



ارزیابی آلاینده‌ها و بقایای سموم در نمونه‌های برنج استان مازندران

*مرتضی نصیری^۱، احمد اشراقی^۲، منصور بهرامی^۲، سیداسماعیل یزدان‌پناه^۳

- ۱- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات برنج- معاونت مازندران
 - ۲- محققین پیشکسوت موسسه تحقیقات برنج- معاونت مازندران
 - ۳- مدیرعامل شرکت توسعه و تجارت و پایانه صادرات برنج (آمل)
- *Email: m_nasiri1@yahoo.com

چکیده

برنج یکی از محصولات مهم غذایی در جهان می‌باشد که اهمیت زیادی در تامین انرژی روزانه بیش از نیمی از جمعیت جهان دارد. سالم بودن برنج تولیدی نقش مهمی در ایجاد سلامت مصرف‌کننده دارد. عوامل زیادی مانند فراوانی عناصر سنگین در خاک، مصرف بیش از حد کود و سموم شیمیایی و همچنین عدم رعایت توصیه‌های فنی در مصرف کود و سم ممکن است منجر به تولید برنج ناسالم گردد. به‌منظور آگاهی از وضعیت برنج‌های تولیدی از نظر درجه سلامت تعداد ۲۴ نمونه از انواع برنج بومی و اصلاح شده و همچنین محصول کشت اول، دوم و رتون در شهرستان‌های مرکزی استان مازندران انتخاب و ۲۰ نوع از آلاینده‌هایی که باعث ایجاد آلودگی در دانه برنج می‌شوند تعیین شده است. نتیجه بررسی‌ها نشان داد همه نمونه‌ها از نظر مقدار عناصر سنگین آرسنیک، کادمیوم و سرب و همچنین نیترات و مواد سمی مانند زیرالنون و داکسی نیوالنون کاملاً سالم بوده‌اند. از نظر باقیمانده سموم اعم از علف‌کش‌ها، آفت‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها مقادیر آن پائین‌تر از حد مجاز بوده و همه نمونه‌ها از سلامت کامل برخوردار بودند. بنابراین می‌توان بیان کرد که برنج‌های تولیدی در استان مازندران به‌ویژه در مناطق مورد نمونه‌برداری دارای هیچگونه آلودگی نبوده و هیچ نگرانی در ارتباط مصرف این نوع برنج‌ها وجود ندارد.

مقدمه

انواع آلاینده‌ها در دانه برنج را می‌توان به گروه‌های عناصر سنگین مانند آرسنیک، کادمیوم و سرب، گروه مایکوتوکسین‌ها مانند زیرالنون، داکسی نیوالنون و افلاتوکسین‌ها و همچنین به باقیمانده سموم از قبیل آفت‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها و علف‌کش‌ها تقسیم‌بندی نمود که در هر یک از موارد توضیحاتی ارائه می‌شود. کنترل فلزات سنگین در مواد غذایی یکی از مواردی است که برای حفظ سلامت مصرف‌کنندگان مواد غذایی و نیل به ایمنی غذایی مورد توجه قرار می‌گیرد. با توجه به عوارض جبران‌ناپذیر حاد و مزمن فلزات سنگین در بدن انسان که از تاثیر بر سیستم عصبی تا سرطان‌زایی طبقه‌بندی می‌شوند، موجب شده تا حساسیت و اهمیت این موضوع را دوچندان نماید. در کشور ما نیز نظر به اهمیت سلامت جامعه این امر از دیرباز مورد توجه بوده است. بیشترین مقداری از فلزات سنگین موجود در خوراک انسان و دام است که مصرف آن در کوتاه مدت یا دراز مدت سبب ایجاد عارضه سوء برای سلامت انسان نشود. این مقدار براساس میزان مصرف سرانه مواد غذایی مستعد به آلودگی و نیز میزان قابل تحمل روزانه موقتی (PTDI) محاسبه می‌شود (جدول ۱).



