست آوردن عملکرد افزایش یافته از خاک با استفاده از کود، باید تعیین وضعیت باروری خاک مشخص شود. در این تحقیق چندین مسئله مانند مقایسه کودهای مختلف، تراکم خاک و رطوبت خاک، تاثیر اندازه ذرات، محل قرار گیری، زمان کاربرد، مقدار، جذب گیاهان و واکنش کود کاربردی در خاک، حل شده است (Dean et al., 1948; Frissel, 1996; Gheorghe and Burloi, 1993; Hall, 1953).

غذا و کشاورزی: غذای مناسب و کافی، نیاز اساسی همه انسانها است. در حال حاضر، متاسفانه میلیون ها نفر از جمعیت جهان از گرسنگی و سوء تغذیه رنج می برند. از سوی دیگر، حل مشکلات مواد غذایی آسان نیست. صرف نظر از معیار سیاست مناسب، ابزار بهتر برای حفظ مواد غذایی و تلاش های قوی برای افزایش بهره وری کشاورزی، برای افزایش دسترسی به مواد غذایی جهانی مورد نیاز است. با این حال، تکنیک های هسته ای برای حل این مشکل استفاده شده است.

ضد عفونی کردن مواد غذایی ذخیره شده: برای بهبود بهره وری و همچنین حفاظت از گیاهان زراعی در برابر بیماری های مختلف، انواع مختلف مواد شیمیایی زراعی و سایر منابع استفاده می شود. در این روزها، اشعه از رادیو ایزوتوپها در حفاظت از محصولات استفاده می شود. تابش یونیزه برای ارزش گذاری در مورد عادت های زیست محیطی حشرات ارزش قابل

توجهی دارد. با استفاده از رادیو ایزوتوپ ها می تواند از تراکم جمعیت، میزان بلوغ در مراحل مختلف چرخه زندگی، شیوه های پراکندگی، حرکت و مهاجرت، مکان های خواب زمستانی، مکان های تخم گذاری، ارتباط با شکارچیان را جستجو کرد.

کاهش تلفات در محصولات رو به رشد: هر ساله بخش بزرگی از محصول بالقوه توسط بیماری ها، آفات و ویروس هایی که به محصولات در حال رشد آسیب می رسانند، تخریب می شود. مواد غذایی احتمالی و سایر محصولات کشاورزی به علت عوارض قارچی و باکتریایی و آلودگی آفات حشرات با زیان های سنگین در تمام مراحل تولید، توزیع و نگهداری می شوند و با مبارزه با آن ها، پیشرفت های فوری و چشمگیر در این عرضه می توانند بدست آید. برآورد منطقی از تلفات کل دنیا امکان پذیر نیست، اما بدون شک از میزان عظیمی برخوردار است. برآورد بسیار محافظه کارانه که به علت تلفات در دانه های خوراکی ذخیره شده، عمدتاً از تخریب حشرات و دیگر آفات حشرات، حدود ۱۰ درصد است، اما تلفات بدون شک در مناطق گرم و مرطوب جهان، زمانی که رقم ۲۵ تا ۵۰ درصد تلفات غلات و پالس های برداشت شده برای کالاهای کشاورزی در آمریکای مرکزی تخمین زده شده است، احتمالاً در اکثر کشورهای کمتر پیشرفته مورد استفاده قرار می گیرد. گفته شده است که حتی در کشورهای نسبتاً توسعه یافته مانند انگلستان بیش از ۵۱۰۰۰ کارگر ماهر در هر سال از بین می رود و در ایالات متحده امریکا تلفات ناشی از حشرات به محصولات مزرعه، علف های هرز و بیماریهای گیاهی برابر با میلیون ها دلار در سال است.

جهش زایی: جهش زایی شامل تغییرات سودمند یا جهش های ناشی از استفاده برای هدف های عملی پرورش گیاه به صورت مستقیم یا غیر مستقیم می باشد. این روش برای ایجاد ویژگی های جدید مانند مقاومت به خشکی و یا عملکرد بالاتر محصولات است. پرتوی محصول با اشعه گاما از  $^{60}\text{Co}$  می تواند به دلیل اشباع نفوذ عمیق آن در صفات ژنتیکی گیاهانی که به ارث برده می شوند، منجر شود. رادیو ایزوتوپ و تابش در القای جهش استفاده می شود. جهش تغییرات ناگهانی سرطانی عوامل ارثی بر روی کروموزوم های موجودات زنده است. استفاده از تابش برای ایجاد نوع ارثی یک ابزار مفید ارزش بالقوه در کشاورزی است. ما توانستیم به طور قطعی نشان دهیم که با تابش، می توان تغییرات در سازمان و تغییرات مورفولوژیکی کلی که در بهبود گیاهان مفید است، ایجاد شود.

انواع مختلفی از محصولات: هنگامی که دانه های گندم، برنج، توتون و تنباکو، پنبه و یا گل در معرض اندازه گیری با اشعه های گاما قرار می گیرند، آنها تغییرات ژنتیکی عمیق تحمل می کنند و در نتیجه کاشت، دانه های تابش داده می شوند. از گیاهان، برخی از آنها دارای مقاومت بالا و مقاوم به آفت است. پرورش موفقیت آمیز انواع مختلف غلات و محصولات خوراکی از بسیاری از کشورها گزارش شده است و هیچ شک و تردیدی وجود ندارد که گونه های جدیدی از محصولات جهش های ناشی از تابش، پیشرفت انقلابی را برای پرورش دهنده های گیاهی در سرتاسر جهان متقاعد می کنند (Millikan, 1951; PAEC., 1999).

ریشه کن سازی حشرات و آفات: حشرات و آفات وجود دارند که تنها یک بار در زندگی جفت گیری می کنند. جنس نر چنین آفاتی را می توان در آزمایشگاه در مقیاس انبوه توسط اشعه گاما استریل پرورش داد. هنگامی که چنین جنس نرهایی استریل شده در ناحیه آلوده به آفات آزاد می شوند، آنها با جنس ماده شان جفت گیری می کنند و سپس می میرند. به علت

عدم اطمینان نسل جدیدی متولد نمی شود و پس از مدتی حتی جنس ماده نیز می میرد. ریشه کن کردن کرم پیچ (Screw worm) در گاو در ایالات متحده یکی از موارد موفقیت آمیز در روش جنس نر استریل است که در مورد مگس میوه و سایر آفات در بسیاری از نقاط جهان مورد استفاده قرار می گیرد (Singleton, 1958).

افزایش تولید حیوانات و سلامتی: برای افزایش بهره وری دام، آزمایشات ایمنی رادیواکتیو از هورمون های استروئید حیوانی انجام شده است و با استفاده از اطلاعات به دست آمده، استراتژی های مکمل غذایی برای حیوانات تولید کننده شیر در محیط های گرمسیری و نیمه گرمسیری از طریق روش های هسته ای و مربوطه توسعه داده شده است. مقدار و کمیت اصلی تعیین کننده بهره وری در طیف گسترده ای از گونه های حیوانی و سیستم های تولید است. مطالعات مبتنی بر روش های ایزوتوپ باعث افزایش قابل ملاحظه ای در میزان رشد، تولید شیر و یا راندمان تولید توسط بهبود تغذیه گوسفندان می شود که از طریق غذای تکمیلی با محصولات محلی موجود مانند اوره، شیره قند، کیک هسته خرما، برنج و برگهای درخت بومی تولید می شود.