جدول ۱- میزان قابل تحمل روزانه موقتی (PTDI) فلزات سنگین

ردیف	فلز سنگین	میزان دریافت قابل تحمل روزانه موقتی (میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن)
۱	سرب	۰/۰۰۳۶
۲	کادمیوم	۰/۰۰۱
۳	جیوه	۰/۰۰۰۷
۴	قلع	۲
۵	آرسنیک	۰/۰۰۲۱

فعالیت تحقیقاتی انجام شده به منظور بررسی اثرات تعیین مقدار فلزات سنگین در آب آبیاری، خاک‌های زراعی و شلتوک برنج در سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ در شهرستان‌های مختلف استان مازندران نشان داد که میزان سرب به مقدار ۰/۴۶۳ در شهرستان قائم شهر و به مقدار ۰/۶۰۶ در جویبار با آب آبیاری پساب‌های کارخانجات صنعتی بوده است. این مقادیر در همه شهرستان‌ها در مقایسه با استاندارد سرب در آب (۲۰-۴۰۰ ppb) کمتر از حد مجاز بوده است. میزان کادمیوم و کروم نیز در این نمونه‌ها کمتر از حد مجاز گزارش شده است (شکرزاده و همکاران، ۱۳۹۱). بیشترین سطح فلزات سنگین در نمونه‌های برنج طارم مورد مطالعه مربوط به کروم در منطقه جویبار با میزان ۰/۴۳۲ ppm و کمترین مقدار مربوط به سرب در منطقه قائم‌شهر (موارم کلاء) به میزان ۰/۰۹۸ ppm بوده است. میزان کادمیوم در منطقه جویبار بیشتر از سایر مناطق بوده ولی از حد استاندارد تعیین شده کمتر بوده است (رکنی و همکاران، ۱۳۹۱). مطالعه ۹۹ نمونه برنج طارم در شهرستان‌های استان لرستان نشان داده که مقدار کادمیوم و سرب به ترتیب ۰/۰۳۷ و ۰/۰۷۷ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده غذایی بوده که کمتر از حد مجاز (۰/۲ ppm) برای سرب و ۰/۱ ppm برای کادمیوم) بوده است (هدایتی فر و همکاران، ۱۳۸۹). براساس گزارش بختیاریان و همکاران (۲۰۰۱) بر روی برنج‌های منطقه شمال، بیشترین مقدار سرب و کادمیوم در برنج رقم حسنی به ترتیب حدود ۰/۹۶۵ ppm و ۰/۰۷۹ ppm گزارش شد که پائین‌تر از حد مجاز تعیین شده می‌باشد.

مایکوتوکسن‌ها ترکیباتی از ساختمان‌های شیمیایی متفاوت و وزن مولکولی کوچک می‌باشند که متابولیت ثانویه قارچ‌ها بوده و بر روی محصولات کشاورزی قبل و یا بعد از برداشت، طی حمل و نقل و نگهداری تولید می‌شوند. حدود ۲۰۰ هزار گونه کپک و قارچ شناخته شده که اکثر آنها برای انسان مفید است و می‌توان از آن‌ها برای تولید نان، آنتی‌بیوتیک و غیره استفاده نمود. اما بیش از ۲۰۰ گونه از آن‌ها دارای اثرات مضر بر روی انسان می‌باشند. باقی مانده سموم یا مرز بیشینه مانده افت‌کش‌ها (Maximum Residue Limit) در بیشتر کشورها به منظور حفظ سلامت مصرف‌کنندگان و ترغیب مناسب عملیات کشاورزی در کاربرد حشره‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها، علف‌کش‌ها و سایر مواد آگرو شیمیایی (Agrochemical) تعیین و تدوین می‌شود.

مواد و روش‌ها

برای اجرای این آزمایش چهار شهرستان آمل، بابل، محمودآباد و فریدونکنار که مجموعاً حدود ۶۰ درصد سطح زیر کشت برنج استان مازندران را به خود اختصاص می‌دهند، جهت نمونه‌گیری انتخاب شدند. برای اینکار تعداد ۲۴ نمونه از برنج سفید کشت اول، دوم، رتون (دونوج) و برنج خارجی هر کدام به مقدار سه کیلوگرم با حضور در کارخانه یا منزل کشاورز همراه با تکمیل پرسشنامه‌ای که حاوی سئوالات متعدد عملیات زراعی از کاشت تا برداشت بود، در سال ۱۳۹۴ گرفته شد. یک کیلو از هر یک از نمونه‌ها را در ظروف پلاستیکی قرار داده و بعد از کدگذاری جهت اندازه‌گیری آلاینده‌های دانه برنج شامل عناصر سنگین، مایکوتوکسین‌ها و باقی‌مانده سموم به شرکت مرجعان خانم شعبه انستیتو باستور



شهرستان آمل ارسال شد. آزمایشگاه مقدار نیترات را براساس استاندارد ملی ۱۶۵۹۵، عناصر سنگین مانند آرسنیک، کادمیوم، سرب و تشخیص نوع برنج تراریخته را براساس استاندارد ملی ۱۲۹۶۷، مقادیر مایکوتوکسین ها مانند زیرالون، داکی نیوالنول و آفلاتوکسین ها را براساس استاندارد ملی شماره ۵۹۲۵ و مقادیر باقی مانده سموم از قبیل علف کش ها، آفت کش ها و قارچ کش هایی که در مزارع برنج کاربرد دارند با استاندارد ملی ۱۳۱۲۰ اندازه گیری نموده است. هزینه های آزمایشگاهی و تهیه نمونه برنج توسط شرکت توسعه و تجارت و پایانه صادرات برنج ایران که در شهرستان آمل مستقر است تامین شده است.

نتایج و بحث

نیترات موجود در دانه برنج:

میزان حد مجاز نیترات در محصولات غذایی و دانه برنج بر اساس استاندارد ملی ۱۶۵۹۶ مقدار ۵۰ پی پی ام یا ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم در نظر گرفته شده است. نتایج بررسی نمونه ها نشان می دهد که تمام ۲۴ نمونه دارای مقادیر کمتری از نیترات نسبت به حد مجاز تعیین شده می باشند. بنابراین نمونه های برنج از محصول کشت اول، دوم و رتون که از مزارع بدون سم و کود شیمیایی و مزارع با مصرف متفاوت سم و کود شیمیایی در شهرستان های مختلف استان مازندران جمع آوری گردید، مقدار نیترات آن ها کمتر از حد مجاز بوده و از درجه سلامت کامل برخوردار می باشند. این نتیجه بیانگر این است که اگرچه در برخی از مزارع مقدار مصرف کود اوره بیشتر از مقدار توصیه شده به ویژه در محصول رتون بود، اما میزان جذب آن در دانه برنج و تبدیل به نیترات که به عنوان یک ماده سمی می باشد موثر نبوده و این نتیجه می تواند نشان دهنده این باشد که مصرف زیاد کود اوره منجر به تلفات زیاد کود اوره از طریق تصعید و یا آبشویی شده و یا احتمالاً باعث افزایش مقدار نیترات در خاک، آب های زیرزمینی و یا کاه برنج شده که نیاز به بررسی های تکمیلی در این خصوص می باشد.

وضعیت نمونه ها از نظر دستکاری ژنتیکی یا تراریخته:

این آزمون براساس استاندارد ملی ۱۲۹۶۸ موسسه تحقیقات صنعتی و استاندارد ملی ایران مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از جدول ۲ (ارائه نشده است) نشان می دهد که هیچ یک از نمونه ها برنج که از انواع برنج ایرانی مانند طارم، فجر و کشوری و یک نمونه برنج خارجی با شماره ۱۱۲۱، از گروه برنج های دستکاری شده یا تراریخته نبوده است. این نتیجه بیانگر این است که حتی برنج های خارجی وارداتی که عمدتاً با مارک ۱۱۲۱ وارد می شوند از نوع برنج تراریخته نیستند.

میزان آرسنیک در دانه برنج:

این عنصر براساس استاندارد شماره ۱۲۹۶۸ موسسه تحقیقات صنعتی و استاندارد ملی ایران توسط شرکت مرجع خاتم مورد ارزیابی قرار گرفت. حد قابل مشاهده و مجاز این عنصر در دانه برنج و سایر محصولات غذایی براساس آزمون شماره ۱۲۹۶۸، به ترتیب ۰/۰۳ و ۰/۱۵ پی پی ام (قسمت در میلیون) یا میلی گرم در کیلوگرم بیان شده است. براساس نتایج حاصل از این ارزیابی در همه نمونه ها، مقدار آرسنیک کمتر از حد مجاز بوده است. در برخی از نمونه ها مقدار آرسنیک آنقدر ناچیز بوده که قابل اندازه گیری نبوده و در جدول ۳ با علامت ND (Not detected) یعنی غیر قابل تشخیص و برخی نمونه ها کمتر از حد تعیین مقدار بوده که با علامت LOQ مشخص شده است. بنابراین تمام نمونه ها که از شهرستان های مرکزی استان مازندران همراه با یک نمونه خارجی، عاری از ماده سنگین آرسنیک در دانه برنج بوده و از این جهت هیچگونه آلودگی را نشان ندادند.



میزان کادمیوم در دانه برنج:

مقدار کادمیوم در دانه برنج براساس استاندارد شماره ۱۲۹۶۸ موسسه تحقیقات صنعتی و استاندارد ملی ایران ارزیابی شد. حد مقدار تعیین و مجاز این ماده براساس این آزمون به ترتیب ۰/۰۲ و ۰/۰۶ پی پی ام یا میلی گرم در کیلوگرم می باشد. نتایج جدول ۴ نشان می دهد که مقدار کادمیوم در همه نمونه ها کمتر از حد تعیین مقدار بوده که در جدول شماره ۴ به صورت غیر قابل تشخیص (ND) یا کمتر از حد تعیین مقدار (LOQ) مشخص شده اند. این نتیجه بیانگر این است که برنج های تولید شده در این مناطق از استان مازندران عاری از این ماده سنگین بوده و بنابراین هیچ مشکلی در خصوص این عنصر در برنج های نمونه گیری شده وجود ندارد.

مقدار سرب موجود در دانه برنج:

سرب یکی از عناصر سنگین و خطرناک در محصولات غذایی و دانه برنج می باشد که بالا بودن آن در دانه برنج به عنوان یک مشکل اساسی قلمداد می شود. این عنصر همانند دو عنصر آرسنیک و کادمیوم با آزمون شماره ۱۲۹۶۸ موسسه تحقیقات صنعتی و استاندارد ملی ایران، ارزیابی شد. حد مقدار تعیین و مجاز این عنصر به ترتیب ۰/۰۵ و ۰/۱۵ پی پی ام یا میلی گرم بر کیلوگرم بیان شد. نتایج این ارزیابی نشان داد که مقدار سرب همه نمونه ها کمتر از حد مجاز (۰/۱۵ppm) بوده است. در بین نمونه های مورد بررسی نمونه شماره ۲۰ (جدول ۵) دارای مقدار سرب ۰/۱۳۴ بوده که نزدیک به حد مجاز بوده است. با توجه به نتایج بدست آمده، تمام نمونه ها از نظر میزان سرب موجود در دانه برنج از سلامت کامل برخوردار می باشند.

مقدار زیرالنون در دانه برنج:

زیرالنون یک ماده سمی از گروه مایکوتوکسن ها است که اغلب توسط گونه هایی از قارچ فوزاریوم مانند فوزاریوم گرامیناروم و فوزاریوم کالموروم تولید می شود. زیرالنون یک ماده استروژنیک غیراستروئیدی است که خطرات بهداشتی چشمگیری به ویژه در صنعت دام و طیور دارد. یک ترکیب سمی مهم در ایجاد ناباروری و سقط و یا اختلالات تولید مثلی به شمار می رود. زیرالنون انتشار وسیعی در جهان دارد، به ویژه در برخی از غلات از جمله ذرت، جو، گندم، برنج، ذرت خوشه ای، یولاف و همچنین نان یافت می شود. ارزیابی این ماده سمی در محصولات غذایی و دانه برنج بر اساس استاندارد شماره ۵۹۲۹ موسسه تحقیقات صنعتی و استاندارد ملی ایران اندازه گیری شده است. میزان حد تعیین مقدار و حد مجاز این ماده سمی به ترتیب ۳۰ppb و ۲۰۰ppb (قسمت در بلیون) یا میکروگرم در کیلوگرم بیان شده است. مقدار این ماده سمی در همه نمونه های مورد بررسی کمتر از حد تعیین مقدار بوده و براساس روش آزمون ۵۹۲۹ مقدار آن قابل تشخیص نبوده است و در جدول ۶ (ارائه نشده است) به صورت ND (غیر قابل شناسایی) مشخص شده است. بنابراین نمونه های برنج مورد بررسی فاقد هر گونه ماده سمی زیرالنون بوده و از سلامت کامل در ارتباط با این ماده برخوردارند.



مقدار داکسی نیوالنول در دانه برنج:

داکسی نیوالنول یکی از سموم استروژنیک (Estrogenic) قارچی است که به وسیله گونه‌هایی از قارچ فوزاریوم (Fusarium) تولید می‌شود. این سم در انواع غلات و فراورده‌های آن یافت می‌شود. تعیین مقدار این ماده سمی براساس آزمون شماره ۵۹۲۵ موسسه تحقیقات صنعتی و استاندارد ملی ایران انجام شد. حد مقدار تعیین و حد مجاز این ماده در دانه برنج به ترتیب ۴۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌بی (قسمت در بلیون) یا میکروگرم بر کیلوگرم گزارش شد. برای کلیه نمونه‌های مورد بررسی که از محصولات برنج در کشت اول، کشت دوم و رتون بوده مقدار این ماده سمی در دانه برنج آنقدر ناچیز بوده که بر اساس روش آزمون ۵۹۲۵ قابل شناسایی نبوده است. بنابراین همه نمونه‌های مورد بررسی از سلامت کامل از نظر این ماده سمی برخوردار می‌باشند.

باقیمانده سموم:

برای ارزیابی نمونه‌ها در ارتباط با باقیمانده سموم از سموم استفاده در برنج که بیشترین میزان مصرف را دارند مورد ارزیابی قرار گرفت و در این خصوص علف‌کش‌های رونستار (Oxadiazon)، پرتیلاکلر یا ریفیت (Pretilachlor) و بوتاکلر (Butachlor)، آفت‌کش‌هایی مانند دیازینون (Diazinon)، فنیتروتیون (Fenitrothion)، کلروپیروفوس (Chlorpyrifos)، فیبرونیل (Febronil)، قارچ‌کش‌هایی مانند هینوزان (Edifenphos)، تبوکونازول (Tebuconazole)، تری‌فلوکسی استروبین (Trifloxystrobin) و تیلت (Propiconazole) مورد ارزیابی قرار گرفت. ارزیابی نمونه‌ها برای باقیمانده سموم فوق براساس استاندارد ملی به شماره ۱۳۱۲۰ موسسه تحقیقات صنعتی و استاندارد ملی ایران انجام شد (حیدری و همکاران، ۱۳۹۰). نتایج این آزمون نشان داده که همه سموم به جزء دو سم دیازینون و تیلت کمتر از حد مقدار تعیین بوده و در جدول ۸ با علامت ND (غیرقابل شناسایی) مشخص شده‌اند. فقط در یک نمونه (نمونه شماره ۲۰) که هم دیازینون و هم تیلت حدود ۱۰ روز قبل از برداشت مصرف شد. مقدار دیازینون بیشتر از حد مجاز بوده است که بر این اساس نمونه فوق از نظر علمی مورد قبول نیست. لازم به ذکر است سمپاشی فوق صرفاً جهت تعیین واکنش دانه به برنج به افزایش مصرف و همچنین زمان نزدیک به برداشت بوده که به خوبی میزان بالا بودن دیازینون را در نمونه فوق با مقدار ۰/۱۵۸ppm (میلی‌گرم در کیلوگرم) در مقایسه با حد مجاز ۰/۱۵ppm بوده است. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه گرفت همه نمونه‌های مورد مطالعه چه آن‌هایی که هیچ مصرف سم در زراعت برنج استفاده نکردند و چه کشاورزانی که چند بار سم به ویژه سم دیازینون که در برخی از نمونه‌های کشت مجدد برنج چند بار مصرف شد، مقدار آن پائین‌تر از حد مجاز بوده و بنابراین کلیه نمونه‌ها به جز نمونه شماره ۲۴ به‌طور کامل سالم بوده و مصرف چند بار اثر منفی بر سلامت دانه برنج نداشته است. اما مصرف زیاد سم ممکن است بر محیط‌زیست، آب‌های زیرزمینی و خاک اثر منفی گذاشته که در درازمدت برای حفظ و پایداری محیط‌زیست اثر مخرب داشته باشد. لذا رعایت توصیه فنی و تحقیقاتی در مصرف سموم شیمیایی می‌تواند نقش مهمی در حفظ پایدار محیط‌زیست داشته باشد.



سپاسگزاری

از شرکت توسعه و تجارت و پایانه صادرات برنج جهت تامین اعتبار لازم برای آزمایشات و کارشناسان آزمایشگاه مرجعان خاتم شعبه مرکزی و انستیتو پاستور شهرستان آمل جهت همکاری در تجزیه نمونه‌ها تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

- ۱- رکنی، م، ع.، شکرزاده، م.، موسوی، س.ر. ۱۳۹۱. بررسی فلزات سنگین آب آبیاری بر روی صفات کمی و کیفی برنج. ششمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط‌زیست. تهران
- ۲- شکرزاده، م، رکنی، م، ع.، گایستین. ق. ۱۳۹۱. بررسی میزان فلزات سنگین (کروم، کادمیوم، سرب) در آب آبیاری برنج رقم طارم تولیدی مزارع شهرهای مرکزی استان مازندران. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران. شماره ۹۸: ۲۴۲- ۲۳۴
- ۳- هدایتی فر، ف.، فلاحی، ا.، برجندی، م. ۱۳۸۹. اندازه گیری مقدار فلزات سنگین نمونه‌های برنج پرمصرف استان لرستان و مقایسه آن با استاندارد-های ملی.
- ۴- حیدری، ا.، نوربخش، ر.، صحت، د.، جباری، ل.، حیدری، ب.، مروتی، م.، تبریزیان، م.، تاج‌بخش، م.، شجاعی علی‌آبادی، م.، ح.، نوبان، ص. ۱۳۹۰. آفت‌کش‌ها- مرز بیشینه مانده آفت‌کش‌ها- غلات- استاندارد ملی ایران. ۱۳۱۲۰. انتشارات اول